

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Estandarización del Proceso de Mantenimiento en el Taller
Mecánico de Proauto Mediante un Estudio de Tiempos y
Movimientos**

Sistematización de experiencias prácticas de investigación e intervención

Leonardo Xavier Sandoval Almeida

Karen Liseth Proaño Campaña

Ingeniería Industrial

**Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Industrial**

Quito, 19 de mayo de 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**Estandarización del Proceso de Mantenimiento en el Taller Mecánico de
Proauto Mediante un Estudio de Tiempos y Movimientos**

Leonardo Xavier Sandoval Almeida
Karen Liseth Proaño Campaña

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Cristina Camacho MSc.

Firma del profesor

Quito, 19 de mayo de 2017

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Leonardo Xavier Sandoval Almeida

Código: 00103471

Cédula de Identidad: 1719364695

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Karen Liseth Proaño Campaña

Código: 00111217

Cédula de Identidad: 1803848371

Firma del estudiante: _____

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2017

RESUMEN

El presente estudio se desarrolla en el proceso de mantenimiento preventivo del área de postventa de la empresa Proauto, concesionario de la marca Chevrolet en el Ecuador, con el objetivo de aumentar la productividad e identificar oportunidades de mejora respecto a los métodos de trabajo actuales. Existen desperdicios e ineficiencias relacionadas a la falta de estandarización del trabajo en el proceso de mantenimiento preventivo. Para cumplir con el objetivo del estudio, el levantamiento de información se lo realiza a través del método de observación directa del trabajo y las herramientas utilizadas son formatos de recolección de datos, entrevistas y reuniones con el personal involucrado con el propósito de determinar la situación actual del proceso. Los esfuerzos están enfocados en determinar el tiempo real necesario para completar una tarea considerando varios aspectos como calidad, tiempos de entrega, homogeneidad en actividades y herramientas. La información levantada conducirá a propuestas de mejora en el desarrollo de los métodos de trabajo e incluyen estandarización de tiempos, actividades, herramientas e insumos. Finalmente, las mejoras que se propusieron son herramientas de la filosofía Lean Manufacturing para la reducción de desperdicios en un proceso como estudio del trabajo, 6'S y estandarización.

Palabras clave: Ingeniería industrial, estudio de tiempos y movimientos, estandarización, taller mecánico, metodología 8D.

ABSTRACT

The present study is developed in the process of preventive maintenance in the post-sale area of the Proauto company, a Chevrolet dealership in Ecuador, with the aim of increasing productivity and identifying opportunities for improvement over current working methods. There are waste and inefficiencies related to the lack of standardization of work in the preventive maintenance process. In order to fulfill the objective of the study, the information is collected through the direct observation of the work and the tools used are data collection formats, interviews and meetings with the personnel involved in order to determine the current situation of process. The efforts of the study are focused on determining the real time needed to complete a task considering several aspects such as quality, delivery times, standardization in activities and tools. The information collected will lead to improvement proposals in the development of work methods and include standardization of times, activities, tools and inputs. Finally, the proposed improvements are tools of the Lean Manufacturing philosophy for the reduction of waste in a process such as work study, 6'S and standardization.

Key words: Industrial engineering, time and motion study, standardization, car service center, 8D methodology.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	7
2. Justificación del proyecto	8
3. Revisión Literaria	8
4. Metodología	10
5. Resultados	18
6. Conclusiones y recomendaciones	33
Referencias bibliográficas	36
Anexos	37

Estandarización del Proceso de Mantenimiento en el Taller Mecánico de Proauto Mediante un Estudio de Tiempos y Movimientos

**Leonardo Xavier Sandoval Almeida
Karen Liseth Proaño Campaña**

Universidad San Francisco de Quito
Quito, Ecuador

Abstract

El presente estudio se desarrolla en el proceso de mantenimiento preventivo del área de postventa de la empresa Proauto, concesionario de la marca Chevrolet en el Ecuador, con el objetivo de aumentar la productividad e identificar oportunidades de mejora respecto a los métodos de trabajo actuales. Existen desperdicios e ineficiencias relacionadas a la falta de estandarización del trabajo en el proceso de mantenimiento preventivo. Para cumplir con el objetivo del estudio, el levantamiento de información se lo realiza a través del método de observación directa del trabajo y las herramientas utilizadas son formatos de recolección de datos, entrevistas y reuniones con el personal involucrado con el propósito de determinar la situación actual del proceso. Los esfuerzos están enfocados en determinar el tiempo real necesario para completar una tarea considerando varios aspectos como calidad, tiempos de entrega, homogeneidad en actividades y herramientas. La información levantada conducirá a propuestas de mejora en el desarrollo de los métodos de trabajo e incluyen estandarización de tiempos, actividades, herramientas e insumos. Finalmente, las mejoras que se propusieron son herramientas de la filosofía Lean Manufacturing para la reducción de desperdicios en un proceso como estudio del trabajo, 6'S y estandarización.

Keywords

Ingeniería industrial, estudio de tiempos y movimientos, estandarización, taller mecánico, metodología 8D.

1. Introducción

En los últimos años, Ecuador ha presenciado una contracción significativa en el sector automotriz debido a las restricciones de cupos de importación (AEADE, 2016). En noviembre del 2016, se registró una disminución en la venta de vehículos del 38.6%, en comparación con el mismo periodo del año 2015 (AEADE, 2016). Los modelos con mayor afectación fueron las camionetas, con una reducción del 40.3% en ventas, mientras que los vehículos livianos, como automóviles y los SUVs disminuyeron en un 35.6% (AEADE, 2016). Proauto, al ser un concesionario de vehículos de la marca Chevrolet fue perjudicado directamente con este acontecimiento por lo que presentó una caída en ventas del 16.5% en comparación con el año pasado (PROAUTO, 2016). Esta contracción no solamente afectó al servicio de venta directa de vehículos, sino también a las actividades relacionadas al servicio de postventa (PROAUTO, 2016). Las cifras estadísticas respecto a la disminución en compra de repuestos e insumos necesarios para mantenimientos preventivos o reparaciones reflejan una caída del 9.7% comparado con el mismo periodo del año anterior (PROAUTO, 2016). Una de las principales causas por las cuales la compra de repuestos e insumos ha disminuido es el descenso de la fidelidad del cliente en relación al cumplimiento del mantenimiento preventivo (PROAUTO, 2016). Según estadísticas de la empresa, a los 5000 Km el porcentaje de fidelidad del cliente es del 87%, mientras que a los 100000 Km tan sólo el 1.3% de los clientes acuden a realizar el mantenimiento preventivo de su vehículo en la casa automotriz; es decir, de 14500 vehículos antiguos que rodean los 100000 Km, sólo 140 asisten a realizar el mantenimiento apropiado, mientras que el resto los realiza en mecánicas particulares o simplemente no los realizan (Méndez, 2016).

El presente proyecto se desarrolla en el área de postventa de Proauto y se enfoca en la optimización del proceso de mantenimiento preventivo. Actualmente dicho proceso involucra un trabajo netamente manual e implica, principalmente, movimientos que influyen en el tiempo de operación y generan una variabilidad de la calidad del servicio (Talib & Daim, 2010).

El objetivo principal del presente proyecto es estandarizar el proceso de mantenimiento preventivo de 5000 Km de los principales modelos de automóviles de la marca Chevrolet en el concesionario Proauto, a través de un Estudio de Tiempos y Movimientos para alcanzar un servicio óptimo y eficiente con calidad homogénea. Este objetivo se lo alcanzará mediante la estandarización de los tiempos, movimientos, actividades y materiales en cada una de las operaciones de mantenimiento; la identificación de las herramientas e insumos utilizados en cada tipo de mantenimiento según la categoría del vehículo y el kilometraje correspondiente; y la realización de un Estudio de Tiempos y Movimientos para identificar tiempos, distancias y actividades que agregan y no agregan valor al mantenimiento vehicular.

2. Justificación del proyecto

General Motors del Ecuador anualmente evalúa la excelencia en las operaciones de sus diversos concesionarios a nivel nacional (GM, 2014). La evaluación es realizada a través del nivel cumplimiento de diversos indicadores (PROAUTO, 2016). Entre los principales indicadores evaluados específicamente en el servicio de postventa se encuentran: facturación promedio, ingresos promedios, porcentaje de retención, entre otros (PROAUTO, 2016). Con el objetivo de cumplir con los indicadores propuestos por General Motors al inicio de cada año, el servicio de Postventa de Proauto implementa estrategias de fidelización del cliente basadas en excelencia en el servicio de venta y postventa y creación de ofertas y promociones en sus servicios (Méndez, 2016). Por ejemplo, Proauto ofrece garantías hasta 20000 Km o descuentos en mantenimientos de 5000 Km, con el objetivo de enganchar al cliente para los próximos mantenimientos (Méndez, 2016). Sin embargo, en los últimos dos años se ha convertido en un reto complicado por la realidad que vive el país actualmente, donde se tiene un 10% menos de vehículos circulando por las calles y la fidelidad del cliente ha tenido una caída notoria (Méndez, 2016).

A pesar de que el enfoque en el cliente genera una ventaja importante y sustentable, es necesario poder optimizar los procesos para poder generar rentabilidad en el negocio (Niebel & Freivalds, 2009). Según el departamento de contabilidad de la empresa, el proceso de mantenimiento, en el área de postventa, es uno de los procesos que mayor cantidad de ingresos genera a Proauto (Méndez, 2016). Sin embargo, la gerencia ha notado ineficiencias en el mismo y diversas oportunidades de mejora enfocadas principalmente en tiempos, distancias y actividades (Méndez, 2016). Con base en estos aspectos se define el problema principal de la presente investigación dado que no existe control sobre el registro de tiempos reales de trabajo, se realizan movimientos innecesarios durante el trabajo y no existe una estandarización de actividades a realizarse durante el mismo (Méndez, 2016).

3. Revisión Literaria

3.1 Estudio de Tiempos y Movimientos

El Estudio de Tiempos y Movimientos es una técnica que combina tanto el estudio de tiempos, desarrollado por Frederick Taylor, como el estudio de movimientos, desarrollado por Frank y Lillian Gilbreth (Meyers, 2000). En lo que respecta al estudio de tiempos, este es utilizado para medir el rendimiento del trabajo y establecer un tiempo estándar para realizar una tarea con base a diversos parámetros como holguras por fatigas y retrasos personales e inevitables (Niebel & Freivalds, 2009). Si los tiempos estándar se establecen con precisión es posible aumentar la eficiencia del equipo y el personal (Niebel & Freivalds, 2009). Antes de comenzar con un estudio de tiempos, deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales, como por ejemplo: el método debe estandarizarse en todos los aspectos del trabajo antes de iniciar el estudio (Meyers, 2000).

El estudio de movimientos es un estudio sistemático de los movimientos humanos para el desarrollo de una operación (Janania, 2008). El propósito de este tipo de estudios es eliminar movimientos innecesarios e identificar la mejor secuencia de movimientos para maximizar la eficiencia (Janania, 2008). Por lo tanto, el estudio de movimientos puede ser utilizado como una herramienta poderosa para el incremento de la productividad [...] y para el desarrollo de métodos de trabajo que son eficientes en cuanto a movimientos (Meyers, 2000). Al realizar este tipo de estudios, el analista trata de eliminar movimientos innecesarios, combinar actividades, reducir fatiga, mejorar la organización del lugar de trabajo y mejorar el diseño de herramientas y equipos (Stevenson, 2012).

A continuación se presenta una revisión literaria respecto a estudios de tiempos y movimientos. Las conclusiones obtenidas en esta revisión literaria fueron que el 89.5% de los estudios revisados que aplican la técnica de estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de procesos en diversos campos de aplicación, complementan esta técnica con el uso de elementos adicionales como cámaras de video, observación directa, análisis de datos a través de software especializados, entrevistas y encuestas de satisfacción, así como la

comparación de datos de cronómetro con otros medios electrónicos de recolección de información (Ovalle-Castiblanco & Cárdenas 2016). El 7% de los estudios utilizaron cámaras de video para el análisis de los tiempos y movimientos a través de la reproducción de la cinta, el 11,5% utilizaron observación directa y software especializados, mientras que el 7,5% aplicaron observación directa, toma de tiempos con cronómetros y encuestas de satisfacción. Adicionalmente, el 5,5% de los artículos analizados utilizaron la técnica de muestreo como base para la recolección de información (Ovalle-Castiblanco & Cárdenas 2016).

En relación a la tendencia en la aplicación de estudio de tiempos y movimientos, a pesar que la revisión literaria denota una marcada tendencia a la aplicación de estudio de tiempos con cronómetro en su forma tradicional, se observa que se empieza a abrir un camino hacia la utilización de elementos tecnológicos que ayudan a la recolección de información, así como la realización del análisis de los datos obtenidos a través de softwares especializados y la realización de comparaciones con medios electrónicos y automáticos para poder verificar la confiabilidad de los resultados. De igual manera, los autores concluyen que el sector de la salud es el más estudiado en el campo de referencia en los últimos 20 años, dado que de los 90 artículos revisados en el estudio, 83 pertenecen a este sector, lo cual representa un 92% de los artículos. De estos, aproximadamente el 7% de los artículos fueron publicados en los últimos 6 años, lo cual demuestra que existe un creciente interés por parte de los investigadores del campo de la salud en el tema de tiempos y movimientos. La ubicación geográfica de los artículos estudiados muestra que se concentra principalmente en Estados Unidos (32 artículos) y Australia (14%). En relación a Latinoamérica solamente se encontraron 5 artículos ubicados en Sudamérica en el campo de la salud, servicios, educación y agricultura (Ovalle-Castiblanco & Cárdenas 2016).

Según el autor Merwan Mehta (2012), quien realizó un estudio en la compañía americana Carolina Cabinet Company, dedicada a la fabricación de accesorios para el hogar, en la compañía, el tiempo de entrega de un orden de 120 accesorios se estimaba en 22.6 semanas (Valverde, 2016). La gerencia decidió realizar un estudio de tiempos y movimientos para reducir el tiempo de entrega de dichas órdenes mediante la implementación de trabajo estándar, balanceo de líneas, y un reloj ubicado en el área de trabajo donde se monitorea constantemente el tiempo de cada (Valverde, 2016). Como resultado final del estudio se logró reducir el tiempo de entrega a 10 semanas, el mínimo de número de operarios se redujo de 15 a 12 y en dicho tiempo se generó un ahorro total de \$155000 (Valverde, 2016).

Así mismo, en un estudio conducido por Talib y Daim (2010), en una compañía procesadora de arroz, la recolección de datos fue realizado mediante la observación sistemática del proceso, elaboración de diagramas de flujo del proceso y con un estudio de tiempos utilizando el cronómetro. Dicho estudio muestra que, si no existen estándares de tiempo en la compañía, los operarios trabajan arbitrariamente, lo cual afecta directamente a la calidad del producto. El resultado final del estudio fue la reducción del tiempo total de producción en un 5.31% (Talib & Daim, 2010).

Similarmente, un estudio de tiempos y movimientos realizado en una línea de ensamblaje de vehículos eléctricos identificó que se destinaba excesivo tiempo en el manejo de materiales; los investigadores utilizaron la metodología MOST, técnica de medición del trabajo que maximiza la utilización de recursos (Harish et. al., 2012). El objetivo de dicho estudio fue establecer tiempos estándar; ya que en 10 de las 40 actividades que componían el proceso, se utilizaba más tiempo del requerido (Harish et. al., 2012). Este tipo de estudio definen movimientos generales y dentro de los mismos subactividades o micromovimientos que se encuentran en tablas de tiempos predeterminados (Harish et. al., 2012). Finalmente, mediante dicho estudio se consiguió una reducción del tiempo de manejo de materiales en un 11.16% (Harish et. al., 2012).

En el artículo científico, *Productivity improvement in Automobile Industry by Using Method Study*, el principal objetivo del estudio fue implementar técnicas de estudio del trabajo en una empresa automotriz, la cual se dedica a fabricar componentes de plástico de automóviles como tapas de motor, bandeja de la batería, entre otros (Mishra 2015). Durante el levantamiento de información se identificó que existían ineficiencias en los procesos debido al uso de herramientas muy complicadas lo cual generaba que se realicen actividades innecesarias dentro del proceso (Mishra 2015). Los principales problemas identificados en el estudio se relacionaron a transporte de materiales, debido a que contaban con un amplio rango de pesos y tamaños para cada tipo de material (Mishra 2015). Para el transporte de dichos materiales utilizaban equipos complejos, pesados o que necesitaban mayor tiempo de uso, lo cual incrementa la fatiga del operador y el costo del producto porque se tienen menos componentes listos para liberarse diariamente desde producción hasta el área de pintado (Mishra 2015). Además, las distancias que recorrían durante el transporte eran elevadas debido a errores en el diseño de la secuencia del proceso, lo cual generaba que el operario realice movimientos innecesarios hasta llegar a la próxima estación (Mishra 2015).

A partir de estos hallazgos, se propusieron alternativas de mejora enfocadas principalmente al rediseño de la secuencia del proceso; además, inicialmente los componentes se trasladaban al pallet en lugar de mantenerlos en el carro utilizado para el transporte del componente a la siguiente estación (Mishra 2015). La solución que proponen los autores es que se mantenga el componente directamente en el carro en lugar del pallet, de esta manera se ahorra tiempo y se reduce la fatiga del trabajador y a su vez se pueden producir más componentes en un día porque se tiene mayor disponibilidad de componentes en la siguiente estación de trabajo (Mishra 2015). Entre los principales resultados encontrados después que se implementó la propuesta de mejora es que el número de productos fabricados a la semana incrementó de 560 a 588, la cifra mensualmente incrementó de 2400 a 2520 unidades y anualmente de 18800 a 30240 unidades (Mishra 2015). Por lo tanto, las ganancias totales incrementaron de \$1 296 000 a \$1 360 800; es decir, crecieron en un 5% (Mishra 2015).

Los estudios mencionados anteriormente se enfocan en la recolección de datos iniciales, mediante técnicas de observación del trabajo y su posterior análisis, para poder determinar un tiempo estándar que permita a las compañías estandarizar sus procesos de producción y obtener una reducción de costos (Talib & Daim, 2010). El valor agregado del presente trabajo es que se ha evidenciado que no se han realizado estudios de tiempos y movimientos en la industria automotriz específicamente en el proceso de mantenimiento preventivo.

3.2 Estandarización

La estandarización garantiza que los procesos que se desarrollan en una organización sean ejecutados de una manera uniforme por todos los involucrados en mismo (Liker & Morgan, 2006). Un proceso que mantiene las mismas condiciones produce los mismos resultados (Wuollenweber et. al., 2008); es decir, existe la necesidad en el presente proyecto de estandarizar el proceso de mantenimiento preventivo ya que la misma posiciona a la empresa para alcanzar ahorros en costos, incrementar la satisfacción del consumidor y mejorar la competitividad (Sankaran, 2013). Si se desea obtener resultados consistentes es necesario estandarizar las condiciones de trabajo (Wuollenweber et. al., 2008).

Una pregunta común en las compañías es cómo incrementar el desempeño de sus procesos de negocio, y una manera posible es mediante la estandarización del proceso (Munstermann et. al., 2010). Como se menciona en una investigación realizada por la Universidad de Bamberg, la empresa BP Retail, empresa transnacional con sede en Londres, espera tener ahorros de 754 millones de dólares en los próximos años mediante la estandarización de los procesos del negocio en todas sus estaciones de gasolina a nivel mundial (Munstermann et. al., 2010). La estandarización del proceso tiene un gran potencial para incrementar la flexibilidad del proceso y así permitir a las compañías reaccionar de manera más flexible e innovadora a cambios (Van Wessel et al., 2006).

Dado que la estandarización es de interés para mejorar el desempeño de las compañías, se han realizado varios estudios en empresas del sector automotriz (Liker & Morgan, 2006). Por ejemplo, en un estudio en una ensambladora de autos por Balakumar y Rajenthirakumar (2013), se utilizaron herramientas kaizen para mejorar la productividad de la compañía a través de la reducción del tiempo de ciclo de ensamble. Los resultados de este estudio fueron la reducción del tiempo de ciclo de 92 min a 80 min, a través del uso de herramientas como 5S, SMED, Jidoka, TPM y estandarización (Munstermann et. al., 2010).

Similarmente, Mathew y Samuelraj (2013) en un estudio realizado en una línea de montaje de carros redujeron el tiempo de ciclo de la línea de montaje de 29.41 min a 23.3 min a través del balanceo de líneas (Alad & Deshpande, 2014). Al igual que en el estudio anterior, las principales herramientas de soporte que permitieron alcanzar estas mejoras fueron herramientas como balanceo de líneas, 5'S, y estandarización (Alad & Deshpande, 2014).

Ambos estudios se enfocaron en la identificación de residuos en cada paso del proceso para su posterior eliminación a través del uso de las herramientas mencionadas anteriormente (Alad & Deshpande, 2014). Dichos estudios no sólo redujeron el tiempo ineficiente, sino que también generaron tiempo adicional para la realización de actividades que agregan valor (Alad & Deshpande, 2014).

4. Metodología

La metodología utilizada en el presente estudio es la Metodología 8D. Esta metodología fue popularizada en el sector automotriz, por Ford Motor Company (Kaplík et. al., 2013), y se ajusta adecuadamente a las necesidades del proyecto. El objetivo de la Metodología 8D es enfrentar los problemas y descubrir las debilidades en los sistemas de gestión que permitieron que el problema ocurra (Rambaud, 2006).

Las ventajas de utilizar esta metodología es que brinda al equipo un enfoque para definir causas raíces del problema, previene la recurrencia, crea mejores estándares, motiva al trabajo en equipo y permite la solución de problemas de forma permanente (Reisenberger & Sousa, 2010). Este enfoque de resolución de problemas en equipo contiene 8 disciplinas, que pueden entenderse como pasos sistemáticos necesarios para la implementación de la misma (Results Consortium Limited, s.f.). Las 8 disciplinas son:

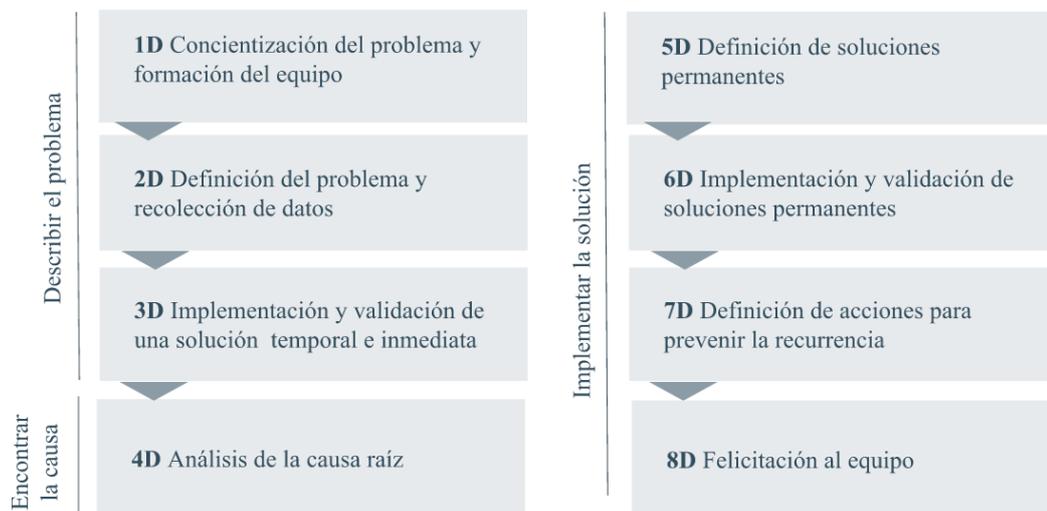


Figura 1. Pasos que conforman la Metodología 8D. Fuente: Socconini, 2012.

Con el fin de simplificar la metodología y hacerla más práctica y sencilla se puede decir que consta de tres etapas: (1) describir el problema, (2) encontrar la causa del problema, y (3) implementar la solución (Socconini, 2012). Además, una característica muy importante de la Metodología 8D es su flexibilidad, la misma que permite adaptarse a diferentes situaciones y circunstancias (Chlpeková, 2014).

4.1 Concientización del problema y formación del equipo (1D)

En la primera etapa de la metodología se establece un equipo de trabajo con personas que tengan el conocimiento del proceso donde se ha presentado el problema (Results Consortium Limited, s.f.). El equipo debe ser suficientemente grande para cubrir todo el conocimiento necesario y experiencia, y lo suficientemente pequeño para trabajar efectivamente (Kaplík et. al., 2013). Es recomendable tener un equipo de 4 a 10 personas (Results Consortium Limited, s.f.). En el presente proyecto, el equipo de trabajo se conformó por el gerente de postventa, gerente de servicios, jefe del taller, asesores técnicos, técnicos de servicio y desarrolladores del proyecto. La concientización del problema, surge a partir del “champion” quien identificó oportunidades de mejora en el proceso de mantenimiento preventivo. Además, según la metodología 8D el “champion” es el líder del proyecto durante su desarrollo, en este caso el “champion” es el gerente de Postventa.

4.2 Definición del problema y recolección de datos (2D)

En esta etapa se identifica el problema a resolverse, el cual debe ser especificado en detalle mediante parámetros cuantificables (Results Consortium Limited, s.f.). Una descripción precisa y clara del problema se la realiza con la ayuda de información de la mayor cantidad de fuentes, con el fin de que la definición sea la más objetiva posible (Kaplík et. al., 2013). El problema existente en el taller de Proauto se puede definir en tres categorías: tiempos, distancias y actividades. En lo que corresponde a tiempos el problema es el control inexistente sobre el registro de tiempos reales de trabajo. En distancias, se realizan movimientos innecesarios durante el trabajo; y en actividades, no existe una estandarización de actividades a realizarse durante el trabajo.

Respecto a la recolección de datos, a continuación se muestran las herramientas utilizadas durante el levantamiento de información. Inicialmente, durante la observación in situ se utilizan formatos generales utilizados en estudios previos similares y posteriormente, se utilizan formatos específicos para determinar información más precisa. El objetivo del uso de las diversas herramientas es realizar una evaluación del proceso para plantear el problema con parámetros cuantificables.

4.2.1 Herramientas de levantamiento de información

Al ser un estudio de tiempos y movimientos, se utilizaron instrumentos de medición como cronómetro y flexómetro (Niebel & Freivalds, 2009). Además, para complementar el estudio, se utilizaron cámaras de video

que permitieron registrar todos los movimientos que realizan los operadores durante su jornada laboral (McAtamney, 1993). Para la recopilación de los datos necesarios para el análisis se utilizaron formatos de recolección de información establecidos que se han utilizados en estudios similares (Méndez, 2016). Los formatos de recolección de información son: (1) Registro del Análisis de la Operación, (2) Distancias por Mantenimiento y (3) Diagrama de Spaghetti (Méndez, 2016).

- El Registro de Análisis de la Operación es un formato que permite el análisis de las operaciones realizadas y el orden de las mismas en los mantenimientos preventivos; adicionalmente, ayuda a identificar las herramientas utilizadas (Méndez, 2016).
- El formato Distancias por Mantenimiento permite llevar un registro de los diferentes lugares a los cuales un operario acude en cada mantenimiento, estos pueden ser dentro de su bahía de trabajo o fuera de la misma (Méndez, 2016). Posteriormente, con la información de los movimientos que el técnico realiza se procede a tomar mediciones de distancia entre los diversos sitios con el objetivo final de calcular la distancia recorrida en metros (Méndez, 2016). Los lugares que se incluyen en el formato corresponden a los lugares típicamente visitados durante un mantenimiento (Méndez, 2016).
- Finalmente, el Diagrama de Spaghetti se utiliza para realizar un mapeo o representación gráfica del puesto de trabajo, en donde, se observa el movimiento continuo del operario y se va trazando los pasos en el mapa del formato; así, se conoce en detalle cada movimiento que él realiza (Donahue, 2009). Con estas herramientas se pueden identificar layouts ineficientes o movimientos recurrentes que puedan ser considerados innecesarios (Donahue, 2009).

The figure displays three distinct data collection formats used for information gathering. The first format, 'REGISTRO DEL ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN', is a table with columns for 'OPERACIONES REALIZADAS' and 'HERRAMIENTAS USADAS'. The second format, 'REGISTRO DEL TIEMPO', includes sections for 'FRECUENCIA DE VISITA A LOS LUGARES' and 'MOVIMIENTO', with a grid for recording time and frequency. The third format, 'DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS', features a central icon of a green vehicle on a grid, used for mapping operator movements.

Figura 5. Formatos utilizados para el levantamiento de la información. Fuente: Méndez, 2016.

4.2.2 Plan de Muestreo

El levantamiento de información se realizó desde el 24 de octubre del 2016 hasta el 30 de abril del 2017. Las observaciones se realizaron de acuerdo a la lista de clientes agendados en la agencia matriz con el concepto de mantenimiento preventivo de los kilometrajes y modelos de interés. Las variables medidas en cada observación son tiempo de trabajo, tiempo de espera, movimientos totales, distancia total y tiempos ineficientes. Los factores de estratificación considerados para el estudio son: tipo de vehículo (automóviles, SUVs, camionetas) y kilometraje (5000, 10000, 15000, 20000).

4.2.3 Tamaño de muestra

El cálculo del tamaño de muestra se lo realizó con la fórmula de “cálculo del número de observaciones” provista por Benjamin Niebel y Andris Freivalds en su libro Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo, basada en un determinado número de observaciones preliminares (Niebel & Freivalds, 2009). Dicha fórmula considera 4 parámetros para obtener un tamaño de muestra: Valor t , término de error, media muestral y desviación estándar muestral. La fórmula para el cálculo del tamaño de muestra se presenta a continuación:

$$n = \frac{ts}{kx}^2$$

- t Valor de una variable aleatoria T con 19 grados de libertad sobre la cual existe un área (o

- probabilidad) de Nivel de confianza (95%, recomendado por Sir Ronald Fisher)
- k Término de error
- x Media muestral de 20 observaciones preliminares
- s Desviación estándar muestral de 20 observaciones preliminares

Por lo cual el tamaño de muestra es:

$$n = 56$$

Una vez que se calculó el tamaño de muestra, se utilizó el método de muestreo estratificado para determinar el número de observaciones a realizarse de cada población. Se decidió utilizar este método de muestreo porque permite dividir a la población en grupos en función de una característica determinada y realizar posteriormente el muestreo proporcionalmente (Montgomery, 2007). Considerando que el presente estudio considera 12 grupos distintos, el muestreo estratificado es de gran utilidad porque los factores de estratificación (tipo de vehículo y kilometraje) pueden estar relacionados con la variable de estudio (Casal, 2003).

4.3 Implementación y validación de una solución temporal e inmediata (3D)

Esta etapa consiste en definir, verificar e implementar una solución temporal para aislar los efectos del problema (Kaplík et. al., 2013). Una vez que se ha descrito el problema claramente, el equipo de trabajo está en la posición de revisar una acción de respuesta inmediata de manera que el cliente tenga un impacto nulo o mínimo como resultado de los síntomas del problema (Results Consortium Limited, s.f.); es decir, esta solución no es la final y se la implementa para ganar tiempo mientras se encuentra la verdadera causa raíz del problema (Kaplík et. al., 2013).

En el presente proyecto, y motivados por los requerimientos de Proauto de implementar soluciones efectivas y rápidas al problema actual, se define la implementación de propuestas de mejora en bahías modelo en el taller. A continuación, se muestra una fotografía de una bahía de trabajo del taller de Proauto, así como los principales elementos dentro de la misma.



Elementos de la bahía:

1. Banco de trabajo (caja de herramientas)
2. Elevador
3. Interruptor del elevador
4. Coche portallantas
5. Bombona de recolección de aceite
6. Zone de equipos de protección personal (EPP)

Figura 2. Elementos de la bahía de trabajo. Creación propia.

Durante las observaciones iniciales, un problema visible recurrente que se identificó fue la falta de orden y limpieza en las bahías de trabajo. Frecuentemente los técnicos colocaban herramientas, repuestos, insumos e incluso partes de vehículo en sitios inapropiados como el elevador del vehículo o el compartimento del motor. Además, los bancos de trabajo presentaron desorden y derrames de aceite en el piso. A partir de estos hallazgos, se propuso el cumplimiento de las 6S en dos bahías modelos. Las 6S es una técnica de gestión basada en principios simples pero efectivos en la mejora de las condiciones de trabajo (Gisbert & Manzano, 2016).

Mediante la implementación de las 6S también se pretende crear hábitos de limpieza y orden en la forma de trabajar (Martínez, 2014).

Las 6S de la técnica de gestión, que se implementaron en la bahía modelo son:

- Clasificar: separar lo que es necesario en el área de trabajo y eliminar ítems innecesarios
- Ordenar: organizar los ítems necesarios restantes
- Sacar brillo: mantener un ambiente limpio y ordenado
- Seguridad: crear un lugar seguro para trabajar
- Estandarizar: estandarizar las prácticas de clasificación, inspección, de limpieza y seguridad
- Mantener: hacer de las 6S una forma de vida (Vinodkumar, Akash, 2016)

Adicionalmente, en las observaciones iniciales que se realizaron durante el levantamiento de información, rápidamente se encontró deficiencias en lo que respecta a movimientos innecesarios no solo fuera de la bahía, sino también dentro de la misma. En el caso de los movimientos innecesarios fuera de la bahía, se determinó que se presentaban porque los técnicos visitaban frecuentemente otras bahías por falta de herramientas e insumos propios. En promedio, en un mantenimiento de 5000 Km, un técnico se movía 6 veces a otros bancos por falta de herramientas e insumos. Por otro lado, en el caso de los movimientos innecesarios dentro de la bahía, se pudo constatar que se debían principalmente a la recurrencia al banco de trabajo (o caja de herramientas). En promedio, un técnico se movía 14 veces al banco de trabajo en un mantenimiento de 5000 Km. Por este motivo, se propuso la utilización de un coche técnico portaherramientas que se desplace con el técnico durante todo el mantenimiento.

El objetivo del coche portaherramientas es reducir al mínimo todos los movimientos que el técnico realiza al banco de trabajo. Además, permite colocar todas las herramientas, repuestos e insumos necesarios en determinado mantenimiento; de esta manera, no sólo se favorece a la reducción de movimientos, sino también al cumplimiento de las 6S al tener únicamente los recursos de trabajo necesarios. Es importante mencionar que para el desarrollo del coche portaherramientas se requirió mayor participación de los técnicos, ya que se buscaba un coche completamente funcional con base en sus necesidades, y que a su vez facilite su trabajo.

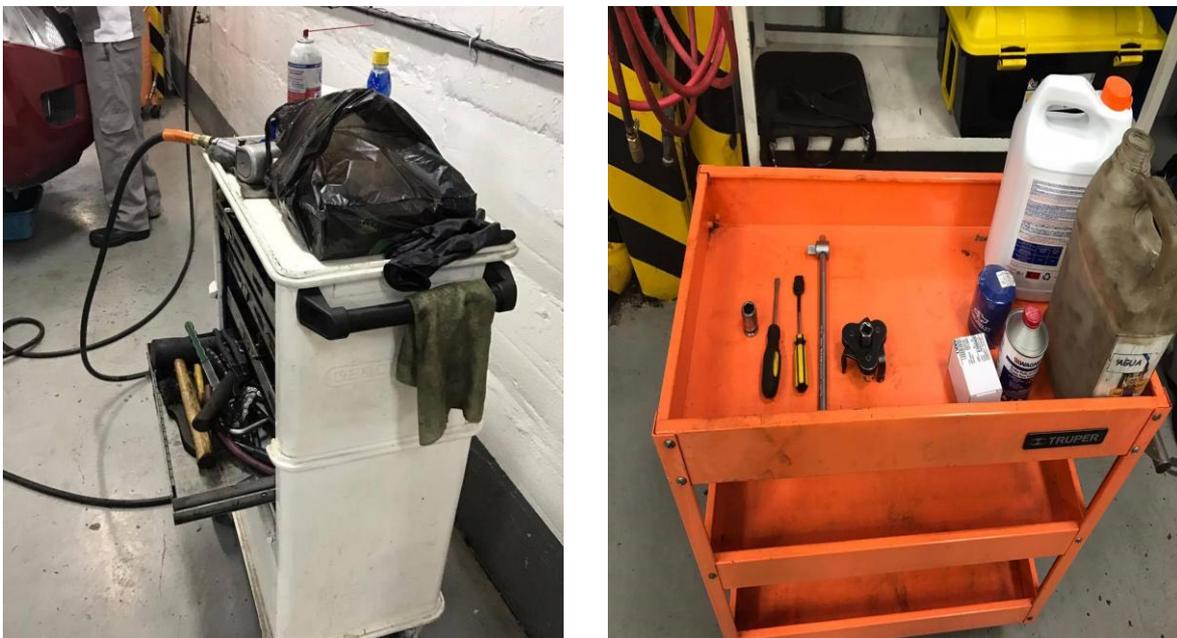


Figura 3. Comparación entre el banco de herramientas (izq.) y el coche portaherramientas (der.). Creación propia.

La utilización del coche portaherramientas consiste en tres etapas: preparación, verificación y uso en el trabajo. En la etapa de preparación, cumpliendo con el seguimiento 6S, se colocan solamente las herramientas que el técnico va a utilizar en el mantenimiento respectivo. En la etapa de verificación se revisa que las herramientas e insumos estén separados y ordenados en el coche portaherramientas y que el nivel de los insumos (agua para plumas, agua destilada, líquido de frenos, etc.) sea el suficiente. Por último, en la etapa de uso en el trabajo, el técnico se beneficia de tener todas sus herramientas e insumos necesarios al alcance de la mano sin tener que

dirigirse a otro lugar ni perder tiempo en ello.



Figura 4. Etapas de la preparación del coche portaherramientas. Creación propia.

Después de la implementación de la solución temporal, se redujo el tiempo de trabajo, la distancia, y los movimientos en un 22%, 56% y 44%, respectivamente. No obstante, a pesar que la efectividad de la solución temporal para la resolución del problema visible fue validada, no se pudo establecerse como la solución final debido a que se propuso como una solución para remediar temporalmente los efectos que causa el problema; sin embargo, el equipo debe continuar trabajando en las siguientes disciplinas hasta identificar la causa raíz del problema y proponer la solución final.

4.4 Análisis de la causa raíz (4D)

El propósito de esta etapa es separar y verificar la causa raíz del problema definido en el segundo paso de la metodología (Kaplík et. al., 2013). La causa raíz se define como el evento de menor nivel que puede ser atribuido y probado como el causante de que este problema ocurra (Results Consortium Limited, s.f.). La determinación de la causa raíz del problema debería ser de tal manera que se analizan las posibles causas basadas en la recolección de datos (Kaplík et. al., 2013); es decir, se sigue la cadena de causas detrás de un problema para descubrir la causa raíz (Bjorn & Fagerhaug, 2006). Existen distintos enfoques que consisten en la utilización de herramientas y técnicas para descubrir las causas de los problemas (Jing, 2008). Para el análisis de causa raíz del presente proyecto, se utilizó el Mapa de Causa Raíz, puesto que es una herramienta que identifica la razón o las razones de los factores causales a partir de cambios en el desempeño de un sistema (Rooney & Vandel, 2004). Además, el mapa de causa raíz permite proponer posibles soluciones y recomendaciones durante su desarrollo (Latino et. al., 2016). A continuación, se muestra la tabla resumen del Mapa de Causa Raíz donde se enlistan los factores causales, los caminos o eventos relacionados a través del mapa para llegar a ese factor causal, y las recomendaciones de cada caso.

Tabla 1. Resumen del Mapa de Causa Raíz. Creación propia.

Factor causal	Caminos a través del mapa de causa raíz	Recomendaciones
Falta de comunicación de técnicos con asesores	<ul style="list-style-type: none"> ● Asignación inadecuada de actividades al técnico. ● Falta de organización del trabajo. 	Fomentar comunicación continua ascendente
Falta de una cultura de trabajo organizada	<ul style="list-style-type: none"> ● Descuidos de los técnicos ● Pérdida de herramientas ● Falta de herramientas propias ● Movimientos recurrentes a otras bahías ● Alto número de movimientos innecesarios 	Fomentar el valor e importancia del cuidado de los recursos de trabajo
Mayor enfoque de la administración en temas financieros y no en procesos internos	<ul style="list-style-type: none"> ● Presupuesto limitado ● Herramientas inadecuadas para el trabajo ● Mal uso de las herramientas ● Herramientas propias en mal estado 	Integrar los objetivos de diferentes las áreas de la empresa

	<ul style="list-style-type: none"> ● Movimientos recurrentes a otras bahías ● Alto número de movimientos innecesarios 	
Mayor enfoque de la administración en temas financieros y no en procesos internos	<ul style="list-style-type: none"> ● Prioridad de la administración en otras áreas del negocio ● Supervisión inadecuada 	Integrar los objetivos de diferentes las áreas de la empresa
Mayor enfoque de la administración en temas financieros y no en procesos internos	<ul style="list-style-type: none"> ● No existen estándares de trabajo ● Proceso de mantenimiento ineficiente ● Alto porcentaje de tiempo ocioso 	Estandarizar los procesos operativos de la empresa
Falta de preparación anticipada del kit de repuestos	<ul style="list-style-type: none"> ● Repuestos no disponibles en el momento del trabajo ● Falta de insumos y repuestos ● Movimientos recurrentes a otras bahías ● Alto número de movimientos innecesarios 	Involucrar a la bodega de repuestos en el proceso
Falta de mantenimiento preventivo en equipamiento del taller	<ul style="list-style-type: none"> ● Mal estado de los grifos de agua ● Número de bombonas insuficientes en el taller ● Movimientos recurrentes a otras bahías 	Realizar un mantenimiento de instalaciones (sistema de agua) y equipos del taller (bombona de aceite)
Falta de motivación y desinterés por parte de los técnicos	<ul style="list-style-type: none"> ● Falta de una cultura de trabajo organizada ● Conversaciones con otros compañeros de trabajo ● Movimientos recurrentes a otras bahías ● Alto número de actividades que no agregan valor al cliente ● Alto porcentaje de tiempo ocioso 	Reconocimiento integral de la administración a través de incentivos
Falta de entrenamiento y capacitación	<ul style="list-style-type: none"> ● Entrenamiento desigual para todos los técnicos ● Ayuda a otros compañeros de trabajo ● Movimientos recurrentes a otras bahías ● Alto número de actividades que no agregan valor al cliente ● Alto porcentaje de tiempo ocioso 	Creación de un manual estandarizado de trabajo

Es importante mencionar que el análisis de la causa raíz por sí solo no produce ningún resultado, debe ser parte de un esfuerzo mayor de resolución de problemas y parte de una actitud consciente que abraza la búsqueda de mejoramiento continua (Bjorn & Fagerhaug, 2006).

4.5 Definición de soluciones permanentes (5D)

Una vez que ya ha sido determinada la causa raíz del problema, el equipo tiene los datos y la información necesarios, y está en la capacidad de definir las soluciones permanentes e implementarlas (Results Consortium Limited, s.f.). Así como en las anteriores etapas de la metodología se implementaron soluciones temporales e inmediatas mientras se encontraba la causa raíz, en esta etapa se define la solución permanente que elimine la causa raíz del problema (Korenko et. al., 2013).

De acuerdo a los resultados obtenidos en las etapas anteriores se propuso como solución permanente la creación de estándares de trabajo para el proceso de mantenimiento preventivo. La estandarización permite elevar la eficiencia de una tarea eliminando todas las ineficiencias necesarias con el fin de mantener la tarea lo más sencilla, sin dejar de cumplir con el objetivo de la misma (Korenko et. al., 2013). Además, si un proceso se realiza siempre de la misma manera, se asegura que los resultados sean consistentes. A continuación, se muestran los pasos para estandarizar un proceso:

1. Involucrar el equipo de trabajo

- i. Técnicos de servicios
- ii. Asesores de servicio
- iii. Gerente de Postventa
- iv. Jefe del Taller

2. Investigar y determinar la mejor forma para alcanzar el objetivo del proceso

Al hablar de la mejor manera de realizar el trabajo para alcanzar el objetivo del proceso no sólo deben considerarse a las actividades que forman parte del mismo sino también las condiciones de trabajo que incluyen materiales, maquinaria, equipos, métodos y procedimientos de trabajo, conocimiento y habilidad de los involucrados (Munstermann et. al., 2018).

Una vez que se analizaron las condiciones de trabajo, se procedió a definir las actividades a incluir dentro del trabajo estándar. No es posible estandarizar un proceso con ineficiencias; por este motivo, el enfoque en la estandarización fue únicamente en el contenido del trabajo total, el mismo que se refiere a la suma del contenido básico y el contenido suplementario (Munstermann et. al., 2018). Al hablar de contenido básico, se refiere a las actividades que agregan valor al cliente, las cuales no pueden ser eliminadas (Munstermann et. al., 2018). Por otro lado, el contenido suplementario se refiere a las actividades que no agregan valor al cliente; sin embargo, no pueden ser eliminadas porque son necesarias dentro del proceso debido a errores en el diseño del mismo (Munstermann et. al., 2018). En etapas previas del proyecto se eliminaron todas las actividades que no agregan valor al cliente, consideradas como desperdicios, como movimientos innecesarios, esperas, reprocesos, entre otras.

La definición de las actividades que se incluirían dentro de la estandarización se realizó en conjunto con el equipo de trabajo las mismas que aseguraban el cumplimiento del plan de mantenimiento establecido por Proauto para dicho mantenimiento. A pesar de que el proceso se subdividió en 36 actividades detalladas, por motivos de mayor entendimiento fueron agrupadas en 5 subgrupos que englobaron todo el estándar en secuencia lógica.

Las actividades se muestran a continuación:

1. Preparación de herramientas e insumos
2. Cambio de filtro y aceite
3. Reajuste de carrocería
4. Revisar niveles líquidos
5. Llenar checklist

3. Documentación a través de herramientas o diagramas visuales

Las herramientas que se utilizaron para estandarizar las actividades fueron diagrama de flujo, formatos visuales y checklist.

- Diagramas de flujo: La representación gráfica del proceso mediante un diagrama de flujo contiene, con mayor detalle, las actividades del mantenimiento de 5000 Km en automóviles: las flechas que unen las operaciones indican su relación secuencial y se presentan decisiones que existen en el momento del trabajo. Adicionalmente, se definen los límites del proceso. Esta herramienta contribuye al entendimiento y visión global del proceso por parte de los técnicos. El diagrama de flujo se encuentra en la sección de anexos como Anexo 1.
- Formatos visuales: Se realizó un manual de operación debido a que se ajustaba mejor a las

necesidades de la empresa. El manual de operación describe todas las actividades incluidas dentro del estándar con una explicación breve, clara y específica de las mismas. Además, se utilizaron imágenes con el fin de apoyar la comprensión de las actividades consignadas en el estándar y poco texto para que la explicación sea más clara y pueda verse en una sola hoja. Actualmente el manual de operación se encuentra colocado en el taller mecánico de Proauto, específicamente en las bahías de trabajo, de modo que se encuentre visible para el técnico durante su jornada de trabajo. El manual de operación se encuentra en la sección de anexos como Anexo 2.

- Checklist: La estandarización de actividades necesita una herramienta de referencia y de control, por lo que se propone el uso del checklist. Con esta herramienta el técnico puede verificar y validar si ha realizado todas las actividades del mantenimiento respectivo. Adicionalmente, se busca asegurar la consistencia en el trabajo y el cumplimiento de todas las actividades en el orden requerido sin descuidar la calidad del proceso.

Posteriormente, se realizó la capacitación al personal a través de las herramientas mencionadas anteriormente. El propósito de la capacitación fue brindarles a los involucrados toda la información necesaria para el entendimiento del proceso estandarizado y las habilidades requeridas para la realización del mismo (Munstermann et. al., 2018). Además, la capacitación permitió instruir a los involucrados acerca de la importancia de seguir un estándar para el aumento de la productividad y la reducción de variación en los resultados (Munstermann et. al., 2018).

4.6 Implementación y validación de soluciones permanentes (6D)

Una vez que se realizó la capacitación al personal se procedió a implementar formalmente el estándar. Para esto, se realizaron 6 observaciones adicionales del proceso de mantenimiento preventivo de 5000 Km estandarizado. El objetivo de esta etapa no fue únicamente determinar si el estándar es el apropiado, sino también determinar que los técnicos entendieron el estándar y tienen la habilidad para seguirlo. Los resultados de la validación de la estandarización respecto a tiempos y distancias se presentan en la Sección 6.3 del presente documento.

4.7 Definición de acciones para prevenir la recurrencia (7D)

Esta etapa de la metodología consiste en la modificación de las condiciones operativas y procedimientos para prevenir la recurrencia del problema. Al mismo tiempo se dan recomendaciones para mejoras sistemáticas posteriores (Korenko et. al., 2013). Las acciones inmediatas que se realizaron en el presente proyecto para prevenir la recurrencia del problema fueron la creación y colocación del manual estandarizado en el sitio de trabajo, y las capacitaciones al personal involucrado. Sin embargo, las propuestas de mejora son inútiles si no se realizan cambios en las condiciones actuales del proceso. Las principales políticas y prácticas que permitieron que el problema ocurriera se mencionan en la Sección 3 referente al análisis de la causa raíz, y pueden solucionarse únicamente si existe compromiso entre la dirección, asesores y técnicos de servicios con el cumplimiento del objetivo.

4.8 Felicitación al equipo (8D)

Finalmente, la última etapa de la metodología es la felicitación al equipo de trabajo (Results Consortium Limited, s.f.). El propósito de esta etapa es resumir todas las experiencias y conocimiento del equipo que hicieron posible un progreso en la resolución satisfactoria del problema (Korenko et. al., 2013).

Se desarrolló una reunión de cierre con los integrantes del equipo: gerente de postventa, gerente de servicios, jefe del taller, asesores técnicos, técnicos de servicio y desarrolladores del proyecto. El tema principal de la reunión fue el reconocimiento del esfuerzo colectivo, al mismo tiempo que se mostraron los resultados y los logros obtenidos por parte de todos. Reconocer los esfuerzos del equipo y otros individuos involucrados es importante para reforzar el compromiso y la autoestima (Kaplík et. al., 2013). De esta manera, también se busca reforzar el compromiso de todos en cumplir con las acciones para prevenir la recurrencia del problema.

5. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las diferentes etapas del proyecto. La primera parte de resultados corresponden al levantamiento de la situación actual del proceso respecto a tiempos de trabajo, tiempos de espera, movimiento, distancias, actividades y herramientas. Esto se realizó para analizar los principales desperdicios e ineficiencias en el proceso. Posteriormente se obtuvieron los resultados de las observaciones realizadas en las bahías modelo después de la implementación de propuestas de mejora, como el cumplimiento de las 6s, el uso del coche portaherramientas durante el proceso y finalmente la estandarización del proceso.

5.1 Resultados: Situación actual

Los siguientes resultados brindan al equipo de trabajo una mejor perspectiva de la situación actual mediante parámetros cuantificables que permiten la descripción del problema de una forma clara y precisa. Se utiliza el plan de muestreo descrito en la Sección 5.2 para la recolección de datos el mismo que consiste en un estudio de tiempos, distancias y actividades de los mantenimientos preventivos del taller de Proauto.

5.1.1 Tiempos

5.1.1.1 Tiempos de trabajo y espera

A continuación, se presentan los resultados respecto a tiempos de la situación actual. El tiempo total está dividido en tiempo de trabajo y tiempo de espera total. El tiempo de espera total es la suma de los siguientes tiempos de espera:

1. Llegada del vehículo y recepción de la orden de trabajo
2. Recepción de la orden de trabajo y movimiento a la bahía
3. Movimiento a la bahía e inicio del trabajo de mantenimiento

Posteriormente, el tiempo de trabajo corresponde al tiempo desde que el técnico coloca las pinzas del elevador hasta que llena el checklist una vez que ha terminado el plan de mantenimiento correspondiente. En la Tabla 2 se presentan los resultados de los tiempos de trabajo y tiempos de espera de todos los estratos:

Tabla 2: Tiempo de trabajo y tiempo de espera por estrato. Creación propia.

Estrato	Tiempo de trabajo (h:mm:ss)	Tiempo de espera (h:mm:ss)	Tiempo total (h:mm:ss)
Autos 5000 Km	0:31:39	1:08:01	1:39:40
SUVs 5000 Km	0:32:00	0:24:00	0:56:00
Camionetas 5000 Km	0:34:20	0:48:55	1:23:15
Autos 10000 Km	0:46:17	0:37:53	1:24:10
SUVs 10000 Km	0:55:44	0:47:48	1:43:32
Camionetas 10000 Km	0:58:17	0:31:43	1:30:00
Autos 15000 Km	0:35:22	1:03:05	1:38:28
SUVs 15000 Km	0:40:55	1:02:30	1:43:25
Camionetas 15000 Km	0:36:36	0:16:00	0:52:36
Autos 20000 Km	0:55:13	1:16:20	2:11:33
SUVs 20000 Km	1:07:17	1:02:48	2:10:05
Camionetas 20000 Km	0:59:10	0:40:20	1:39:29

En la Tabla 2 se muestran los resultados de tiempos de trabajo de todos los estratos. Se observa que el tiempo de trabajo no aumenta conforme aumenta el kilometraje, dado que los tiempos de 5000 Km y 15000 Km son similares. En relación al estrato de interés del estudio, el tiempo promedio de trabajo en un mantenimiento de 5000 Km es de 31.23 min \pm 9.06 min aproximadamente.

En relación a los tiempos de espera, se puede evidenciar que son altos en comparación con los tiempos de trabajo. En promedio, el tiempo de espera total es de 53 min \pm 29 min aproximadamente; es decir, que un vehículo puede llegar a esperar hasta 1:21 horas antes que se le realice el mantenimiento.

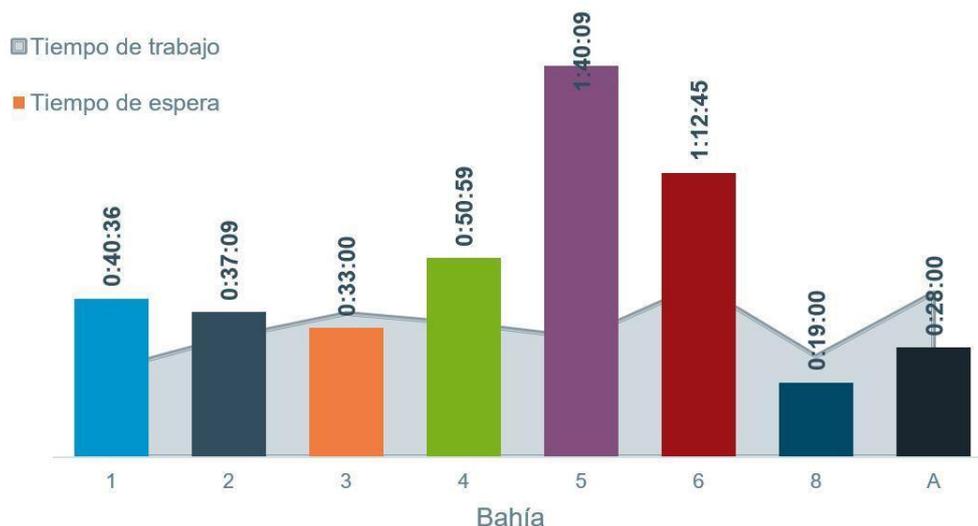


Figura 6. Tiempo de espera vs tiempo de trabajo por bahía. Creación propia.

En cuanto a la comparación del tiempo de trabajo con el tiempo de espera en un mantenimiento de 5000 Km, se puede constatar en la Figura 6, que en 5 de 8 bahías el tiempo de espera supera al tiempo de trabajo en aproximadamente un 27.45%. Además, las bahías 5 y 6 presentan mayores tiempos de espera en comparación con el resto de bahías.

5.1.1.2 Tiempos ineficientes (desperdicios)

De igual manera, durante las observaciones se identificaron las principales ineficiencias encontradas en el proceso. Se categorizaron 6 tipos de ineficiencias.

1. Repuestos: Tiempo de espera hasta que el encargado de bodega de repuestos prepare el kit de repuestos e insumos.
2. Otra bahía: Movimientos a otras bahías de trabajo.
3. Aceite: Movimiento a dispensador de aceite.
4. Celular: Llamadas telefónicas o mensajes de texto
5. Conversaciones: Entre técnicos, asesores o clientes.
6. Otros: Limpieza, interrupciones, etc.

A continuación, se presentan los resultados de tiempo promedio de ineficiencias para todos los estratos del estudio:

Tabla 3. Tiempo promedio de ineficiencias por estrato. Creación propia.

Estrato	Tiempo promedio ineficiente (h:mm:ss)
SUVs 5000 Km	0:06:46
Camionetas 5000 Km	0:11:10
Autos 10000 Km	0:09:28
SUVs 10000 Km	0:13:24
Camionetas 10000 Km	0:10:17
Autos 15000 Km	0:05:54
SUVs 15000 Km	0:07:07

Camionetas 15000 Km	0:04:37
Autos 20000 Km	0:09:30
SUVs 20000 Km	0:09:25
Camionetas 20000 Km	0:06:50

Se observa que en el estrato donde se evidenció mayor tiempo ineficiente es el mantenimiento de SUVs de 10000 Km, con un tiempo promedio perdido de 13 minutos aproximadamente. Al comparar este resultado con el tiempo de trabajo obtenido para este mismo estrato se tiene que el tiempo ineficiente representa aproximadamente el 23% del tiempo de trabajo.

Tabla 4. Tiempo por tipo de ineficiencia. Creación propia.

Tipo de ineficiencia	Tiempo (h:mm:ss)
Repuestos	0:02:45
Otra bahía	0:02:30
Depósito de aceite	0:01:15
Otros	0:01:05
Conversar	0:00:34
Celular	0:00:17

En cuanto a los diferentes tipos de ineficiencias, como se puede constatar en la Tabla 4, el tipo de ineficiencia con mayor porcentaje es el tiempo de espera por pedido de repuestos; es decir, en promedio un técnico espera aproximadamente 3 minutos el kit de repuestos en la bodega de repuestos e insumos.



Figura 7. Tiempos promedios ineficientes por técnico. Creación propia.

En la Figura 7 se muestran los tiempos promedios ineficientes por cada técnico al realizar mantenimiento de autos de 5000 Km, se puede observar que los técnicos de las bahías 2 y 3 presentan un tiempo promedio ineficiente mayor comparado con el resto de los técnicos, quienes tienen un tiempo promedio de 5 minutos aproximadamente. Sin embargo, el tiempo promedio ineficiente considerando todas las bahías es de 6.32 ± 3.34 minutos. Este resultado representa aproximadamente el 20.13 % del tiempo de trabajo en un mantenimiento de 5000 Km

Tabla 5. Tiempos de trabajo en Proauto vs Tiempos estándar de GM. Creación propia.

Estrato	Tiempo de trabajo (h:mm:ss)	Tiempo estándar de GM (h:mm:ss)
Autos 5000 Km	0:31:39	0:33:12
SUVs 5000 Km	0:34:20	0:33:12
Camionetas 5000 Km	0:32:00	0:21:00
Autos 10000 Km	0:46:17	1:15:36
SUVs 10000 Km	0:58:17	1:27:57
Camionetas 10000 Km	0:55:44	1:37:48
Autos 15000 Km	0:35:22	0:52:50
SUVs 15000 Km	0:36:36	0:42:08
Camionetas 15000 Km	0:40:55	0:33:06
Autos 20000 Km	0:55:13	1:15:36
SUVs 20000 Km	0:59:10	2:48:10
Camionetas 20000 Km	1:07:17	2:51:17

Por otra parte, en la Tabla 5 se presenta los tiempos de la situación actual de Proauto comparados con los tiempos estándar establecidos por General Motors para cada tipo de mantenimiento. Se observa que en 9 de 12 estratos el tiempo estándar de General Motors supera al tiempo actual de Proauto.

5.1.2 Movimientos

En la Tabla 6 se presentan los movimientos totales, los cuales corresponden a la suma de los movimientos dentro de la bahía y movimientos fuera de la bahía.

Tabla 6. Movimientos totales dentro y fuera de la bahía. Creación propia.

Estrato	Movimientos dentro de la bahía	Movimientos fuera de la bahía	Movimientos totales
Autos 5000 Km	37	15	52
SUVs 5000 Km	44	9	53
Camionetas 5000 Km	27	5	32
Autos 10000 Km	59	8	67
SUVs 10000 Km	61	11	72
Camionetas 10000 Km	60	15	75
Autos 15000 Km	45	9	54
SUVs 15000 Km	51	8	59
Camionetas 15000 Km	49	13	62
Autos 20000 Km	57	8	65

SUVs 20000 Km	56	13	69
Camionetas 20000 Km	57	18	75

En la Figura 8 se presenta la comparación de los movimientos realizados en los cuatro tipos de mantenimientos de acuerdo al kilometraje, específicamente para automóviles. En la gráfica se puede constatar que para 10000, 15000 y 20000 Km el número de movimientos fuera de la bahía es aproximadamente 8 movimientos; sin embargo, para 5000 Km el valor es aproximadamente el doble presentando en promedio 15 movimientos fuera de la bahía por cada mantenimiento.



Figura 8. Comparación de movimientos totales dentro y fuera de la bahía. Creación propia

En la Tabla 7 se presentan los movimientos promedios realizados a los sitios más frecuentes dentro y fuera de la bahía. Se observa que el movimiento más recurrente dentro de la bahía es al banco de trabajo, con aproximadamente 14 movimientos promedio por cada mantenimiento. Por otro lado, en promedio se realizan 6 movimientos a otras bahías en cada mantenimiento de 5000 Km.

Tabla 7 Recurrencia de movimiento por ubicación. Creación propia.

Ubicación	Número promedio de movimientos por mantenimiento
Banco de trabajo	14
Compartimiento del motor	9
Rueda delantera izquierda	3
Rueda delantera derecha	3
Rueda trasera izquierda	2
Rueda trasera derecha	3
Bajo el vehículo frente	6
Bajo el vehículo atrás	0
Acomodo de rampa	0

Interior del vehículo	3
Interruptor de rampa	4
Otro banco	6
Almacén herramientas	1
Lavado	0
Desechos	0
Depósito de aceite	2

5.1.3 Distancias

Así mismo, a continuación, se muestran los resultados de la distancia total recorrida durante cada mantenimiento, la misma que corresponde a la suma de la distancia dentro de la bahía y la distancia fuera de la bahía.

Tabla 8. Comparación de distancias dentro y fuera la bahía. Creación propia.

Estrato	Distancia dentro de la bahía (Metros)	Distancia fuera de la bahía (Metros)	Distancia total (Metros)
Autos 5000 Km	122.73	185.41	308.13
SUVs 5000 Km	84.58	104	188.58
Camionetas 5000 Km	135.27	156.39	291.66
Autos 10000 Km	210.82	140.26	351.08
SUVs 10000 Km	198.05	188.47	386.52
Camionetas 10000 Km	215.23	178.44	393.67
Autos 15000 Km	147.77	101.54	249.31
SUVs 15000 Km	153.91	117.44	271.35
Camionetas 15000 Km	153.7	159.08	312.78
Autos 20000 Km	189.8	69.27	259.07
SUVs 20000 Km	151.84	175.98	327.82
Camionetas 20000 Km	200.16	135.7	335.86

En la Figura 9 se presenta la comparación de la distancia total recorrida en los cuatro tipos de mantenimientos de acuerdo al kilometraje específicamente para automóviles. En la gráfica se puede constatar que en promedio la distancia recorrida en un mantenimiento de 5000 Km supera en un 16% a la distancia recorrida en un mantenimiento de 20000 Km por la distancia fuera de la bahía.

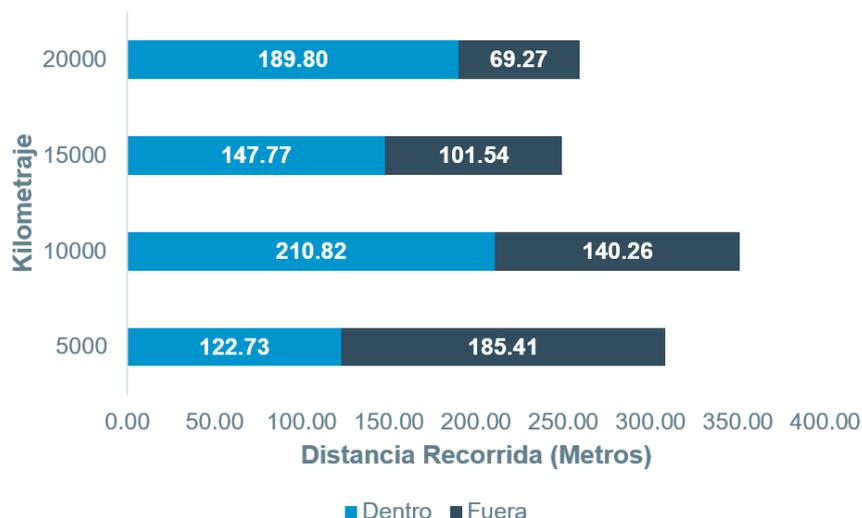


Figura 9. Distancia recorrida dentro y fuera de la bahía. Creación propia.

5.1.4 Actividades y herramientas

En el Registro del Análisis de la Operación se obtuvo información valiosa para el análisis de las operaciones realizadas y el orden de las mismas. También, se recopiló información de las herramientas utilizadas en los mantenimientos preventivos. Dentro de las herramientas que se han podido observar en las actividades de 5000 Km realizado a automóviles, los resultados preliminares han permitido obtener una comparación de las actividades efectuadas.

En el mantenimiento de vehículos de 5000 Km existen 16 actividades en total. A continuación, se muestra una comparación de las actividades realizadas en las 12 observaciones hechas para este estrato.

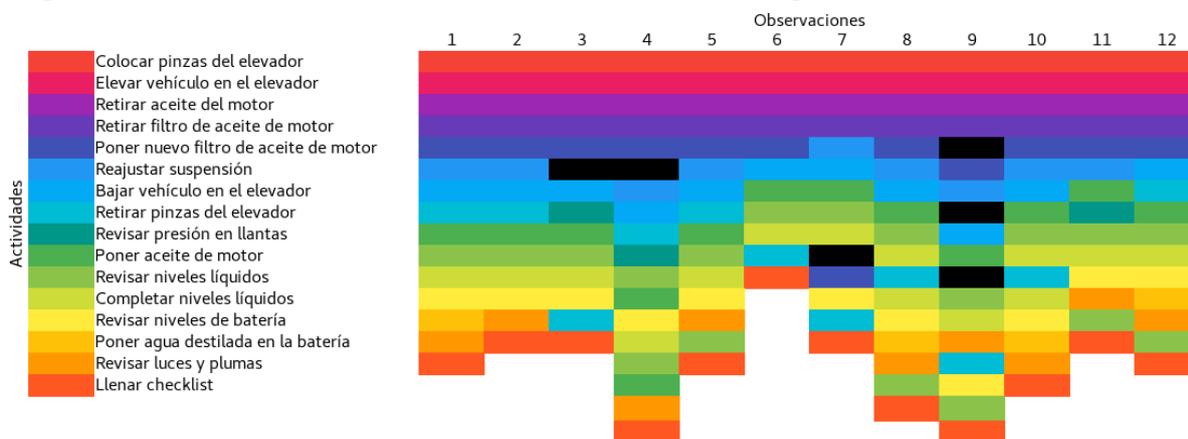


Figura 10. Comparación de actividades en mantenimiento de automóviles de 5000 Km. Creación propia.

Se puede observar en el gráfico comparativo de actividades que, de las 12 observaciones realizadas, no existen diferencias entre las primeras actividades. En otras palabras, los técnicos empiezan el mantenimiento de automóviles de 5000 Km de la misma manera. Esta homogeneidad de actividades permanece hasta la actividad de poner el nuevo filtro de aceite de motor en los automóviles. A partir de esa actividad, se nota un cambio drástico de actividades que incluye variación en el orden de las mismas, y actividades realizadas en unas observaciones y en otras no. En el 25% de las observaciones hay actividades que no corresponden al trabajo (son las actividades que se señalan en negro) y en la mayoría de los casos estas actividades corresponden a limpieza y verificación. Solamente en el 25% de las observaciones los técnicos revisan la presión de las llantas y en 75% de las observaciones se revisan luces y plumas.

Adicionalmente, el análisis de las herramientas utilizadas para los mismos mantenimientos de 5000 Km de automóviles se realiza con el fin de determinar cuáles herramientas son comúnmente utilizadas en las distintas actividades mencionadas. De esta manera, se han encontrado 18 herramientas que los técnicos utilizan para las distintas 16 actividades mostradas en el análisis anterior. Los resultados se muestran a continuación.

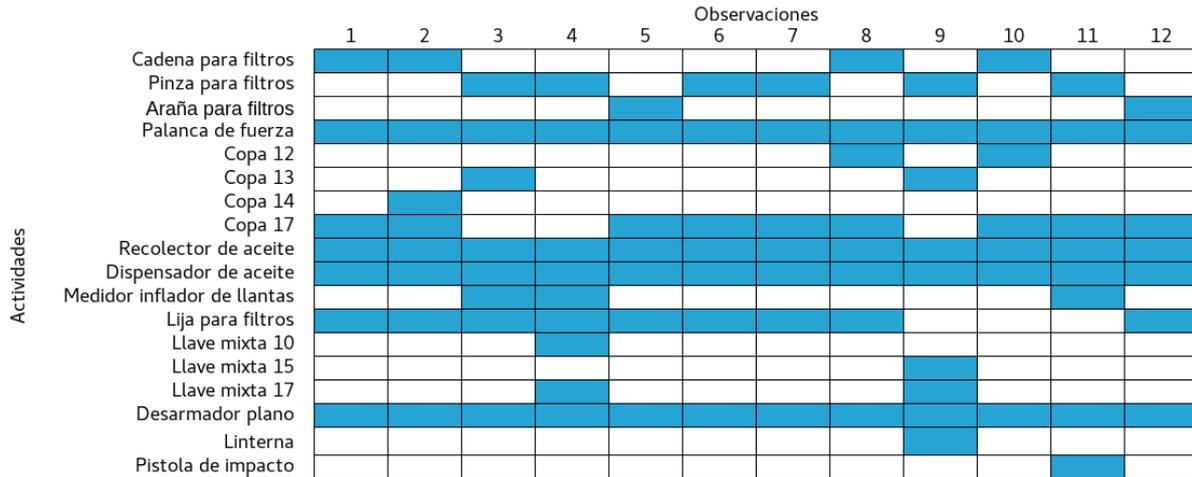


Figura 11. Comparación de herramientas en mantenimiento de automóviles de 5000 Km. Creación propia.

Como se representa en la Figura 11, el uso de herramientas presenta una notoria variación dentro de las observaciones realizadas. Para la actividad de retirar filtro de aceite de motor, en un 50% de las observaciones se utiliza la pinza para filtros, mientras que la cadena para filtros se utiliza en un 33% de las observaciones, y tan sólo un 17% la araña para filtros. Estas herramientas tienen una misma función; sin embargo, su forma de manejar es distinta, lo que crea mayores diferencias en la forma de trabajar de los técnicos. Sólo en el 25% de las observaciones es utilizado el medidor inflador de llantas. En una observación aislada se utilizó la linterna para verificar el estado de las pastillas. Es un caso aislado ya que la revisión del sistema de frenos se lo realiza en el mantenimiento de 10000 Km y 20000 Km. Los resultados, tanto de actividades como de herramientas, muestran una falta de estandarización en el trabajo del taller mecánico de Proauto.

En el mantenimiento de vehículos de 10000 Km existen 25 actividades en total. A continuación, se muestra una comparación de las actividades realizadas en las 7 observaciones hechas para este estrato.

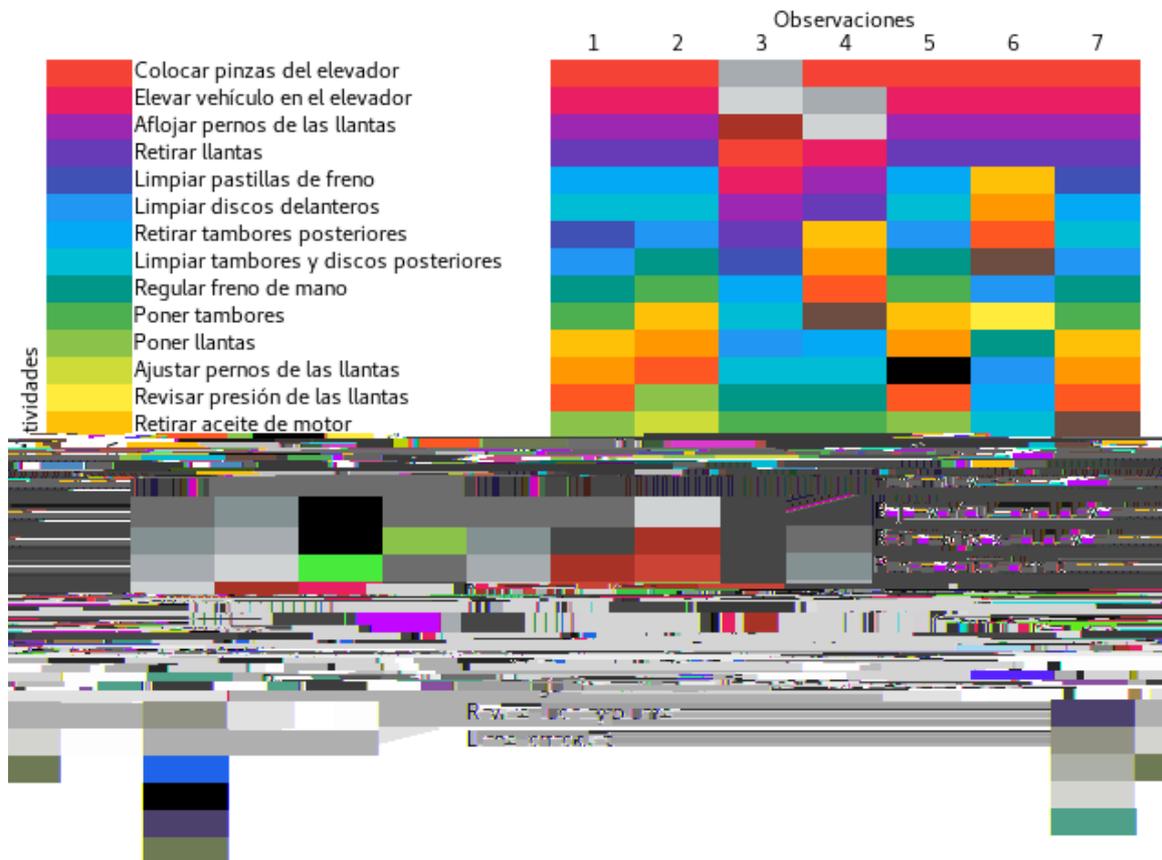


Figura 12. Comparación de actividades en mantenimiento de automóviles de 10000 Km. Creación propia.

Se puede observar en el gráfico comparativo de actividades, que, de las 7 observaciones realizadas, en un 71.43% de las observaciones los técnicos empiezan el mantenimiento de 10000 Km de automóviles de la misma manera. A partir de la actividad de aflojar pernos de las llantas se nota un cambio drástico de actividades que incluye variación en el orden de las mismas, y actividades realizadas en unas observaciones y en otras no. En el 57.14% de las observaciones hay actividades que no corresponden al trabajo. En sólo el 42.86% de las observaciones se realiza la actividad limpiar pastillas de freno.

Adicionalmente, el análisis de las herramientas utilizadas para los mismos mantenimientos de 10000 Km de automóviles se realiza con el fin de determinar cuáles herramientas son comúnmente utilizadas en las distintas actividades mencionadas. De esta manera, se han encontrado 19 herramientas que los técnicos utilizan para las distintas 25 actividades mostradas en el análisis anterior. Los resultados se muestran a continuación.

Actividades	Observaciones						
	1	2	3	4	5	6	7
Cadena para filtros							
Pinza para filtros							
Araña para filtros							
Palanca de fuerza							
Copa 14							
Copa 17							
Martillo							
Cinzel							
Lija para metales							
Dispensador de aceite							
Recolector de aceite							
Medidor inflador de llantas							
Lija para filtros							
Llave corona 10							
Llave corona 17							
Llave mixta 12							
Llave mixta 17							
Desarmador plano							
Pistola de impacto							

Figura 13. Comparación de herramientas en mantenimiento de automóviles de 10000 Km. Creación propia.

Como indica la Figura 13, el uso de herramientas presenta una notoria variación dentro de las observaciones realizadas. Para la actividad de retirar filtro de aceite de motor, en un 57.14% de las observaciones se utiliza la pinza para filtros, mientras que la araña para filtros se utiliza en un 28.57% de las observaciones, y tan sólo un 14.29% la cadena para filtros. Adicionalmente, se puede ver que para este mantenimiento existe mucha homogeneidad en la utilización de las herramientas martillo, cinzel, lija para metales, dispensador de aceite y recolector de aceite.

En el mantenimiento de vehículos de 15000 Km existen 18 actividades en total. A continuación, se muestra una comparación de las actividades realizadas en las 7 observaciones hechas para este estrato.

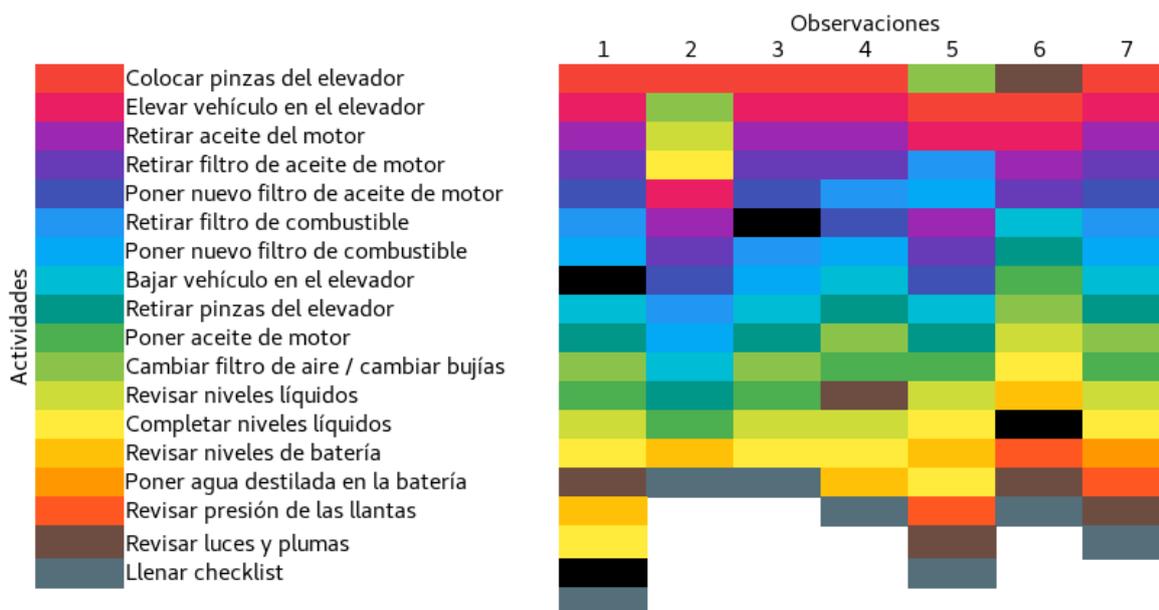


Figura 14. Comparación de actividades en mantenimiento de automóviles de 15000 Km. Creación propia.

Se puede observar en el gráfico comparativo de actividades, que 7 de las observaciones realizadas tienen la misma tendencia que las observaciones anteriores; es decir, variación en el orden de las actividades, y actividades realizadas en unas observaciones y en otras no. En el 42.86% de las observaciones hay actividades que no corresponden al trabajo. En sólo el 42.86% de las observaciones se realiza la actividad revisar presión de las llantas. Finalmente, en el 28.57% de las observaciones no se revisa el funcionamiento de luces y plumas.

Adicionalmente, el análisis de las herramientas utilizadas para los mismos mantenimientos de 15000 Km de automóviles se ha encontrado 14 herramientas que los técnicos utilizan para las distintas 18 actividades mostradas en el análisis anterior. Los resultados se muestran a continuación.

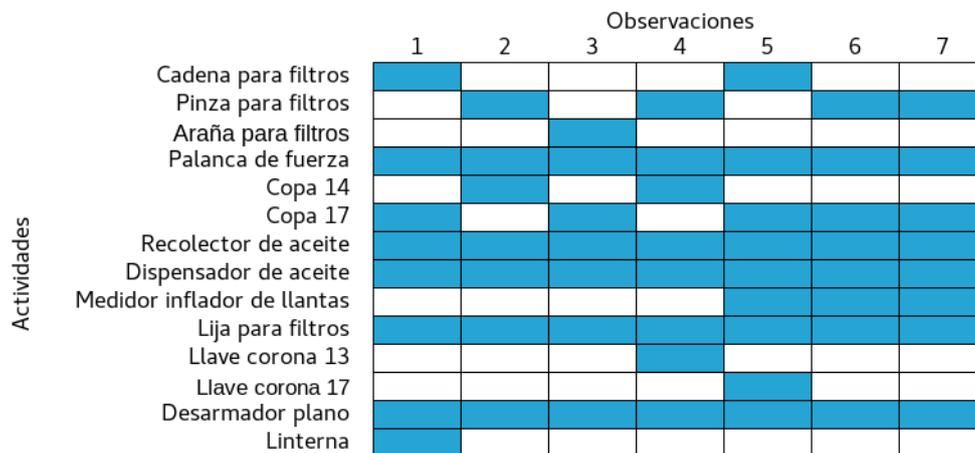


Figura 15. Comparación de herramientas en mantenimiento de automóviles de 15000 Km. Creación propia.

Como se puede observar, el uso de herramientas presenta una notoria variación dentro de las observaciones realizadas. Para la actividad retirar filtro de aceite de motor, en un 57.14% de las observaciones se utiliza la pinza para filtros, mientras que la pinza para filtros se utiliza en un 28.57% de las observaciones, y tan sólo un 14.29% la araña para filtros. Los resultados, tanto de actividades como de herramientas, muestran una falta de estandarización en el trabajo del taller mecánico de Proauto.

Finalmente, en el último estrato de interés, en el mantenimiento de vehículos de 20000 Km existen 26 actividades en total. A continuación, se muestra una comparación de las actividades realizadas en las 7 observaciones hechas para este estrato.



Figura 16. Comparación de actividades en mantenimiento de automóviles de 20000 Km. Creación propia.

Se puede observar en el gráfico comparativo de actividades que todas las observaciones, excepto una, contienen el mismo número de actividades. Esto demuestra una mayor homogeneidad de actividades en comparación a los mantenimientos anteriores. Sin embargo, en el 71.43% de las observaciones hay actividades que no corresponden al trabajo. Siendo este el mantenimiento más complejo con respecto a los anteriores, algunas veces existen mayores requerimientos específicos del cliente y/o temas de garantía, por lo que es habitual que existan actividades que no correspondan al trabajo. Finalmente, sólo en el 24.29% de las observaciones no se revisa el funcionamiento de luces y plumas.

Adicionalmente, en el análisis de las herramientas utilizadas en los mantenimientos preventivos de 20000 Km en automóviles se han encontrado 21 herramientas que los técnicos utilizan en las distintas 26 actividades que corresponden a este mantenimiento. Los resultados se muestran a continuación.

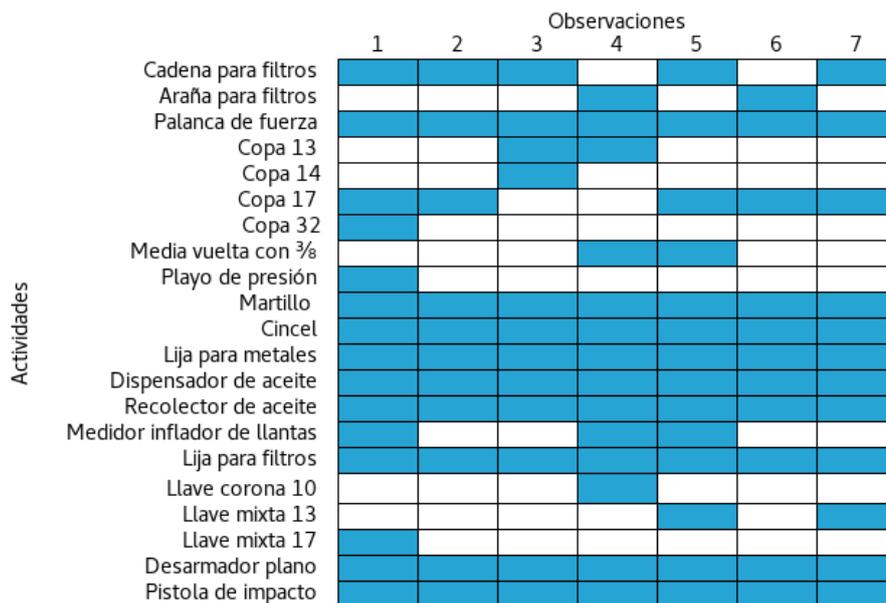


Figura 17. Comparación de herramientas en mantenimiento de automóviles de 20000 Km. Creación propia.

Como se puede observar, el uso de herramientas presenta una notoria variación dentro de las observaciones realizadas. Para la actividad retirar filtro de aceite de motor, en un 71.43% de las observaciones se utiliza la cadena para filtros, mientras que la araña para filtros se utiliza en un 28.57% de las observaciones. Finalmente, como en el mantenimiento de 10000 Km, se puede ver que existe mucha homogeneidad en la utilización de las herramientas martillo, cincel, lija para metales, dispensador de aceite y recolector de aceite.

5.3 Resultados: Propuesta de mejora

5.3.1 Tiempos

5.3.1.1 Tiempos de trabajo totales

En la Tabla 9 se presenta los resultados obtenidos de las observaciones realizadas con el proceso estandarizado respecto a tiempos de trabajo, el tiempo de trabajo promedio obtenido en la estandarización es de 00:24:42; es decir, se obtuvo una reducción del 22% aproximadamente en relación al tiempo promedio inicial. De igual manera, como se puede observar en la gráfica, el tiempo promedio de trabajo del proceso estandarizado es menor que el tiempo estándar establecido por General Motors, lo cual es favorable debido a que el anterior tiempo era menor solamente por menos de medio minuto.

Tabla 9. Tiempos de trabajo promedio en bahías modelo. Creación propia.

Etapa	Tiempo de trabajo (h:mm:ss)
Estándar General Motors	0:31:59
Situación inicial	0:31:39
Bahías modelo	0:23:00
Estandarización	0:24:42

5.3.1.2 Tiempos de trabajo por actividades

A continuación, se encuentran los tiempos por actividad en el mantenimiento preventivo de 5000 Km en automóviles que fueron obtenidos de las mediciones en la situación actual, bahías modelo y en la estandarización.

Tabla 10. Comparación de tiempos por actividad. Creación propia.

Actividad	Tiempo situación actual (h:mm:ss)	Tiempo en bahías modelo (h:mm:ss)	Tiempo en estandarización (h:mm:ss)
Cambio de aceite y filtro de motor	0:08:41	0:05:14	0:04:48
Reajuste de carrocería	0:03:51	0:03:23	0:06:02
Revisar niveles líquidos	0:08:11	0:04:59	0:07:19
Checklist	0:08:30	0:08:02	0:06:33
Total	0:29:14	0:21:38	0:24:42

Como se puede observar en la Tabla 10, el tiempo de cambio de aceite y filtro de motor se redujo en promedio un 45% en la estandarización con respecto a la situación actual. En cambio, el tiempo de reajuste de carrocería aumentó un 57% con respecto a la situación actual. El motivo del aumento en el tiempo promedio para esta actividad se debe a que los técnicos han tenido una instrucción técnica en la cual se puso énfasis en las actividades que corresponden en este mantenimiento, tanto en el número como en el orden de las mismas; por lo tanto, en la estandarización los técnicos realizan todas las actividades que corresponden. Para la siguiente actividad, revisar niveles líquidos, el tiempo promedio se redujo un 11% en promedio con respecto a situación y

actual; y, finalmente, el tiempo de checklist se redujo en promedio un 23% en la estandarización.

Adicionalmente, se desea saber cómo ha sido el progreso en el cumplimiento de las actividades, tanto en el número como en el orden de las mismas. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 11. Comparación en el cumplimiento de las actividades. Creación propia.

Porcentaje de cumplimiento	Situación actual	Bahías modelo	Estandarización
Número de actividades	85%	94%	100%
Orden de actividades	46%	61%	92%

Como se puede observar en la Tabla 11, existe un porcentaje de cumplimiento mayor en el número de actividades con respecto al orden de las mismas. El cumplimiento en el número de actividades estaba en el 85% dentro de la etapa de situación actual; sin embargo, una vez que se aplicaron las propuestas de mejora, el porcentaje final de cumplimiento aumenta a un 100%. De manera similar, el cumplimiento en el orden de actividades estaba en el 46% en la etapa de situación actual y llega a alcanzar un 92% en la estandarización. En esta última etapa se hicieron esfuerzos para que los técnicos cumplan con el manual de operaciones lo que se evidencia en el resultado mencionado anteriormente.

5.3.2 Movimientos

En la Tabla 12 se presenta los resultados obtenidos de las observaciones realizadas del proceso estandarizado respecto a movimientos, los movimientos promedio realizados por el técnico durante un mantenimiento de 5000 Km son de 27 movimientos; es decir, se obtuvo una reducción del 48% aproximadamente en relación a los movimientos promedio realizados previamente. Además, la desviación estándar se redujo en un 73% aproximadamente en relación a las observaciones iniciales

Tabla 12. Estandarización: Movimientos promedio realizados. Creación propia.

Etapas	Promedio	Desviación estándar
Situación actual	52	11
Bahías modelo	34	9
Estandarización	27	3

5.3.3 Distancias

De igual manera, en la Tabla 13 se presentan los resultados obtenidos de la estandarización en relación a distancias.

Tabla 13. Estandarización: Distancia recorrida. Creación propia.

Etapas	Promedio	Desviación estándar
Situación actual	308.13	74.28
Bahías modelo	134.62	15.09
Estandarización	91.33	9.35

La distancia total promedio recorrida durante un mantenimiento de 5000 Km con el proceso estandarizado es de 91.33 metros; es decir, se obtuvo una reducción del 70% aproximadamente en relación a la distancia total recorrida previamente en las observaciones iniciales. Así mismo, la desviación estándar se redujo en un 73% aproximadamente en relación a la situación inicial.

Tabla 14. Distancias dentro y fuera de las bahías modelo. Creación propia.

Etapas	Distancia dentro de la bahía (Metros)	Distancia fuera de la bahía (Metros)	Distancia total (Metros)
Situación actual	122.73	185.41	308.13
Bahías modelo	73.72	60.91	134.62
Estandarización	73.21	18.11	91.33

Como se puede constatar en la Tabla 14, la distancia recorrida dentro de la bahía durante un mantenimiento de 5000 Km con el proceso estandarizado es de 73.21 metros; es decir, se obtuvo una reducción del 40% aproximadamente en relación a la distancia recorrida dentro de la bahía previamente en las observaciones iniciales. Similarmente, la distancia recorrida fuera de la bahía se redujo en un 90% en comparación con las observaciones iniciales.

En la Tabla 15, se muestran los resultados respecto al tiempo y la distancia estándar obtenidos después de realizar las 6 observaciones, como se puede constatar el tiempo no debe superar los 25 minutos e idealmente un técnico no debería caminar más de 92 metros al realizar un mantenimiento preventivo de 5000 Km.

Tabla 15. Estandarización: Tiempo y distancia estándar. Creación propia.

Actividades	Tiempo estándar	Distancia estándar
Preparación de herramientas e insumos	2 minutos	0 metros
Cambio de aceite y de filtro	4 minutos	14 metros
Reajuste de carrocería	6 minutos	37 metros
Revisar niveles líquidos	7 minutos	24 metros
Llenar checklist	6 minutos	17 metros
Total	25 minutos	92 metros

6.3.4 Actividades y herramientas

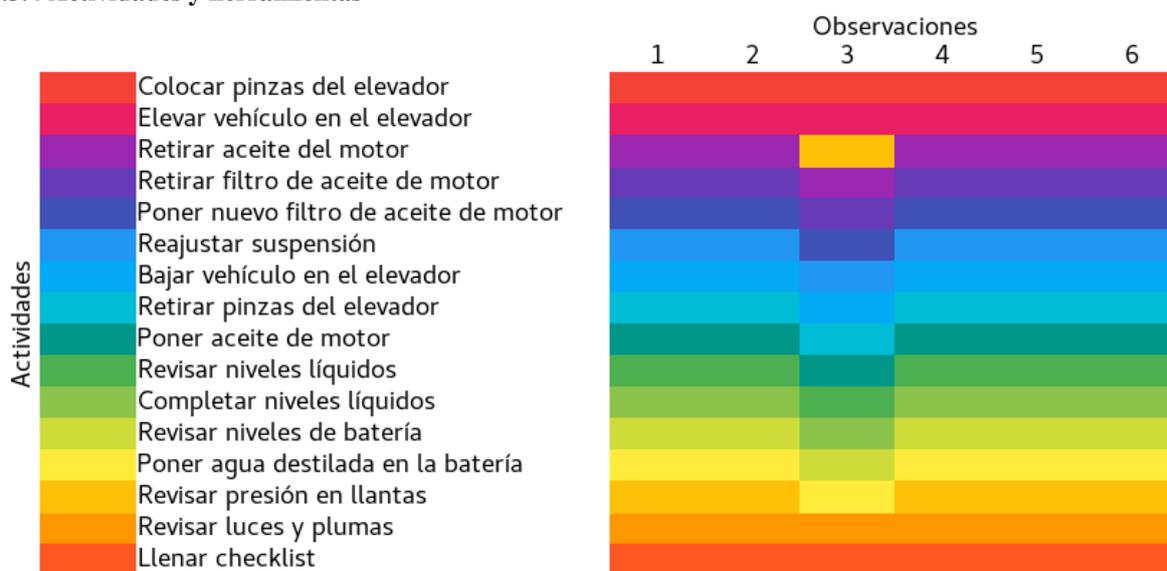


Figura 18. Comparación de actividades en mantenimiento de automóviles de 5000 Km. Creación propia.

Como se puede observar en la Figura 18, tenemos las mismas 16 actividades que corresponden a este mantenimiento; sin embargo, en las observaciones realizadas, existe una mejora notable en el orden en que se realizan las mismas. Así mismo, existe una mejora total en el número de las actividades realizadas en la estandarización; los técnicos realizan todas las actividades que corresponden al mantenimiento. Las mejoras mencionadas se reflejan en que 5 de las 6 observaciones realizadas en la estandarización, los técnicos han cumplido con el número y orden de las actividades. En el caso de la única observación que no se cumplió con el orden de las actividades, esto fue provocado por la falta de herramientas necesarias para satisfacer las necesidades de todos los técnicos del taller.

Con lo que respecta al análisis de las herramientas utilizadas en la estandarización en los mantenimientos preventivos de 5000 Km en automóviles, se han encontrado el uso de 12 herramientas. Los resultados se muestran a continuación.

		Observaciones					
		1	2	3	4	5	6
Actividades	Araña para filtros						
	Copa 14						
	Copa 17						
	Copa 19						
	Palanca de fuerza						
	Desarmador plano						
	Llave 10 mixta						
	Llave 17 mixta						
	Medidor de presión						
	Lija para filtros						
	Recolector de aceite						
	Dispensador de aceite						

Figura 19. Comparación de herramientas en la estandarización. Creación propia.

Como se puede observar en la figura 19, existe una total homogeneidad en el uso de las herramientas; es decir, no se ha tenido ninguna observación en que se hayan añadido otras herramientas. Para la actividad de retirar filtro de aceite de motor, ahora en la estandarización, se utiliza la misma herramienta, en contraste con las observaciones de la situación actual en donde se utilizaron tres herramientas distintas para esta misma actividad.

6. Conclusiones y recomendaciones

Mediante el análisis y diagnóstico de la situación actual de la empresa se lograron identificar serias falencias en el proceso de mantenimiento preventivo que influyen directamente con la variabilidad del proceso:

- La información que proporcionó el diagrama de frecuencias indica que se realizan movimientos innecesarios, no solo fuera de la bahía, sino también dentro de la bahía, lo cual se refleja en tiempo perdido destinado a transporte.
- En relación a los tiempos de trabajo, se evidenció alta variabilidad en todos los estratos con una desviación estándar de 10 minutos aproximadamente. Similarmente, respecto a los tiempos de espera, se evidenció un excesivo tiempo de inmovilización del vehículo antes de iniciarse el mantenimiento respectivo, con un promedio de 48 ± 32 minutos aproximadamente; es decir, en ocasiones un vehículo espero más de una hora hasta el inicio del mantenimiento.
- La información proporcionada por el mapa de causa raíz indica que entre las principales causas del problema se encuentra la falta de enfoque de la dirección de Proauto en temas de aumento de la productividad, lo cual ha provocado que no se asigne el presupuesto necesario para la compra de recursos de trabajo del personal como herramientas, uniformes adecuados, equipos de protección personal). Además, no existe un plan de mantenimiento preventivo al equipamiento físico del taller técnico lo que ha provocado que exista equipos con falencias y fuera de uso.
- De igual manera, a través del mapa de causa raíz se identificó que en la empresa no existe un sistema de sugerencias que tome en cuenta, reconozca y recompense las ideas de mejora proporcionadas por el personal. Este hecho ha generado falta de motivación y desinterés por parte de los técnicos. Así mismo, a través del análisis de la causa raíz se reveló que no existe comunicación ascendente, principalmente entre técnicos y asesores, lo cual ha generado desorganización en la asignación de citas, desconocimiento del estado de los trabajos, reprocesos, retrasos, malentendidos, entre otros. Estos aspectos se relacionan directamente con el desinterés respecto a la perspectiva de aprendizaje y crecimiento reflejado en la falta de un programa de capacitación en temas de productividad, eficiencia y conocimiento del entorno del negocio, no solo al personal operativo sino también a las jefaturas de la

empresa.

- En relación a las actividades que corresponden al mantenimiento preventivo se puede decir que existen graves falencias en el cumplimiento del número y orden de las mismas. Como consecuencia de lo anterior, el porcentaje de cumplimiento del orden de las actividades en el mantenimiento preventivo de 5000 Km en automóviles era tan sólo del 46% en las observaciones iniciales.
- El análisis en el uso de herramientas también demostró una falta de homogeneidad en el uso de las mismas. En el mantenimiento preventivo de 5000 Km de automóviles se utilizaron un total de 18 herramientas distintas, cuando en la implementación de la estandarización, el número de las mismas se redujo a 12. En algunos casos se observó la utilización de hasta tres herramientas distintas para la misma actividad, como en el caso de la actividad de retirar filtro de aceite de motor.
- El equipo descubrió que no existe un involucramiento de la personal bodega de repuestos con el proceso de mantenimiento, a pesar de estar involucrados directamente en el proceso, lo cual ha generado un tiempo de espera considerable que se identificó entre los principales tipos de ineficiencias.
- Los técnicos no se encuentran capacitados de la misma manera y no existe división de trabajo que asigne a técnicos con mayor experiencia y conocimiento para trabajos más complejos. Por otra parte, se observó mucho desorden y falta de limpieza en la bahía de trabajo lo cual genera pérdidas de tiempo por búsqueda de materiales o limpieza del lugar.

Las propuestas de mejora demostraron que brindan soluciones a la variabilidad de proceso que se identificó en las observaciones iniciales de los mantenimientos preventivos:

- A través de la implementación y validación de los resultados del cumplimiento de las 6S y el uso del coche portaherramientas como propuesta de solución temporal se estableció las bases para la estandarización.
- El tiempo de trabajo se redujo de 00:31:39 a 00:24:42 con la estandarización; es decir, se obtuvo una reducción del 22% comparado con la situación inicial. La reducción se dio principalmente por la eliminación de desperdicios como esperas, movimientos y/o retrabajos.
- El análisis de tiempos por actividad demuestra que, después de haberse aplicado las propuestas de mejora en el proceso, existe una reducción en promedio de tiempos de trabajo en todas las actividades, excepto en la actividad de reajuste de carrocería. La estandarización incluyó una instrucción técnica en la cual se puso énfasis en el cumplimiento de todas las actividades del mantenimiento; por esta razón, la actividad de reajuste de carrocería toma más tiempo por el correcto cumplimiento de todas las actividades que corresponde.
- La distancia total recorrida se redujo de 308 metros a 92 metros debido a la eliminación de movimientos innecesarios que se realizaban no solo fuera de la bahía de trabajo sino también dentro de la misma.
- Durante la implementación de las bahías modelo, y posteriormente de la estandarización, se obtuvieron mejoras notables en el cumplimiento del número y orden de las actividades que corresponden a los mantenimientos preventivos. Se alcanzó un cumplimiento del 100% en el número de actividades y un cumplimiento del 92% en orden de las mismas después de haberse aplicado la estandarización en los mantenimientos preventivos de 5000 Km en automóviles.
- Se obtuvieron mejoras en el uso de herramientas, el número total de herramientas utilizadas se redujo de 18 a 12 en los mantenimientos preventivos de 5000 Km en automóviles. Las herramientas correctas se encuentran en el formato visual de manual de operación, ubicado en el taller de Proauto y disponible para todos los técnicos del taller que necesiten mayor referencia al respecto.
- Como resultado de las observaciones realizadas con el proceso estandarizado, se estableció un tiempo y distancia estándar de trabajo. En conclusión, un técnico debe realizar un mantenimiento de 5000 Km de automóviles en 25 minutos con una distancia recorrida de 92 metros.
- La reunión de cierre del proyecto sirvió también para reforzar el compromiso de todos, tanto de la administración de Proauto como de los técnicos de servicio, en cumplir con las acciones para prevenir la recurrencia del problema.

Las recomendaciones para prevenir la recurrencia del problema y promover futuras mejoras en el taller de servicio de Proauto son las siguientes:

- Se recomienda proporcionar todas las herramientas necesarias y adecuadas para tareas específicas a los técnicos del taller mecánico, de esta manera se reduce el porcentaje de desgaste de herramientas debido al mal uso o adecuación de herramientas por falta de la herramienta adecuada. Además, se recomienda desarrollar un programa de capacitación donde se incluyan temas de concienciación del cuidado de los recursos del trabajo con el fin que los técnicos puedan tener mayor cuidado de sus herramientas y el porcentaje de herramientas pérdidas disminuya.
- Asimismo, se recomienda escuchar las sugerencias que proporcionan los técnicos a través de reuniones

mensuales donde puedan participar con lluvia de ideas respecto a oportunidades de mejora identificadas en el proceso.

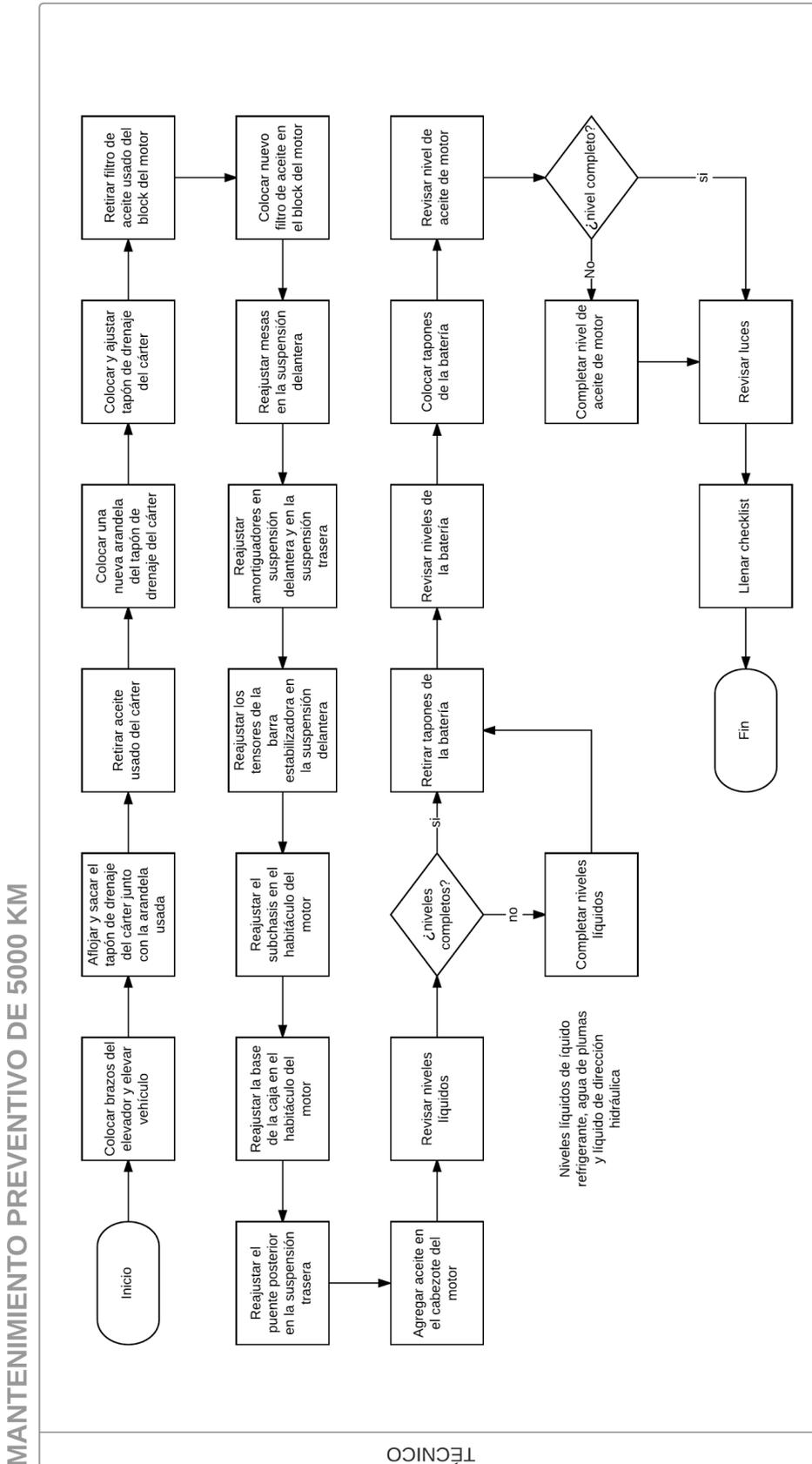
- Se recomienda buscar mejoras en el sistema de agendamiento de Proauto de manera que se encuentren métodos para asegurar que los clientes acudan a su cita de mantenimiento preventivo de sus vehículos.
- Se recomienda replicar las mejoras que han sido implementadas y validadas en los mantenimientos preventivos de 5000 Km a los mantenimientos de mayor kilometraje y demás tipos de vehículos.
- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo del equipamiento del taller; el estado actual de las bombonas de aceite y el sistema de agua del taller perjudican el trabajo de los técnicos que tienen que realizar movimientos innecesarios afuera de sus bahías de trabajo.

Referencias bibliográficas

- Andersen, B & Fagerhaug, T. 2006. Capítulo 1 Practical Problem Solving. Root Cause Analysis Simplified Tools and Techniques. 2da Ed. EEUU: American Society for Quality.
- Chlpekova, A, et. al. (2014). Enhancing the Effectiveness of Problem-Solving Processes through Employee Motivation and Involvement. *International Journal of Engineering Business Management*. Obtenido de cdn.intechopen.com/pdfs/48081.pdf
- Harish et. al. (2012). Establishing Time Standards for Assembly Activity in Chassis Preparation Area Using MOST. Obtenido de <http://www.ymcaust.ac.in/tame2012/cd/industrial/IE-23.pdf>
- Janania, C. (2008). Capítulo 6: Estudio de Tiempos, Métodos de Parar y Observar. Manual de Tiempos y Movimientos. Ingeniería de Métodos. México: Editorial Limusa
- Jing, G. (2008). Flip The Switch - Root Cause Analysis Can Shine The Spotlight On The Origin Of A Problem. p. 50-55.
- Kaplik, P. et. al. (2013). Use of 8D Method to Solve Problems. *Advanced Materials Research* Vol. 801. pp 95-101. Suiza: Trans Tech Publications.
- Korenko, M. et. al. (2013). Application 8D Method for Problems Solving. Ucrania: Lviv National Agrarian University. Obtenido de http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DO WNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Vlnau_agr_2013_17_53.pdf
- Latino, R. et. al. (2016). Root Cause Analysis: Improving Performance for Bottom-Line Results. 4ta Ed. EEUU: CRC Press
- Liker, J & Morgan, J. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. EEUU: Academy of Management.
- Meyers, F. (2000). Capítulo 3: Importancia y Uso de los Estudios de Tiempos y Movimientos. Estudios de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil. 2da Ed. p. 16. México: Prentice-Hall
- Munstermann, B, et. al. (2010). Performance impact of business process standardization. *Business Process Management Journal*. Vol. 16. p. 33.
- Münstermann, Björn and Weitzel. (2008), Tim, "What Is Process Standardization?". CONF-IRM 2008 Proceedings. 64. <http://aisel.aisnet.org/confirm2008/64>
- Results Consortium Limited. (Sin fecha). Global 8D Problem Solving Workbook. UK. Obtenido de http://cdn2.hubspot.net/hub/170850/file-18472412-pdf/docs/global_8d_workbook.pdf
- Rooney, J & Vanden, Lee. 2004. Root Cause Analysis For Beginners. EEUU: ASQ
- Sankaran, A. (2013). Why Companies are Increasingly Moving towards Standardization. EEUU: Wharton. Obtenido de http://d1c25a6gwz7q5e.cloudfront.net/papers/sponsor_collaborations/KW_Wipro_Future_of_Industry_Anand_Sankaran.pdf
- Socconini, L. (2012). Lean Six Sigma Yellow Belt: Manual de Participante. 2da Ed. México: Editorial Alfaomega
- Stevenson, W. (2012). Chapter 7: Work Design and Measurement. *Operations Management*. 11va Ed. USA: McGraw-Hill. p. 309
- Talib, A. & Daim, D. (2010). Time Motion Study in Determination of Time Standard in Manpower Process. Malasia: Proceedings of EnCon2010. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/12008172.pdf>
- Talib, A. & Daim, D. (2010). Time Motion Study in Determination of Time Standard in Manpower Process. Malasia: 3rd Engineering Conference on Advancement in Mechanical and Manufacturing for Sustainable Environment. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/12008172.pdf>
- Valverde, H. (2016). Propuesta de mejora de la calidad mediante la implementación de técnicas Lean Service en el área de servicio de mecánico de una empresa automotriz. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/620950/1/CABRERA_VH.pdf
- Van Wessel, R., Ribbers, P. and deVries, H. (2006), "Effects of IS standardization on business process performance: a case in HR IS company standardization", Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2006).
- Wuellenweber, K., Beimborn, D., Weitzel, T. and Koenig, W. (2008), "The impact of process standardization on business process outsourcing success", *Information Systems Frontiers*, Vol. 10 No. 2, p. 211-24.

Anexos

Anexo 1. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo de 5000 Km autom6viles



Anexo 2. Manual de operación del mantenimiento preventivo de 5000 Km



PREPARACIÓN



1

Antes de realizar el mantenimiento preventivo de 5000 Km es necesario colocar las siguientes herramientas e insumos en el coche portaherramientas y colocarse los equipos de protección personal:

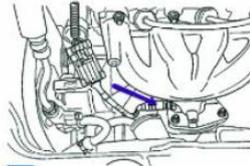
Herramientas correctas

A: Copa 14
B: Copa 17
C: Copa 19
D: Palanca de fuerza
E: Araña para filtros
F: Desamador plano
G: Llave 10 mixta
H: Llave 17 mixta
I: Medidor de presión de aire

Insumos correctos

J: Arandela
K: Filtro de aceite
L: Lija para filtros
M: Aceite 10W30
N: Líquido refrigerante
O: Agua
P: Agua destilada
Q: Líquido de dirección hidráulica
R: Líquido de frenos
S: Wipe

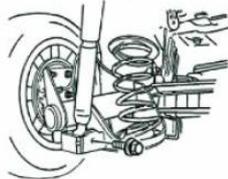
CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO DE MOTOR



2

1. Aflojar y sacar el tapón de drenaje del cárter junto con la arandela usada (A).
2. Retirar aceite usado del cárter.
3. Colocar una nueva arandela del tapón de drenaje del cárter (J).
4. Colocar y ajustar tapón de drenaje del cárter (A).
5. Retirar filtro de aceite usado del block del motor (E).
6. Colocar nuevo filtro de aceite en el block del motor (K-L).

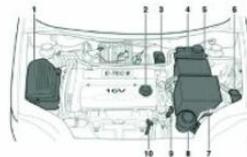
REAJUSTE DE CARROCERÍA



3

7. Reajustar mesas en la suspensión delantera (4 pernos) (B-D).
8. Reajustar amortiguadores en suspensión delantera (4 pernos) y en la suspensión trasera (2 pernos) (B-D).
9. Reajustar los tensores de la barra estabilizadora en la suspensión delantera (4 pernos) (A-D).
10. Reajustar el subchasis en el habitáculo del motor (4 pernos) (C-D).
11. Reajustar la base de la caja en el habitáculo del motor (2 pernos) (B-D).
12. Reajustar el puente posterior en la suspensión trasera (4 pernos) (B-D).

REVISAR NIVELES LÍQUIDOS



4

13. Abrir el tapa-válvulas del cabezote del motor y agregar aceite de motor (M). Cerrar tapa-válvulas (2).
14. Revisar nivel de refrigerante en el depósito de refrigerante (4); en caso de ser necesario, agregar líquido refrigerante (N) hasta la marca de nivel máximo.
15. Revisar nivel de agua de plumas en el depósito del líquido de lavado (6); en caso de ser necesario, agregar agua (O) hasta la marca de nivel máximo.

16. Revisar nivel de líquido de dirección hidráulica (8); en caso de ser necesario, agregar líquido de dirección hidráulica (Q) hasta la marca de nivel máximo.
17. Retirar tapones de la batería (F) (7).
18. Revisar niveles de la batería; en caso de ser necesario, agregar agua destilada (P) hasta la marca (7).
19. Colocar tapones de la batería (F) (7).
20. Revisar si la batería (7) está correctamente sujeta (G).
21. Encender el vehículo, esperar 30 segundos y verificar si el nivel de aceite de motor es el adecuado con la varilla de medición de nivel de líquido del motor (9).

CHECKLIST



5

22. Revisar luces.
23. Revisar presión de inflado en todas las llantas (I).
24. Llenar checklist.

Tiempo estándar: 25 minutos