



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA  
OPTIMIZACIÓN DE LOS SERVICIOS AUTOMOTRICES Y PROCESOS DE  
CONTROL EN LA FLOTA DE VEHÍCULOS DEL TALLER AUTOMOTRIZ RULL  
PERFORMANCE DE LA CIUDAD DE QUITO – ECUADOR.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Automotriz

**AUTORES: DANIEL SEBASTIÁN SALTOS PADILLA  
JORDY ARTURO QUIROZ VILLEGAS**

**TUTOR: JHONNY JAVIER BARRERA JARAMILLO**

Quito - Ecuador

2023

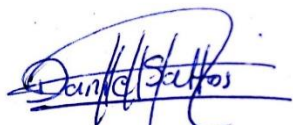
## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, Daniel Sebastián Saltos Padilla con documento de identificación No. 1756178636 y Jordy Arturo Quiroz Villegas con documento de identificación No. 1724818982, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.


Quito, 11 de septiembre del año 2023

Atentamente,



---

Daniel Sebastián Saltos Padilla  
1756178636



---

Jordy Arturo Quiroz Villegas  
1724818982

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Daniel Sebastián Saltos Padilla con documento de identificación No. 1756178636 y Jordy Arturo Quiroz Villegas con documento de identificación No. 1724818982, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la optimización de los servicios automotrices y procesos de control en la flota de vehículos del taller automotriz Rull Performance de la ciudad de Quito – Ecuador.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

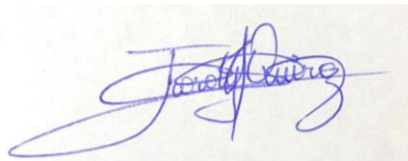
Quito, 11 de septiembre del año 2023

Atentamente,



---

Daniel Sebastián Saltos Padilla  
1756178636



---

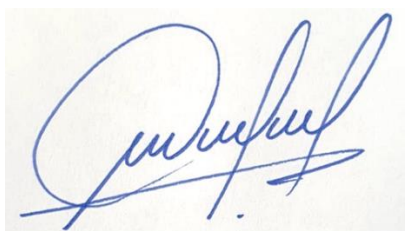
Jordy Arturo Quiroz Villegas  
1724818982

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jhonny Javier Barrera Jaramillo con documento de identificación N° 1400378475, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS SERVICIOS AUTOMOTRICES Y PROCESOS DE CONTROL EN LA FLOTA DE VEHÍCULOS DEL TALLER AUTOMOTRIZ RULL PERFORMANCE DE LA CIUDAD DE QUITO – ECUADOR, realizado por Daniel Sebastián Saltos Padilla con documento de identificación No. 1756178636 y Jordy Arturo Quiroz Villegas con documento de identificación No. 1724818982, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de septiembre del año 2023

Atentamente,



---

Ing. Jhonny Javier Barrera Jaramillo MsC  
1400378475

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente proyecto a las personas más importantes de mi vida, mi familia, quienes me motivan a ser mejor cada día. También quiero agradecer a todos aquellos que formaron parte de mi trayectoria universitaria, por los conocimientos compartidos y la amistad brindada.

Autor 1

Dedico el presente proyecto en primer lugar a Dios, ya que sin él no habría podido llegar hasta este punto, a mis padres que siempre se dieron los modos para generar el dinero de mis semestres y nunca se rindieron a pesar de las adversidades que se presentaron en el camino y también a mis abuelitos.

Autor 2

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de todo corazón a mis padres por el gran esfuerzo que hicieron para permitirme estudiar y todos los consejos brindados, a Dios por la salud y las bendiciones derramadas en mí.

Autor 1

Quiero agradecer a Dios por iluminarme a seguir la carrera de ingeniero, a mis padres por darme la oportunidad de estudiar, por el sacrificio que hicieron para culminar mi carrera y a todas las personas que hicieron esto posible.

Autor 2

# ÍNDICE

ÍNDICE .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE TABLAS .....	10
RESUMEN .....	12
ABSTRACT .....	13
INTRODUCCIÓN .....	14
PROBLEMA .....	15
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos. ....	17
Marco Teórico .....	18
CAPÍTULO 1 .....	24
ANÁLISIS SITUACIONAL .....	24
1.1 Descripción del taller Rull Performance.....	24
1.2 Organización del Taller .....	25
1.3 Descripción de equipos del área de motores y problema detectados.....	29
1.3.1 Prensa Hidráulica.....	29
1.3.1.1 Problemas detectados.....	29
1.3.2 Probador y Limpiador de inyectores .....	30
1.3.2.1 Problemas detectados .....	31
1.3.3 Kit de extracción de rodamientos .....	32
1.3.3.1 Problemas detectados.....	32
1.3.4 Tecle .....	33
1.3.4.1 Problemas detectados.....	33
1.4 Descripción del uso de equipos en el área de mantenimiento .....	34
1.4.1 Colector de aceite.....	34
1.4.1.1 Problemas detectados.....	34
1.4.2 Compresor Neumático .....	35
1.4.2.1 Problemas detectados.....	35
1.4.3 Multímetro .....	36
1.4.3.1 Problemas detectados.....	36
1.4.4 Gato Hidráulico .....	37
1.4.4.1 Problemas detectados.....	37
1.4.5 Scanner.....	38
1.4.5.1 Problemas detectados.....	38

1.4.6	Pistola neumática de impacto.....	39
1.4.6.1	Problemas detectados.....	39
1.4.7	Cajas de herramientas.....	40
1.4.7.1	Problemas detectados.....	41
1.5	Descripción de almacenamiento de fluidos derivados de petróleo.....	42
1.5.1	Almacenamiento del aceite usado.....	42
1.5.1.1	Problemas detectados.....	42
1.5.2	Almacenamiento de hidrocarburos utilizados para limpieza.....	43
1.5.2.1	Problemas detectados.....	43
1.5.3	Almacenamiento de desechos sólidos.....	44
1.5.3.1	Problemas detectados.....	44
1.6	Análisis causa efecto.....	45
1.7	Cálculo inicial del OEE del Taller.....	45
CAPÍTULO 2.....		48
DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).....		48
2.1	Matriz FODA.....	48
2.2	Elaboración de la metodología TPM.....	49
2.2.1	Fase de preparación.....	49
2.2.1.1	Paso1: Generar conciencia de la importancia de TPM.....	49
2.2.1.2	Paso 2: Capacitación sobre TPM.....	50
2.2.1.3	Paso 3: Estructura del Plan maestro TPM.....	50
2.2.1.4	Paso 4: Establecer políticas y objetivos.....	55
2.2.1.5	Paso 5: Diseño del plan maestro.....	57
2.2.2	Fase de introducción.....	58
2.1.3	Fase de elaboración.....	58
2.1.3.1	Paso 7: Mantenimiento autónomo.....	58
2.1.3.1.1	Guía de operaciones en el área de bodega.....	61
2.1.3.1.2	Guía de operaciones en el área de motores.....	62
2.1.3.1.3	Guía de operaciones en el área de pintura.....	62
2.1.3.1.4	Guía de operaciones en el área de recepción.....	63
2.1.3.2	Paso 8: Mantenimiento Preventivo.....	63
2.1.3.2.1	Plan de mantenimiento preventivo de equipos y herramientas críticos.....	63
2.1.3.3	Paso 9: Mantenimiento de calidad.....	65
2.1.3.4	Paso 10: Base de datos de procesos para regular los flujos de mantenimientos.....	65



2.1.3.5	Paso 11: Formación y capacitación de prevención de riesgos .....	70
2.1.3.5.1	Uso de equipos de protección personal (EPP): .....	71
CAPÍTULO 3	.....	73
IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	.....	73
3.1	Análisis de rendimiento de los equipos y herramientas .....	73
3.2	Entrenamiento de habilidades para la operación y mantenimiento.....	77
3.3	Análisis de productividad en las operaciones de los equipos .....	78
3.4	Integración del TPM y mejora de los objetivos .....	79
3.6	Plan de mantenimiento preventivo mediante su disponibilidad .....	85
3.7	Cálculo final del OEE del Taller .....	87
3.8	Cálculo final de la disponibilidad de equipos del Taller.....	88
3.9	Cálculo final de la productividad del Taller.....	89
CONCLUSIONES	.....	92
RECOMENDACIONES	.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	.....	94
ANEXOS.	.....	3

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1:</b>	Rull Performance .....	25
<b>Figura 1.2:</b>	Área de pintura .....	26
<b>Figura 1.3:</b>	Área de motores .....	26
<b>Figura 1.4:</b>	Área de herramientas .....	27
<b>Figura 1.5:</b>	Área de elevadores.....	28
<b>Figura 1.6:</b>	Área de bodega .....	28
<b>Figura 1.7:</b>	Área de recepción de vehículos .....	29
<b>Figura 1.8:</b>	Prensa hidráulica.....	30
<b>Figura 1.9:</b>	Probador y limpiador de inyectores .....	31
<b>Figura 1.10:</b>	Kit de extracción de rodamientos .....	33
<b>Figura 1.11:</b>	Tecele .....	34
<b>Figura 1.12:</b>	Colectores de aceite .....	35
<b>Figura 1.13:</b>	Compresor Neumático .....	36
<b>Figura 1.14:</b>	Multímetro Automotriz.....	37

<b>Figura 1.15:</b> Gato Hidráulico .....	38
<b>Figura 1.16:</b> Multímetro Automotriz.....	39
<b>Figura 1.17:</b> Pistola neumática de impacto .....	40
<b>Figura 1.18:</b> Cajas de Herramientas .....	42
<b>Figura 1.19:</b> Almacenamiento de aceite usado .....	43
<b>Figura 1.20:</b> Almacenamiento de hidrocarburos utilizados para limpieza .....	44
<b>Figura 1.21:</b> Almacenamiento de desechos sólidos .....	44
<b>Figura 1.22:</b> Análisis causa efecto .....	45
<b>Figura 2.1:</b> Capacitación del TPM .....	50
<b>Figura 2.2:</b> Descripción de la recepción de un vehículo .....	53
<b>Figura 2.3:</b> Orden de trabajo en Fracctal One .....	70
<b>Figura 2.4:</b> Croquis indicador de actividades de emergencia.....	71
<b>Figura 3.1:</b> Clasificación de objetos innecesarios .....	80
<b>Figura 3.2:</b> Coches de herramientas ordenados.....	81
<b>Figura 3.3:</b> Limpieza – Seiso de las áreas .....	82
<b>Figura 3.4:</b> Etiquetado de la bodega.....	83
<b>Figura 3.5:</b> Uso de una herramienta informática.....	84
<b>Figura 3.6:</b> Aplicación de bodega con las 5s.....	85
<b>Figura 3.7:</b> Gráfico comparativo del antes y después de TPM .....	91

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.1:</b> OEE inicial (56,45%) .....	46
<b>Tabla 1.2:</b> Disponibilidad inicial (75,27%) .....	46
<b>Tabla 1.3:</b> Productividad inicial (67,45).....	47
<b>Tabla 2.1:</b> Matriz FODA .....	48
<b>Tabla 2.2:</b> Descripción de clasificar .....	51
<b>Tabla 2.3:</b> Descripción de Ordenar.....	51
<b>Tabla 2.4:</b> Descripción de Limpiar.....	51
<b>Tabla 2.5:</b> Descripción de Estandarizar.....	52
<b>Tabla 2.6:</b> Plan de designación de recursos y responsables .....	54

<b>Tabla 2.7:</b> Tabla de seguimiento, para evaluaciones periódicas .....	54
<b>Tabla 2.8:</b> Guía para evaluación de todas las áreas del taller .....	56
<b>Tabla 2.9:</b> Plan Maestro.....	57
<b>Tabla 2.10:</b> Mantenimiento autónomo del limpiador de inyectores.....	58
<b>Tabla 2.11:</b> Mantenimiento autónomo del teclé .....	59
<b>Tabla 2.12:</b> Mantenimiento autónomo de la prensa hidráulica .....	59
<b>Tabla 2.14:</b> Mantenimiento autónomo de los colectores de aceite.....	60
<b>Tabla 2.15:</b> Guía de actividades, frecuencias y responsables en bodega .....	61
<b>Tabla 2.16:</b> Guía de actividades, frecuencias y responsables en el área de motores.....	62
<b>Tabla 2.17:</b> Guía de actividades, frecuencias y responsables en el área de pintura .....	62
<b>Tabla 2.18:</b> Guía de actividades, frecuencias y responsables en el área de recepción .....	63
<b>Tabla 2.19:</b> Plan de mantenimiento para herramientas y equipos .....	63
<b>Tabla 2.20:</b> Inventario del área de bodega.....	65
<b>Tabla 2.21:</b> Inventario del área de herramientas .....	67
<b>Tabla 2.22:</b> Inventario del área de motores .....	68
<b>Tabla 2.23:</b> Plan de capacitación sobre equipo de protección personal EPP .....	71
<b>Tabla 3.1:</b> Guía de entrenamiento para operaciones y mantenimientos .....	77
<b>Tabla 3.2:</b> Análisis de productividad en las operaciones de los equipos.....	78
<b>Tabla 3.3:</b> Programa de mantenimiento. ....	86
<b>Tabla 3.4:</b> OEE final (88,91%).....	88
<b>Tabla 3.5:</b> Disponibilidad final (95,55%).....	89
<b>Tabla 3.6:</b> Productividad final (85,55%) .....	90
<b>Tabla 3.7:</b> Comparativa del antes y después .....	90

## RESUMEN

El presente proyecto contempla el desarrollo de un programa de mantenimiento basado en la metodología TPM para el taller Rull Performance de la ciudad de Quito, especializado en la repotenciación y preparación de motores para competencia. El programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) tiene como objetivo mejorar las operaciones del taller, a través de soluciones prácticas, que permitan reducir los costos de mantenimiento y el tiempo usado para detectar las fallas de los equipos, aplicando actividades de mantenimiento preventivo para garantizar la eficiencia en cada uno de los mantenimientos o reparaciones realizados en su flota de vehículos.

Se empleó la metodología 5S para rediseñar por completo el ambiente de trabajo en todas las áreas del taller. Esto no solo permitió reducir los riesgos para los trabajadores debido a obstáculos o desorden dentro de las instalaciones, sino que también mejoró el flujo de trabajo entre las distintas áreas. La clasificación y etiquetado de cada activo, herramienta y repuesto aseguraron que los trabajadores pudieran encontrar de manera rápida y sencilla lo que necesitan para llevar a cabo las acciones de mantenimiento o reparación, optimizando así el tiempo y aumentando la eficiencia general del taller.

Como resultado de estos cambios, se lograron mejoras significativas en la situación inicial del taller. Se alcanzó un aumento del 32% en la eficiencia de cada uno de los equipos del taller, un incremento del 20,28% en la disponibilidad de estos, y finalmente, un incremento de la productividad en un 18,1%. Estos datos demuestran que el Mantenimiento Productivo Total (TPM) brinda resultados considerables.

## **ABSTRACT**

The present project was based on the initial analysis of Rull Performance, one of the most renowned workshops in the city of Quito. This workshop offers comprehensive automotive services, engine upgrades, preparations, and more. It is located in the northern part of the city. A Total Productive Maintenance (TPM) program was developed with the aim of improving the workshop's initial situation and providing practical solutions, as well as preventive maintenance activities to ensure efficiency in each maintenance or repair performed on their fleet of vehicles.

Methodologies such as the 5S were employed to completely redesign the work environment in all areas of the workshop. This not only reduced risks for workers due to obstacles or disorder within the facilities but also improved the workflow between different areas. The classification and labeling of each asset, tool, and spare part ensured that workers could quickly and easily find what they need to carry out maintenance or repair actions, thus optimizing time and increasing the overall efficiency of the workshop.

As a result of these changes, significant improvements were achieved in the workshop's initial situation. There was a 32% increase in the efficiency of each of the workshop's equipment, a 20.28% increase in their availability, and finally, a productivity increase of 18.1%. These data demonstrate that Total Productive Maintenance (TPM) delivers considerable results.

## INTRODUCCIÓN

La industria automotriz ha tenido una gran evolución en los últimos años, impulsada por la demanda creciente de vehículos más seguros, eficientes y confiables. En este contexto, la implementación de estrategias para el mantenimiento se ha vuelto crucial, así como la búsqueda de nuevos métodos para mejorar la eficiencia en un taller automotriz, con el objetivo de un óptimo rendimiento de los sistemas, áreas de mantenimiento y componentes de los vehículos. Uno de los enfoques más destacados en este campo es el Mantenimiento Productivo Total, también llamado TPM por sus siglas en inglés: Total Productive Maintenance.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía de gestión, de origen japonés que busca incrementar la eficiencia y la productividad de los equipos y procesos, en este caso específico en el taller Rull Performance, promoviendo la participación proactiva de cada empleado, se busca fortalecer la participación conjunta de todo el personal.

A diferencia de los enfoques tradicionales de mantenimiento, que se centran en la reparación de fallas y averías, el TPM se enfoca en la prevención de problemas y la mejora continua. Esta estrategia busca eliminar las pérdidas en los procesos de producción, mantenimiento y tiempos de inactividad no planificados, defectos de calidad y retrasos en la producción. Para lograr esto, se promueve una cultura de trabajo colaborativa en la que todos los empleados, se comprometen con la mejora constante de los equipos y procesos.

Es necesario analizar la aplicación del TPM, haciendo enfoque en los equipos y herramientas, dentro de los procedimientos que se llevan a cabo en Rull Performance. Como se lleva a cabo el programa de mantenimiento autónomo en cada operario y en cada área, es decir como mantienen de manera ordenada cada uno de los procesos.

## **PROBLEMA**

Rull Performance es un taller automotriz especializado, que cuenta con más de 18 años en la industria automotriz y se dedica al mantenimiento general de vehículos, así como modificación y repotenciación de motores. Gracias a su brillante trayectoria, actualmente Rull Performance es uno de los talleres más reconocidos en el mundo del automovilismo del Ecuador, principalmente en tareas de programación de las computadoras. Otra de las actividades que realiza el taller, es la importación directa de todo tipo de piezas para motores, llegando a ser distribuidor autorizado de las marcas: HOOSIER, AEM, MANNOL y Mickey Thompson.

Dentro del taller se llevan a cabo modificaciones para varios tipos de competencias como ¼ de milla, rally, circuito y trepada de montaña, para lo cual cuenta con herramientas y equipos de alta gama que permiten diagnosticar fallos de manera precisa. Como todo centro especializado, el taller cuenta con varias áreas de trabajo entre ellas: ensamblaje y reparación de motores, área de elevadores, área de pintura, bodega y recepción. Para la mejora de rendimiento de los vehículos, se realizan las siguientes actividades: suspensión regulable en altura y dureza, mejora de chasis con jaulas antivuelco, cambio de carrocería para una mejora aerodinámica, mejora de motores con piezas forjadas y sistemas de sobrealimentación de aire, mejora de frenos y dirección.

Debido al alto número de órdenes de trabajo, el taller presenta falencias en sus procesos de atención y producción, debido principalmente al uso ineficiente de las herramientas, las cuales, al no estar organizadas y etiquetadas debidamente, generan una pérdida tiempo para realizar un adecuado mantenimiento, en algunos casos hasta 15 minutos en sólo encontrar una herramienta específica. En el área de motores, una de las más críticas, no se trabaja tomando en cuenta el orden de las piezas de cada motor, lo que genera que en un trabajo de ensamblaje y preparación se demoren más tiempo de lo esperado, esto podría cambiar ordenando de forma sistémica cada pieza del motor. El área de bodega no cuenta con un inventario actualizado, lo que en muchas ocasiones han generado compras innecesarias de insumos como repuestos perecibles y los fluidos. Por otra parte, en el área de elevadores se aprecia una aglomeración de muchas partes y piezas automotrices ya obsoletas o inservibles se encuentran obstaculizando el paso y ocupando espacio de forma innecesaria. Para realizar

los mantenimientos es necesario tener en orden esta área, es decir que este libre y totalmente despejado de herramientas que no se ocupen, así como de piezas de vehículos que ya fueron usadas, fluidos y desechos plásticos.

De forma general, se ha verificado que las áreas no respetan sus espacios asignados y en varias ocasiones se han llegado a interferir y hasta confundir las actividades con las que se realizan en las áreas contiguas, lo cual se ha verificado al encontrar algunas piezas de motores y herramientas en otras mesas de trabajo. Esta situación está provocando que se pierda valioso tiempo en la cadena de productividad del taller debido a que el trabajo de cada empleado y por ende de las áreas involucradas se vea afectado y mermado por problemas en el control de las responsabilidades que cada uno de los integrantes.

Otro problema detectado, es la falta de un control en el historial de los mantenimientos y trabajos realizados a los vehículos, lo cual ha provocado en varias ocasiones que a un vehículo ya atendido hace algún tiempo, el técnico evalúe otro elemento, sin considerar los antecedentes de los trabajos realizados, llegando a generar diagnósticos inexactos y una atención ineficiente.

Finalmente, y después de una investigación de campo, se comprobó que no todos los trabajadores cuentan con el conocimiento técnico en temas relacionados con el uso correcto de las herramientas y/o equipos, debido principalmente a que no se les ha socializado ninguna guía para llevar a cabo los procesos de mantenimiento, lo cual ha provocado que los técnicos realicen sus actividades sin las directivas necesarias ni reglas de seguridad.

#### **Delimitación del problema. –**

Las operaciones y cadena de producción de mantenimientos del taller han sido la mismas desde que inició sus actividades, y es por ello muchas de las herramientas y los equipos ya tienen muchos años de uso y funcionamiento, en algunos casos ya han cumplido con su tiempo de vida útil. Aun cuando se han obtenido grandes resultados, las necesidades del taller han cambiado con el paso del tiempo, por lo que es necesario un diagnóstico profundo de su accionar, mismo que permita conocer el estado actual de funcionamiento del taller y a partir de ello aplicar el Programa de Mantenimiento Productivo Total.



La principal desventaja del taller Rull Performance radica en problemas técnicos en dispositivos, maquinaria y herramientas. Este problema tiene un impacto significativo en la calidad de los mantenimientos, que se realizan a la flota de vehículos, dentro del taller. Un grupo considerable de vehículos que ingresan al taller, no reciben una atención organizada ni la intervención inmediata por parte de los técnicos o ingenieros, lo que limita la capacidad del taller y afecta directamente el espacio destinado para el personal y los clientes, perturbando así la llegada de más vehículos. La causa de este fenómeno radica en los vehículos que requieren reparaciones extensas, en muchos casos necesitan que se haga la importación de repuestos lo cual conlleva un tiempo considerable. Además, los riesgos en las diferentes áreas de trabajo son latentes para los trabajadores, ya que no se le da suficiente importancia a las buenas prácticas de seguridad. La implementación del programa TPM permitirá un cambio de mentalidad en cuanto a la seguridad de todas las personas y sus diferentes responsabilidades. Como toda empresa, la sostenibilidad del taller depende de que las ganancias superen las inversiones que se realizan, lo cual es un problema crucial que afecta la sostenibilidad del taller.

### **Objetivo General.**

- Elaborar el Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la optimización de los servicios automotrices y procesos de control en la flota de vehículos del taller automotriz Rull Performance de la ciudad de Quito – Ecuador.

### **Objetivos Específicos.**

- Analizar la situación inicial de los servicios automotrices prestados por el taller Rull Performance definiendo una línea base a partir de la problemática detectada.
- Elaborar un plan de mantenimiento de los equipos y herramientas existentes a partir de los manuales y recomendaciones del fabricante para asegurar su uso adecuado y disponibilidad.
- Definir una guía de operaciones para la optimización de las actividades en las diferentes áreas procurando la efectividad de los técnicos y los servicios automotrices que brinda el taller a la flota de vehículos según su prioridad y tiempo de atención requerido.
- Anular por completo el riesgo de que los trabajadores sufran accidentes en cualquier área del taller y durante el uso de máquinas o dispositivos gracias al uso obligatorio de prendas de seguridad.

- Rediseñar del sistema de mantenimiento del taller, alineándolo a las necesidades de la organización y objetivos corporativos del propietario incluyendo el presupuesto disponible para la elaboración y así poder garantizar su posición dentro del sector automotriz.

### **Marco Teórico**

Actualmente es conocido por todos que el mercado automotriz, es altamente competitivo; es por ello por lo que la eficacia y el óptimo rendimiento de los equipos de diagnóstico y el manejo de procesos desempeñan un papel fundamental en el éxito de los centros especializados en mantenimiento preventivo y correctivo. En este contexto, el enfoque del Mantenimiento Total Productivo (TPM) se presenta como una metodología altamente efectiva que permitirá al taller Rull Performance potenciar la productividad, calidad y satisfacción del cliente. El TPM, es una filosofía de gestión que va más allá del enfoque tradicional de mantenimiento correctivo, centrándose en la participación y responsabilidad compartida de todos los miembros de la organización en el cuidado y mejora de los equipos (Fernández, 2018). Su principal objetivo consiste en alcanzar la excelencia operativa y maximizar la eficiencia de los procesos mediante la eliminación de pérdidas y la continua mejora.

#### **Beneficios del mantenimiento productivo total TPM en el Taller Rull Performance:**

**Eliminación de pérdidas:** El principal objetivo del TPM es identificar y eliminar las pérdidas en los procesos de producción. Esto implica reducir el tiempo de inactividad no planificado, minimizar los defectos en los productos o servicios, eliminar los desperdicios y optimizar la eficiencia global del equipo.

**Mejora del rendimiento y la productividad:** El propósito del TPM es incrementar el desempeño de los equipos y elevar la productividad en el taller. Para lograrlo, se busca disminuir los períodos de inactividad, optimizar los tiempos de ciclo, mejorar la eficiencia de los equipos y aprovechar al máximo los recursos disponibles.

**Prevención de fallas y mantenimiento proactivo:** El TPM busca prevenir fallas y problemas antes de que ocurran, a través del mantenimiento preventivo y predictivo. Se

promueve la detección temprana de posibles fallas y se implementan acciones correctivas para evitar interrupciones no planificadas en la producción.

**Mejora de la calidad:** El enfoque del TPM se centra en la constante mejora de la calidad de los productos y servicios proporcionados por el taller. Se establecen criterios de calidad, se aplican medidas de control y se promueve la participación de todos los integrantes del equipo en la detección y resolución de problemas relacionados con la calidad.

**Participación y responsabilidad de los empleados:** El TPM promueve la participación. Para lo cual es importante reconocer los 8 pilares del TPM que se presentan a continuación:

1. **Mantenimiento Autónomo:** “Este pilar se concentra en brindar capacitación y empoderamiento a los operadores, otorgándoles responsabilidad sobre el cuidado y mantenimiento elemental de sus equipos” (Fernández, 2018, p.25). Los operadores adquieren un conocimiento experto sobre sus propias máquinas, encargándose de labores como limpieza, lubricación, inspección y mantenimiento preventivo. Esto contribuye a evitar fallos y garantizar que los equipos se encuentren en óptimas condiciones de operatividad.
2. **Mantenimiento Planificado:** En este pilar, se elabora un programa de mantenimiento preventivo y predictivo para los equipos, definiendo intervalos programados para su mantenimiento. Este plan contempla actividades tales como inspecciones regulares, reemplazo de piezas desgastadas, ajustes y calibraciones. El propósito es reducir al mínimo los periodos de inactividad no planificados y maximizar la disponibilidad de los equipos.
3. **Mejora Enfocada:** Este componente se dedica a la mejora continua de los equipos y procesos, empleando herramientas y técnicas como el Análisis de Causa Raíz (ACR) y el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMFE) con el objetivo de identificar y abordar las causas subyacentes de las pérdidas y problemas. Se fomenta la participación de los equipos de trabajo en la resolución de problemas, implementando medidas correctivas para eliminar las causas fundamentales.

4. **Mantenimiento de Calidad:** El componente del mantenimiento de calidad se enfoca en asegurar la calidad de los productos y servicios a través de un mantenimiento adecuado de los equipos. Se establecen criterios de calidad, se llevan a cabo controles y se implementan actividades de inspección para garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos. Asimismo, se promueve la capacitación en técnicas de control de calidad para todos los miembros del personal.
5. **Mantenimiento en Toda la Cadena de Suministro:** Este pilar involucra la cooperación con proveedores y clientes para elevar la administración y el desempeño de los equipos a lo largo de la cadena de suministro completa. Se intercambian prácticas destacadas, se establecen acuerdos de colaboración y se efectúan evaluaciones a los proveedores para asegurar la calidad y confiabilidad de los productos y servicios adquiridos.
6. **Mantenimiento Inicial:** En este pilar, se consideran los aspectos de mantenibilidad desde las etapas de diseño y adquisición de nuevos equipos. Se seleccionan equipos confiables, fáciles de mantener y reparar, y se establecen estándares de mantenibilidad. Además, se asegura el acceso a repuestos y documentación técnica adecuada para facilitar el mantenimiento futuro.
7. **Seguridad, Salud y Medio Ambiente:** Este componente se centra en la incorporación de medidas de seguridad y preservación del medio ambiente en todas las labores de mantenimiento. Se introducen procedimientos y protocolos de seguridad. Fernández (2018) señala que “se fomenta una cultura de seguridad y se llevan a cabo evaluaciones de riesgos con el fin de asegurar un entorno laboral seguro y proteger el entorno natural” (p. 28).
8. **Educación y Entrenamiento:** El pilar de educación y entrenamiento busca asegurar que todos los empleados del taller puedan poseer los conocimientos y habilidades requeridos para desempeñar sus funciones de manera efectiva. Se brinda capacitación técnica y de seguridad, se promueve el aprendizaje continuo y se fomenta el desarrollo de habilidades especializadas. Además, se establecen

programas de mentoría y se comparten mejores prácticas entre los miembros del equipo.

Además de los 8 pilares indicados, es necesario aplicar las 5 "s" en el TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total), con el propósito de potenciar la eficiencia, la seguridad y la excelencia en el entorno laboral. “Estas herramientas ayudan a establecer un entorno de trabajo organizado y limpio, lo que a su vez contribuye a la reducción de pérdidas y desperdicios, y al aumento de la productividad” (Rodríguez, 2019, p.48). El taller será beneficiado en:

**Seiri (Clasificar):**

- Elimina equipos, herramientas y suministros innecesarios del área de trabajo, lo que reduce el desorden y facilita la identificación y el acceso a los elementos esenciales.
- Evita la acumulación de inventario no utilizado y libera espacio para operaciones más eficientes.

**Seiton (Ordenar):**

- Organiza los elementos necesarios de manera eficiente y asigna un lugar específico para cada uno, basado en su frecuencia de uso y accesibilidad.
- Facilita la búsqueda y recuperación rápida de herramientas y equipos, reduciendo tiempos y aumentando la eficiencia operativa.

**Seiso (Limpiar):**

- Establece una rutina de limpieza regular para eliminar la suciedad, los residuos y los contaminantes del área de trabajo.
- Mejora la seguridad y la calidad al prevenir la acumulación de polvo, grasa u otros elementos que puedan afectar la maquinaria o los productos.

**Seiketsu (Estandarizar):**

- Establece normas y protocolos bien definidos para garantizar el orden y la higiene en el entorno laboral.

Promueve la adhesión a las prácticas establecidas y asegura que todos los empleados sigan las mismas pautas para mantener un entorno de trabajo estandarizado.

**Shitsuke (Disciplina):**

- Fomenta la disciplina y el compromiso de todos los empleados para seguir las 5S de manera constante.
- Crea una cultura de responsabilidad compartida y mejora continua en el lugar de trabajo.

Dentro del contexto del TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total), se identifican diferentes tipos de pérdidas que pueden afectar la eficiencia y la productividad de los equipos y procesos de producción. Estas pérdidas se conocen comúnmente como las "6 Grandes Pérdidas" o "6 Big Losses". Las pérdidas son las siguientes:

- **Pérdidas por averías (Breakdown Losses):** “Son las pérdidas causadas por fallos o averías inesperadas de los equipos, lo que conduce a tiempos de paro no planificados y a una interrupción de la producción” (Fernández, 2018, p.29).
- **Pérdidas por ajustes y cambios de formato (Setup and Adjustment Losses):** Ocurren cuando se realizan ajustes o cambios de formato en los equipos para adaptarse a diferentes productos o tamaños. Estas actividades implican tiempo de inactividad y pueden prolongarse si no se realizan de manera eficiente.
- **Pérdidas de velocidad reducida (Speed Losses):** Estas pérdidas se producen cuando la velocidad de producción es inferior a la capacidad teórica de los equipos debido a factores como fluctuaciones de velocidad, restricciones de producción o falta de coordinación en el flujo de materiales.
- **Pérdidas de pequeñas paradas (Minor Stops Losses):** Incluyen las paradas breves y frecuentes que interrumpen la producción y reducen la eficiencia. Pueden ser causadas por problemas menores, como atascos.
- **Pérdidas de defectos y reprocesos (Defect and Rework Losses):** Representan las pérdidas asociadas con la producción de productos defectuosos o de baja calidad. Esto incluye la reprocesamiento de productos para corregir defectos, así como los costos de desperdicio y retrabajo.
- **Pérdidas de arranque en frío y pérdidas de rendimiento inicial (Start-up and Yield Losses):** Estas pérdidas ocurren al inicio de la producción, cuando los equipos

necesitan tiempo para alcanzar la estabilidad y el rendimiento óptimo. Además, también se incluyen las pérdidas debido a la producción inicial de productos no conformes o de baja calidad durante el proceso de arranque en frío.

# CAPÍTULO 1

## ANÁLISIS SITUACIONAL

En este capítulo se realiza un análisis de la situación del Taller Rull Performance, caracterizando sus actividades y explicando las deficiencias que se identificaron en la cadena de las operaciones de mantenimiento que realiza la organización. Para abordar estas problemáticas, se implementa un análisis exhaustivo del rendimiento de los equipos y herramientas, centrándose en aquellos que experimentan una mayor fatiga debido a su mayor frecuencia de uso.

### **1.1 Descripción del taller Rull Performance**

El Taller Rull Performance está ubicado al norte de la ciudad de Quito - Ecuador, en la avenida Eloy Alfaro y De Las Madreselvas N.º 800. Es un centro automotriz especializado en una amplia gama de servicios profesionales de mantenimiento, reparación, personalización y potenciación de vehículos. Este taller cuenta con personal especializado, así como los equipos y herramientas adecuadas para realizar las diferentes tareas a su flota de vehículos.

Rull Performance tiene más de 18 años de experiencia en actividades de mantenimiento general de vehículos multimarca, importación de motores y piezas, pintura, reprogramación de computadoras y preparación de todo tipo de automóvil para las diferentes categorías de competencia, tales como: ¼ de milla, circuito, trepada de montaña y rally. Su gerente es el Sr. Jaime Rull, quien conforma la directiva de la federación de automovilismo del Ecuador, en la categoría ¼ de milla y también es presidente de Torque MPG. El taller tiene una larga y muy respetable trayectoria y por ende la gente confía en el trabajo que se genera en este lugar.

En la siguiente figura se puede apreciar la fachada principal del taller:



**Figura 1.1:** Rull Performance



**Fuente:** Autores

La flota de vehículos del taller está conformada por 20 carros para las distintas modalidades de carreras de drag y trepada de montaña. El taller se encuentra abierto al público para que lleven sus vehículos ya sea para repotenciación o cualquier mantenimiento, sin importar el tipo de vehículo que sea.

## **1.2 Organización del Taller**

Rull Performance cuenta con las siguientes áreas:

**Área de Pintura:** Esta área no garantiza un entorno seguro y eficiente en trabajos de pintura a vehículos livianos. El área tiene sistemas deficientes de ventilación tanto en la parte inferior y superior de la cabina para la evacuación de aire y de partículas de pintura que se encuentran dispersas, generando un ambiente inseguro para la salud del trabajador.

En la cabina de pintura entra únicamente un vehículo para llevar a cabo el proceso, además juega un papel importante en la seguridad y protección del medio ambiente.

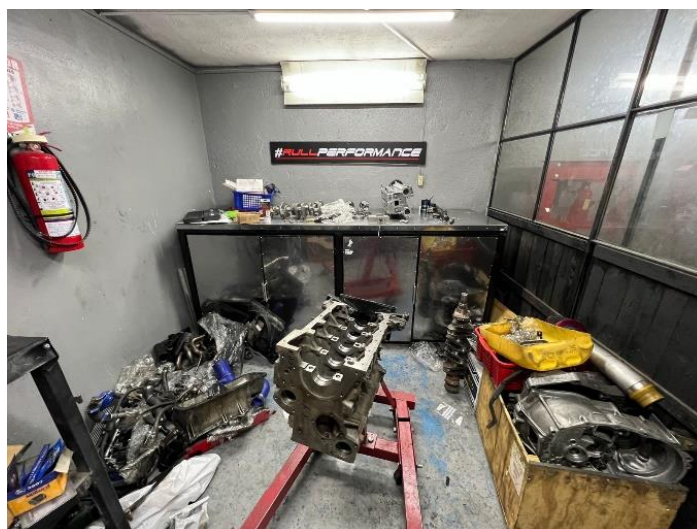
**Figura 1.2:** Área de pintura



**Fuente:** Autores

**Área de motores:** Esta área es una de las más usadas por los trabajadores del Taller, cuenta con mobiliarios saturados para el almacenamiento de las piezas que conforman los motores o cajas de cambio. Cuenta con dos equipos de limpieza de inyectores, llaves, caja de herramientas, calibradores para medir los valores críticos al armar un motor y dispositivos especiales para la comprobación de presiones de aceite o pruebas de compresión que se realizan previo montaje del motor al vehículo que está siendo reparado.

**Figura 1.3:** Área de motores



**Fuente:** Autores

**Área de herramientas:** Está compuesta de dos estantes, donde se almacenan las herramientas, instrumentos de prueba como multímetros, osciloscopios, termómetros, cargadores de batería, analizadores de gases entre otros dispositivos electrónicos, dispositivos de presurización, herramientas especiales para sistemas de dirección, suspensión, frenos, motor y transmisión. Ahí se almacenan también piezas y repuestos antiguos como pastillas y discos de freno, mangueras de agua, radiadores, guardabarros entre otros elementos automotrices. Este espacio exhibe una carencia de higiene y desorganización, lo cual constituye una de las deficiencias más significativas en el taller, ya que resulta crucial para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento de manera efectiva.

**Figura 1.4:** Área de herramientas



**Fuente:** Autores

**Área de elevadores:** El Taller cuenta con seis elevadores para el servicio de mantenimiento y reparación de su flota de vehículos. En esta área se encuentran una mesa de trabajo a disposición de los profesionales. Además, cuenta con bancos móviles, para almacenamiento de piezas. El área no tiene el espacio suficiente, debido al desorden, para permitir el acceso y la movilidad segura de los vehículos, la altura la cubierta es adecuada para proporciona luz natural a toda la zona de trabajo y cubrir a los trabajadores de la intemperie.

**Figura 1.5:** Área de elevadores



**Fuente:** Autores

**Bodega:** Esta área almacena las piezas de repuesto, los suministros, los materiales y otros equipos necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento y reparación de los vehículos. Debido a las especificaciones de la flota de vehículos que son atendidos en el taller, se deben usar aceites de varias viscosidades, líquido de frenos con varias formulaciones, líquidos refrigerantes de diferentes grados de operación, aceite de transmisión tanto para cajas de cambio manuales y automáticas, que no se encuentran etiquetadas y en desorden. Además, se encuentran fluidos especiales de altas prestaciones para vehículos poco convencionales como sistemas de doble embrague y líquido de frenos de alta temperatura.

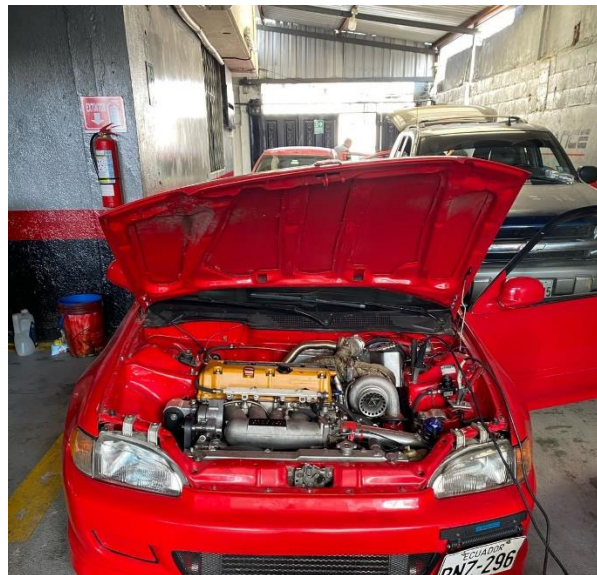
**Figura 1.6:** Área de bodega



**Fuente:** Autores

**Recepción:** En esta zona, el recepcionista despliega sus funciones para examinar minuciosamente los vehículos que acceden al taller y generar las órdenes de trabajo correspondientes. No obstante, en ocasiones, se observa un incumplimiento de esta tarea, lo cual resulta en una ineficiencia operativa y dificultades en la entrega de vehículos. Asimismo, la acumulación de vehículos estacionados genera retrasos en el flujo de entrada y salida de estos en el taller.

**Figura 1.7:** Área de recepción de vehículos



**Fuente:** Autores

### **1.3 Descripción de equipos del área de motores y problema detectados**

#### **1.3.1 Prensa Hidráulica**

Las prensas hidráulicas están ubicadas en la parte externa del área de motores y tienen la capacidad de manejar las cargas pesadas y realizar las fuerzas en tareas de reparación y/o modificación. Las prensas hidráulicas tienen un control preciso de presión y velocidad garantizando las fuerzas de desplazamiento aplicadas en las piezas de los vehículos. La marca de la prensa hidráulica es Big Red, su capacidad de fuerza es para 10 toneladas y su peso bruto es de 65kg.

##### **1.3.1.1 Problemas detectados**

La prensa hidráulica carece de sistemas de seguridad adecuados que garanticen la protección de los trabajadores. Además, no cuenta con un sistema de sujeción apropiado para asegurar de manera adecuada las piezas o componentes que serán sometidos a la presión. Este equipo

se encuentra ubicado en una superficie desnivelada, lo cual incrementa el nivel de riesgo durante su utilización. Resulta esencial realizar un cálculo del rendimiento de los equipos y herramientas del taller mediante la división del número de partes que pueden ser reparadas o sometidas a mantenimiento, entre el número teórico, y multiplicar el resultado por 100 para obtener el porcentaje, como se muestra en la ecuación 1.1. Para llevar a cabo este cálculo, es necesario coordinar con el jefe de taller los datos de cada elemento en relación a su uso diario.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Número de mantenimientos reales}}{\text{Número de mantenimientos teóricos}} \times 100 \quad \text{Ec. 1.1}$$

El equipo cumple con el 50 % de los mantenimientos requeridos.

$$\text{Rendimiento} = \frac{5 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 50 \% \quad \text{Ec. 2.2}$$

**Figura 1.8:** Prensa hidráulica



**Fuente:** Autores

### **1.3.2 Probador y Limpiador de inyectores**

El probador es de la marca Walker, cuenta con 4 probetas de pruebas y un juego de sockets para cambiar, dependiendo el inyector. Funciona para 402A/602A/601A/801A. Los probadores y limpiadores de inyectores tienen un espacio de trabajo designado en el área de

motores con una mesa de trabajo dedicada a las tareas de prueba y limpieza. Ahí también se almacenan los accesorios y herramientas del probador como los adaptadores de conectores y cables de conexión.

### 1.3.2.1 Problemas detectados

Los solventes y productos químicos utilizados para la limpieza del probador de inyectores carecen de etiquetado adecuado en el área de almacenamiento, lo que dificulta su localización inmediata. Además, no se disponen de materiales de limpieza para hacer frente a posibles derrames de líquidos o productos químicos durante el proceso de limpieza. Debido al desorden del área, donde se encuentra ubicado el probador de inyectores complica la accesibilidad y comodidad para los técnicos del taller, sin tener en cuenta los principios de ergonomía y confort durante la utilización del equipo.

A continuación, se procederá al cálculo del rendimiento inicial del limpiador de inyectores, considerando su tiempo de actividad y capacidad de producción:

$$\text{Rendimiento} = \frac{6 \text{ de mantenimientos reales}}{10 \text{ de mantenimientos teóricos}} \times 100 = 60\% \quad \text{Ec. 3.3}$$

El equipo cumple únicamente con el 60 % de los mantenimientos requeridos.

**Figura 1.9:** Probador y limpiador de inyectores



**Fuente:** Autores

### 1.3.3 Kit de extracción de rodamientos

Rull Performance cuenta con un kit de extracción de rodamientos marca Truper, que incluye una gran variedad de herramientas y adaptadores para cubrir una amplia gama de tamaños de rodamientos de la flota de vehículos del Taller. Este kit tiene herramientas específicas como extractores de garras, extractores de cono, extractores de tres brazos, etc. Las herramientas del kit están fabricadas de materiales de calidad y deben ser muy resistentes para soportar la fuerza y estrés requeridos durante su uso. El kit está fabricado en acero y cada uno de sus brazos de sujeción tienen una longitud de 75mm, esto permite que los extractores soporten hasta 45 libras de fuerza.

#### 1.3.3.1 Problemas detectados

El estado del kit de extracción de rodamientos es deficiente, específicamente los ganchos de sujeción carecen de la ceja necesaria para asegurar la extracción segura de los rodamientos. Esto implica que una vez enganchados, existe el riesgo de que se suelten y puedan ocasionar algún accidente al operario. Además, el eje del extractor está equipado con un perno y articulaciones que permiten el acoplamiento para distintos diámetros, sin embargo, estos elementos no reciben la lubricación adecuada, lo que ocasiona desgaste prematuro.

A continuación, se calcula el rendimiento inicial del kit de extracción de rodamientos considerando su tiempo de actividad y capacidad de producción:

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{5 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 50\% \quad \text{Ec. 4.4}$$

La herramienta cumple con el 50 % de los mantenimientos requeridos.



**Figura 1.10:** Kit de extracción de rodamientos



**Fuente:** Autores

### **1.3.4 Tecele**

El Taller cuenta con tres de estas herramientas las cuales tienen una estructura resistente de viga y soporte de carga capaz de soportar el peso de cualquiera de los mecanismos de la flota de vehículos del Taller. Además, la altura del establecimiento no permite levantar carga sin obstáculos. Los tecles son de la marca Work, tienen una capacidad de carga de 500kg a 2000kg, esto dependiendo la longitud de la pluma, es decir que entre más corta la misma, mejor es la capacidad de sujeción.

#### **1.3.4.1 Problemas detectados**

El elemento que limita la carga del tecele es un perno grueso de carga, este es el encargado de regular la longitud del brazo que levanta las piezas pesadas, en uno de los tres tecles este perno fue cambiado por un elemento frágil que no genera seguridad en técnicos.

A continuación, se calcula el rendimiento inicial del tecele considerando su tiempo de actividad y capacidad de producción:

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{7 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 70\% \quad \text{Ec. 5.5}$$

El equipo solo cumple con el 70 % de los mantenimientos requeridos.

**Figura 1.11:** Tecele



**Fuente:** Autores

## **1.4 Descripción del uso de equipos en el área de mantenimiento**

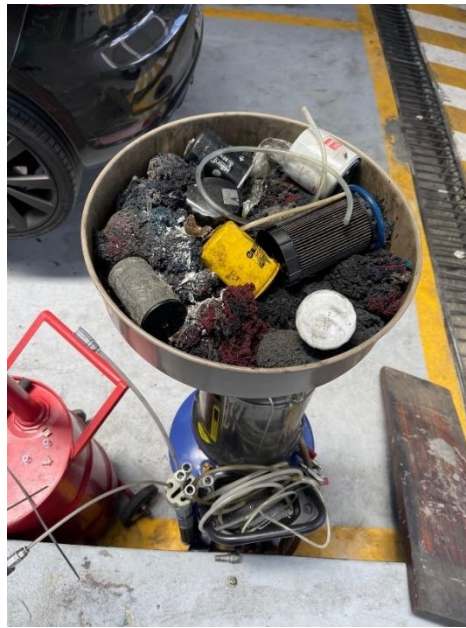
### **1.4.1 Colector de aceite**

El taller cuenta con cinco colectores de aceite en buen estado sin fugas ni derrames, que reposan en el área de elevadores con fácil acceso y una posición conveniente para ser usado sin esfuerzo y sin obstáculos para el drenado de los motores, y cajas de cambio. La capacidad de los colectores de aceite abastece al servicio que se realiza a los vehículos de este. Los colectores cuentan con una capacidad de 50 litros, son móviles y cuentan con la normativa de manejo de desechos líquidos.

#### **1.4.1.1 Problemas detectados**

Los colectores de aceite presentan acumulación de aceite usado y filtros que generan olores desagradables y emiten gases tóxicos, afectando la calidad de aire del taller y teniendo un impacto negativo en la salud y seguridad de los trabajadores. El mantenimiento a los colectores de aceite saturados consume más tiempo y requiere mayor esfuerzo por parte del personal del taller. Este problema puede llegar a causar incumplimientos de las regulaciones ambientales y de seguridad establecidas por las autoridades locales.

**Figura 1.12:** Colectores de aceite



**Fuente:** Autores

## **1.4.2 Compresor Neumático**

El compresor de neumático desempeña una función crucial al suministrar la presión requerida para el funcionamiento de los equipos en todas las líneas del taller. Está ubicado junto a la fosa, cuenta con una potencia de 3 caballos de fuerza (HP) y opera con una alimentación eléctrica de 220 voltios (V).<sup>1</sup>

### **1.4.2.1 Problemas detectados**

Se ha identificado un problema relacionado con su ubicación actual, ya que genera un nivel de ruido considerable durante su funcionamiento. Esta situación dificulta la comunicación con los clientes que visitan el taller para revisar sus vehículos, ya que es necesario apagar el compresor para poder mantener una conversación.

A continuación, se calcula el rendimiento inicial del compresor neumático considerando su tiempo de actividad y capacidad de producción:

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{8 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 80\% \quad \text{Ec. 6.6}$$

El equipo cumple con el 80 % de los mantenimientos requeridos.

**Figura 1.13:** Compresor Neumático



**Fuente:** Autores

### **1.4.3 Multímetro**

Este dispositivo desempeña un papel fundamental al detectar posibles fallos en los componentes electrónicos incorporados en los vehículos. Su importancia radica en su capacidad para realizar un diagnóstico preciso de las averías en una línea de corriente específica. El multímetro utilizado es de la reconocida marca TRUPER, el cual permite medir voltajes, corrientes, resistencias y continuidades, y no incluye accesorios adicionales.

#### **1.4.3.1 Problemas detectados**

Ninguno de los multímetros disponibles no incluye accesorios como medidores de luz, comprobadores de corriente o pinzas de cocodrilo.

A continuación, se calcula el rendimiento inicial del multímetro considerando su tiempo de actividad y capacidad de producción:

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{4 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 40\% \quad \text{Ec. 7.7}$$

El equipo cumple con el 40 % de los mantenimientos requeridos.

**Figura 1.14:** Multímetro Automotriz



**Fuente:** Autores

#### **1.4.4 Gato Hidráulico**

El gato hidráulico es de la marca Torin, y cumple la función de elevar los vehículos para llevar a cabo los mantenimientos. Su diseño de perfil bajo le permite trabajar con automóviles de menor altura, y tiene una capacidad de carga de 3.5 toneladas con una capacidad de elevación de hasta 30 centímetros.

##### **1.4.4.1 Problemas detectados**

El problema identificado en el gato hidráulico de mayor capacidad de carga se centra en la ausencia de un sistema de seguridad apropiado en la barra que facilita el descenso controlado de los vehículos. La sujeción de la barra no se encuentra completamente asegurada, lo que genera un cierto grado de juego o holgura. De manera inadecuada, se intentó solucionar esta falla utilizando cinta para poder utilizar el gato.

A continuación, se calcula el rendimiento inicial del gato hidráulico considerando su tiempo de actividad y capacidad de producción:

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{6 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 60\% \quad \text{Ec. 8.8}$$

El equipo cumple con el 60 % de los mantenimientos requeridos

**Figura 1.15:** Gato Hidráulico



**Fuente:** Autores

### **1.4.5 Scanner**

El escáner de diagnóstico utilizado es de la marca Launch, el cual incorpora las funciones estándar de un equipo básico. Esto permite detectar y diagnosticar fallos en los vehículos, brindando una identificación precisa del problema. El escáner incluye una variedad de adaptadores que se ajustan a diferentes tipos de vehículos, siendo el más utilizado el adaptador para OBD 2.

#### **1.4.5.1 Problemas detectados**

Aunque este escáner tiene funciones más especializadas en comparación con otras versiones disponibles, no cumple con los requisitos necesarios para trabajar con vehículos de lujo que demandan características específicas para interactuar directamente con la unidad de control del vehículo.

A continuación, se calcula el rendimiento inicial del scanner considerando su tiempo de actividad y capacidad de producción:

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{6 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 60\% \quad \text{Ec. 9.9}$$

El equipo cumple con el 60 % de los mantenimientos requeridos.

**Figura 1.16:** Multímetro Automotriz



**Fuente:** Autores

#### **1.4.6 Pistola neumática de impacto**

Las pistolas neumáticas de impacto en el Taller Rull Performance son numerosas ya que permiten agilizar de manera eficiente el trabajo en los vehículos, se encuentran en los carros de herramientas para que se puedan trasladar fácilmente. Las pistolas de impacto son de la marca Industrial, cuentan con una fuerza de 610nm de torque en un régimen de 7000rpm y son de tipo neumático, por lo que cuentan con entradas de aire universales, es decir que se pueden acoplar a cualquier manguera de aire. Son de acero y son resistentes a caídas, no son libres de mantenimiento por lo que es necesario engrasar sus ejes y limpiar sus elementos electrónicos.

##### **1.4.6.1 Problemas detectados**

Las pistolas neumáticas han estado en funcionamiento desde la apertura del taller, lo cual ha provocado que dos de ellas carezcan de la goma de sujeción que evita que se resbalen de la mano del operario al aplicar un alto torque. A pesar de ser herramientas ampliamente utilizadas por los técnicos, nunca se les ha realizado un mantenimiento a sus componentes. Además, presentan fugas en las conexiones neumáticas con las líneas de aire comprimido. No cuentan con un lugar de reposo propio, lo cual dificulta su búsqueda y retrasa los mantenimientos requeridos.

A continuación, se calcula el rendimiento inicial de la pistola neumática de impacto considerando su tiempo de actividad y capacidad de producción:

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{5 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 50\% \quad \text{Ec. 10.10}$$

El equipo cumple con el 50 % de los mantenimientos requeridos.

**Figura 1.17:** Pistola neumática de impacto



**Fuente:** Autores

#### **1.4.7 Cajas de herramientas**

Estas cajas proporcionan un lugar seguro para mantener ordenadas las herramientas, están diseñados con ruedas que facilitan su movimiento por todo el taller y eliminan la necesidad de llevar las herramientas a mano. Las cajas de herramientas varían en tres marcas: Truper, Stanley y BP, todas están compuestas por copas de los mandos de  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{8}$ , desde la copa



de 5mm hasta la 24mm con sus respectivos aumentos, además de dados universales o también llamados codos. Las llaves mixtas se encuentran almacenadas desde la 7mm hasta la 21mm, algunas de ellas cuentan con la corona en tipo matraca, esto no es muy común en las cajas de herramientas y permite un rápido ajuste al operario en lugares donde no se puede mover con facilidad la mano.

Cada caja cuenta con sus pinzas de seguros, pinzas de sujeción y playos, además con desarmadores de 5 cm de longitud, 10 cm de longitud y 20 cm de longitud, tanto para la punta de estrella como para la plana. Los martillos no fueron adquiridos dentro de las cajas, sin embargo, existe de la adaptación y cada caja cuenta con uno, tanto de goma como de golpe.

El juego de llave hexagonales milimétricos y en pulgadas, se encuentran en la parte baja de cada una de las cajas, lo que permite un fácil acceso para ser usadas.

#### **1.4.7.1 Problemas detectados**

Existen cinco juegos de herramientas, tres de ellas se encuentran en los bancos móviles para realizar los diferentes mantenimientos, las otras dos se encuentran en el cuarto que está designado para almacenar las mismas. Las llaves mixtas se encuentran mezcladas entre sí, lo que genera una pérdida de tiempo cuando más técnicos tiene que realizar un mantenimiento. No se cuenta con ningún tipo de etiquetado, esto genera una dificultad para pasantes, ya que muchas veces no conocen todas las piezas.

No existe una buena higiene para las copas y rachas, esto puede generar accidentes de trabajo, ya que al no tener una buena sujeción de estas el operario puede perder el control.

A continuación, se calcula el rendimiento inicial de las cajas de herramientas considerando su tiempo de actividad y capacidad de producción:

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{7 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 70\% \quad \text{Ec. 11.11}$$

Las herramientas cumplen con el 70 % de los mantenimientos requeridos.

**Figura 1.18:** Cajas de Herramientas



**Fuentes:** Autores

## **1.5 Descripción de almacenamiento de fluidos derivados de petróleo**

### **1.5.1 Almacenamiento del aceite usado**

El almacenamiento de aceite usado se realiza en un recipiente hermético que está etiquetado y reservado exclusivamente para aceite. El recipiente está almacenado en un área designada y segura, lejos de fuentes del calor, chispas o llamas abiertas, está protegido de la intemperie por un muro para evitar posibles daños físicos. El recipiente está fabricado en metal y ha sido diseñado para evitar la dispersión de posibles fugas dentro del taller. Tiene una capacidad de 100 litros y cuenta con la certificación ambiental correspondiente. Expertos en la gestión de aceites quemados se encargan de vaciar el contenedor cada tres meses.

#### **1.5.1.1 Problemas detectados**

La etiqueta del colector de aceite no se puede observar de manera clara, los recipientes vacíos ocupan y reducen espacio en el área de trabajo, dificulta el movimiento y obstaculiza el drenado del aceite usado. Los recipientes aumentan el riesgo de tropiezos, caídas y lesiones para el personal del Taller, además dificulta la organización y la ubicación rápida de otros elementos en el taller. La apariencia descuidada de este contenedor puede afectar la reputación y la percepción del profesionalismo del taller.

**Figura 1.19:** Almacenamiento de aceite usado



**Fuente:** Autores

## **1.5.2 Almacenamiento de hidrocarburos utilizados para limpieza**

El almacenamiento de hidrocarburos utilizados para limpieza se realiza en el área de bodega, separados de otros materiales inflamables o sustancias no compatibles. El área de bodega cuenta con una adecuada ventilación que previene la acumulación de vapores inflamables.

### **1.5.2.1 Problemas detectados**

Los contenedores no tienen una etiqueta para el nombre del producto y su información relevante, tampoco mensajes de advertencias de seguridad o instrucciones de manejo. El área donde se almacenan tampoco cuenta con una señalización visible para indicar la presencia de sustancias inflamables y las precauciones de seguridad necesarias. No existen medidas de control de derrames, como barreras o cubetas de contención, para contener cualquier derrame o fuga.

**Figura 1.20:** Almacenamiento de hidrocarburos utilizados para limpieza



**Fuente:** Autores

### **1.5.3 Almacenamiento de desechos sólidos**

El taller utiliza contenedores apropiados y seguros para almacenar los desechos sólidos. Estos contenedores son resistentes e impermeables. El área de almacenamiento está alejada de fuente de ignición o sustancias inflamables

#### **1.5.3.1 Problemas detectados**

Los contenedores no están etiquetados según la clase de desechos que contienen y el taller no cuenta con un programa de eliminación de los desechos sólidos. Únicamente tienen una colaboración con proveedores de servicios de eliminación de residuos autorizados que recogen y eliminan de manera segura y de acuerdo con las regulaciones aplicables.

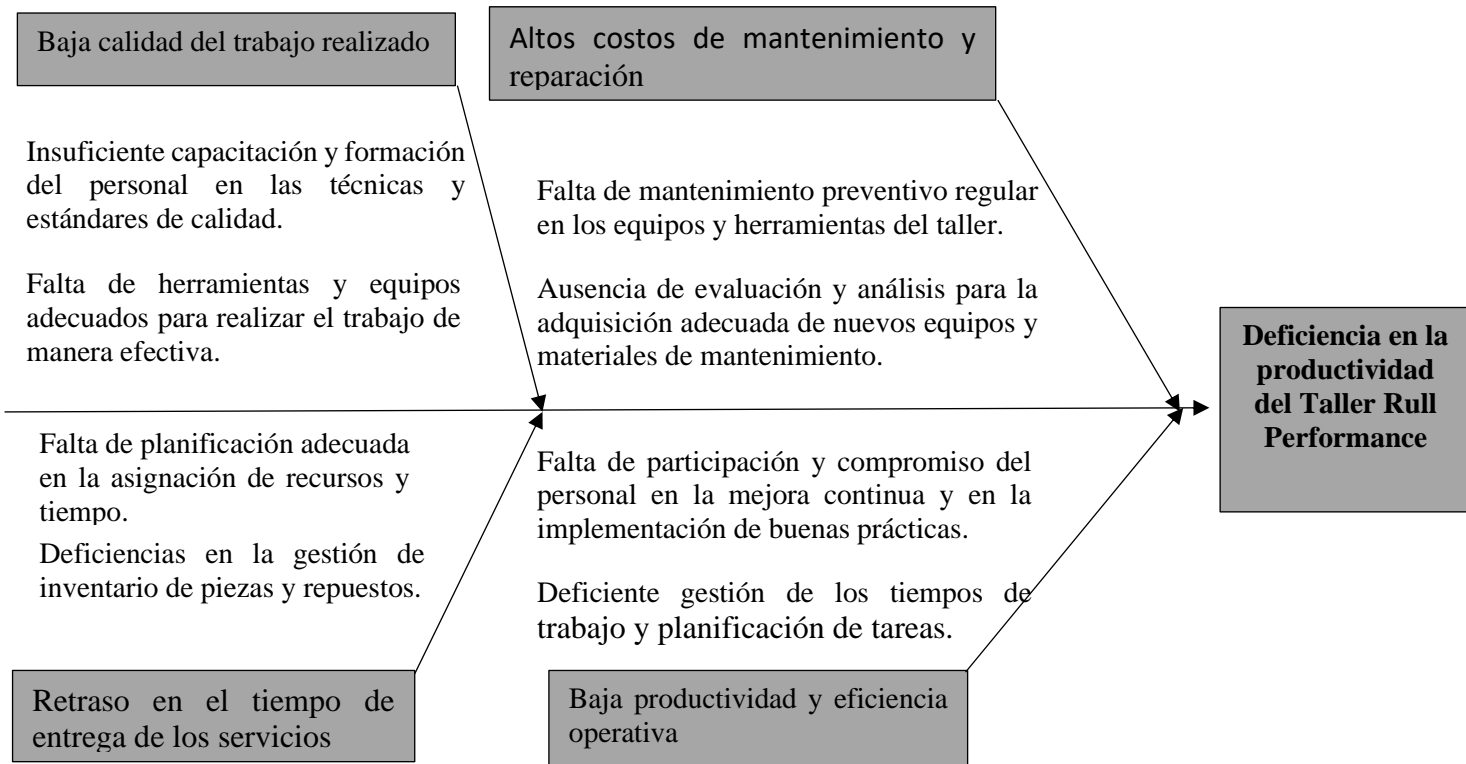
**Figura 1.21:** Almacenamiento de desechos sólidos



**Fuente:** Autores

## 1.6 Análisis causa efecto

Figura 22.22: Análisis causa efecto



## 1.7 Cálculo inicial del OEE del Taller

El análisis OEE (Eficacia general del equipo) se basa en la medición de tres factores principales: disponibilidad, rendimiento y calidad. La disponibilidad se refiere al tiempo en que los equipos están disponibles y listos para producir. El rendimiento se relaciona con la velocidad real de producción en comparación con la velocidad teórica o esperada. La calidad se refiere a la tasa de producción de productos o piezas que cumplen con los estándares de calidad establecidos.

Se realizaron mediciones de eficiencia para cada uno de los equipos, con el objetivo de determinar la disponibilidad de estos y productividad potencial del Taller Rull Performance en ausencia total de pérdidas. En este escenario ideal, se supone que los equipos y herramientas nunca fallan y se encuentran en su lugar para un acceso fácil, funcionando a su máxima velocidad, evitando así problemas de calidad en la flota de vehículos sin necesidad de retrabajo.

Durante una jornada laboral de ocho horas, el taller atiende un promedio de diez vehículos para diversas labores de mantenimiento y reparación. Solo se consideró como producción del taller aquellas tareas que se llevaron a cabo de manera efectiva, siguiendo los estándares de tiempo establecidos para cada actividad. De esta forma, se obtuvo el porcentaje inicial de desempeño del taller

**Tabla 1.1:** OEE inicial (56,45%)

Descriptivos		Estadístico	Error estándar	
<b>OEE Inicial</b>	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,5020	
		Límite superior	0,6271	
	Media recortada al 5%		0,5656	
	Mediana		0,5800	
	Varianza		0,009	
	Desv. Estándar		0,09310	
	Mínimo		0,40	
	Máximo		0,71	
	Rango		0,31	
	Rango intercuartil		0,10	
	Asimetría		0,013	0,661
	Curtosis		-0,242	1,279
<b>Media</b>		<b>0,5645</b>	<b>0,02807</b>	

Fuente: Autores

### 1.7.1 Cálculo inicial de la disponibilidad de equipos del Taller

**Tabla 1.2:** Disponibilidad inicial (75,27%)

Descriptivos		Estadístico	Error estándar	
<b>Disponibilidad inicial</b>	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,6083	
		Límite superior	0,8972	
	Media recortada al 5%		0,7808	
	Mediana		0,8000	
	Varianza		0,046	
	Desv. estándar		0,21499	
	Mínimo		0,12	
	Máximo		0,88	

	Rango	0,76	
	Rango Inter cuartil	0,08	
	Asimetría	-3,038	0,661
	Curtosis	9,647	1,279
	<b>Media</b>	<b>0,7527</b>	<b>0,05313</b>

Fuente: Autores

### 1.7.2 Cálculo situacional de la productividad del Taller

Tabla 3.3: Productividad inicial (67,45%)

Descriptivos		Estadístico	Error estándar
Productividad inicial	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,6091
		Límite superior	0,7400
	Media recortada al 5%	0,6717	
	Mediana	0,6700	
	Varianza	0,009	
	Desv. estándar	0,09740	
	Mínimo	0,50	
	Máximo	0,90	
	Rango	0,40	
	Rango Inter cuartil	0,07	
	Asimetría	0,783	0,661
	Curtosis	3,097	1,279
		<b>Media</b>	<b>0,6745</b>

Fuente: Autores

## CAPÍTULO 2

### DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

En este capítulo, se diseña un plan de mantenimiento para el taller con el objetivo de reducir los tiempos de inactividad y mejorar la calidad del mantenimiento. Esto permitirá establecer prioridades y enfoques específicos dentro del plan de mantenimiento, teniendo en cuenta los problemas principales.

Los pilares de TPM serán fundamentales en el diseño del plan de mantenimiento del taller. Cada uno de ellos deberá ser analizado y adaptado según las necesidades y características específicas del Taller Rull Performance, con el fin de establecer estrategias y acciones correctivas adecuadas para cada área.

#### 2.1 Matriz FODA

Con la aplicación de la matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para obtener una visión global de la situación interna y externa del taller, lo que permitirá identificar las áreas que requieren mayor atención y aquellas que presentan oportunidades para el diseño del plan de mantenimiento. Las debilidades del taller pueden estar relacionadas con la falta de capacitación del personal, la escasez de recursos o procesos de mantenimiento ineficientes. Por lo tanto, es importante gestionar y programar la capacitación del personal del Taller Rull Performance, así como gestionar la adquisición oportuna de los equipos necesarios que actualmente faltan en el taller, como se presenta en la tabla:

**Tabla 4.1:** Matriz FODA

FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
Los empleados se encuentran dispuestos para aplicar una mejora en el taller, para ser más eficientes y tener mayor seguridad en cada proceso.	Algunos de los equipos más importantes del taller no cuentan con un historial de mantenimiento, lo que a futuro se puede reflejar como pérdidas de tiempo por paradas.
Existe un apoyo del dueño del taller, para cumplir con las estrategias propuestas por el TPM.	El mantenimiento autónomo empieza a ser conocido por el desarrollo del TPM, antes de esto ni muy pocos de los técnicos sabían que existía.
Al contar con una buena trayectoria, se reflejará un crecimiento notable en la cadena	



de producción del taller, es así que habrá una mayor rotación en los mantenimientos y nuevos clientes llegaran al taller.	La prevención del mantenimiento correctivo no fue tomada en cuenta, por lo que en algunos puntos de la cadena de producción se normalizo la falla.
<b>OPORTUNIDADES (O)</b>	<b>AMENAZAS (A)</b>
La oportunidad del TPM presentara una mejora en la cadena de producción, en la calidad, en la seguridad y el entorno, permitiendo así la mejora continua en Rull Performance.  El mantenimiento autónomo, permitirá que se desarrollen al máximo las habilidades que tienen los técnicos. Además, se pueden crear nuevas líneas de producción sabiendo la mejora continua.	Competencia en el mercado que implementa prácticas de mantenimiento avanzadas. Algunas empresas llevan utilizando esta mejora durante muchos años.  Limitaciones presupuestarias que dificultan la inversión en mejoras de mantenimiento.  Fluctuaciones en los precios de los equipos y repuestos, lo que puede impactar negativamente el presupuesto de mantenimiento.

**Fuente:** Autores

## 2.2 Elaboración de la metodología TPM

La filosofía TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total) se descomponen en 11 pasos.

### 2.2.1 Fase de preparación

Para la elaboración de la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total), un taller automotriz debe seguir una serie de pasos clave. Una vez tomada la decisión de aplicar la metodología TPM en el taller, se crea el plan maestro del desarrollo.

#### 2.2.1.1 Paso1: Generar conciencia de la importancia de TPM

Se generará conciencia entre todos los trabajadores del Taller Rull Performance, organizando sesiones periódicas que no interfieran con sus horas de trabajo asignadas. Esta capacitación se llevará a cabo al final de cada jornada laboral, con una duración estimada de veinte minutos, donde se abordarán los conceptos clave, los objetivos del TPM y su impacto en la calidad del trabajo, la eficiencia y la seguridad en el taller.

### 2.2.1.2 Paso 2: Capacitación sobre TPM

Es crucial realizar una evaluación previa de las habilidades y conocimientos existentes en el taller en relación con la metodología TPM, con el objetivo de identificar las áreas prioritarias y las necesidades específicas de capacitación para los trabajadores del Taller Rull Performance.

Se busca diseñar un plan de capacitación integral que abarque los conceptos fundamentales del TPM y sus pilares, como el mantenimiento autónomo, la mejora continua, el mantenimiento planificado, la formación y la seguridad. Este plan incluirá objetivos de aprendizaje y los temas a tratar.

Se formarán equipos compuestos por trabajadores de diversas áreas del taller, los cuales recibirán capacitación adicional en liderazgo, resolución de problemas específicos de sus áreas, trabajo en equipo y adaptación a las cambiantes necesidades del taller.

**Figura 23.1:** Capacitación del TPM



**Fuente:** Autores

### 2.2.1.3 Paso 3: Estructura del Plan maestro TPM.

En el Taller Rull Performance, se aplicará la metodología TPM y las 5S con el objetivo de mejorar el servicio de la flota de vehículos. Este proceso implica seguir una serie de pasos clave:

#### **SEIRI – CLASIFICAR**

**Tabla 5.2:** Descripción de clasificar

<b>PASO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ENCARGADO</b>
Identificar	Identificar todas las herramientas, equipos y materiales en el taller automotriz.	Técnicos
Evaluar	Evaluar cada elemento en función de su utilidad y relevancia para las actividades del taller.	Técnicos
Reubicar	Reubicar los elementos útiles ocasionalmente a áreas de almacenamiento adecuadas, de manera que estén disponibles cuando sea necesario.	Técnicos
Clasificar	Clasificar los elementos en categorías según su importancia y frecuencia de uso: esencial, útil ocasionalmente, innecesario.	Técnicos

**Fuente:** Autores

### **SEITON – ORDENAR**

**Tabla 6.3:** Descripción de Ordenar

<b>PASO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ENCARGADO</b>
Analizar espacios	Analizar los espacios disponibles en el taller para determinar la mejor distribución y ubicación de herramientas, equipos y suministros.	Técnicos
Designar áreas	Designar áreas específicas para cada categoría de herramientas, equipos y suministros en función de su uso y frecuencia.	Técnicos
Implementar sistemas de almacenamiento	Implementar sistemas de almacenamiento adecuados, como estanterías, gabinetes, cajones o paneles perforados, para asegurar que cada herramienta o equipo tenga su lugar asignado.	Técnicos
Establecer criterios	Establecer criterios para el ordenamiento de las herramientas y equipos, como agruparlos por tipo, tamaño o función.	Técnicos

**Fuente:** Autores

### **SEISO – LIMPIAR**

**Tabla 7.4:** Descripción de Limpiar

<b>PASO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>ENCARGADO</b>
Proporcionar herramientas y suministros	Asegurarse de que haya suficientes herramientas, productos de limpieza y equipos de protección personal disponibles para realizar las tareas de limpieza.	Jefe de Taller

Realizar limpieza general	Realizar una limpieza general de todas las áreas del taller, incluyendo pisos, mesas de trabajo, herramientas y equipos.	Técnicos
Implementar estándares de limpieza	Establecer estándares y procedimientos claros para la limpieza, incluyendo la utilización de listas de verificación y métodos adecuados de limpieza.	Técnicos
Identificar áreas	Identificar las áreas y equipos que requieren limpieza regular en el taller automotriz.	Técnicos

**Fuente:** Autores

## **SEIKETSU – ESTANDARIZAR**

**Tabla 8.5:** Descripción de Estandarizar

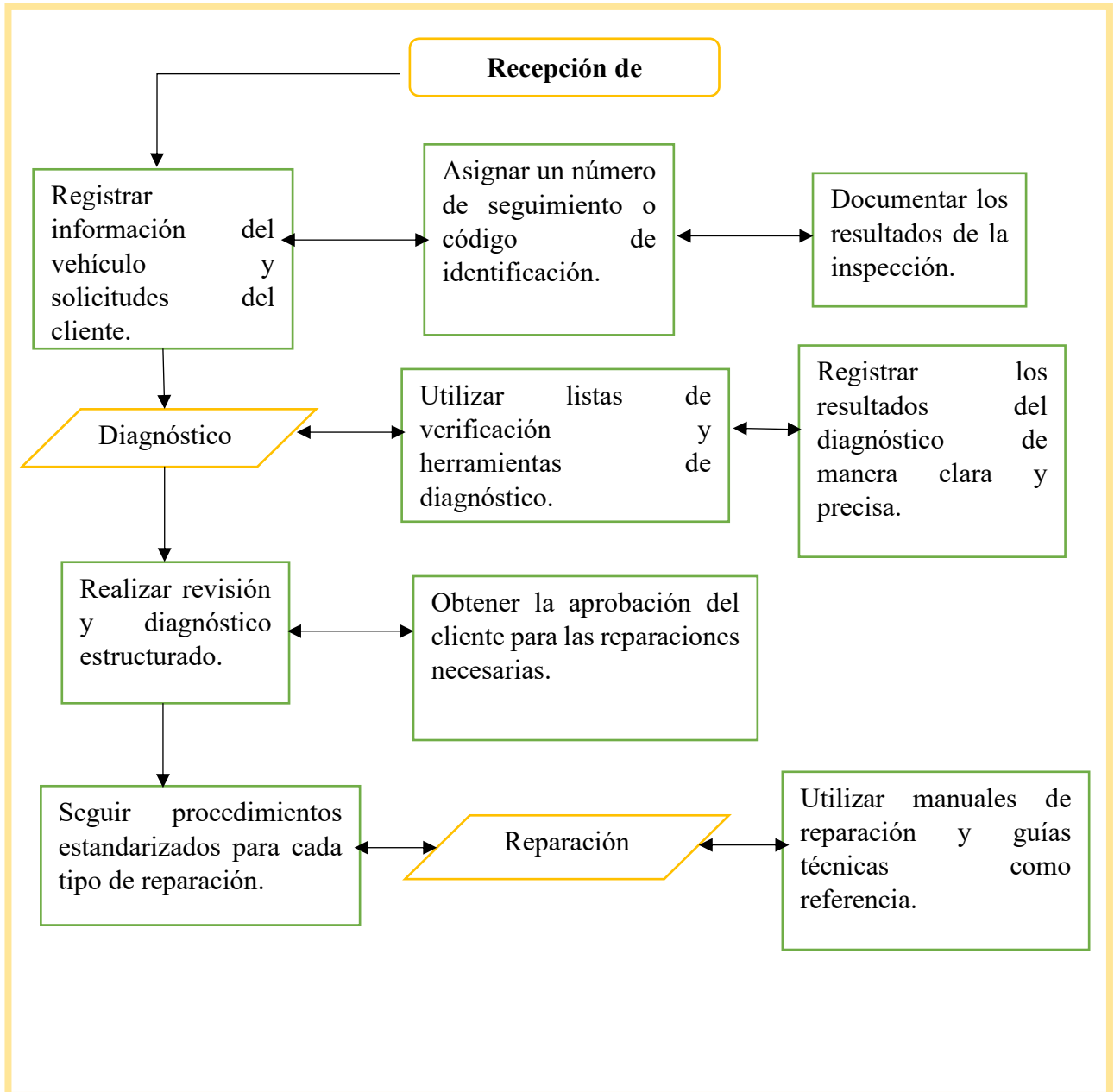
<b>Definición clara de estándares de trabajo</b>
Establecer procedimientos y protocolos de trabajo
Comunicar y capacitar a los empleados en los estándares
Hay que asegurar que los empleados comprendan y sigan los estándares
Monitorear y hacer cumplir los estándares de trabajo
Sistemas visuales y herramientas de apoyo
Utilizar letreros y etiquetas para identificar equipos, herramientas y ubicaciones
Utilizar sistemas de señalización para indicar problemas o necesidades de mantenimiento
Mejora continua y actualización de estándares
Realizar revisiones periódicas de los estándares de trabajo
Recopilar retroalimentación de los empleados y realizar ajustes necesarios
Actualizar los estándares en función de las mejores prácticas y las nuevas tecnologías

**Fuente:** Autores

## SHITSUKE – DISCIPLINA

Figura 24.2: Descripción de la recepción de un vehículo

Fuente: Autores



Basándose en el análisis y la implementación de las 5S, se desarrollará un plan de acción detallado que incluirá actividades específicas, plazos, asignación de recursos y responsables, como se presenta en la Tabla 2.6.

**Tabla 9.6:** Plan de designación de recursos y responsables

Actividad	Plazo	Responsable	Recursos
Realizar inventario de filtros y determinar especificaciones	Primera semana	Encargado de mantenimiento	Documentación de equipos, catálogos de filtros
Compra anticipada de filtros necesarios	Segunda semana	Encargado de compras o supervisor	Presupuesto asignado, proveedores de filtros
Establecer calendario de reemplazo de filtros	Antes de finalizar semana	Encargado de mantenimiento	Manual de mantenimiento de equipos
Capacitar al personal en mejores prácticas de filtros	Tercera semana	Supervisor de mantenimiento	Material de capacitación
Programar y realizar reemplazo de filtros	A lo largo del plan	Técnicos de mantenimiento	Filtros nuevos, herramientas, tiempo programado
Realizar inspecciones regulares de filtros	Periódicamente	Técnicos de mantenimiento	Lista de verificación, equipos de diagnóstico
Mantener registros de cambios de filtros	Continuamente	Encargado de mantenimiento	Hojas de registro, sistema de gestión

**Fuente:** Autores

Una vez implementado, el plan de acción será monitoreado de forma continua, asegurándose de seguir los procedimientos y estándares establecidos. Se realizarán seguimientos y evaluaciones periódicas para realizar ajustes y mejoras según sea necesario, como se presenta a continuación:

**Tabla 10.7:** Tabla de seguimiento, para evaluaciones periódicas

Aspecto a monitorear	Frecuencia	Responsable	Acciones a tomar
Cumplimiento de procedimientos	Semanal	Equipo de supervisión	Verificar el cumplimiento de los procedimientos establecidos

Cumplimiento de estándares	Mensual	Equipo de gestión	Identificar desviaciones y tomar medidas correctivas
Eficiencia del plan de acción	Trimestral	Encargado de mantenimiento	Evaluar la efectividad del plan y realizar mejoras
Retroalimentación del personal	Trimestral	Encargado de recursos humanos	Recopilar comentarios y sugerencias del personal
Revisión de indicadores de rendimiento	Mensual	Equipo de gestión	Evaluar los indicadores y tomar medidas para mejorar
Evaluación de cumplimiento de metas	Anual	Equipo de gestión	Revisar el progreso hacia las metas establecidas
Actualización y ajuste del plan	A medida que sea necesario	Equipo de gestión	Realizar modificaciones según los resultados y necesidades

**Fuente:** Autores

#### **2.2.1.4 Paso 4: Establecer políticas y objetivos**

Una vez que todo el personal del Taller Rull Performance haya comprendido de manera clara el concepto de TPM y sus diversas variantes, se procede a establecer una política precisa y coherente sobre el Mantenimiento Total Productivo y su implementación en el taller. Los trabajadores de cada área deberán demostrar un compromiso firme con la aplicación del TPM.

Establecer políticas y objetivos en un taller proporciona dirección clara, coherencia en las acciones, eficiencia en el uso de recursos, fomenta la mejora continua y garantiza el cumplimiento normativo, lo que en conjunto contribuye a un funcionamiento efectivo y exitoso del taller.

A continuación, se realizará una evaluación exhaustiva de las necesidades y características de cada área del taller, con el fin de cambiar la eficiencia en base a la metodología TPM. El jefe de taller puede llevar a cabo reuniones de personal para comunicar la situación actual del taller y resolver cualquier duda que pueda surgir. Para cumplir con todo lo mencionado, es necesario verificar cada área con la siguiente tabla:

**Tabla 11.8:** Guía para evaluación de todas las áreas del taller

ÁREA DEL TALLER	NECESIDADES Y CARACTERÍSTICAS
Área de Pintura	- Cabina de pintura bien equipada con sistemas de filtración y extracción de aire adecuados.
	- Variedad de pinturas y productos de calidad para ofrecer un acabado duradero y de alta calidad.
	- Técnicos capacitados en técnicas de preparación de superficies, aplicación de pintura y acabado final.
	- Espacio de almacenamiento adecuado para productos químicos y materiales relacionados con la pintura.
Área de Bodega	- Sistemas de almacenamiento eficientes para mantener orden y facilitar el acceso a herramientas y repuestos.
	- Control de inventario para garantizar disponibilidad de los repuestos y materiales necesarios.
	- Sistema de etiquetado y organización para evitar confusiones y pérdida de tiempo buscando materiales.
	- Espacio de almacenamiento adecuado para evitar daños o deterioro de los materiales almacenados.
Área de Reparación de Motores	- Herramientas especializadas para el desmontaje y reparación de motores.
	- Personal capacitado en diagnóstico y reparación de motores.
	- Disponibilidad de repuestos y componentes necesarios para la reparación de motores.
	- Área de trabajo limpia y organizada para llevar a cabo las tareas de reparación.
Área de Recepción	- Espacio adecuado para recibir a los clientes y gestionar el registro de vehículos.
	- Personal capacitado en atención al cliente y gestión de órdenes de trabajo.
	- Sistemas informáticos para llevar un registro eficiente de los vehículos y servicios realizados.
	- Comunicación clara con el personal de otras áreas para coordinar las reparaciones.
Área de Mantenimientos Generales	- Herramientas y equipos adecuados para realizar tareas de mantenimiento en general.
	- Personal capacitado en diferentes áreas de mantenimiento (eléctrico, hidráulico, mecánico, etc.).



	- Programa de mantenimiento preventivo para garantizar el buen estado de los equipos y maquinaria.
	- Espacios adecuados para llevar a cabo tareas de mantenimiento, con facilidades de acceso y seguridad.

**Fuente:** Autores

### 2.2.1.5 Paso 5: Diseño del plan maestro

**Tabla 12.9:** Plan Maestro

PLAN MAESTRO DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN RULL PERFORMANCE												
Actividades	Encargados	Abril			Mayo			Junio				
		2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presentación Título del proyecto al jefe de Taller	Jefe de Taller/ Técnicos											
Aprobación por parte Del jefe del Taller												
Encuesta acerca de la productividad y estado del Taller												
Medición del rendimiento de equipos												
Seguimiento y toma de datos de trabajos diarios realizados												
Descripción de las áreas												
Diagnostico actual de los equipos del Taller												
Cálculo inicial de eficiencia, disponibilidad y productividad												
Encuesta acerca del mantenimiento de equipos al personal técnico												
Aplicación de TPM en el Taller												
Propagación del Mantenimiento Total Productivo												
Objetivos y políticas básicas del TPM												
Inicio formal de TPM												
Aplicación de las 5S en el Taller												
Desarrollo de mantenimiento autónomo												
Implementación de formatos de mantenimiento para equipos												
Plan de mantenimiento preventivo												
Capacitación acerca de TPM												
Propuesta de adquisición de EPP y equipos necesarios al jefe de Taller												
Etapa final del TPM en el Taller: Calculo final de productividad												
Comparación antes y después del Programa TPM												

**Fuente:** Autores

## 2.2.2 Fase de introducción

### 2.1.2.1 Paso 6: Inicio del proyecto.

Una vez aprobado el plan maestro por el taller Rull Performance de la elaboración se da por iniciado. Este paso genera un ambiente de incentivación e inspiración, de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Automotriz, para los técnicos. Se asignan de manera estricta los compromisos de los planes a desarrollar.

## 2.1.3 Fase de elaboración

### 2.1.3.1 Paso 7: Mantenimiento autónomo.

Este pilar es fundamental en TPM, ya que permite a los operarios demostrar las capacidades y responsabilidades asignadas para garantizar una correcta ejecución del mantenimiento autónomo y el logro de sus objetivos. En el Taller Rull Performance se llevarán a cabo las siguientes actividades de mantenimiento autónomo, para los equipos más críticos:

**Tabla 13.10:** Mantenimiento autónomo del limpiador de inyectores

TAREA	FRECUENCIA	DESCRIPCION
Limpieza e inspección visual	Después de cada uso	Limpiar el exterior del limpiador de inyectores para eliminar residuos o suciedad. Inspeccionar visualmente las mangueras, conexiones y componentes en busca de fugas, desgaste o daños.
Verificación de presión	Antes de cada uso	Verificar la presión del limpiador de inyectores utilizando un manómetro adecuado. Asegurarse de que la presión se encuentre dentro del rango recomendado por el fabricante.
Reemplazo de filtros	Según las indicaciones del fabricante	Reemplazar los filtros según las recomendaciones del fabricante. Esto puede variar dependiendo del modelo y la cantidad de uso.
Registro de mantenimiento	Después de cada tarea de mantenimiento semestral	Registrar las tareas de mantenimiento realizadas, incluyendo la fecha, la descripción de la tarea y cualquier observación relevante. Esto ayudará a realizar un seguimiento del mantenimiento realizado y programar tareas futuras.

**Fuente:** Autores

**Tabla 14.11:** Mantenimiento autónomo del teclé

<b>TAREA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Inspección visual y limpieza	Antes de cada uso	Inspeccionar visualmente el teclé para detectar posibles daños, desgaste o partes sueltas. Limpiar el polvo, la suciedad y los residuos acumulados en el exterior del teclé.
Lubricación de las partes móviles	Mensualmente	Aplicar lubricante a las partes móviles del teclé, como los rodamientos y las cadenas, para garantizar un funcionamiento suave y sin obstrucciones. Utilizar el lubricante recomendado por el fabricante.
Inspección de los cables de acero	Semestralmente	Inspeccionar los cables de acero en busca de desgaste, corrosión o daños. Reemplazar cualquier cable que presente signos de deterioro o que no cumpla con los estándares de seguridad.
Registro de mantenimiento	Después de cada tarea de mantenimiento semestral	Registrar las tareas de mantenimiento realizadas, incluyendo la fecha, la descripción de la tarea y cualquier observación relevante. Esto ayudará a realizar un seguimiento del mantenimiento realizado y programar tareas futuras.

**Fuente:** Autores**Tabla 15.12:** Mantenimiento autónomo de la prensa hidráulica

<b>Tarea</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Descripción</b>
Inspección visual	Diariamente	Realizar una inspección visual de la prensa hidráulica para identificar posibles fugas de aceite, desgaste en las partes móviles y componentes sueltos. Prestar especial atención a los sellos y conexiones hidráulicas.
Verificación de niveles	Diariamente	Verificar los niveles de aceite hidráulico en el depósito. Asegurarse de que estén dentro del rango recomendado por el fabricante. Si es necesario, agregar aceite para mantener el nivel adecuado.
Lubricación de partes móviles	Semanalmente	Aplicar lubricante en las partes móviles de la prensa hidráulica, como las guías, rodamientos y husillos. Utilizar el lubricante recomendado por el fabricante.
Verificación de presiones	Mensualmente	Verificar la presión del sistema hidráulico utilizando un manómetro. Asegurarse de que esté dentro de los rangos especificados por el fabricante. Ajustar la presión si es necesario.

Inspección de componentes	Semestralmente	Realizar una inspección detallada de los componentes críticos de la prensa hidráulica, como las válvulas, cilindros y pistones. Buscar signos de desgaste, corrosión o daños y tomar acciones correctivas si es necesario.
Registro de mantenimiento	Después de cada uso	Registrar las tareas de mantenimiento realizadas, incluyendo la fecha, la descripción de la tarea y cualquier observación relevante. Esto ayudará a realizar un seguimiento del mantenimiento realizado y programar tareas futuras.

**Fuente:** Autores

**Tabla 2.13:** Mantenimiento autónomo del coche de herramientas

Tarea	Frecuencia	Descripción
Ordenar y organizar	Después de cada uso	Mantener el carrito de herramientas ordenado y organizado, asignando un lugar específico para cada herramienta y asegurándose de que estén colocadas correctamente después de su uso.
Verificación de herramientas	Después de cada uso	Verificar que todas las herramientas estén en su lugar correcto y en buen estado. Reemplazar las herramientas dañadas o faltantes.
Limpieza y eliminación de residuos	Semanalmente	Limpiar la prensa hidráulica, incluyendo la eliminación de residuos, polvo o suciedad acumulada en las superficies, mangueras y componentes para mantener un funcionamiento óptimo.

**Fuente:** Autores

**Tabla 16.14:** Mantenimiento autónomo de los colectores de aceite

Tarea	Frecuencia	Descripción
Inspección visual	Diaria	Realizar una inspección visual diaria del colector de aceite para identificar posibles fugas, daños en la estructura, obstrucciones o signos de desgaste.
Limpieza	Semanal	Limpiar el colector de aceite semanalmente para eliminar residuos, sedimentos y partículas acumuladas que puedan afectar su rendimiento y capacidad de recolección.
Drenaje de aceite	Por acumulación	Realizar un drenaje completo del aceite usado acumulado en el colector.

Verificación de fugas	Mensual	Inspeccionar cuidadosamente el colector de aceite en busca de posibles fugas o goteos. Tomar medidas correctivas si se detectan fugas.
Registro de mantenimiento	Permanente	Mantener un registro detallado de las actividades de mantenimiento realizadas, incluyendo fechas, resultados, acciones tomadas y cualquier observación relevante para un seguimiento adecuado.

**Fuente:** Autores

Se realizarán tareas de limpieza e inspección en todas las áreas del Taller, con el objetivo de eliminar el polvo, los residuos y los desechos acumulados en los equipos y las zonas de trabajo. Esto incluye la limpieza de superficies y equipos electrónicos, como paneles, controles y botones, así como cualquier elemento propenso a acumular suciedad o grasa. La inspección detallada permitirá identificar posibles signos de desgaste, daños, fugas, conexiones sueltas u otras anomalías en las áreas de trabajo.

Este paso se convertirá en una práctica habitual para los trabajadores, permitiendo la normalización del control en el Taller y la realización de tareas de mantenimiento sin depender de personal especializado, lo cual reducirá los costos y aumentará la productividad del Taller. Para poder realizar las diferentes actividades es necesaria una guía de operaciones en las diferentes áreas, esta sirve como una referencia y una herramienta de orientación para los empleados. Les brinda información clara y detallada sobre cómo realizar sus tareas, qué pasos seguir y qué estándares se deben cumplir. Esto ayuda a reducir la incertidumbre y facilita el aprendizaje y la adaptación.

### 2.1.3.1.1 Guía de operaciones en el área de bodega

**Tabla 17.15:** Guía de actividades, frecuencias y responsables en bodega

Actividad	Frecuencia	Responsable
Codificación y clasificación	Continua	Personal de bodega
Registro y control de inventario	Diaria	Personal de bodega
Inventarios periódicos	Mensual	Personal de bodega
Recepción de productos	Diaria	Personal de bodega
Almacenamiento de productos	Diaria	Personal de bodega
Procesamiento de pedidos	Diaria	Personal de bodega

Preparación de pedidos	Diaria	Personal de bodega
Coordinación de despachos	Diaria	Personal de bodega
Mantenimiento y limpieza	Semanal	Personal de bodega
Inspecciones de condiciones de almacenamiento	Mensual	Personal de bodega
Seguridad y control de acceso	Continua	Personal de bodega
Análisis de datos y mejora continua	Mensual	Personal de bodega

**Fuente:** Autores

### 2.1.3.1.2 Guía de operaciones en el área de motores

**Tabla 18.16:** Guía de actividades, frecuencias y responsables en el área de motores

Actividad	Frecuencia	Responsable
Preparación del área de trabajo	Diaria	Técnico de armado
Inspección y preparación de componentes	Por proyecto	Técnico de armado
Seguimiento de procedimientos de armado	Por proyecto	Técnico de armado
Control de calidad y pruebas	Por proyecto	Técnico de armado
Mantenimiento y calibración de herramientas	Periódica	Técnico de armado
Capacitación y entrenamiento	Periódica	Técnico de armado
Mejora continua y retroalimentación	Periódica	Técnico de armado

**Fuente:** Autores

### 2.1.3.1.3 Guía de operaciones en el área de pintura

**Tabla 19.17:** Guía de actividades, frecuencias y responsables en el área de pintura

Actividad	Frecuencia	Responsable
Preparación del área de trabajo	Diaria	Técnico de pintura
Preparación del vehículo	Por proyecto	Técnico de pintura
Preparación y mezcla de pintura	Por proyecto	Técnico de pintura
Aplicación de la pintura	Por proyecto	Técnico de pintura
Control de calidad y acabado	Por proyecto	Técnico de pintura
Limpieza y mantenimiento de equipos	Periódica	Técnico de pintura
Seguridad y protección personal	Continua	Todos los empleados
Capacitación y mejora continua	Periódica	Técnico de pintura

**Fuente:** Autores

#### 2.1.3.1.4 Guía de operaciones en el área de recepción

**Tabla 20.18:** Guía de actividades, frecuencias y responsables en el área de recepción

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Recepción y registro de vehículos	Recepcionista
Programación de citas y asignación de recursos	Recepcionista
Estimación y cotización	Jefe de taller
Gestión de repuestos y materiales	Jefe de taller
Comunicación con el cliente	Recepcionista
Facturación y pago	Recepcionista
Entrega del vehículo	Recepcionista
Seguimiento y satisfacción del cliente	Recepcionista

**Fuente:** Autores

#### 2.1.3.2 Paso 8: Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo de equipos y herramientas en Rull Performance es fundamental para prevenir fallas y asegurar su óptimo funcionamiento a lo largo del tiempo. Al implementar un programa de mantenimiento regular, se llevan a cabo inspecciones periódicas, limpieza, lubricación y ajustes necesarios en los equipos, incluso cuando no muestran señales evidentes de problemas. Esto permite identificar y corregir posibles fallas antes de que se conviertan en problemas graves, reduciendo así los tiempos de inactividad no planificados y los costos asociados. Además, el mantenimiento preventivo garantiza un rendimiento eficiente y consistente de los equipos, lo que se traduce en una mayor calidad del trabajo realizado en el taller y un cumplimiento adecuado de los estándares requeridos.

##### 2.1.3.2.1 Plan de mantenimiento preventivo de equipos y herramientas críticos

**Tabla 21.19:** Plan de mantenimiento para herramientas y equipos

Equipo	Actividad	Frecuencia	Encargado
Tecele	Inspección visual	Diaria	Operador o Supervisor
	Lubricación	Semanal	Mantenimiento
	Revisión sistemas de frenado y limitadores de carga	Mensual	Mantenimiento
	Limpieza	Regular	Operador o Mantenimiento

	Mantenimiento componentes eléctricos y electrónicos	Anual	Mantenimiento
Caja de herramientas	Inspección visual	Mensual	Operador o Supervisor
	Limpieza y organización	Semanal	Operador
	Reemplazo de herramientas dañadas o desgastadas	Según necesidad	Operador
	Verificación estabilidad estructural y capacidad de carga	Trimestral	Mantenimiento
	Lubricación de cerraduras y bisagras	Anual	Mantenimiento
Colector de aceite	Inspección visual	Diaria	Operador o Mantenimiento
	Limpieza y reemplazo de filtros y separadores de aceite	Mensual	Mantenimiento
	Drenaje y cambio de aceite	Trimestral	Mantenimiento
	Mantenimiento del nivel adecuado de aceite	Mensual	Operador o Mantenimiento
	Mantenimiento de la bomba de succión y sistema de drenaje	Anual	Mantenimiento
Prensa hidráulica	Inspección visual	Diaria	Operador o Mantenimiento
	Verificación de presión y nivel de aceite hidráulico	Semanal	Mantenimiento
	Lubricación de guías y mecanismos móviles	Mensual	Mantenimiento
	Limpieza	Regular	Operador o Mantenimiento
	Revisión y calibración de sistemas de seguridad	Anual	Mantenimiento
Limpiador de inyectores	Limpieza y reemplazo de filtros y boquillas	Mensual	Mantenimiento
	Verificación de presión y flujo de líquidos	Mensual	Mantenimiento
	Limpieza de componentes internos	Regular	Operador o Mantenimiento
	Calibración y prueba del equipo	Trimestral	Mantenimiento
	Mantenimiento del sistema de suministro de líquido	Anual	Mantenimiento
	Inspección visual	Diaria	Operador o Mantenimiento



Pistola neumática de impacto	Lubricación	Semanal	Mantenimiento
	Verificación de presión de trabajo y rendimiento	Mensual	Mantenimiento
	Limpieza	Regular	Operador o Mantenimiento

**Fuente:** Autores

### 2.1.3.3 Paso 9: Mantenimiento de calidad.

El mantenimiento de calidad se refiere a las actividades y prácticas implementadas para garantizar y mejorar la calidad de los productos, servicios o procesos en el taller. Es una disciplina que se enfoca en prevenir defectos, optimizar el rendimiento y cumplir con los requisitos y expectativas de los clientes. Para esto se presenta el siguiente mapa conceptual:

### 2.1.3.4 Paso 10: Base de datos de procesos para regular los flujos de mantenimientos.

Una vez identificados los datos específicos que se desean almacenar y administrar, como el stock de repuestos, herramientas, equipos y su respectivo historial, se creará una base de datos que permita identificar la cantidad y estado de cada uno de los activos del taller. Es importante generar un inventario sobre todos los elementos que están dentro del taller, para evitar pérdidas de tiempo sin saber si hay o no el stock, como se presenta en las siguientes tablas extraídas de Excel:

**Tabla 22.20:** Inventario del área de bodega

Fecha	Código	Producto	Cantidad	Descripción	Observaciones
23/5/2023	1CA	Aceite SAE 20w-50	6 galones	Para motores de alta temperatura y carga pesada	Ninguna
23/5/2023	2CA	Aceite SAE 75w-85	3 galones	Se utiliza comúnmente en transmisiones manuales	Adquisición de nuevo "Stock"
23/5/2023	3CA	Aceite SAE 10w-30	6 galones	Su capacidad de fluir fácilmente en temperaturas bajas	Ninguna
23/5/2023	4CA	Aceite SAE 10w-60	24 galones	Se utiliza en motores deportivos	Ninguna
23/5/2023	5CA	Aceite SAE 5w-30	6 galones	Es comúnmente utilizado en motores de automóviles y camiones livianos	Ninguna
23/5/2023	6CA	Aceite SAE 5w-40	3 galones	También se utiliza en motores de alto rendimiento	Ninguna
23/5/2023	7CA	Aceite SAE 15w-40	12 galones	Este aceite es ampliamente utilizado en motores diésel	Ninguna

23/5/2023	8CA	Refrigerante AG13	12 galones	Refrigera el motor	Ninguna
23/5/2023	9CA	Aceite hidráulico	12 litros	Se utiliza en transmisiones y direcciones de vehículos	Ninguna
23/5/2023	10CA	Aceite de frenos	5 litros	Se utiliza para la cañería de frenos	Adquisición de nuevo "Stock"
23/5/2023	11CA	Aceite 2 tiempos	5 litros	Se utiliza en motores antiguos 2 tiempos y motores rotativos	Adquisición de nuevo "Stock"
23/5/2023	12CA	Filtro de aceite para Honda	13 unidades	Filtro de aceite de motor para Honda Civic, Accord y Prelude	Ninguna
23/5/2023	13CA	Filtro de aceite para Subaru	6 unidades	Filtro de aceite de motor para Subaru Impresa WRX STI	Ninguna
23/5/2023	14CA	Filtro de aceite para Mustang	10 unidades	Filtro de aceite de motor para Ford Mustang ecoboost, Gt y shelby 350	Ninguna
23/5/2023	15CA	Filtro de aceite para Audi	7 unidades	Filtro de aceite de motor para Audi A4, RS4, A3, RS3 y A1	Ninguna
23/5/2023	16CA	Filtro de aceite para Nissan	5 unidades	Filtro de aceite de motor para Nissan GTR, 350z, 240z y Patrol	Adquisición de nuevo "Stock"
23/5/2023	17CA	Filtro de aceite para Mitsubishi	6 unidades	Filtro de aceite de motor para Mitsubishi Lancer Evolution 10, 9 y Eclipse	Adquisición de nuevo "Stock"
23/5/2023	18CA	Filtro de aceite para Chevrolet	12 unidades	Filtro de aceite de motor para Chevrolet sail, aveo, spark, y captiva	Ninguna
23/5/2023	19CA	Filtro de aceite para Ford	10 unidades	Filtro de aceite de motor para Explorer, F150 y Edge	Ninguna
23/5/2023	20CA	Filtro de aceite para Toyota	12 unidades	Filtro de aceite de motor para Toyota MR2, Supra mk4 y Camrry	Ninguna
23/5/2023	21CA	Filtro de aire para Honda	10 unidades	Filtro de aire de motor para Honda Civic, Accord y Prelude	Ninguna
23/5/2023	22CA	Filtro de aire para Subaru	12 unidades	Filtro de aire de motor para Subaru Impresa WRX STI	Ninguna
23/5/2023	23CA	Filtro de aire para Mustang	9 unidades	Filtro de aire de motor para Ford Mustang ecoboost, Gt y shelby 350	Ninguna
23/5/2023	24CA	Filtro de aire para Audi	11 unidades	Filtro de aire de motor para Audi A4, RS4, A3, RS3 y A1	Ninguna

23/5/2023	25CA	Filtro de aire para Nissan	10 unidades	Filtro de aire de motor para Honda Civic, Accord y Prelude	Ninguna
23/5/2023	26CA	Filtro de aire para Mitsubishi	11 unidades	Filtro de aire de motor para Honda Civic, Accord y Prelude	Ninguna
23/5/2023	27CA	Filtro de aire para Chevrolet	12 unidades	Filtro de aire de motor para Honda Civic, Accord y Prelude	Ninguna
23/5/2023	28CA	Filtro de aire para Ford	15 unidades	Filtro de aire de motor para Honda Civic, Accord y Prelude	Ninguna
23/5/2023	29CA	Filtro de aire para Toyota	12 unidades	Filtro de aire de motor para Honda Civic, Accord y Prelude	Ninguna

**Fuente:** Autores

**Tabla 23.21:** Inventario del área de herramientas

Fecha	Código	Producto	Cantidad	Descripción	Observaciones
26/5/2023	1CH	Llave mixta 8mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas pequeñas en abrazaderas y otros	Adquirir más llaves mixtas
26/5/2023	2CH	Llave mixta 9mm	5 llaves	Utilizadas para purgar mediante los pernos de mordazas de frenado	Adquirir más llaves mixtas
26/5/2023	3CH	Llave mixta 10mm	7 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas pequeñas de tapa valvulas y otros	Ninguna
26/5/2023	4CH	Llave mixta 11mm	10 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas pequeñas de cañerías y otros	Ninguna
26/5/2023	5CH	Llave mixta 12mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas medianas en suspensión y frenos	Adquirir más llaves mixtas
26/5/2023	6CH	Llave mixta 13mm	6 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas medianas en suspensión y frenos	Ninguna
26/5/2023	7CH	Llave mixta 14mm	8 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis suspensión y frenos	Ninguna
26/5/2023	8CH	Llave mixta 15mm	7 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis suspensión y frenos	Ninguna
26/5/2023	9CH	Llave mixta 16mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis suspensión y frenos	Adquirir más llaves mixtas
26/5/2023	10CH	Llave mixta 17mm	8 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis suspensión y frenos	Ninguna
26/5/2023	11CH	Llave mixta 18mm	9 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis suspensión y frenos	Ninguna

26/5/2023	12CH	Llave mixta 19mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis suspensión y frenos	Adquirir más llaves mixtas
26/5/2023	13CH	Llave mixta 20mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis suspensión y frenos	Adquirir más llaves mixtas
26/5/2023	14CH	Llave mixta 21mm	7 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis suspensión y frenos	Ninguna
26/5/2023	15CH	Llave mixta 22mm	7 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis suspensión y frenos	Ninguna
26/5/2023	16CH	Llave mixta 24mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis suspensión y frenos	Adquirir más llaves mixtas
26/5/2023	18CH	Llave mixta 26mm	8 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas de camiones en chasis suspensión y frenos	Ninguna
26/5/2023	19CH	Llave mixta 30mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas de camiones en chasis suspensión y frenos	Adquirir más llaves mixtas
26/5/2023	20CH	Llave mixta 32mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas de camiones en chasis suspensión y frenos	Adquirir más llaves mixtas
26/5/2023	21CH	Llave mixta 1/8"	6 llaves	Utilizadas para vehículos americanos en pernos y tuercas	Ninguna
26/5/2023	22CH	Llave mixta 3/16"	6 llaves	Utilizadas para vehículos americanos en pernos y tuercas	Ninguna
26/5/2023	23CH	Llave mixta 1/4"	6 llaves	Utilizadas para vehículos americanos en pernos y tuercas	Ninguna
26/5/2023	24CH	Llave mixta 5/16"	6 llaves	Utilizadas para vehículos americanos en pernos y tuercas	Ninguna
26/5/2023	25CH	Llave mixta 3/8"	6 llaves	Utilizadas para vehículos americanos en pernos y tuercas	Ninguna
26/5/2023	26CH	Llave mixta 7/16"	6 llaves	Utilizadas para vehículos americanos en pernos y tuercas	Ninguna

Fuente: Autores

**Tabla 24.22:** Inventario del área de motores

Fecha	Código	Producto	Cantidad	Descripción	Observaciones
29/5/2023	1CM	Bielas forjadas para Honda	8 unidades	Bielas forjadas para 500 hp en motor b18	Ninguna
29/5/2023	2CM	Bielas forjadas para Subaru	4 unidades	Bielas forjadas para 600 hp en motor bóxer	Ninguna
29/5/2023	3CM	Bielas forjadas para Audi	8 unidades	Bielas forjadas para 350 hp en motor en línea	Ninguna
29/5/2023	4CM	Bielas forjadas para Toyota	6 unidades	Bielas forjadas para motor en línea 2jz	Ninguna

29/5/2023	5CM	Bielas forjadas para Nissan	6 unidades	Bielas forjadas para motor en V	Ninguna
29/5/2023	6CM	Turbo Garret 15 psi	1 unidad	Turbo para 350 hp	Ninguna
29/5/2023	7CM	Turbo Garret 12 psi	1 unidad	Turbo para 300 hp	Ninguna
29/5/2023	8CM	Turbo Garret 30psi	2 unidades	Turbo para 700 hp	Ninguna
29/5/2023	9CM	Turbo Garret 20psi	1 unidad	Turbo para 500 hp	Ninguna
29/5/2023	10CM	Culata de Suzuki	1 unidad	Culata nueva para cambio de relación de compresión	Ninguna
29/5/2023	11CM	Culatas forjadas de Nissan	2 unidades	Culatas forjadas para cambio de relación de compresión	Ninguna
29/5/2023	12CM	Culata forjada de Toyota	1 unidad	Culata forjada para soportar 1000hp	Ninguna
29/5/2023	13CM	Culatas forjadas de Subaru	2 unidades	Culatas forjadas para cambio de relación de compresión	Ninguna
29/5/2023	14CM	Inyectores	6 unidades	Inyectores de 400cc	Ninguna
29/5/2023	15CM	Inyectores	8 unidades	Inyectores de 500cc	Ninguna
29/5/2023	16CM	Pistones forjados para Honda	8 unidades	Pistones para motor b18 con alta relación de compresión	Ninguna
29/5/2023	17CM	Pistones forjados para Subaru	4 unidades	Pistones forjados para disminuir la relación de compresión	Ninguna
29/5/2023	18CM	Pistones forjados para Audi	8unidades	Pistones nuevos para mejor dispersión de calor	Ninguna
29/5/2023	19CM	Pistones forjados para Toyota	6 unidades	Pistones para 1000 hp	Ninguna
29/5/2023	20CM	Pistones forjados para Nissan	6 unidades	Pistones nuevos para mejor dispersión de calor	Ninguna
29/5/2023	21CM	Cigüeñal forjado para Nissan	1 unidad	Cigüeñal forjado para Nissan v6	Ninguna
29/5/2023	22CM	Cigüeñal forjado para Subaru	1 unidad	Cigüeñal forjado para Subaru motor bóxer	Ninguna
29/5/2023	23CM	Limpiador de Inyectores	1 unidad	Permite la limpieza mediante ultrasonido	Ninguna
29/5/2023	24CM	Prensa hidráulica	1 unidad	Permite la aplicación de fuerzas mayores para extracción	Ninguna

**Fuente:** Autores

La base de datos a usarse es Fractal One, que es un software de gestión de mantenimiento que cuenta con calendario de mantenimiento preventivo y predictivo, que indique las tareas específicas a realizar en cada equipo y su frecuencia correspondiente. Se registrarán en detalle todas las actividades de mantenimiento realizadas, incluyendo la fecha, descripción de la tarea, piezas o consumibles utilizados, tiempo empleado y responsable. Este software genera órdenes de trabajo completas que quedarán guardadas en el sistema.

**Figura 25.3:** Orden de trabajo en Fracctal One

	<b>Rull Performance</b>	Nº: 6
	Orden de Trabajo	Fecha: 2023-06-19
<b>GENERÓ:</b> Moises Gonzales <b>DURACIÓN ESTIMADA:</b> 03:00:00	<b>RESPONSABLE:</b> Moises Gonzales <b>NOTAS:</b>	<b>Calificación:</b>
<b><u>ACTIVOS</u></b> <b>DESCRIPCIÓN:</b> Nissan Silvia s14 Nissan s14 { 2jz } <b>UBICADO EN Ó ES PARTE DE:</b> // <b>CLASIFICACIÓN 1:</b> <b>TIPO:</b> <b>CLASIFICACIÓN 2:</b> <b>PRIORIDAD:</b> <b>CENTRO DE COSTO:</b> <b>CÓDIGO DE BARRAS:</b>		
<b><u>TAREA NO PLANIFICADA</u></b> <b>DESCRIPCIÓN:</b> Cambio de empaque de cabezote - Rectificación de cabezote - Asentamiento de válvulas <b>FECHA PROGRAMADA:</b> 2023-06-19 <b>FECHA Y HORA DE INICIO:</b> 2023-06-19 14:42 <b>TIPO DE TRABAJO:</b> Mantenimiento correctivo <b>FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN:</b> _____ <b>PRIORIDAD:</b> Media <b>TIEMPO TOTAL DE TRABAJO:</b> 00:00:00 <b>ACTIVADOR:</b> Tarea no Programada <b>TIEMPO FUERA DE SERVICIO:</b> 00:00:00 <b>CLASIFICACIÓN 1:</b> <b>SOLICITADO POR:</b> Moises Gonzales <b>CLASIFICACIÓN 2:</b> <b>NÚMERO DE SOLICITUD:</b> <b>FECHA DEL EVENTO:</b> 2023-06-19 14:33 <b>NOTAS:</b>		

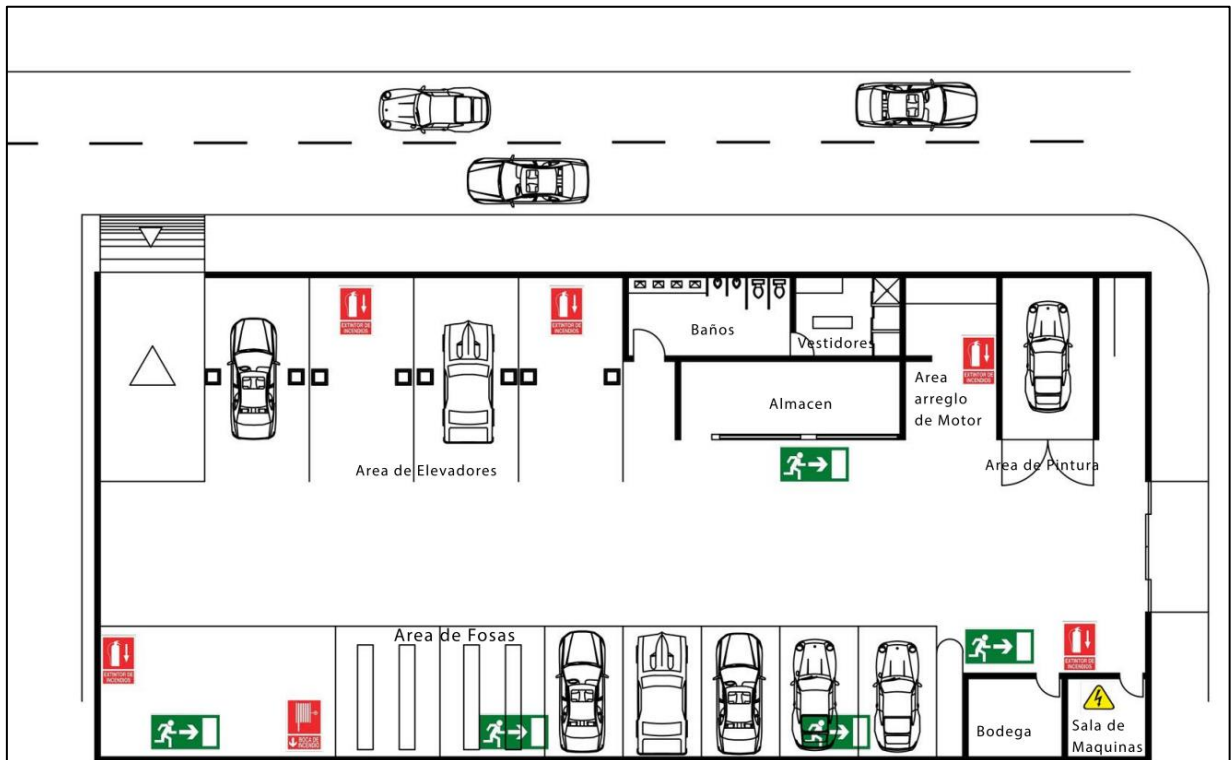
**Fuente:** Autores.

Esto permitirá el seguimiento de las actividades de mejora continua realizadas en el taller, incluyendo la identificación de problemas recurrentes, soluciones implementadas, resultados obtenidos y lecciones aprendidas.

### 2.1.3.5 Paso 11: Formación y capacitación de prevención de riesgos

La formación para prevenir riesgos laborales en el taller Rull Performance, según el enfoque del TPM, será integral y estará orientada hacia la seguridad y la salud de los trabajadores. A continuación, se presenta la identificación de zonas de riesgo:

**Figura 26.4:** Croquis indicador de actividades de emergencia



**Fuente:** Autores.

### 2.1.3.5.1 Uso de equipos de protección personal (EPP):

Los trabajadores recibirán formación sobre el uso adecuado de los equipos de protección personal, como cascos, gafas de seguridad, guantes, protectores auditivos y mascarillas. Deben comprender la importancia de utilizar el EPP correspondiente para protegerse de lesiones o enfermedades laborales. Para lo que será necesario el plan de capacitación:

**Tabla 25.23:** Plan de capacitación sobre equipo de protección personal EPP

Tema	Duración	Facilitador	Asistentes	Observaciones
Introducción	5 min	Jordy Quiroz	Todos los empleados	Se enfatizó la importancia del uso de EPP en el taller
Identificación de riesgos	10 min	Daniel Saltos	Todos los empleados	Se discutieron los riesgos comunes y los EPP correspondientes

Selección y ajuste adecuado	15 min	Jordy Quiroz	Todos los empleados	Se realizó una demostración práctica sobre cómo seleccionar y ajustar adecuadamente los EPP
Uso adecuado	20 min	Daniel Saltos	Todos los empleados	Se explicaron los procedimientos adecuados de uso y se enfatizaron las mejores prácticas
Mantenimiento y almacenamiento	5 min	Jordy Quiroz	Todos los empleados	Se proporcionaron pautas sobre cómo cuidar y almacenar adecuadamente los EPP
Procedimientos de emergencia	5 min	Daniel Saltos	Todos los empleados	Se repasaron los procedimientos de emergencia y se destacó la importancia de reportar incidentes o lesiones

**Fuente:** Autores



## CAPÍTULO 3

### IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El capítulo 3 aborda la evaluación de la capacidad de productividad individual y global de los equipos en el Taller Rull Performance, así como su disponibilidad y eficiencia. Se implementa la metodología 5S para mejorar la organización y el orden en el taller. Además, se elabora un detallado plan de mantenimiento preventivo para los equipos, que incluye instrucciones específicas para llevar a cabo estas operaciones de mantenimiento de manera eficiente y efectiva.

#### 3.1 Análisis de rendimiento de los equipos y herramientas

El análisis de rendimiento de los equipos y herramientas es una actividad fundamental en el mantenimiento de calidad de un taller y consiste en evaluar el desempeño de los equipos y herramientas utilizados en el proceso de trabajo para identificar posibles deficiencias, problemas o áreas de mejora. El objetivo principal es garantizar que los equipos y herramientas estén en óptimas condiciones y funcionando de manera eficiente para evitar interrupciones en la producción y asegurar la calidad de los productos o servicios.

La aplicación de las ecuaciones, se realizan para las herramientas y equipos que se encuentran bajo mucha demanda, de esta manera serán calculadas diariamente:

#### **Gato hidráulico:**

Se planteo al jefe de taller la compra de dos gatos hidráulicos para aumentar el rendimiento. También se garantizó que los otros gatos hidráulicos se mantengan operativos mientras se realiza el mantenimiento de uno de ellos, para evitar pérdidas o interrupciones en las actividades del taller.

En la ecuación 3.1 se calcula el rendimiento final del gato hidráulico

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{9 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 90\% \quad \text{Ec. 12.1}$$

Se muestra un aumento del 30 % de rendimiento con la aplicación de TPM.

### **Cajas de herramientas:**

Se adquirió mediante la gestión de nuevos equipos más mobiliario para herramientas, lo cual permitirá optimizar el rendimiento de todas las herramientas disponibles en el taller. Al tener más carros de herramientas disponibles, cada técnico podrá contar con su propio conjunto de herramientas, evitando la dependencia de un único elemento y permitiendo un flujo de trabajo más eficiente. De esta manera, se fomenta la autonomía y la productividad de los técnicos, contribuyendo a mejorar la calidad y eficiencia en el taller.

En la ecuación 3.2 se muestra el rendimiento final de los coches para mantenimientos con herramientas.

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{10 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 100\% \quad \text{Ec. 13.2}$$

Se muestra un aumento del 30 % de rendimiento de las herramientas.

### **Scanner automotriz:**

Con el objetivo de mejorar el rendimiento en el análisis y mantenimiento de este tipo de vehículos, se ha establecido una colaboración con otro taller reconocido en el ámbito del rendimiento automotriz, llamado APEX. Como parte de esta asociación, se ha logrado la compra de un scanner de alta gama que brinda acceso completo a todas las funciones necesarias para cualquier tipo de vehículo.

En la ecuación 3.3 se calcula el rendimiento final del scanner automotriz.

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{10 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 100\% \quad \text{Ec. 14.3}$$

Se muestra un aumento del 40 % de rendimiento del equipo.

### **Multímetro:**

Para solucionar esta situación, se ha propuesto la adquisición de nuevos cables que permitan realizar las lecturas de manera precisa y confiable. Además, se ha considerado la necesidad de incorporar nuevos accesorios para el multímetro, tales como medidores de resistencia, sondas detectores de corriente, puntas retractiles y medidores de temperatura. Estos nuevos

componentes y accesorios proporcionarán un mayor alcance y versatilidad al multímetro, permitiendo realizar mediciones más completas y eficientes en el diagnóstico de fallas en los vehículos. Con estas mejoras, se espera contar con un equipo de medición en óptimas condiciones y garantizar la calidad de los servicios ofrecidos por el taller.

En la ecuación 3.4 se calcula el rendimiento final de los multímetros.

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{9 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 90\% \quad \text{Ec. 15.4}$$

Se muestra un aumento de 50 % de rendimiento de los equipos.

### **Compresor de aire:**

Para abordar esta situación, se ha propuesto una solución que involucra la reubicación del compresor de aire o la creación de una caja sellada específicamente diseñada para reducir el ruido. Ambas alternativas tienen como objetivo principal permitir que el compresor funcione sin interrupciones, evitando la necesidad de apagarlo durante las interacciones con los clientes. Asimismo, se espera que esta medida mejore el rendimiento de las herramientas neumáticas al garantizar un suministro de aire a presión constante y adecuado.

En la ecuación 3.5 se calcula el rendimiento final del compresor neumático.

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{10 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 100\% \quad \text{Ec. 16.5}$$

Se muestra un 20 % de aumento del rendimiento del compresor neumático.

### **Prensa hidráulica:**

Con el fin de abordar eficazmente la pérdida de aceite, se sustituyó la junta situada en la válvula de liberación de presión del sistema de aceite, lo que restableció la funcionalidad original de la prensa. Esta medida asegura un rendimiento óptimo del equipo. Además, se ha movido la prensa a la superficie más nivelada en el área de trabajo para garantizar la ejecución de labores de alta calidad sin retrasos debido a movimientos indeseados. En la ecuación 3.6 se calcula el rendimiento final de la prensa hidráulica.

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{8 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 80\% \quad \text{Ec. 17.6}$$

Se muestra un aumento del 300 % de rendimiento de la prensa hidráulica.

#### **Probador y limpiador de inyectores:**

Se ha procedido a realizar la debida identificación de todos los disolventes utilizados en el probador de inyectores, con el propósito de lograr una ubicación y acceso más ágil a los mismos, lo cual contribuirá a una mayor eficiencia y rapidez en las labores de mantenimiento relacionadas con este equipo. Asimismo, se ha llevado a cabo la organización y ordenamiento de la mesa de trabajo donde se encuentra ubicado el probador de inyectores, con el objetivo de garantizar un entorno de trabajo seguro y de alta calidad.

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{9 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 90\% \quad \text{Ec. 18.7}$$

Se muestra un aumento del 30 % de rendimiento del probador y limpiador de inyectores.

#### **Tecele:**

Se le comunico al jefe del taller sobre esta molestia y se realizó la compra del pasador original del tecele, que cuenta con un sistema de seguridad cada vez que se cambia la distancia de la pluma de carga, lo que permitió la mejora del rendimiento.

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{9 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 90\% \quad \text{Ec. 19.8}$$

Se muestra un aumento del 20% de rendimiento del tecele.

#### **Kit de extracción de rodamientos:**

La ecuación 3.9 demuestra el rendimiento con nuevos extractores de rodamientos, que se facilitaron a los técnicos con la ayuda del jefe de taller, gracias a la gestión y adquisición de los mismos, de esta manera ya no se genera ninguna inseguridad y la sujeción en las extracciones era completa.

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{8 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 80\% \quad \text{Ec. 20.9}$$

Se muestra un aumento del 30% de rendimiento del kit de extracción de rodamientos.

### **Pistola Neumática:**

La pistola neumática cumplía con el rendimiento, aunque no podía generar su máxima funcionalidad, esto se debe a la inseguridad de sujeción y el problema en el compresor.

Para la mejor sujeción, se utilizó un caucho termo contraíble que permite a los operarios manejar de manera segura la herramienta, así como la máxima funcionalidad del compresor con una capa de aislamiento sonora, permitiendo así el máximo rendimiento como se muestra en la ecuación 3.10.

$$\text{Rendimiento (inicial)} = \frac{8 \text{ mantenimientos}}{10 \text{ mantenimientos}} \times 100 = 80\% \quad \text{Ec. 21.10}$$

Se muestra un aumento del 30% de rendimiento de las pistolas neumáticas

### **3.2 Entrenamiento de habilidades para la operación y mantenimiento**

El entrenamiento para la operación y capacidades de mantenimiento en TPM (Total Productive Maintenance) es fundamental para garantizar la efectividad y el éxito en su aceptación e implementación. A continuación, se presenta un plan de entrenamiento para desarrollar las habilidades necesarias en la operación y el mantenimiento bajo el enfoque de TPM:

**Tabla 3.1:** Guía de entrenamiento para operaciones y mantenimientos

<b>TIPO</b>	<b>CONTENIDOS</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Entrenamiento en mantenimiento autónomo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación y comprensión de los equipos y sus componentes.</li> <li>2. Técnicas de limpieza, lubricación y cuidado de los equipos.</li> <li>3. Inspección y detección temprana de anomalías o fallas.</li> <li>4. Realización de tareas de mantenimiento preventivo y predictivo.</li> <li>5. Uso de herramientas y equipos de mantenimiento.</li> </ol>	Jefe de taller

Entrenamiento en gestión del cambio	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de riesgos y evaluación de impacto en los cambios</li> <li>2. Planificación y ejecución de cambios en los equipos y procesos</li> <li>3. Comunicación efectiva y gestión de resistencia al cambio</li> <li>4. Monitoreo y seguimiento de los resultados después de implementar cambios.</li> </ol>	Jefe de taller
Entrenamiento en resolución de problemas y mejora continua	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de datos y recopilación de información relevante.</li> <li>2. Establecimiento de objetivos de mejora y seguimiento de indicadores clave.</li> <li>3. Implementación de acciones correctivas y preventivas</li> <li>4. Participación en equipos de mejora y actividades de Kaizen.</li> </ol>	Jefe de taller
Entrenamiento en habilidades técnicas específicas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacitación en el manejo de equipos y maquinarias específicas.</li> <li>2. Desarrollo de habilidades en el diagnóstico y solución de problemas técnicos.</li> <li>3. Uso seguro y eficiente de herramientas y equipos de mantenimiento.</li> <li>4. Entrenamiento en técnicas de soldadura, electricidad, neumática u otros conocimientos técnicos relevantes.</li> </ol>	Jefe de taller

**Fuente:** Autores.

### 3.3 Análisis de productividad en las operaciones de los equipos

El análisis de productividad en las operaciones de los equipos se refiere al proceso de evaluar y medir la eficiencia y rendimiento de los equipos en un entorno de trabajo. Este análisis se basa en los datos del jefe de taller, con la ayuda del plan maestro y tiene como objetivo identificar oportunidades de mejora.

**Tabla 3.2: Análisis de productividad en las operaciones de los equipos**

Equipo	Horas de operación promedio por día	Productividad promedio por día
Elevador de vehículos	8 horas	10 vehículos reparados
Compresor de aire	8 horas	10 herramientas neumáticas
Equipo de diagnóstico	4 horas	6 diagnósticos de vehículos
Herramientas manuales	8 horas	10 mantenimientos
Bancos de trabajo	8 horas	10 mantenimientos
Caja de herramientas	8 horas	10 mantenimientos
Extractor de aceite	2 horas	10 cambios de aceite realizados
Amoladora	4 horas	15 trabajos de corte y pulido
Gato hidráulico	8 horas	10 mantenimientos

Taladro eléctrico	4 horas	30 agujeros perforados
Pistola de impacto neumática	6 horas	50 tuercas y pernos apretados
Limpiador de inyectores	2 horas	8 inyectores limpiados
Prensa hidráulica	4 horas	10 trabajos de prensado
Caja de herramientas portátil	8 horas	Variado (depende del trabajo)
Equipo de pintura	12 horas	3 vehículos pintados
Taladro de banco	4 horas	20 agujeros precisos perforados
Equipo de extracción de humos	8 horas	Mejora en calidad del aire

**Fuente:** Autores.

### **3.4 Integración del TPM y mejora de los objetivos**

En la etapa final de este proceso, se buscó mejorar de manera progresiva cada uno de los pasos previamente llevados a cabo. Con el fin de evaluar de manera cuantitativa los resultados obtenidos, se utilizaron indicadores establecidos y se compartieron con todo el personal, fomentando una mayor conciencia sobre las causas que surgen en el trabajo diario.

### **3.5 Aplicación y efectividad de la Metodología 5S en las áreas del Taller Rull Performance**

Se reviso detenidamente los manuales de operación y mantenimiento proporcionados por los fabricantes de los equipos que se encuentran en el Taller Rull Performance, la información acerca de los mantenimientos recomendados se analizó para implementar el mantenimiento autónomo para reducir costos y garantizar el buen funcionamiento de todos los equipos. La aplicación de la primera S (Seiri) de la metodología permitió separar objetos innecesarios existentes en el Taller obteniendo un espacio adicional que permita la organización de herramientas, equipos y materiales esenciales.

**Figura 3.1:** Clasificación de objetos innecesarios



**Fuente:** Autores.

El orden (Seiton) en el Taller Rull Performance contribuyó a tener un entorno de trabajo seguro. Al tener las herramientas, equipos y repuestos organizados y almacenados correctamente, se redujo el riesgo de accidentes, como tropiezos o caídas causados por los objetos desordenados. Esto también facilitó la movilidad y accesibilidad del taller para realizar las tareas de manera eficiente y así evitar pérdidas de tiempo buscando o reubicando objetos, lo cual se traduce en la optimización del flujo de trabajo y aumento la productividad del Taller.



**Figura 3.2:** Coches de herramientas ordenados



**Fuente:** Autores.

Otra de las actividades claves realizadas es la limpieza (Seiso) con el fin de mejorar la higiene del Taller. Esto implicó barrer y limpiar cada área eliminando restos de materiales, limpieza de las superficies de trabajo y estanterías. En la figura 3.3 se puede observar el estado anterior de la bodega del Taller Rull Performance. Las inspecciones regulares de cada área estarán a cargo del jefe del taller, como parte del mantenimiento autónomo ya que los técnicos identificarán oportunamente las áreas que requieran atención como derrames líquidos, acumulación de polvo y corregir estos problemas antes de que se conviertan en riesgos o afecten a la eficiencia del Taller.

**Figura 3.3:** Limpieza – Seiso de las áreas



**Fuente:** Autores.

Una vez limpio y ordenado el lugar se procedió a etiquetar claramente cada uno de los repuestos y fluidos almacenados en esta área estandarizando (Seiketsu) cada uno de los procesos. Las etiquetas con lo suficientemente grandes para ser legibles a una distancia razonable con el nombre del producto y código de identificación. Según su categoría los repuestos fueron clasificados en secciones, adicionalmente se le agregó una protección a todas las etiquetas para que se mantengan en buen estado y fáciles de actualizar en caso de que se agreguen nuevos elementos.

**Figura 3.4:** Etiquetado de la bodega



**Fuente:** Autores.

El compromiso a largo plazo de mantener (Shitsuke) de las 5S aplicadas en el Taller será responsabilidad de cada uno de los trabajadores, ya que deben mantener en las mismas condiciones todas las áreas del taller garantizando que los trabajos ejecutados tomen menos tiempo y sean más productivos. Para ello se decidió usar una herramienta informática para la gestión de inventarios de todas las áreas, así como para el control de ordenes de trabajo y acciones de mantenimiento en equipos y dispositivos del Taller. Los técnicos podrán conocer de manera precisa la cantidad de repuestos en stock sin necesidad de realizar un conteo físico, lo que les permitirá ahorrar tiempo y gestionar de manera oportuna la adquisición de repuestos agotados.

**Figura 3.5:** Uso de una herramienta informática



**Fuente:** Autores.

Los equipos necesarios para el mantenimiento preventivo de motores de la flota de vehículos del taller fueron tomados en cuenta también para las actividades de limpieza y organización. La falta de disponibilidad de estos equipos venía dada por principalmente el desorden a su alrededor y la dura tarea que implicaba hacer uso de ellos sin que faltara algún elemento importante.

**Figura 3.6:** Aplicación de bodega con las 5S



**Fuente:** Autores.

### **3.6 Plan de mantenimiento preventivo mediante su disponibilidad**

Una de las tareas claves en el presente proyecto fue la intervención del historial de los equipos y dispositivos que forman parte del taller para conocer las fallas que han tenido y el número de reparaciones realizadas, incluyendo su fecha, tiempos de reparación entre otros datos relevantes como su marca y calidad de estas.

A continuación, se muestra un extracto del plan de mantenimiento que incluye las tareas específicas a realizar, los intervalos de tiempo, los responsables y los recursos necesarios. Para ello, se utilizó una tabla en Excel y un software de gestión de mantenimiento para organizar esta información. Así mismo se realiza un seguimiento regular para garantizar que se cumplan las actividades programadas y para evaluar la efectividad del plan desde que fue implementado.

**Tabla 3.3:** Programa de mantenimiento.

EQUIPO	LIMPIADOR DE INYECTORES		SEMANA	27				
	Componentes	Actividad	SEMANA DE INICIO	FRECUENCIA	1	2	3	4
1	Tanque limpiador	Limpieza y reemplazo de filtros	2	QUINCENAL		X		X
2	Bomba de combustible	Reemplazo de filtro de combustible y verificación de alimentación eléctrica	3	SEMESTRAL			X	
3	Manómetro regulador de presión	Calibración, limpieza e inspección de la línea de suministro	4	TRIMESTRAL				X
4	Conectores y adaptadores	Verificación de hermeticidad y limpieza de contactos	4	BIMENSUAL				X
5	Válvula de retención	Limpieza y verificación de bloqueo	3	SEMESTRAL			X	
6	Interruptor de apagado emergente	Inspección visual y verificación de desgaste	2	MENSUAL		X		
EQUIPO	Prensa hidráulica							
	Componentes	Actividad	SEMANA DE INICIO	FRECUENCIA	1	2	3	4
1	Cilindro hidráulico	Limpieza y lubricación de puntos de articulación	4	TRIMESTRAL				X
2	Bomba hidráulica	Verificar nivel y calidad de aceite	2	SEMESTRAL		X		
3	Tanque de aceite	Limpieza y reemplazo de aceite	4	TRIMESTRAL				X
4	Placa base y marco	Inspección en busca de deformaciones	4	BIMENSUAL				X
EQUIPO	Colector de aceite							
	Componentes	Actividad	SEMANA DE INICIO	FRECUENCIA	1	2	3	4
1	Tanque	Verificar nivel de aceite	1	SEMANAL	X	X	X	X
2	Sistema de drenaje	Limpiar y destacar	3	MENSUAL			X	
3	Bomba de extracción	Lubricación	4	TRIMESTRAL				X

4	Filtro de aceite	Reemplazo	4	SEMESTRAL					X
EQUIPO									
	Compresor de aire								
	Componentes	Actividad	SEMANA DE INICIO	FRECUENCIA	1	2	3	4	
1	Motor	Verificar lubricación y limpieza de ductos de ventilación	4	MENSUAL					X
2	Compresor	Reemplazar filtros de aire	2	BIMENSUAL		X			
3	Tanque aire	Drenar el condensado acumulado	4	SEMESTRAL					X
4	Manómetro	Calibrar y verificar precisión	3	TRIMESTRAL				X	
5	Líneas neumáticas	Inspeccionar visualmente en busca de fugas	3	SEMANTAL	X	X	X	X	
EQUIPO									
	Gato hidráulico								
	Componentes	Actividad	SEMANA DE INICIO	FRECUENCIA	1	2	3	4	
1	Cilindro hidráulico	Inspeccionar cilindro en busca de fugas	2	QUINCENAL		X			X
2	Pistón	Limpieza, lubricación y revisión de sello	3	SEMESTRAL				X	
3	Ruedas	Descontaminación se superficie de contacto	4	TRIMESTRAL					X
4	Palanca	Limpieza y engrasada	4	BIMENSUAL					X
5	Válvula de liberacion	Limpieza y lubricación	3	SEMESTRAL				X	

**Fuente:** Autores.

### 3.7 Cálculo final del OEE del Taller

Usando el mismo método que en el estado inicial del OEE del Taller Rull Performances se pudo conocer el estado final después de haber diseñado el programa de mantenimiento total productivo total para la optimización de sus servicios.

La eficiencia de los equipos del taller aumentó significativamente en un 32,46%, como resultado de la resta de la media del análisis situacional inicial de OEE (56,45%) menos la media del análisis situacional final del OEE (88,91%), esto gracias al programa de mantenimiento preventivo que garantiza el buen estado de todos los equipos existentes en el Taller. Las tareas de inspección, limpieza y ajustes necesarios para prevenir fallas y

maximizar su rendimiento en la Tabla 3.4 se puede observar la eficiencia antes de diseñar el programa de mantenimiento TPM, la Tabla 3.5 muestra el porcentaje promedio de eficiencia al ejecutar este plan.

**Tabla 3.4:** OEE final (88,91%)

Descriptivos		Estadístico	Error estándar	
OEE final	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,8563	
		Límite superior	0,9219	
	Media recortada al 5%		0,8907	
	Mediana		0,9000	
	Varianza		0,002	
	Desv. estándar		0,04888	
	Mínimo		0,80	
	Máximo		0,95	
	Rango		0,15	
	Rango intercuartil		0,04	
	Asimetría		-001063	0,661
	Curtosis		0,575	1,279
	<b>Media</b>		<b>0,8891</b>	<b>0,01474</b>

Fuente: Autores.

### 3.8 Cálculo final de la disponibilidad de equipos del Taller

La disponibilidad de equipos en el Taller Rull Performance aumentó en un 20,28%, como resultado de la resta de la media del análisis situacional inicial de disponibilidad (75,27%) menos la media del análisis situacional final de disponibilidad (95,55%), se redujeron los tiempos de inactividad de los trabajadores, ahora pueden trabajar de manera continua y sin interrupciones y son capaces de atender a un número mayor de clientes y asegurar un trabajo de calidad a la flota de vehículos del Taller. Este incremento de disponibilidad se debe especialmente a la gestión y adquisición de nuevos equipos que eran necesarios para abastecer a la flota vehicular del Taller, entre ellos se encuentran: camillas, cajas de herramientas, pistolas automáticas, incluyendo también perchas y gavetas que permiten que el orden se mantenga siempre.



**Tabla 3.5:** Disponibilidad final (95,55%)

Descriptivos		Estadístico	Error estándar	
<b>Disponibilidad final</b>	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,9463	
		Límite superior	0,9646	
	Media recortada al 5%		0,9549	
	Mediana		0,9500	
	Varianza		0,000	
	Desv. estándar		0,01368	
	Mínimo		0,94	
	Máximo		0,98	
	Rango		0,04	
	Rango intercuartil		0,03	
	Asimetría		0,456	0,661
	Curtosis		-0,888	1,279
<b>Media</b>		<b>0,9555</b>	<b>0,00413</b>	

Fuente: Autores.

### 3.9 Cálculo final de la productividad del Taller

La productividad del Taller Rull Performance aumento un 18,1%, como resultado de la resta de la media del análisis situacional inicial de productividad (67,45%) menos la media del análisis situacional final de productividad (85,55%), gracias a las variables como la eficiencia y la disponibilidad de equipos que garantizan que los trabajos y reparaciones se realicen dentro de los plazos establecidos. Se cumplen los compromisos y expectativas de los clientes, evitando retrasos y posibles pérdidas d negocios. Se aprovecha al máximo la capacidad del Taller, lo que se traduce en un mayor flujo de ingresos como se puede apreciar en la Tabla 3.6

**Tabla 3.6:** Productividad final (85,55%)

Descriptivos		Estadístico	Error estándar	
Productividad final	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,8073	
		Límite superior	0,9036	
	Media recortada al 5%		0,8588	
	Mediana		0,8800	
	Varianza		0,005	
	Desv. Estándar		0,07160	
	Mínimo		0,70	
	Máximo		0,95	
	Rango		0,25	
	Rango Inter cuartil		0,10	
	Asimetría		-0,947	0,661
	Curtosis		0,813	1,279
<b>Media</b>		<b>0,8555</b>	<b>0,02159</b>	

Fuente: Autores

### 3.10 Comparativa del antes y después del taller con TPM

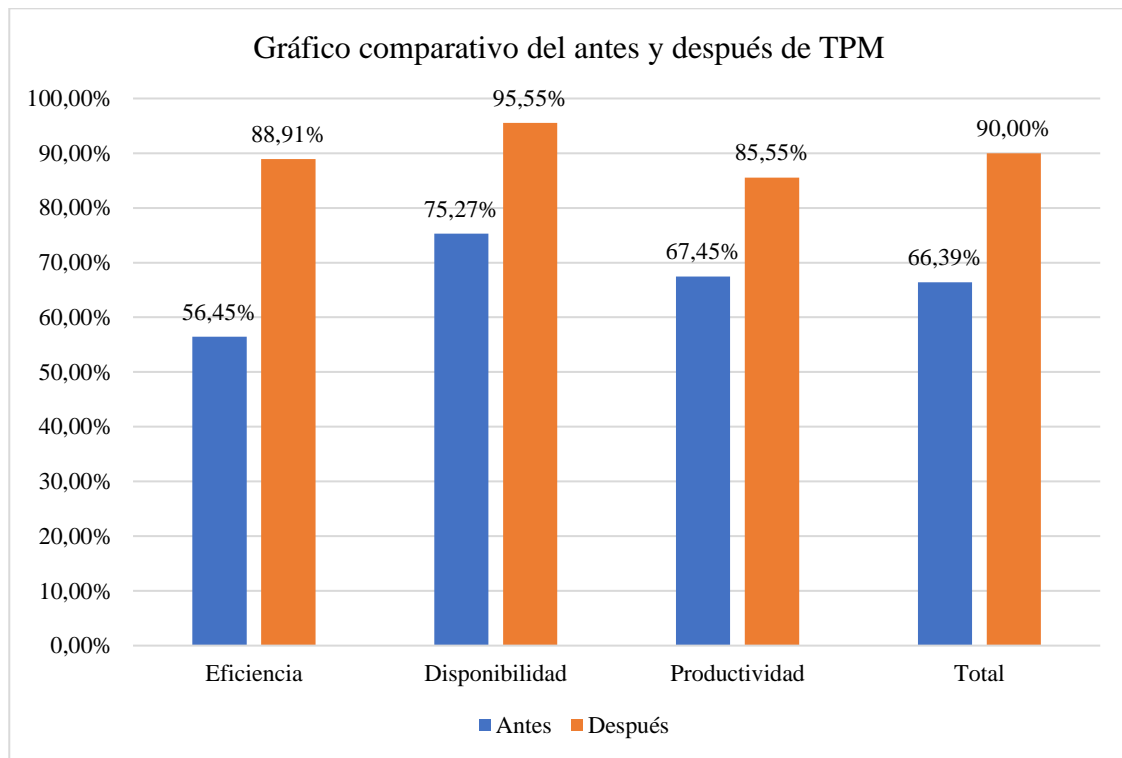
**Tabla 3.7:** Comparativa del antes y después

COMPARATIVA ANTES Y DESPUÉS DE TPM		
	Antes	Después
Eficiencia	56,45%	88,91%
Disponibilidad	75,27%	95,55%
Productividad	67,45%	85,55%
<b>Total</b>	<b>66,39%</b>	<b>90,003%</b>

Fuente: Autores

El programa de mantenimiento productivo total aplicado al Taller Rull Performance permitió un incremento del 23,613% que respecta a la eficiencia, disponibilidad de equipos y productividad total. A continuación, se presenta de manera grafica los datos:

**Figura 3.7:** Gráfico comparativo del antes y después de TPM



**Fuente:** Autores

## CONCLUSIONES

- Mediante la implementación de los 8 principios básicos del TPM y la adopción de las 5S, se logró aumentar la eficiencia operativa de Rull Performance en un 18.1% al desarrollar un plan de mantenimiento optimizado. Los técnicos lograron reducir en promedio 30 minutos en cada proceso de mantenimiento, evitando pérdidas de tiempo al encontrar las herramientas necesarias gracias a la organización y etiquetado de todos los elementos.
- Al realizar el análisis de la situación inicial de los servicios automotrices proporcionados por el taller Rull Performance, se logró establecer una referencia inicial a partir de las problemáticas identificadas. Este análisis permitió obtener una visión precisa de los desafíos y áreas de oportunidad existentes en el taller. Con base en esta referencia inicial, se implementaron estrategias y acciones específicas con el objetivo de optimizar los servicios y alcanzar niveles más altos de satisfacción tanto para los clientes como para el propio taller.
- Al desarrollar el programa de mantenimiento para los diversos equipos y herramientas del Taller Rull Performance, fue posible ejecutar las labores de mantenimiento requeridas en los momentos oportunos, garantizando así un rendimiento óptimo y una mayor durabilidad de los equipos. Además, se logró reducir significativamente los tiempos de inactividad ocasionados por fallos o averías.
- Al establecer una guía de procedimientos para la optimización de las operaciones en las distintas áreas del Taller Rull Performance, se consiguió mejorar la eficacia de los servicios automotrices proporcionados por los operarios a la flota de vehículos. Este manual permitió establecer prioridades y tiempos de atención adecuados, lo que aseguró una gestión eficiente de los recursos y una respuesta oportuna a las necesidades de mantenimiento y reparación.

## RECOMENDACIONES

- Se sugiere desarrollar un sistema de monitoreo interno para asegurar la ejecución de todas las actividades programadas en el plan de mantenimiento, con el objetivo de evitar la recurrencia de las condiciones iniciales en el Taller. Este enfoque permitirá mantener un control riguroso sobre las tareas de mantenimiento, asegurando su implementación oportuna y efectiva, y contribuyendo así a mantener y mejorar el rendimiento del taller en el largo plazo.
- Es crucial tomar en cuenta la reubicación de las instalaciones debido al significativo impacto del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el futuro, ya que puede impulsar un incremento considerable de los ingresos y, por ende, expandir la flota de vehículos. Esta medida estratégica permitirá maximizar los beneficios económicos y operativos derivados de la implementación del TPM, así como asegurar el crecimiento sostenible de la organización en el sector automotriz.
- Es indispensable fomentar una cultura de mejora continua en el taller, promoviendo la identificación de problemas y la implementación de soluciones a través de equipos de mejora, generando conciencia en los técnicos, demostrando las mejoras con la importancia de las 5S. Esto puede incluir el uso de herramientas y de técnicas para la implementación de acciones preventivas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Al-Jarrah, M. A., & Al-Shammari, M. M. (2022). Applying Total Productive Maintenance (TPM) to Improve Maintenance Performance in an Oil and Gas Company: A Case Study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 28(1), 89-110.
- Bernal Forero, W. P., & Parra Cárdenas, E. L. (2020). Plan de aplicación del TPM para los equipos y herramientas de la planta de fabricación y ensamblaje de vehículos de Niko Racing Colombia.
- Boonyapinyo, T., & Udomsawat, S. (2021). Total Productive Maintenance (TPM) Practices and Their Impact on Manufacturing Performance: A Case Study in the Automotive Industry. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 18(4), 9092-9107.
- Carrillo-Landazábal, MS, Alvis-Ruiz, CG, Mendoza-Álvarez, YY, & CohenPadilla, HE (2019). Lean manufacturing: 5 sy TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. *SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión*, 11 (1),71-86
- Delgado, R., & González, J. (2019). Aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en talleres de reparación de maquinaria industrial. *Revista de Gestión de Mantenimiento*, 13(2), 82-95.
- Desposorio Pulido, A. R., & Rosario Ulco, J. C. (2017). Propuesta de mejora mediante herramientas de mantenimiento productivo total (TPM) para disminuir los costos de operaciones del taller de mantenimiento agrícola en la empresa Camposol S.A. Universidad Privada del Norte.
- Fernández, E. (2018). Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM (Tesis de posgrado). Universidad de Oviedo, España.
- García, L. M., & Paredes, J. A. (2018). Aplicación del TPM en una empresa manufacturera de productos electrónicos. *Ciencia y Tecnología*, 8(1), 45-58.
- Gómez, A., Rodríguez, M., & García, E. (2019). Implementación de TPM en talleres de mantenimiento automotriz: estudio de caso en una empresa del sector. *Revista de Ingeniería Industrial*, 15(2), 48-61. Recuperado de <https://www.revistadeingenieriaindustrial.com/articulos/tpm-talleres-mantenimiento-automotriz-estudio-caso-empresa-sector>.

- González, G., & David, H. (2017). Diseño de un programa de mantenimiento productivo total TPM para vehículos livianos en general del taller mecánico automotriz Tecnicamp. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Hernández Juárez, C., Ortiz López, F., Perez España, N., Juan Santiago, H., & Ortiz Flores, F. (2017). Optimización de antivenenos mediante la implementación de las 5S y el Mantenimiento Productivo Total.
- Mahmoud, M., & El-Nahas, T. (2022). Applying Total Productive Maintenance (TPM) to Optimize the Performance of Maintenance Activities in the Cement Industry. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 21(6), 1500-1517
- Nguyen, D. D., Tran, N. Q., & Le, D. K. (2023). Application of Total Productive Maintenance (TPM) to Improve Equipment Performance in Manufacturing Industries: A Case Study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 29(1), 129-149.
- López, A. B., & Ramírez, C. M. (2019). Análisis de los resultados de la implementación del TPM en una empresa de la industria alimentaria. *Ingenius*, 19(1), 90-101.
- Lopez Zaldivar, L. K., & Marzorati Rodriguez, G. A. (2022). Propuesta de mejora en áreas de transportes y logística según herramientas del TPM y 5S para reducir sobrecostos en empresas distribuidoras de agua potable, Trujillo 2021. Universidad Privada del Norte.
- Pastor, B. (2020). Bernal, P., Plan de aplicación del TPM para los equipos y herramientas de la planta de fabricación y ensamblaje de vehículos de Niko Rancing Colombia. Bogotá.
- Pačaiová, H., & Ižaríková, G. (2019). Base Principles and Practices for Implementation of Total Productive Maintenance in Automotive Industry. *Quality Innovation Prosperity*, 23(1), 45–59.
- Pérez, L. G., & Soto, J. R. (2018). Mejora de la eficiencia y productividad en talleres de mantenimiento mediante la implementación del TPM. *Ingeniería Industrial y de Sistemas*, 12(2), 78-92.
- Piñero, EA, Vivas Vivas, FE y Flores de Valga, LK (2018). Programa 5S's para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, VI (20),99-110.

- Rathore, S., & Bhattacharya, S. (2021). Total Productive Maintenance (TPM) in Service Organizations: A Review and Framework for Implementation. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 38(10), 2145-2170
- Restrepo, C., & Andrés, R. (2021). Mejora de productividad del taller de mecánica del Megataller Andar mediante el análisis de diferentes metodologías y propuesta de implementación de una de ellas. Medellín, Colombia.
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38, 1574–1581.
- Sánchez, P. J., & Muñoz, R. L. (2018). Aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para optimizar el rendimiento de los equipos en una empresa de producción de plásticos. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 8(1), 55-66.
- Serrano, V., & Gustavo, D. (2021). Modelo de gestión de mantenimiento productivo total (TPM) para el parque automotor de vehículos livianos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Azogues. Universidad del Azuay.
- Soto, J. R., & Pérez, L. G. (2019). Aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en talleres de mantenimiento industrial: un enfoque práctico. *Revista de Gestión de Mantenimiento*, 14(2), 98-112.
- Sultana, N., & Gunasekaran, A. (2022). Total Productive Maintenance (TPM) and its Role in Enhancing Sustainable Manufacturing Practices: A Review. *Journal of Cleaner Production*, 321, 128914.



## ANEXOS.

**Anexo 1:** Área de herramientas antes de TPM.



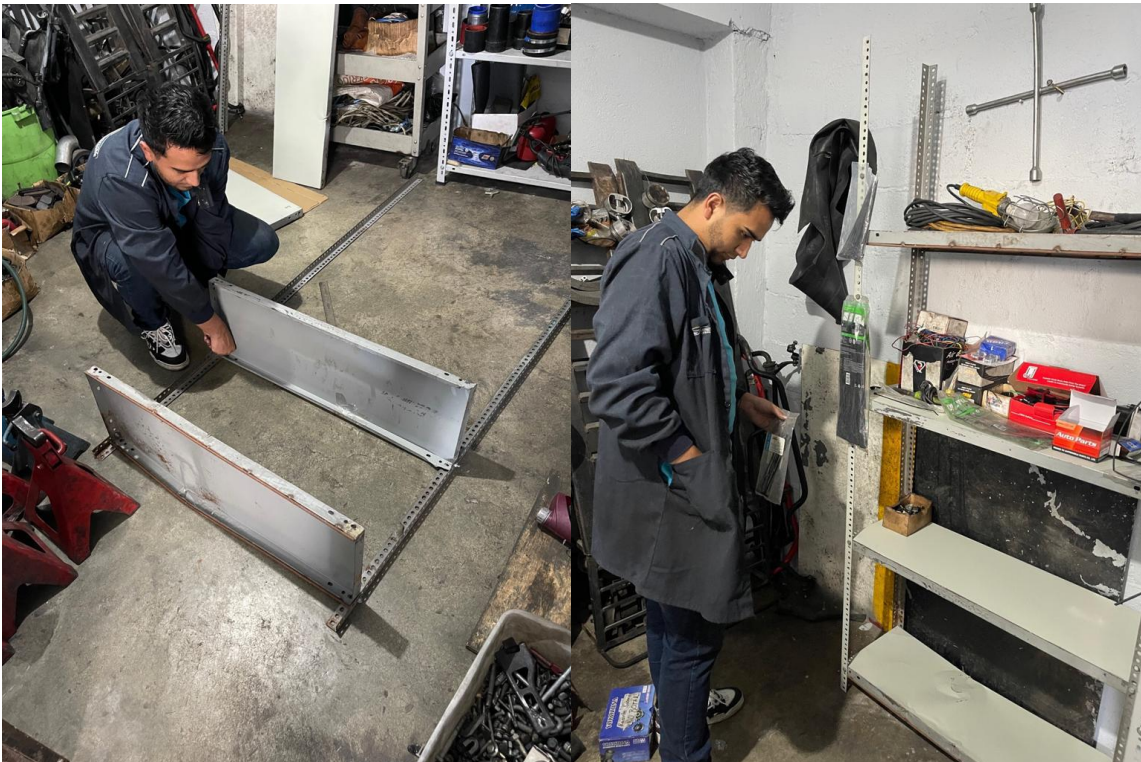
**Anexo 2:** Eliminación de herramientas en mal estado.



**Anexo 3: Reubicación de copas especiales.**



**Anexo 4: Ensamblaje y aprovechamiento de nueva percha.**



**Anexo 5:** Área de herramientas, con nuevas gavetas, etiquetas, percha, limpia y ordenada después de TPM.



**Anexo 6:** Inventario del área de herramientas en Excel.

1	A	B	C	D	E	F
1	Fecha	Código	Producto	Unidad	Descripción	Observaciones
2	26/5/2023	1CH	Llave mixta 8mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas pequeñas en abrazad	Adquirir más llaves mixtas
3	26/5/2023	2CH	Llave mixta 9mm	5 llaves	Utilizadas para purgar mediante los pernos de mordaz	Adquirir más llaves mixtas
4	26/5/2023	3CH	Llave mixta 10mm	7 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas pequeñas de tapa val	Ninguna
5	26/5/2023	4CH	Llave mixta 11mm	10 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas pequeñas de cañerías	Ninguna
6	26/5/2023	5CH	Llave mixta 12mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas medianas en suspensi	Adquirir más llaves mixtas
7	26/5/2023	6CH	Llave mixta 13mm	6 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas medianas en suspensi	Ninguna
8	26/5/2023	7CH	Llave mixta 14mm	8 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis sus	Ninguna
9	26/5/2023	8CH	Llave mixta 15mm	7 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis sus	Ninguna
10	26/5/2023	9CH	Llave mixta 16mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis sus	Adquirir más llaves mixtas
11	26/5/2023	10CH	Llave mixta 17mm	8 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis sus	Ninguna
12	26/5/2023	11CH	Llave mixta 18mm	9 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis sus	Ninguna
13	26/5/2023	12CH	Llave mixta 19mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis sus	Adquirir más llaves mixtas
14	26/5/2023	13CH	Llave mixta 20mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis sus	Adquirir más llaves mixtas
15	26/5/2023	14CH	Llave mixta 21mm	7 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis sus	Ninguna
16	26/5/2023	15CH	Llave mixta 22mm	7 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis sus	Ninguna
17	26/5/2023	16CH	Llave mixta 24mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas grandes en chasis sus	Adquirir más llaves mixtas
18	26/5/2023	18CH	Llave mixta 26mm	8 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas de camiones en chasi	Ninguna
19	26/5/2023	19CH	Llave mixta 30mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas de camiones en chasi	Adquirir más llaves mixtas
20	26/5/2023	20CH	Llave mixta 32mm	5 llaves	Utilizadas para pernos y tuercas de camiones en chasi	Adquirir más llaves mixtas
21	26/5/2023	21CH	Llave mixta 1/8"	6 llaves	Utilizadas para vehículos americanos en pernos y tuer	Ninguna
22	26/5/2023	22CH	Llave mixta 3/16"	6 llaves	Utilizadas para vehículos americanos en pernos y tuer	Ninguna
23	26/5/2023	23CH	Llave mixta 1/4"	6 llaves	Utilizadas para vehículos americanos en pernos y tuer	Ninguna
24	26/5/2023	24CH	Llave mixta 5/16"	6 llaves	Utilizadas para vehículos americanos en pernos y tuer	Ninguna
25	26/5/2023	25CH	Llave mixta 3/8"	6 llaves	Utilizadas para vehículos americanos en pernos y tuer	Ninguna

**Anexo 7:** Checklist de la aplicación de TPM por parte de los técnicos en el Área de Herramientas

<b>Aspecto</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Encargado</b>	<b>Fecha</b>
Orden y limpieza de las herramientas					
Control de inventario de herramientas					
Identificación de herramientas					
Mantenimiento y cuidado de herramientas					
Herramientas adecuadas y en buen estado					
Seguridad en el manejo de herramientas					
Capacitación del personal en el uso de herramientas					

**Anexo 8:** Área de bodega antes de TPM.



**Anexo 9:** Inicio de TPM en el área de bodega.



**Anexo 10:** Elaboración de contenedor para repuestos usados y piezas originales de la flota de vehículos del taller



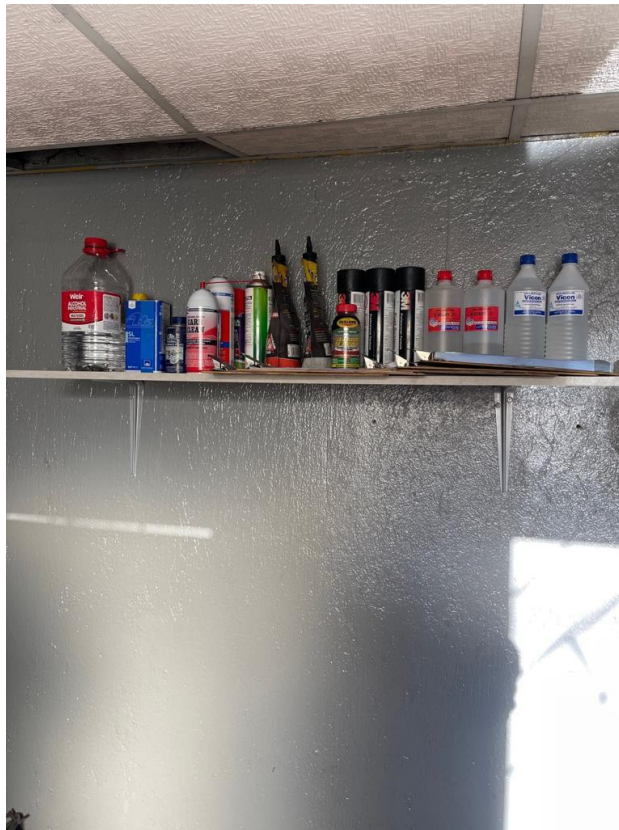
**Anexo 11:** Instalación de tacos para repisa en el área de bodega.



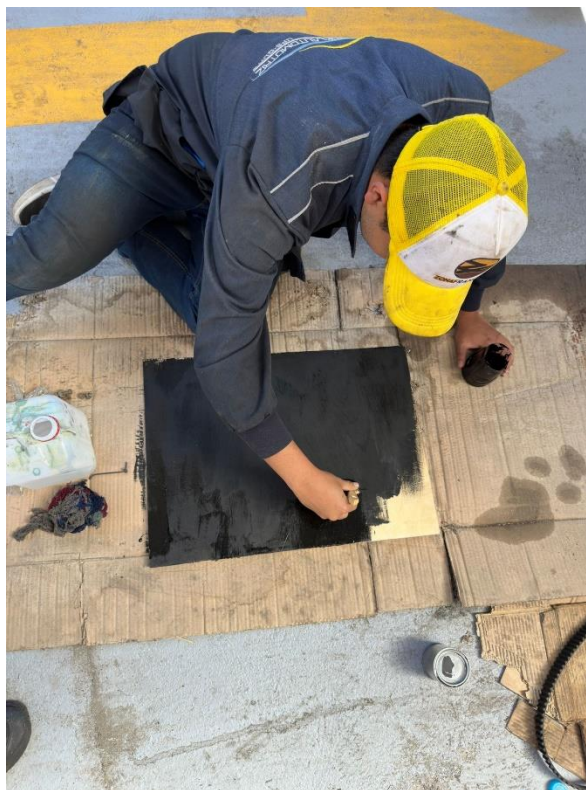
**Anexo 12:** Instalación de repisa en el Área de bodega.



**Anexo 13: Repisa instalada.**



**Anexo 14: Inicio de infraestructura para computadora.**





**Anexo 15: Medición e instalación de computadora.**



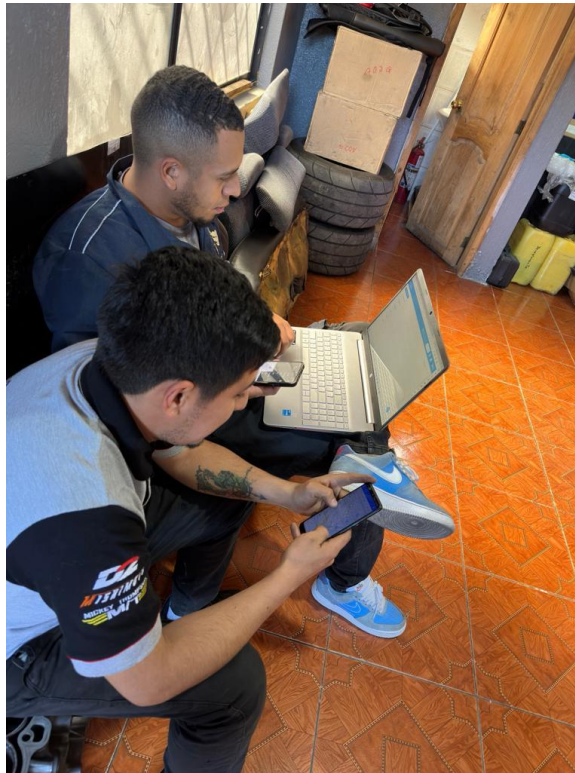
**Anexo 16:** Computadora instalada para el control de inventarios y ordenes de trabajo en área de Bodega.



**Anexo 17:** Orden y etiquetado del área de Bodega.



**Anexo 18:** Capacitación y demostración de uso del Fractal One al jefe de taller.



**Anexo 19:** Área de Bodega, con nueva repisa, contenedor de pieza, etiquetas, limpia y ordenada.



**Anexo 20:** Área de bodega, con nueva repisa, contenedor de pieza, etiquetas, limpia y ordenada.

1	Fecha	Código	Producto	Unidad	Descripción	Observaciones
2	23/5/2023	1CA	Acecite SAE 20w-50	6 galones	Para motores de alta temperatura y carga pesada	Ninguna
3	23/5/2023	2CA	Acecite SAE 75w-85	3 galones	Se utiliza comúnmente en transmisiones manuales	Adquisición de nuevo "Stock"
4	23/5/2023	3CA	Acecite SAE 10w-30	6 galones	Su capacidad de fluir fácilmente en temperaturas bajas	Ninguna
5	23/5/2023	4CA	Acecite SAE 10w-60	24 galones	Se utiliza en motores deportivos	Ninguna
6	23/5/2023	5CA	Acecite SAE 5w-30	6 galones	Es comúnmente utilizado en motores de automóviles y camiones livianos	Ninguna
7	23/5/2023	6CA	Acecite SAE 5w-40	3 galones	También se utiliza en motores de alto rendimiento	Ninguna
8	23/5/2023	7CA	Acecite SAE 15w-40	12 galones	Este aceite es ampliamente utilizado en motores diésel	Ninguna
9	23/5/2023	8CA	Refrigerante AG13	12 galones	Refrigera el motor	Ninguna
10	23/5/2023	9CA	Aceite hidráulico	12 litros	Se utiliza en transmisiones y direcciones de vehículos	Ninguna
11	23/5/2023	10CA	Aceite de frenos	5 litros	Se utiliza para la cañería de frenos	Adquisición de nuevo "Stock"
12	23/5/2023	11CA	Aceite 2 tiempos	5 litros	Se utiliza en motores antiguos 2 tiempos y motores rotativos	Adquisición de nuevo "Stock"
13	23/5/2023	12CA	Filtro de aceite para Honda	13 unidades	Filtro de aceite de motor para Honda Civic, Accord y Prelude	Ninguna
14	23/5/2023	13CA	Filtro de aceite para Subaru	6 unidades	Filtro de aceite de motor para Subaru Impreza WRX STI	Ninguna
15	23/5/2023	14CA	Filtro de aceite para Mustang	10 unidades	Filtro de aceite de motor para Ford Mustang ecoboost, Gt y shelby 350	Ninguna
16	23/5/2023	15CA	Filtro de aceite para Audi	7 unidades	Filtro de aceite de motor para Audi A4, RS4, A3, RS3 y A1	Ninguna
17	23/5/2023	16CA	Filtro de aceite para Nissan	5 unidades	Filtro de aceite de motor para Nissan GTR, 350z, 240z y Patrol	Adquisición de nuevo "Stock"
18	23/5/2023	17CA	Filtro de aceite para Mitsubishi	6 unidades	Filtro de aceite de motor para Mitsubishi Lancer Evolution 10, 9 y Eclipse	Adquisición de nuevo "Stock"
19	23/5/2023	18CA	Filtro de aceite para Chevrolet	12 unidades	Filtro de aceite de motor para Chevrolet sail, aveo, spark, y captiva	Ninguna
20	23/5/2023	19CA	Filtro de aceite para Ford	10 unidades	Filtro de aceite de motor para Explorer, F150 y Edge	Ninguna
21	23/5/2023	20CA	Filtro de aceite para Toyota	12 unidades	Filtro de aceite de motor para Toyota MR2, Supra mk4 y Camrry	Ninguna
22	23/5/2023	21CA	Filtro de aire para Honda	10 unidades	Filtro de aire de motor para Honda Civic, Accord y Prelude	Ninguna
23	23/5/2023	22CA	Filtro de aire para Subaru	12 unidades	Filtro de aire de motor para Subaru Impreza WRX STI	Ninguna
24	23/5/2023	23CA	Filtro de aire para Mustang	9 unidades	Filtro de aire de motor para Ford Mustang ecoboost, Gt y shelby 350	Ninguna
25	23/5/2023	24CA	Filtro de aire para Audi	11 unidades	Filtro de aire de motor para Audi A4, RS4, A3, RS3 y A1	Ninguna

**Anexo 21:** Checklist de la aplicación de TPM por parte de los técnicos en el Área de Bodega.

Aspecto	Sí	No	Observaciones	Encargado	Fecha
Organización y limpieza					
Gestión de inventario					
Almacenamiento adecuado					

Etiquetado e identificación					
Mantenimiento preventivo					
Seguridad					
Control de calidad					
Cumplimiento de normas y regulaciones					
Gestión de residuos					
Capacitación del personal					

**Anexo 22:** Concientización sobre el TPM en el área de trabajo.



**Anexo 23:** Nuevo coche de herramientas.



**Anexo 24:** Área de Trabajo antes de TPM.



**Anexo 25:** Área de Trabajo después de TPM.



**Anexo 26:** Manejo de desechos solidos.



**Anexo 27:** Área de Motores antes de TPM.





**Anexo 28:** Etiquetado del Área de Motores.



**Anexo 29:** Aplicación de TPM.



### Anexo 30: Inventario del Área de Motores.

1	A	B	C	D	E	F	G
1	Fecha	Código	Producto	Unidad	Descripción	Observaciones	
2	29/5/2023	1CM	Bielas forjadas para Honda	8 unidades	Bielas forjadas para 500 hp en motor b18	Ninguna	
3	29/5/2023		Bielas forjadas para Subaru	4 unidades	Bielas forjadas para 600 hp en motor boxer	Ninguna	
4	29/5/2023	3CM	Bielas forjadas para Audi	8 unidades	Bielas forjadas paea 350 hp en motor en linea	Ninguna	
5	29/5/2023	4CM	Bielas forjadas para Toyota	6 unidades	Bielas forjadas para motor en linea 2jz	Ninguna	
6	29/5/2023	5CM	Bielas forjadas para Nissan	6 unidades	Bielas forjadas para motor en V	Ninguna	
7	29/5/2023	6CM	Turbo Garret 15 psi	1 unidad	Turbo para 350 hp	Ninguna	
8	29/5/2023	7CM	Turbo Garret 12 psi	1 unidad	Turbo para 300 hp	Ninguna	
9	29/5/2023	8CM	Turbo Garret 30psi	2 unidades	Turbo para 700 hp	Ninguna	
10	29/5/2023	9CM	Turbo Garret 20psi	1 unidad	Turbo para 500 hp	Ninguna	
11	29/5/2023	10CM	Culata de Suzuki	1 unidad	Culata nueva para cambio de relación de compresión	Ninguna	
12	29/5/2023	11CM	Culatas forjadas de Nissan	2 unidades	Culatas forjadas para cambio de relación de compresión	Ninguna	
13	29/5/2023	12CM	Culata forjada de Toyota	1 unidad	Culata forjada para soportar 1000hp	Ninguna	
14	29/5/2023	13CM	Culatas forjadas de Subaru	2 unidades	Culatas forjadas para cambio de relación de compresión	Ninguna	
15	29/5/2023	14CM	Inyectores	6 unidades	Inyectores de 400cc	Ninguna	
16	29/5/2023	15CM	Inyectores	8 unidades	Inyectores de 500cc	Ninguna	
17	29/5/2023	16CM	Pistones forjados para Honda	8 unidades	Pistones para motor b18 con alta relación de compresión	Ninguna	
18	29/5/2023	17CM	Pistones forjados para Subaru	4 unidades	Pistones forjados para disminuir la relación de compresión	Ninguna	
19	29/5/2023	18CM	Pistones forjados para Audi	8unidades	Pistones nuevos para mejor dispersión de calor	Ninguna	
20	29/5/2023	19CM	Pistones forjados para Toyota	6 unidades	Pistones para 1000 hp	Ninguna	
21	29/5/2023	20CM	Pistones forjados para Nissan	6 unidades	Pistones nuevos para mejor dispersión de calor	Ninguna	
22	29/5/2023	21CM	Cigüeñal forjado para Nissan	1 unidad	Cigüeñal forjado para Nissan v6	Ninguna	
23	29/5/2023	22CM	Cigüeñal forjado para Subaru	1 unidad	Cigüeñal forjado para Subaru motor boxer	Ninguna	
24	29/5/2023	23CM	Limpiador de Inyectores	1 unidad	Permite la limpieza mediante ultrasonido	Ninguna	
25	29/5/2023	24CM	Prensa hidráulica	1 unidad	Permite la aplicación de fuerzas mayores para extracción	Ninguna	

### Anexo 31: Checklist de la aplicación de TPM por parte de los técnicos en el Área de Motores.

Aspecto	Sí	No	Observaciones	Encargado	Fecha
Disponibilidad de piezas y componentes					
Orden y limpieza del área de trabajo					
Herramientas adecuadas y en buen estado					

Procedimientos de armado documentados					
Cumplimiento de especificaciones técnicas					
Verificación de tolerancias y ajustes					
Control de calidad en el proceso de armado					
Pruebas y verificaciones post-armado					

**Anexo 32:** Medición del taller para croquis de riesgos.



**Anexo 33:** Ubicación de stock en el área de exhibición.



**Anexo 34:** Limpieza de paredes y revision de ulimacion del area de pintura.



**Anexo 35:** Checklist de la ampliación de TPM por parte de los técnicos en el Área de Pintura.

<b>Aspecto</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha</b>
Preparación adecuada de superficies					
Control de calidad de las mezclas de pintura					
Aplicación uniforme y sin defectos					
Protección adecuada de áreas no pintadas					
Secado y curado apropiados					
Control de calidad final					

**Anexo 36:** Encuesta llenada por el Gerente del Taller

EVALUACION DE LA PRODUCTIVIDAD DEL TALLER RULL PERFORMANCE					
Indicador	1 (MUY BAJO)	2 (BAJO)	3 (MEDIO)	4 (ALTO)	5 (MUY ALTO)
Eficiencia en el cumplimiento de plazos		X			
Utilización efectiva de los recursos		X			
Calidad de los productos o servicios			X		
Trabajo en equipo y colaboración		X			
Organización y orden en el lugar de trabajo	X				
Capacidad de respuesta ante emergencias		X			
Comunicación efectiva	X				
Cumplimiento de los estándares de seguridad	X				
Innovación y mejora	X				

**Anexo 37:** Encuesta para el personal técnico.

<b>EVALUACION DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DEL TALLER RULL PERFORMANCE</b>					
<b>Indicador</b>	<b>Nunca</b>	<b>Una vez por semana</b>	<b>Una vez por mes</b>	<b>Una vez por año</b>	<b>Por defecto</b>
Inspección visual de los equipos	X				
Limpieza de los equipos			X		
Lubricación de los componentes móviles	X				
Ajuste de componentes y conexión	X				
Verificación de calibración de los equipos					X
Reemplazo de piezas desgastadas o dañadas					X
Pruebas de funcionamiento	X				
Registro y documentación de actividades	X				

### Anexo 38: Plan de mantenimiento preventivo en Excel.

PLAN DE MANTENIMIENTO RULL - Excel										
Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda ¿Qué desea hacer?										
AR11										
B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
<b>#RULL PERFORMANCE</b>										
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>										
1										
2	LIMPIADOR DE INYECTORES		SEMANA	27						
3	COMPONENTES	ACTIVIDAD	SEMANA DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	T	F	S	S	M	J
4	Tanque limpiador	Limpieza y reemplazo de filtros	2	QUINCENAL	X	X	X	X	X	X
5	Bomba de combustible	Reemplazo de filtro de combustible y verificación de alimentación eléctrica	3	SEMESTRAL	X					
6	Manómetro regulador de presión	Calibración, limpieza e inspección de la línea de suministro	4	TRIMESTRAL	X					
7	Conectores e adaptadores	Verificación de hermeticidad y limpieza de contactos	4	BIMENSUAL	X					
8	Válvula de retención	Limpieza y verificación de bloqueo	3	SEMESTRAL	X					
9	Interruptor de apagado emergente	Inspección visual y verificación de desgaste	2	MENSUAL	X		X	X	X	X
10										
11	PRESA HIDRAULICA									
12	COMPONENTES	ACTIVIDAD	SEMANA DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	T	F	S	S	M	J
13	CILINDRO HIDRAULICO	LIMPIEZA Y LUBRICACION DE PUNTOS DE ARTICULACION	4	TRIMESTRAL	X					
14	BOMBA HIDRAULICA	VERIFICAR NIVEL Y CALIDAD DE ACEITE	2	SEMESTRAL	X					
15	TANQUE DE ACEITE	LIMPIEZA Y REEMPLAZO DE ACEITE	4	TRIMESTRAL	X					
16	PLACA BASE Y MARCO	INSPECCION EN BUSCA DE DEFORMACIONES	4	BIMENSUAL	X		X		X	X
17										
18	COLECTOR DE ACEITE									
19	COMPONENTES	ACTIVIDAD	SEMANA DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	T	F	S	S	M	J
20	TANQUE	VERIFICAR NIVEL DE ACEITE	1	SEMANAL	X	X	X	X	X	X
21	SISTEMA DE DRENAJE	LIMPIAR Y DESTACAR	3	MENSUAL	X		X	X	X	X
22	BOMBA DE EXTRACCION	LUBRICACION	4	TRIMESTRAL	X				X	X
23	FILTRO DE ACEITE	REEMPLAZO	4	SEMESTRAL	X					
24										
25	COMPRESOR DE AIRE									
26	COMPONENTES	ACTIVIDAD	SEMANA DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	T	F	S	S	M	J
27	MOTOR	VERIFICAR LUBRICACION Y LIMPIEZA DE DUCTOS DE VENTILACION	4	MENSUAL	X	X	X	X	X	X
28	COMPRESOR	REEMPLAZAR FILTROS DE AIRE	2	BIMENSUAL	X		X		X	
29	TANQUE AIRE	DRENAR EL CONDENSADO ACUMULADO	4	SEMESTRAL	X				X	
30	MANÓMETRO	CALIBRAR Y VERIFICAR PRECISIÓN	3	TRIMESTRAL	X			X		
31	LINEAS NEUMATICAS	INSPECCIONAR VISUALMENTE EN BUSCA DE FUGAS	3	SEMANAL	X	X	X	X	X	X
32										
33	GATO HIDRAULICO									
34	COMPONENTES	ACTIVIDAD	SEMANA DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	T	F	S	S	M	J
35	CILINDRO HIDRAULICO	INSPECCIONAR CILINDRO EN BUSCA DE FUGAS	2	QUINCENAL	X	X	X	X	X	X
36	PISTON	LIMPIEZA, LUBRICACION Y REVISION DE SELLO	3	SEMESTRAL	X					
37	RUEDAS	DESCONTAMINACION DE SUPERFICIE DE CONTACTO	4	TRIMESTRAL	X				X	
38	PALANCA	LIMPIEZA Y ENGRASADA	4	BIMENSUAL	X			X		X
39	VALVULA DE LIBERACION	LIMPIEZA Y LUBRICACION	3	SEMESTRAL	X					
40										
41										

### Anexo 39: Plan maestro en Excel.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
<b>PLAN MAESTRO DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN RULL PERFORMANCE</b>														
	Actividades	Encargados	Abril				Mayo				Junio			
			2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
5	Presentación del título del proyecto al Jefe de Taller		X											
6	Aprobación por parte del Jefe del Taller		X											
7	Encuesta acerca de la productividad y estado del Taller													
8	Medición del rendimiento de equipos													
9	Seguimiento y toma de datos de trabajos diarios realizados													
10	Descripción de las áreas													
11	Diagnostico actual de los equipos del Taller													
12	Calculo inicial de eficiencia, disponibilidad y productividad													
13	Encuesta acerca del mantenimiento de equipos al personal técnico													
14	Aplicación de TPM en el Taller													
15	Propagación del Mantenimiento Total Productivo													
16	Objetivos y políticas básicas del TPM													
17	Inicio formal de TPM													
18	Aplicación de las 5S en el Taller													
19	Desarrollo de mantenimiento autónomo													
20	Implementación de formatos de mantenimiento para equipos													
21	Plan de mantenimiento preventivo													
22	Capacitación acerca de TPM													
23	Propuesta de adquisición de EPP y equipos necesarios al Jefe Taller													
24	Etapa final del TPM en el Taller: Calculo final de productividad													
25	Comparación antes y después del Programa TPM	Jefe de Taller/ Técnicos												
26														
27														
28														
29														
30														



**Anexo 40: Hoja de trabajo en Fracctal One.**



**Rull Performance**

Nº: 6

Fecha: **2023-06-19**

Calificación:

Orden de Trabajo

**GENERÓ:** Daniel Saltos

**RESPONSABLE:** Daniel Saltos

**DURACIÓN ESTIMADA:** 03:00:00

**NOTAS:**

**ACTIVOS**

**DESCRIPCIÓN:** Nissan Silvia s14 Nissan s14 { 2jz }

**UBICADO EN Ó ES PARTE DE:** //

**CLASIFICACIÓN 1:**

**TIPO:**

**CLASIFICACIÓN 2:**

**PRIORIDAD:**

**CENTRO DE COSTO:**

**CÓDIGO DE BARRAS:**

**TAREA NO PLANIFICADA**

**DESCRIPCIÓN:** Cambio de empaque de cabezote - Rectificación de cabezote - Asentamiento de válvulas

**FECHA PROGRAMADA:** 2023-06-19

**FECHA Y HORA DE INICIO:** 2023-06-19 14:42

**TIPO DE TRABAJO:** Mantenimiento correctivo

**FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN:** \_\_\_\_\_

**PRIORIDAD:** Media

**TIEMPO TOTAL DE TRABAJO:** 00:00:00

**ACTIVADOR:** Tarea no Programada

**TIEMPO FUERA DE SERVICIO:** 00:00:00

**CLASIFICACIÓN 1:**

**SOLICITADO POR:** Daniel Saltos

**CLASIFICACIÓN 2:**

**NÚMERO DE SOLICITUD:**

**FECHA DEL EVENTO:** 2023-06-19 14:33

**NOTAS:**

**SUBTAREAS**

Grupo/Parte	Procedimiento	Resultado
	Procedimiento	

**TIPO DE FALLA:** Baja compresión

**CAUSA DE FALLA:** Recalentamiento del motor

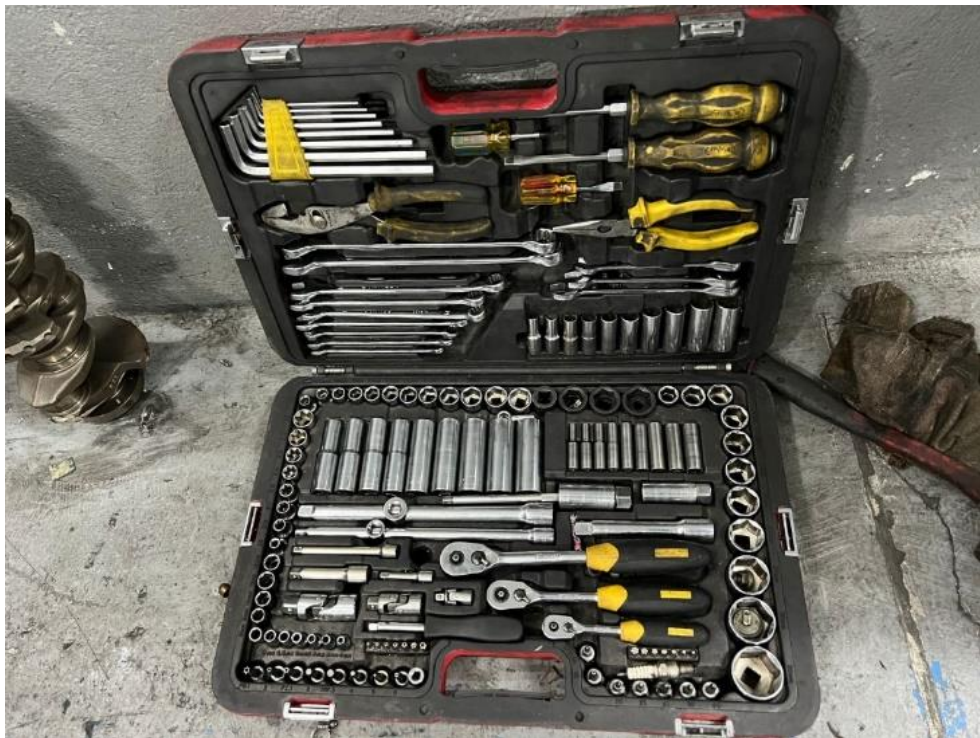
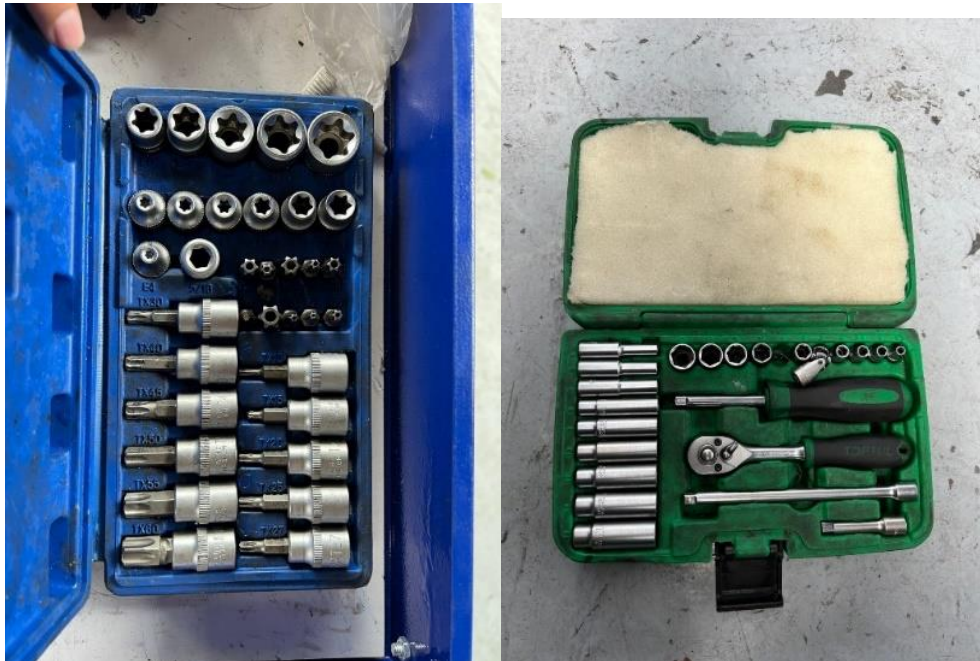
**MÉTODO DE DETECCIÓN DE FALLA:** Pruebas de vacío y compresión de la cámara de combustión

**SEVERIDAD DE LAS FALLAS:** Media

**TIEMPO DE INTERRUPCIÓN A OTROS ACTIVOS:** 00:00:00

**TIPO DE DAÑO CAUSADO:** Ninguno

Anexo 41: Cajas de herramientas ordenadas y limpias.



**Anexo 42:** Entrada despejada y libre para la movilidad de vehículos.



**Anexo 43:** Nuevo Kit de extractores.



**Anexo 44:** Accesorios nuevos para el multímetro.





**Anexo 45:** Nuevas camillas.




**Anexo 46:** Productividad final del Taller.



**Anexo 47:** Señales de advertencia de peligro y uso de EPP.

Señal de Riesgo	Descripción	Acción Preventiva
Suelo resbaladizo	Presencia de aceite, grasa u otros líquidos	
Chispas o llamas	Uso de herramientas eléctricas o de soldadura	

Ruido excesivo	Maquinaria o herramientas ruidosas	
Altas temperaturas	Motores, escapes o partes calientes	