

**Propuesta de optimización a la prestación del servicio de mantenimiento de aire acondicionado vehicular en la empresa ECO-AIR de Cali valle del cauca.**



**Brayan Daniel Martínez Pérez**

**Nelson Alzate**

**Universidad Antonio Nariño.**

**Programa de Ingeniería Industrial**

**Valle del Cauca**

**2023**

**Propuesta de optimización a la prestación del servicio de mantenimiento de aire acondicionado vehicular en la empresa ECO-AIR de Cali valle del cauca.**

**Brayan Daniel Martínez Pérez**

**Nelson Alzate**

**Ingrid Riascos Murillo**

**Universidad Antonio Nariño.**

**Programa de Ingeniería Industrial**

**Valle del Cauca**

**2023**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

El proyecto de monografía titulado Propuesta de optimización a la prestación del servicio de mantenimiento de aire acondicionado vehicular en la empresa ECO-AIR de Cali valle del cauca., Cumple con los requisitos para optar Al título de Ingeniero Industrial.

---

Firma del Tutor

---

Firma del Tutor

---

Firma Tutor

---

Firma Jurado

Santiago de Cali, abril de 2023.

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Resumen	11
Introducción	12
Planteamiento del problema	15
Descripción del Problema	15
Formulación del problema	16
Justificación	17
Objetivos	18
General	18
Específicos	18
Antecedentes	19
Diseño Metodológico	49
Tipo y Enfoques de Investigación	49
Método de Investigación	50
Diseño Metodológico	50
Capítulo 1. Diagnostico inicial de la situación actual	52
1.1. Generalidades de la empresa.	52
1.1.1. Ubicación actual de la empresa.	52
1.1.2. Organización interna.	55
1.2. Descripción del servicio y su importancia para los usuarios.	56
1.3 Descripción del proceso.	57

	5
1.4. Principales problemas en el servicio de mantenimiento del aire acondicionado vehicular de la empresa ECO - AIR.	64
Capítulo 2. Caracterización de los procesos	65
2.1. Descripción de los procesos críticos para realizar las pruebas	65
2.2. Supuestos para realizar las pruebas en los procesos	67
2.3. Resultados de las pruebas en los procesos	71
Capítulo 3. Diseño de los indicadores de gestión	76
3.1. Indicadores de perspectiva financiera.	78
3.2. Indicadores de perspectiva al cliente.	78
3.3. Indicadores de perspectiva de procesos internos	80
3.4. Indicadores de perspectiva de Crecimiento y aprendizaje	81
Capítulo 4. Propuesta de mejoramiento continuo	82
4.1. Planeación	82
4.2. Hacer	84
4.3. Verificar	85
4.3.1. Disminución del consumo del refrigerante empleado en el mantenimiento preventivo.	85
4.3.2. Disminución de tiempo en la presurización del sistema.	87
4.3.3. Eliminar desperdicio de refrigerante en la conexión del manómetro hacia la lata de gas R-134 <sup>a</sup> .	88
4.3.4. Eliminar tiempo y procesos en la inyección del refrigerante.	89
4.4. Actuar	89

	6
Capítulo 5. Evaluación del costo beneficio de la propuesta	91
5.1. Beneficios económicos de la propuesta	91
5.1.1. Comparación de los costos de materiales directos.	92
5.1.2. Comparación de los costos de mano de obra directa.	93
5.1.3. Comparación de los costos indirectos de fabricación.	94
5.1.4. Comparación de los costos unitarios totales del servicio.	94
5.2. Evaluación financiera del proyecto	95
5.2.1. Inversiones y financiación del proyecto.	95
5.2.2. Parámetros de proyección.	96
5.2.3. Proyecciones del proyecto.	98
5.2.4. Evaluación económica del proyecto.	99
Conclusiones	100
Recomendaciones	102
Referencias bibliográficas	103

**Lista de tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Implementación de actividades	50
Tabla 2. Objetivos estratégicos de la empresa	77
Tabla 3. Índice de ejecución de ventas	78
Tabla 4. Índice de atención de quejas y reclamos	78
Tabla 5. Índice de Satisfacción al cliente	79
Tabla 6. Índice de retención de clientes	79
Tabla 7. Índice de servicios en garantía	80
Tabla 8. Índice de tiempos de entrega	80
Tabla 9. Índice de clima laboral	81
Tabla 10. Índice de personal capacitado	81
Tabla 11. Indicador de consumo de refrigerante	86
Tabla 12. Indicador de tiempo de presurización del sistema	87
Tabla 13. Indicador de desperdicio del refrigerante	88
Tabla 14. Indicador de tiempos de inyección del refrigerante	89
Tabla 15. Costos y gastos operativos de la empresa	91
Tabla 16. Costos de materiales directos del servicio actual y mejorado	92
Tabla 17. Costos de mano de obra directa del servicio actual y mejorado	93
Tabla 18. Costos indirectos de fabricación del servicio actual y mejorado	94
Tabla 19. Costos unitarios del servicio actual y mejorado	95
Tabla 20. Inversiones del proyecto	96
Tabla 21. Parámetros de proyección	97

	8
Tabla 22. Proyección del proyecto	98
Tabla 23. Evaluación económica del proyecto	99



**Lista de figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Mapa de ubicación de la empresa</i>	53
Figura 2. <i>Plano de la empresa</i>	55
Figura 3. <i>Organigrama de la empres</i>	56
Figura 4. <i>Diagrama de operaciones del proceso</i>	62
Figura 5. <i>Diagrama de flujo del proceso</i>	63
Figura 6. Tiempos de trabajo dedicado al mantenimiento preventivo con el proceso actual	72
Figura 7. Tiempos de trabajo dedicado al mantenimiento preventivo con el proceso propuesto	73
Figura 8. Comparación de los tiempos de mantenimiento preventivo con el proceso actual y propuesto	74
Figura 9. Diagrama de proceso de mejora propuesto	83
Figura 10. Diagrama de flujo mejorado	84

**Lista de anexos****Pág.**

Anexo A. Resultados de las pruebas de tiempos de mantenimiento de vehículos con el proceso actual	112
Anexo B. Resultados de as pruebas de tiempos de mantenimiento de vehículos con el proceso propuesto	113
Anexo C. Activos fijos con proyecto	114

## **Resumen**

El presente trabajo monográfico desarrolló una propuesta de optimización a la prestación del servicio de mantenimiento de aire acondicionado vehicular en la empresa ECO-AIR de Cali valle del cauca, empleando la metodología descriptiva partiendo de la hipótesis de que al implantar medios tecnológicos se aumenta la productividad del servicio. En sus resultados se determinó que la propuesta de mejora con base a herramientas tecnológicas, mejora ostensiblemente los tiempos de trabajo y la reducción de costos frente al proceso que tradicionalmente se hace. Esto obedece a una reducción de los riesgos de operación que permite un menor desperdicio de materiales, además de un mejor aprovechamiento en los tiempos de prestación del servicio.

Se concluye que la propuesta mejorada genera ahorros económicos para la empresa, proporcionándole una rentabilidad (68,41%) tres veces mayor a la que actualmente maneja con el proceso actual y reportándole a los propietarios de la organización una tasa interna de retorno del 35,2%, la cual es mayor al costo de oportunidad del negocio, significando que el proyecto genera buenos rendimientos económicos en el mediano plazo.

## **Introducción**

El sistema de aire acondicionado vehicular nace en Estado Unidos por Willes Carrier que perfecciono su invento en el área de climatización automotriz (Carrier, 2022), donde General Motors implementa este sistema en su marca Cadillac, aunque la empresa automovilista Packard también estaba interesada en su implementación. En 1953 la empresa Nash Motors lanza el primer automóvil con un sistema de aire acondicionado vehicular como el que se conoce hoy en día. En estados unidos se empezaron a registrar una gran demanda por el uso de este Sistema y en 1966 Mortor Sevice Manual publico unas ventas de 3.560.000, lo cual unos años más adelantes se obtiene una cifra de 19.571.000 de unidades vendidas de aires acondicionados para vehículos. En los años 1970 y 1980 el uso de este sistema se vio en aumento ya que estadounidenses empezaron a vivir en lugares más calurosos y por tratarse de un sistema que tiene piezas mecánicas y expuestas al polen, polvo y otros micros organismo se empezaron a realizar mantenimientos al sistema del aire acondicionado vehicular (Tixce, 2017).

En Latinoamérica se vendieron acerca de 5.5 millones de vehículos en el año 2019 (Adrian, 2020) en el que la mayoría vienen equipados con sistema de climatización y al encontramos en un clima tropical, el uso del aire acondicionado vehicular es constante e indispensable. En Colombia se tiene un clima tropical y según al lugar de estudio, que está ubicado en Cali, presenta un clima cálido, donde el sistema de climatización vehicular se encuentra en continuo funcionamiento presentando un desgaste prematuro, por lo tanto, presentara averías que se necesiten un mantenimiento preventivo o correctivo. La gran

demanda del uso del sistema de climatización vehicular y al tener un parque automotor de 758.348 vehículos en Cali (El país.com, 2021) expone a que empresas o micro empresas fortalezcan la prestación del servicio de mantenimiento de aire acondicionado vehicular puesto deben optimizar los procesos para cumplir con la demanda y prestar un servicio de calidad.

En el caso de la empresa ECO-AIR de Cali en el valle del cauca se presta servicios de mantenimiento de aire acondicionado para vehículos de manera tradicional, en el cual se observa un elevado manejo manual de sus actividades, puede estar perdiendo oportunidades de mejora en sus procesos con nueva tecnología que le permita reducir sus tiempos de trabajo y el consumo de materiales.

Es así como el presente trabajo de grado busca determinar las bondades de implementar nuevas tecnologías en la empresa que permita fortalecer sus procesos en busca de un mejoramiento continuo que le permita aumentar la satisfacción de sus clientes. En tal sentido, la presente investigación tiene el objetivo de diseñar una propuesta de optimización a la prestación del servicio de mantenimiento de aire acondicionado vehicular mediante la metodología de mejoramiento continuo en la empresa ECO-AIR de Cali valle del cauca.

El trabajo se compone de cinco capítulos que inicia con el diagnóstico inicial de la situación actual, donde se describe los principales problemas que está presentando con el proceso actual de mantenimiento de aire acondicionado vehicular en la empresa, posteriormente se prosigue en la caracterización de los procesos que soportan la prestación del servicio, orientado a la identificación de las etapas críticas y los tiempos en la prestación

del servicio. Este capítulo formulo los cimientos de mejora que permitió el diseño de los indicadores de gestión para la medición de los procesos y su efecto en la calidad del servicio, el cual se soportó con la propuesta de mejoramiento para después finalizar con la evaluación de beneficios económicos de propuesta a implementar.

Finalmente, se muestran las conclusiones y recomendaciones de la investigación donde se sintetizaron los resultados más significativos.

## **Planteamiento del problema**

### **Descripción del Problema**

En la empresa Eco – Air en Cali realiza el mantenimiento preventivo y correctivo al sistema del aire acondicionado automotriz que cuenta con un gerente de servicio, una auxiliar administrativa, un auxiliar de servicios generales y dos técnicos. En los procesos de mantenimiento se ha presentado unas prácticas indebidas por los técnicos que se debe a falta de capacitación, procesos no estandarizados y equipos no idóneos que causan demoras en los procesos y una disposición final inadecuada del refrigerante del aire acondicionado vehicular.

Los procedimientos que se realizan en el mantenimiento del sistema aire acondicionado vehicular en Eco-Air no tienen unos procesos estandarizados y esto se debe a la falta de capacitación o competencia para la manipulación del sistema y a su vez no cuenta con equipos adecuados para la prestación del servicio debido a sus altos costos. Los factores internos y externos de Eco – Air se verán afectados si se continúa con estos procedimientos ya que las operaciones no estandarizadas generan demoras de entrega, movimientos innecesarios y desperdicio de materia prima. El uso del refrigerante del sistema de aire acondicionado vehicular debe ser manipulado por equipos especializados que al no ser utilizados genera daños ambientales que afecta a la sociedad y a su vez malos diagnósticos debido a que es un gas presurizado en un sistema. Los malos diagnósticos retrasan procesos y traen clientes inconformes que se ve reflejado en pérdidas económicas.

En Eco – Air se presenta un plan de mejora para optimizar procesos mediante la metodología de mejoramiento continuo y se capacitará a los técnicos para el uso de equipos adecuados. Se identificará los procesos y se automatizará los procedimientos más necesarios que generen pérdidas económicas, que al ser automatizados mermará el impacto ambiental que causa el refrigerante. Al automatizar procedimientos tendremos mejoras en diagnósticos, entregas puntuales y menos desperdicio de materia prima.

### **Formulación del problema**

¿Qué propuesta optimizará la prestación del servicio de mantenimiento de aire acondicionado vehicular en la empresa ECO-AIR de Cali?



## **Justificación**

El sistema de aire acondicionado ha brindado en los vehículos una satisfacción de manejo llamada confort donde la conducción es más agradable (Cortezón, 2016). El confort que brinda un vehículo está relacionado con unos componentes que forman un sistema de refrigeración y por un método termodinámico extrae calor dentro un área determinada y por tratarse de piezas mecánicas que trabajan entre si se debe realizar un mantenimiento. La extracción de calor la realiza un componen principal llamado refrigerante y actualmente para vehículos se utiliza el refrigerante R-134<sup>a</sup> (Aire Services Cars, 2020). El boletín número 48 llamado ozono del 2020 informa que existen unos protocolos internacionales que Colombia debe cumplir y a su vez mitigar el efecto que causan los refrigerantes, entre ellos el R-134<sup>a</sup> (León Redondo, 2020). Este estudio va a portar al avance de la mitigación del refrigerante que usan los vehículos debido a que se demostrara la utilización de un equipo o adecuación de componente que su función sea reciclar el refrigerante es rentable así los equipos sean costos y que talleres o empresas que se dediquen a esta profesión pueda implementar este método que mejora drásticamente sus ingresos, procesos y ayuda a la conservación del medio ambiente.

## **Objetivos**

### **General**

Diseñar una propuesta de optimización a la prestación del servicio de mantenimiento de aire acondicionado vehicular mediante la metodología de mejoramiento continuo en la empresa ECO-AIR de Cali valle del cauca.

### **Específicos**

- Realizar un diagnóstico inicial de la situación actual en la prestación del servicio de mantenimiento del sistema del aire acondicionado vehicular.
- Caracterizar los procesos que soportan la prestación del servicio, orientado a la identificación de las etapas críticas y los tiempos en la prestación del servicio.
- Diseñar los indicadores de gestión para la medición estadística de los procesos y su efecto en la calidad del servicio.
- Elaborar una propuesta de mejoramiento continuo para el proceso de prestación de servicio de mantenimiento del sistema de aire acondicionado vehicular.
- Evaluar la relación costo beneficios de la propuesta implementada.

## **Antecedentes**

### **1. Estudio para la Organización Administrativa del Taller de Mantenimiento de Aire Acondicionado de Technocold.**

Díaz Espinosa (2013), realiza un estudio para la organización administrativa del taller de mantenimiento de aire acondicionado en Technocold con el fin de brindar un mejoramiento de la productividad desde su estructura organizacional. El autor describe el funcionamiento del sistema de aire acondicionado vehicular y plantea como implementar una estructura organizacional partiendo de una metodología mixta ya que se observarán gráficas, sistemas estadísticos y pondrán en práctica el estudio para la organización administrativa.

En este caso se establece una organización jerárquica que demuestra tener un mejor control del departamento organizacional de Technocold, designando funciones y responsabilidades a cada uno del personal que intervienen en los procesos del departamento de mantenimiento.

El autor inicia describiendo una estructura organizacional actual en el cual encuentra anomalías que afecta la producción, su conclusión fue identificar procedimientos de los empleados y designar funciones específicas donde sus resultados fueron estructurar el departamento jerárquico para ayudar a mejorar los procesos de producción y calidad en sus servicios. En este proyecto, aunque se encontraron mejoras se puede observar que algunos procedimientos en la reparación y mantenimiento al sistema del aire acondicionado siguen sin ser automatizados lo que ocasiona un desperdicio de materia prima y daños

ambientales. El aporte de esta investigación de es que permitió identificar las funciones y roles que tienen el personal desde la estructura jerárquica para ofrecer los servicios de mantenimiento en los sistemas de aire acondicionado vehicular.

## **2. Mejora de procesos para la reducción de fallas en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa de servicios ESALB GROUP SAC 2017.**

El objetivo de esta investigación según Espinoza Albino (2017), es mejorar los procesos para la reducción de fallas en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado. Para poder determinar las fallas en los mantenimientos se utilizó una muestra de varios empleados que tienen contrato con la compañía implementando diagramas de flujos, diagrama de Pareto y diagrama shikawa que ayuda a la identificación de procesos innecesarios teniendo una metodología descriptiva propositiva.

El estudio de tiempos determino mejoras del 43 % en mantenimientos preventivos y un 49% en el mantenimiento correctivo obteniendo ganancias económicas, ya que los empleados mermaron tiempos improductivos mejorando la calidad y la eficiencia en sus servicios prestados.

En el estudio del tiempo se utilizaron mediciones en cada proceso para identificar tiempos muertos llegando a la conclusión que para mejorar los procedimientos se debe realizar una capacitación al área técnica, ya que algunos procesos presentaban demoras por la falta de conocimiento. La contribución de Espinoza Albino (2017) es analizar los diferentes procedimientos que realiza en su trabajado de grado, ya que se puede tomar de base la medición de tiempos e implementar los diagramas expuesto en su propuesta de mejora.

### **3. Propuesta de plan de mantenimiento en sistemas de aire acondicionado: caso sector automotriz.**

Duran Giraldo et al, (2016) proponen un plan de mantenimiento para sistemas de aire acondicionado en el sector Automotriz para disminuir costos y fallas en sus sistemas. Para esta investigación se utilizó una muestra de estudio de 6 vehículos de la misma marca y modelo con sus informes de mantenimiento. El análisis del estudio se basó en recolección de datos para proponer un plan de mantenimiento.

Su investigación consiste en evaluar varias variables y medir el grado de relación entre fallas registradas en el parque automotor de la Empresa. La investigación es correlacional puesto que busca determinar como una variable varia con respecto a la otra.

Los autores concluyen en su investigación que si se realiza una inspección y mantenimientos preventivos periódicos a larga el tiempo de uso del sistema de aire acondicionado y a su vez merma gastos excesivos en el sistema. Su conclusión es acertada en cuanto que un mantenimiento preventivo a larga la vida de un sistema pero la evaluación es difícil de determinar ya que el uso del sistema del aire acondicionado depende de otros factores como, la manipulación del sistema, lugares en el que transcurre el vehículo, fallas eléctricas, fallas en el motor por recalentamiento y que algunos componentes se encuentran expuestos y pueden aparecer fugas por diferentes variables, lo que hace difícil definir la causa que afecte al sistema del aire acondicionado ya que él depende de otros componentes del vehículo, por lo tanto algunos costos económicos pueden aparecer de improvisto lo cual afectaría la propuesta, sin embargo la propuesta proporciona información que ayuda a complementar mi objetivo puesto que se encuentra la descripción de cómo funciona los

componentes del sistema del aire acondicionado y describe sus funciones que es importante para la aplicación de mi metodología.

#### **4. Estudio de pre factibilidad para instalar una planta de mantenimiento e instalación de sistemas de aire acondicionado para el parque automotor mayor de transporte terrestre de pasajeros en la ciudad de Chiclayo.**

En el 2015 se realizó un estudio para instalar una planta de mantenimiento e instalación de sistema de aire acondicionado, para Chambe Chávez (2015) su objetivo es determinar la demanda insatisfecha del servicio de mantenimiento, e instalación de sistemas de aire acondicionado automotriz del parque automotor en la ciudad de Chiclayo, mediante un método que consiste en la descomposición, de un análisis macro y micro.

La propuesta de la implementación de la planta requiere conocer el proceso del sistema y funcionamiento del aire acondicionado en cual se debe obtener equipos de diagnóstico costosos y determinar que su uso es rentable. El autor expresa que los equipos son costosos, pero las ganancias son inmediatas ya que facilita la operación del técnico mejorando la calidad del servicio, aumentando la capacidad del trabajo y la productividad de los talleres o plantas de servicio.

En el análisis se encuentra un estudio de mercadeo para verificar la viabilidad del servicio a prestar y nombra la importación de equipos especializados para obtener un servicio de calidad que concluye la viabilidad del Proyecto y equipos costos, pero con retorno financiero es inmediato, sin embargo, el nivel económico es muy alto lo que hace que algunas personas independientes no realicen la inversión. El Proyecto de Chambe (2015), influye en mi investigación ya que demuestra la viabilidad de los equipos de

refrigeración, aunque mi investigación se centra en la transformación de equipos con presupuesto menor que genera la misma viabilidad. El presupuesto utilizado en este proyecto es alto y se enfoca en cierto sector económico lo que deja a un lado a los pequeños negocios de refrigeración automotriz el cual son la mayoría que se encuentra en Cali, lo que haría imposible que algunos micro empresarios realicen la inversión y más bien trabajen en adecuar sus herramientas para obtener un servicio similar, que es la planeación de nuestro proyecto.

### **5. Diagnóstico y Propuestas de Mejora de Procesos empleando la Metodología Six-Sigma para una Fábrica de Mantenimiento y Reposición de Mobiliario para Supermercados y Tiendas Comerciales.**

En este Proyecto explica todos los conceptos relacionados con los procesos de metalmecánica y pintura electrostática, además de las herramientas estadísticas y de calidad utilizando un programa estadístico minitab 16. Valdivia Reyes (2013) utiliza la metodología six sigma que consiste en mejora de procesos, basada en la reducción de la variabilidad de los mismos, obteniendo reducción en los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente.

Dentro el proceso de la metalmecánica y pintura electrostática se busca brindar un servicio de calidad en el cual se analizan los procesos y se realizan mejoras seleccionando herramientas que brinde una eficiencia en los procesos obteniendo datos para la aplicación de la metodología six sigma.

Se determina que la metodología Six-sigma, encontró los problemas que afectan a la compañía proponiendo mejores procesos, se optó por localizar el problema y se define

para tomar datos para realizar el análisis previo y generar ideas de mejora para establecer procesos que eviten las dificultades y que no se vuelvan a generar. En la evaluación del impacto económico se demostró que el ahorro por eliminar los costos de no calidad, son mayores a la mínima inversión que se necesita para asegurar la calidad en unos de sus procesos, lo que demuestra que un cambio de mentalidad desde la gerencia influyo de manera positiva para obtener unos estándares de calidad mayaros y estar en continua mejora. Esta metodología aporta de manera positiva al planteamiento expuesto en este trabajo de grado ya que buscamos exponer los procesos que afecten la compañía y realizar mejoras en sus actividades para generar rentabilidad con una mínima inversión. Las actividades de mejoras son indispensables para productividad de un servicio, aunque se debe tener en cuenta equipos que optimicen procesos para generar la calidad total en una compañía.

#### **6. Propuesta de mejora de los procesos del taller mecánico de la empresa METAM S.R.LTDA. CHIMBOTE.**

En la propuesta de mejora de los procesos del taller mecánico de la empresa METAM S.R.LTDA. CHIMBOTE utiliza una metodología tipo descriptiva investigativa ya que se describirá los procesos que ejecutan la empresa para la reparación de piezas metalmecánicas y en base a ello se hará una propuesta describiendo datos del proceso y del taller.

Para Guillen Rubio (2018) exponen una descripción de los procesos de manera jerárquica introduciendo diagramas de flujos, organigrama, mapa de procesos, diagrama causa y efecto y entre otras con el fin de ejercer el método de la mejora continua que



consiste en la planificación, al implementar, medir analizar y verificar. Se determinan las posibles causas que generan demoras en entrega de servicios y a su vez pérdidas económicas. Se realizó una encuesta a los técnicos y se determinó como muestra para encontrar las falencias de los procesos.

El análisis que se realizó al taller implementado la mejora de los procesos, obtuvo como resultado un Manual de Organización de Funciones en el taller exponiendo una mejora muy notable, dado que los trabajadores serán más ordenados en base a sus funciones y no habrá una pérdida de tiempo. El taller fue más eficiente gracias a la toma de tiempo en los procedimientos antes y después de la mejora continua, ya que se pudo demostrar con datos y graficas la mejora que se obtuvo, esta conclusión muestra la importancia que se debe tener al analizar unos procedimientos industriales, lo cual complementa o aporta de manera investigativa a la implementación de este trabajo de grado, puesto que se analizará unos procesos mecánicos y se tomara tiempos con el fin de concluir y determinar mejoras en procesos. En la mejora continua es importante analizar que procedimientos que son de fácil automatización puesto que se debe incluir o recomendar herramientas que sustituyan laborales manuales para obtener una mayor calidad en sus servicios y mermar tiempos de entrega.

#### **7. Propuesta de implementación de un sistema de mejora basado en la norma ISO 9001:2015, en la empresa de aire acondicionado Trialmech Cia. Ltda.**

La calidad de un servicio parte desde la eficiencia del sistema de producción, es importante reconocer todos los procesos de la compañía para estar en mejora continua impulsando a la compañía a ser más competitiva, llegando hasta el punto que la calidad se

convierte en una propuesta a valor como lo nombra Buenaño Armas y Morales Rubio (2020) que Diseña un sistema de gestión de Calidad basado en los requisitos de la norma internacional ISO 9001:2015, para la mejorar los procesos de la empresa Trialmech Cia. Ltda. La implementación de la ISO 9001 2015 contextualiza otros temas que son importante en el proceso como el control de calidad, mejora continua, productividad, herramientas de calidad, diagramas causa efecto, entre otras, donde cada una experimenta un conjunto de actividades que fortalece su servicio o producto.

El enfoque descriptivo ayuda a la obtención de resultados que se basa en identificar las causas en procesos administrativos y técnicos para extraélos y poder observar, relacionar, diferenciar y analizar los aspectos de la compañía siendo esta la población a estudiar puesto que se deben cumplir los requerimientos de la ISO 9001 2015.

La implementación de la ISO 9001 2015 postula a la empresa Trialmech Cia, como una compañía competitiva en sus servicios, lo cual se puede identificar información que aporta a la construcción de este proyecto de grado puesto que se realizan matrices de cumplimientos de los procesos implantados, información estadística, análisis FODA, mejoras en procesos, entre otros. Esta información busca analizar, identificar y ejecutar mejoras de procedimientos con el fin de brindar un mejor servicio y a su vez que su compañía sea más eficiente, siendo algo similar que busco en mi propuesta de optimización de procesos.

## **8. Application of Six-Sigma Model on Efficient Use of Vehicle Fleet.**

En un mercado dinámico y tecnológico, se encuentran compañías que desean destacar entre ellas, por eso es importante que unos procedimientos industriales estén

acompañado de metodologías que serán la propuesta a valor de las compañías, como lo expresa Stanivuk et al, (2020) en su artículo ya que desean disminuir en un 20% los costos totales de una flota de transporte que presenta altos costos de mantenimiento, baja disponibilidad de vehículos y un largo proceso de compra de repuestos.

En este artículo los autores utilizan una metodología SIPOC que consiste en definir un proceso de negocios a través de la documentación de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes que proporciona información para identificar los responsables en los procesos. La muestra en que se realiza el estudio estadístico es en la flota de vehículos utilizando Minitab para identificar los resultados y la discusión, cada resultado es expresado en graficas como Pareto, informe resumido de costos de mantenimiento que permita un análisis y una identificación actual de la compañía.

Dentro sus conclusiones plantean un concepto de análisis FMEA que determinar las formas en que pueden ocurrir errores en los procesos o el producto, por eso es necesario planificar como evitarlos. La utilización de esta metodología six sigma tiene como objetivo disminuir perdidas y mejorar la calidad del servicio puesto que la ejecución de estrategias basadas en mediciones estadísticas pueda mejorar los procesos y reducir presupuestos proporcionando información, métodos, y aplicación para argumentar la propuesta que se desea aplicar en la empresa Eco-Air.

**9. Implementación del modelo six sigma como estrategia de mejora en pymes de Latinoamérica.**

El análisis del estado actual de la literatura sobre la implementación del modelo six sigma funciona como estrategia de mejora de la productividad y competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas en Latinoamérica. Este planteamiento realizado por Ortiz Tobar (2020) expresa que las compañías están optando por una aplicación o método que ayude a la producción de sus empresas siendo visto como una propuesta a valor en el mercado. La investigación realizada es de tipo documental con un enfoque cualitativo que consiste en que se pueda tomar de base para futuras investigaciones.

La propuesta de implementar el modelo six sigma consiste en definir, medir, analizar, mejorar y controlar cada procedimiento de la organización basando sus estudios en diagrama de Ishikawa, gráfico de tendencia, diagrama de dispersión. Minitab, método kaizen, lean Manufacturing, método de las 5S, donde su objetivo es brindar calidad en sus servicios para que la compañía se más competitiva en su mercado, aunque en este estudio por ser investigativo las hipótesis tienen una discusión amplia.

Las Pymes tienen importancia en el crecimiento económico de un gobierno ya que brindan empleos, pagan impuesto y ayudan a mejorar la economía de un país, pero se tiene que brindar un mayor apoyo gubernamental y concientizar a las empresas sobre conocimientos que ayuden a mejorar los métodos de producción para que cada proceso tenga un fortalecimiento y se pueda expandir empresarialmente. El origen de la metodología six sigma es poder ayudar a mejorar los métodos de trabajo y en este documento expresa como esa ayuda beneficia a micro, pequeñas y medianas empresas. En Eco-Air al pertenecer como una empresa pequeña se podrá implementar algunos conceptos

de esta propuesta ya que su investigación literaria brinda conceptos sólidos que se verán implantados de manera práctica en este proyecto.

#### **10. Análisis comparativo de las características técnicas de refrigerantes y sus efectos sobre el medioambiente**

El objetivo principal de este artículo es analizar las características técnicas de los refrigerantes y sus efectos sobre el medioambiente, en este documento exponen la utilización de los refrigerantes y nombra el uso del R-134a, refrigerante que se utiliza en los sistemas de vehiculares. En Eco-air la manipulación de este refrigerante es constante y en esta investigación tipo comparativa-descriptiva expone la comparación de otros refrigerantes y los daños ambientales que causa cuando se liberan a la atmósfera.

La conclusión de Pérez Barrios (2021) permite identificar la selección de un refrigerante ideal dependiendo los parámetros de diseño. En nuestra investigación el refrigerante que se va a manejar es el R-134<sup>a</sup> por lo tanto la conclusión no tiene mucha relevancia para nuestra propuesta. Lo que se toma en este análisis son los datos que permiten identificar el daño ambiental que causa el refrigerante, lo que muestra peso en nuestra propuesta pues en el proceso de automatización se va a realizar un reciclaje del refrigerante para merma su impacto ambiental.

#### **11. Estudio del uso, manejo y reciclaje de refrigerante automotriz.**

El estudio realizado por (Muñoz Vizhñay y Calle Heredia, (2013), tiene como objetivo conocer los diferentes métodos de manejo del refrigerante automotriz. Se conoce que el refrigerante causa un efecto ambiental por lo tanto las empresas que se mueva en este Mercado tienen que minimizar este daño, recordando que existe protocolos

internacionales que exigen a los gobiernos cumplir con las buenas prácticas refrigeración. Debido a la informalidad y falta de conocimiento, en la actualidad diferentes empresas no cumplen con los protocolos internacionales generando daños a la sociedad que con el pasar del tiempo se realizaron equipos que consiste en brindar una reutilización adecuada.

Las autoras describen los diferentes equipos que se deben utilizar para realizar este procedimiento, este estudio al ser informativo brinda apoyo a las propuestas que se va utilizar en Eco-Air ya que nombra el debido procedimiento que se debe realizar para el reciclaje del refrigerante porque al no reciclar los residuos de fluidos refrigerantes causan la destrucción de la capa de ozono lo que ha ocasionado los actuales problemas ambientales siendo el principal efecto el calentamiento global.

## **12. The Revolution Lean Six Sigma 4.0**

La revolución en la industria conlleva a que las empresas estén dispuestas a realizar mejora en sus procesos. Las revoluciones industriales destacan un cambio de las fuentes de energía a la automatización, a la tecnología de la información y a la producción automatizada, hasta llegar a la conectividad, sin embargo, las revoluciones siempre se han marcado en tres aspectos, personas, procesos y tecnología. Los autores Arcidiacono y Pieroni (2018) plantean que la Industria 4.0 crea una propuesta a valor durante todo el ciclo de vida del producto, proceso o servicio estudiando cada elemento pues su finalidad es rastrear el desarrollo reciente de Lean Six Sigma y al mismo tiempo responder las necesidades de la industria 4.0.

Este estudio es importante para mí investigación ya que proporcionar un conjunto original e innovador de pautas para ayudar a implementar el diseño de una optimización

de procesos, aunque está dirigido para cíclica efectiva y eficiente se puede tomar bases para innovar en nuestra área de estudio.

### **13. Implementación de un proceso para el retiro adecuado del refrigerante químico r134a en equipos de refrigeración a desechar, por una empresa embotelladora de bebidas.**

El objetivo de esta investigación es proponer un proceso técnico, para el retiro del refrigerante R134a, en los equipos de refrigeración de bebidas gaseosas. La investigación fue cualitativa ya que se realizó una observación para reunir datos no numéricos utilizando cuatro etapas, identificación del problema, revisión documental en manejo de refrigerante r-134<sup>a</sup>, recolección de información con empleados e implementación de propuesta de mejora.

En la empresa embotelladora manejan equipos de enfriamiento para almacenar bebidas y una vez estos equipos terminen su ciclo de vida se debe regular el desperdicio de esta materia. Cifuentes Polanco (2016) analiza esta situación y nombra que en el caso del refrigerante que se encuentra almacenado en estos enfriadores, se debe realizar una debida descomposición ya que el refrigerante r-134<sup>a</sup> es un gran aportado al calentamiento global.

La investigación concluye que al obtener equipos de reciclaje del refrigerante se puede realizar una reutilización que genera beneficios económicos, e invita a que otras organizaciones puedan realizar esta operación ya que el medio ambiente es de todos. La conclusión de este proyecto impacta al objetivo que se desea llegar con esta propuesta optimizar procesos en Eco-Air, pues se observara detenidamente cuales son los procesos que Cifuentes Polanco (2016) utilizo para poder identificar si las fallas que se tiene al no

realizar una disposición final del refrigerante son similares en el sitio que se desea estudiar (Eco-Air).

#### **14. Manual de buenas prácticas de refrigeración.**

Para conocer el mundo de la refrigeración, ya sea de transporte, comercial o industrial se debe tener algunas bases que se utilizaran en los procesos en que se tenga que intervenir el refrigerante o algún componente que tenga que ver con el ciclo termodinámico. El manual de las buenas prácticas de refrigeración es informativo y está hecho por Urrego Rodríguez y Isaza Roldán, 2014 para el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, con el fin de comunicar a los técnicos las buenas prácticas en refrigeración. La composición del documento es teórica y práctica ya que cada proceso teórico se ha llevado a cabo para expresar al lector de manera más comprensiva los aspectos que debe identificar a la hora de realizar un proceso.

Colombia como país perteneciente a los acuerdos firmados del Protocolo de Montreal deben disminuir los efectos de gases que causen el agotamiento de la capa de ozono, aunque en Colombia la práctica de refrigeración no cumple con los protocolos requeridos debido a que los técnicos no tienen el conocimiento adecuado.

El Sistema del aire acondicionado vehicular manipula un refrigerante que entra ecológico pero debido a sus composiciones químicas su efecto es irreversible en el medio ambiente. La mitigación de los refrigerantes como lo plantea el documento debe realizarse por medio de equipos especializados para generar una reutilización del gas, estos equipos en Mercado son muy costosos y algunas empresas o micro empresas por falta de conocimiento no accede a ellos obviando el daño ambiental que realiza desconociendo la



utilización de los equipos. En esta propuesta implementaremos unos métodos de mejora de procesos y utilización de los equipos de refrigeración e identificaremos de manera práctica la rentabilidad que se obtiene al contar con los equipos adecuados. La implementación de equipos de reciclaje ayuda a mejorar el medio ambiente, evita procesos que causan demoras en entregas y tiene rentabilidad en el negocio.

### **15. Factores de servicio de mantenimiento mediante six sigma para mejorar la calidad de servicio en la empresa atlas copco – atacocha.**

Reymundo Espeza (2016) presenta una investigación descriptiva porque parte de la recolección de datos para observar los fenómenos que se presenta en la empresa y diagnosticar una situación actual, con el propósito de describir las variables de estudio y analizar su relación en un momento dado.

Mediante la metodología six sigma se busca mejorar los objetivos empresariales y las necesidades y requerimientos del cliente. Una vez definidos los objetivos se procede a medir los procesos y los indicadores de rendimiento son identificados para realizar un análisis y se determina la causa del problema que en este estudio se basa en procesos innecesarios. Los anteriores procesos se realizaron con una muestra de 6 integrantes de la empresa atlas copco-atacocha. El análisis se determina por medio de diagrama de Pareto y causa efecto que ayuda a identificar la causa problema para entrar a corregirla y realizar un control de lo planeado.

La propuesta de la metodología Six Sigma para Reymundo Espeza (2016), fue favorable en el área de mantenimiento mecánico de la Empresa Atlas Copco, debido a que se replantearon sus procesos y se calculó el nivel sigma del servicio. La estructura

permite replantear los procedimientos en base de tener una mejor experiencia brindando un servicio, lo que es un objetivo que se plantea en Eco-Air brindar competitividad de calidad en su mercado.

#### **16. Hydrocarbon Refrigerant mixtures as an alternative to R134a in Domestic Refrigeration system: The state-of-the-art review.**

Reddy et al (2016), en su artículo donde el objetivo era reducir el efecto del calentamiento global, así como optimizar el rendimiento de los refrigeradores domésticos mediante el uso de refrigerantes de última generación. El refrigerante r 134a no afecta la capa de ozono, pero si tiene grandes concentraciones que produce el calentamiento global y debido a los efectos que causan los refrigerantes, el ser humano ha realizado estudios que permiten que estén cambiando. El inicio de los refrigerantes empieza con los clorofluorocarburo, refrigerantes que al tener composición química de cloro perfora la capa de ozono. Este refrigerante y otros que se realizaron mejoras, pero su composición química tiene cloro son los causantes del deterioro de la capa de ozono por lo tanto se implementaron unos acuerdos del protocolo de Montreal que su objetivo es minimizar y eliminar estos gases en la tierra.

Este artículo es informativo para verificar la eficiencia que tiene el refrigerante r-134a. La utilización del refrigerante r 134 se demostró que causa el calentamiento global por lo tanto se plantearon otros acuerdos a nivel mundial para controlar su uso, llamado los protocolos de Kioto.

Reddy et al 2016 concluyen que todo refrigerante que cause un daño ambiental se debe sustituir lo que permite identificar que el refrigerante que se utiliza en los vehículos

que es el r-134a se irá disminuyendo su producción hasta agotarlo pero en nuestra propuesta de grado es mejorar los procesos optimizando unos procedimientos y la optimización se realizara por medio de un qué equipo lo cual la eliminación del refrigerante no afectaría nuestras conclusiones ya que la manipulación del Nuevo refrigerante es igual, lo que cambia son los componente químicos con lo que los realizan.

**17. Propuesta de mejora a los procesos productivos, logísticos y administrativos de un servicio sub-contratado de mantenimiento para equipos de refrigeración comercial, perteneciente a una empresa embotelladora.**

Tannous (2018) elaboró un proyecto de grado, cuyo objetivo es proponer mejoras a los procesos productivos para el mantenimiento de equipos de refrigeración de la embotelladora CocaCola de Venezuela. Se utilizó la metodología proyectiva con el propósito de formular estrategias de mejora, al igual que la no experimental, dado que se manipularon variables para su análisis.

Entre los resultados encontrados, se pudo establecer un aumento desproporcionado de maquinarias refrigerantes en mal estado, lo que generaba una perdida en las ventas, las cuales se redujeron debido a la disminución de los refrigeradores en funcionamiento. Por ello, se propuso diseñar el flujograma de procesos, junto a la modificación de políticas para fortalecer la operación de las labores de mantenimiento de los equipos.

Se concluyó que los procesos de subcontratación de mantenimiento de refrigeradores en la empresa, debía formalizarse para que todos los actores de este procedimiento tuvieran una guía que orientaran el desarrollo y el cronograma de estas

actividades para que lo realizaran en un tiempo prudencial, de tal manera que se pudiera reducir el riesgo de desabastecimiento en la empresa.

Este trabajo fue un buen referente para el presente trabajo, dado que determinó las diferentes herramientas de análisis que fueron empleadas para identificar el problema y darle la solución.

### **18. Propuesta de un plan de mantenimiento para los vehículos, equipos y herramientas del taller de prácticas del centro educativo de sistemas uparsistem en la ciudad de Valledupar, departamento del Cesar.**

García Duarte (2016) en su trabajo de grado propuso un plan de mantenimiento para vehículos, equipos y herramientas mediante la inspección que se realizó mediante fichas técnicas, empleando un tipo de estudio de información donde contemplo las etapas del proceso de mantenimiento con su respectivo kilometraje, horas de trabajo y puntos críticos de mantenimiento.

Entre los resultados obtenido, se encuentra el establecimiento de un plan de trabajo detallado del mantenimiento que se le debe realizar a los vehículos, donde especifico los puntos más críticos de este proceso, el cual incluyo aspectos ambientales que generaron un mayor impacto en el grupo de interés de la compañía.

En este análisis se concluyó que la desorganización en los procesos de mantenimiento de vehículos de la empresa genera un alto riesgo a la organización, además de que la gestión de residuos peligrosos, producto de esta labor debe convertirse en una responsabilidad para evitar sanciones y posibles accidentes laborales.

En el ámbito práctico, este trabajo representó un buen referente para la generación de planes de mejora que fortalezcan el proceso de mantenimiento de aires acondicionado para vehículos.

### **19. Propuesta de mantenimiento y servicio al cliente enfocado en una empresa del sector automotriz.**

Perdomo Amador y Fernández Bejarano (2015) realizaron un trabajo de grado donde su objetivo era “proponer una metodología para mejorar el servicio al cliente y la rotación en el taller al efectuar los mantenimientos programados”. Este trabajo utilizó un tipo de estudio de caso donde analizó los diferentes problemas que se generaron en el taller y el almacén de repuestos del concesionario.

Entre sus resultados se destaca que en la empresa automotriz se venía generando inconvenientes con los clientes, debido a los tiempos de espera y la descoordinación producida entre los pedidos de repuestos que realizaba el taller al almacén, donde se propuso una programación específica, al igual que la documentación de los procesos.

Se concluye que la empresa debe fortalecer sus procesos de capacitación del talento humano y la actualización de su gestión en el servicio al cliente, de tal manera que se mejoren los tiempos de espera y las quejas y reclamos de los usuarios.

Este trabajo se constituyó en un buen referente para el presente trabajo, dado que identifiqué los tiempos de espera en los clientes, además de los problemas que se generaba en la atención al cliente, lo cual es uno de los elementos fundamentales que se consideró en la presente investigación.

**20. Elaboración de un manual de procedimientos operativos para una empresa comercializadora de equipos de aire acondicionado, para la implementación de un sistema de gestión de la calidad según la norma ISO 9001:2008: sistema de gestión de la calidad-requisitos.**

Serrano Mejía (2015) en su trabajo de grado tenía el objetivo de diseñar un manual de procedimientos para empresa que comercializa aires acondicionados, en el cual utilizó una metodología de tipo descriptivo, donde empleo la norma de calidad ISO 9001:2008 para documentar estos procesos.

Entre los resultados identificados se observa que la autora empleo la norma mencionada como guía para formalizar los procesos de la empresa, de tal manera que oriente el desarrollo de sus actividades, el cual, le permitirá fortalecer la calidad de sus servicios.

Se concluyó que la implementación de procesos con base a normas de calidad, facilita la operación y la imagen de la empresa ante sus clientes, generando cambios profundos en sus actividades.

Este trabajo, emplea formatos y estructuras para formalizar actividades que se pueden tener en cuenta para las mejoras que se proponen en la empresa de Aires Acondicionados.

**21. Construcción de un sistema didáctico de aire acondicionado vehicular, para el laboratorio de la escuela de Ingeniería Automotriz.**

Checa Muñoz y Caiza Alarcón (2012) en su trabajo de grado que tuvo el objetivo de crear un sistema didáctico de aire acondicionado vehicular, para la Escuela de Ingeniería

Automotriz de la ESPOCH, con la finalidad de contribuir al mejoramiento de la capacitación técnica de los estudiantes. Se empleó un tipo de estudio aplicado donde se utilizó instrumentos de laboratorio para su desarrollo.

Entre sus resultados se destaca que la construcción de este equipo se realizó bajo dos sistemas de refrigeración, donde se ejecutaron pruebas reales de funcionamiento para simular las debilidades, y como se realizó el cargue y descargue del líquido refrigerante en cualquier sistema de refrigeración con sus respectivas guías de orientación

Se concluye que este sistema didáctico va ser muy útil para la institución educativa, porque va servir para la formación de los futuros estudiantes, facilitando la enseñanza de este proceso.

Este trabajo es un buen referente con el presente trabajo de grado, dado que uno de los propósitos de este estudio es que sirva para que otros estudiantes tengan una orientación sobre estas actividades.

## **22. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para centrales de aire acondicionado.**

Pérez Dávila et al (2015) en su artículo hicieron un plan de mantenimiento preventivo que garantizara la vida útil de los aires centrales para definir controles y mejorar la calidad del servicio de la población. Es un estudio de tipo cuali-cuantitativa por que se abordó aspectos económicos que determinaron los beneficios de la implementación de la prevención en lugar de la corrección en cuanto a mantenimiento.

Entre sus resultados se pudo determinar que se hizo un diagnóstico en el Departamento de Mantenimiento encontrando que en el área de utilería y aseo hacía falta

instrumentos y equipos para prestar un mejor servicio, además de que el personal no estaba lo suficientemente capacitado para estas labores.

Se concluye que en el Hospital donde se realizó este análisis existen deficiencias en la organización de mantenimientos del aire acondicionado, dado que carece de un plan de este tipo que gestione de manera adecuada el plan de trabajo y los recursos que se necesitan para desarrollar estas actividades.

En este sentido, el presente trabajo proporciona formatos de diagnóstico y de planes de mantenimiento que pueden servir de referencia para esta investigación como medida de mejoramiento.

### **23. Mejoramiento del proceso de mantenimientos preventivos, correctivos y montajes de sistemas de aire acondicionado realizado por la empresa TECSAI Ingeniería SAS.**

En el trabajo de grado de Rozo Pérez que tiene el objetivo de “proponer estrategias de mejora para el proceso de mantenimientos preventivos, correctivos y montajes de sistemas de aire acondicionado realizado por la empresa Tecesai Ingeniería SAS.”, el cual se realizó bajo una metodología con enfoque cuantitativo porque se realizaron pruebas estadísticas.

Entre sus resultados se destaca las mejoras realizados en el proceso de mantenimiento de la empresa, donde se diseñó un aula virtual con sus respectivos procedimientos en flujogramas de actividad que determinaron los pasos, los recursos y los tiempos de realización, lo cual, mejorará el servicio prestado a la compañía.



Se concluye que el plan de mejoramiento formulado se focalizó en estrategias puntuales, tales como la contratación de personal capacitado, crear indicadores de gestión que mida el seguimiento de la propuesta y la generación de un sistema de alertas tempranas que minimice los riesgos.

Este trabajo de grado, se constituyó en un referente importante para la presente investigación, dado que sugirió instrumentos de análisis, además de una metodología de análisis para su solución.

#### **24. Propuesta de mejoramiento y de negocios para AIRES LTDA.**

En el trabajo de Delgado Martínez (2020) cuyo objetivo es “realizar un plan de mejoramiento y de negocios basado en los resultados obtenidos mediante herramientas ingeniería las cuales impulsaran y potencializaran el servicio integro que presta la compañía tratante como a su vez será una guía para la formulación de estrategias que le permitan aumentar el nicho de mercado.

Se efectuó un estudio de tipo descriptivo y exploratorio, dado que se hizo un análisis inicial de la empresa donde se describió sus principales debilidades y amenazas, para después pasar a formular las estrategias de mejora.

Entre sus resultados, se pudo establecer que la empresa cuenta con oportunidades del entorno que favorecen su crecimiento, las cuales debe ser aprovechadas mediante el fortalecimiento de sus procesos internos, en el cual, la satisfacción del cliente es una de las prioridades para potenciar su posicionamiento en el mercado.

Se concluye que el plan de mejoramiento propuesto va a generar un mayor desarrollo empresarial de la compañía en función del cumplimiento de su visión, dado que

contribuye con una correcta distribución de recurso humano y capital para enfrentar los riesgos del entorno, puesto que se fortalecerá los niveles de satisfacción del cliente.

Este trabajo se convierte en un buen referente académico para esta investigación, puesto que suministro herramientas de análisis que permiten identificar las respectivas fortalezas y debilidades internas, al igual que las oportunidades y amenazas.

### **25. Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento de equipos de soporte de instalación en una empresa que produce y comercializa aire acondicionado.**

Pérez Tello (2014) realizó un trabajo de grado cuyo objetivo es proponer la mejora en la gestión de mantenimiento de equipos de soporte e instalación en una empresa que vende aires acondicionados, la cual se realizó con un estudio de tipo descriptivo y exploratorio dado que en los equipos de aire acondicionado que ofrece la empresa se encontró dificultades en la presión de estos equipos, debido a que no existieron controles en el mantenimiento.

Entre sus resultados, se pudo determinar que las fallas identificadas en el mantenimiento de equipos, debe resolverse con base a una cultura de trabajo enfocada en el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) de operación de los equipos el cual busca generar una disciplina de trabajo con políticas y lineamientos claros para el desarrollo de esta actividad.

Se concluye que para garantizar el mejoramiento de la satisfacción al cliente en el mantenimiento de aires acondicionados debe existir un orden y organización por equipos, donde se dé un código para cada uno y se clasifique el tipo de problema que presenta para generar un medio de rastreo que facilite su seguimiento para otras ocasiones.

Este trabajo, reporta formatos y lineamientos de trabajo en los procesos de mantenimiento que se pueden utilizar de referente para la empresa en estudio, dado que sirve como recurso para establecer estrategias de mejora.

#### **26. Propuesta de mejora al servicio al cliente en la empresa Nancy.r. Chávez-refrigeración industrial en la ciudad de Palmira periodo 2016-2017.**

Sánchez Chávez (2016) hizo un trabajo de grado donde su objetivo era proponer un plan de mejora de servicio al cliente de refrigeradores industriales en Palmira Valle del Cauca.

Fue un trabajo de tipo mixto porque genero un acercamiento del problema que tiene la empresa para formularle una propuesta de solución.

Entre sus resultados se destaca que la subcontratación de algunos servicios para la prestación de servicios de mantenimiento ha tenido dificultades, debido a que la calidad de su gestión ha sido deficiente. Por ello, en la propuesta se decidió generar controles a este proceso para minimizar los riesgos y las quejas en la atención.

Se concluye, que para un proceso de subcontratación en el desarrollo de un servicio es necesario hacer un seguimiento permanente, para efectos de controlar la calidad y mejorar la imagen de la empresa.

Este trabajo es un buen referente de análisis para la presente investigación, por el hecho de que generó ciertos procesos que se pueden considerar para la formulación de la propuesta de mejora.

#### **27. Diseño de gestión de mantenimiento para sistemas de aire acondicionado para empresas en Colombia.**

El trabajo de grado de Roldan Ciro (2014) hicieron un estudio cuyo objetivo es diseñar un programa para la gestión de mantenimiento para sistemas de aire acondicionado enfocado para las empresas en Colombia. Es un estudio de tipo mixto, dado que se generaron análisis de tipo cualitativo y cuantitativo.

Entre sus resultados se resalta el hecho de que se identificaron importantes fallas o averías en los sistemas de aire acondicionado donde se pudo establecer dificultades en la compresión y el vacío, por ello, se recomendó utilizar un procedimiento adecuado de mantenimiento que no solo mejoro la operación de los equipos, sino que permitió reducir los costos.

Se concluye que un buen diagnóstico en el mantenimiento de sistemas de aire acondicionado es importante para apuntar a un mejoramiento certero, de tal manera que los procesos de mantenimiento se ejecuten con lineamientos y recursos adecuados a las necesidades de los equipos.

Este trabajo sirvió como referente técnico en la identificación de problemas relacionados con los equipos y repuestos que se emplean en el sistema del aire acondicionado, el cual es importante tenerlo en cuenta para contextualizar el proceso.

### **28. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo del sistema de aire acondicionado del Hotel Barlovento de la ciudad de Cartagena.**

Peña Zurita hizo un trabajo de grado, donde su objetivo era diseñar un plan de mantenimiento preventivo en los sistemas de aire acondicionado de un Hotel en Cartagena, el cual se elaboró con una metodología de tipo descriptivo, donde se identificó la problemática y se formuló la propuesta.

Entre sus resultados se destaca que los sistemas de aire acondicionado del hotel deben mejorarse desde sus actividades de mantenimiento, dado que se han aumentado las quejas de los usuarios, por no tener este servicio disponible en sus habitaciones. Por ello, se recomendó diseñar un plan preventivo de mantenimiento que priorice en estas debilidades.

Se concluye que un plan de mantenimiento de aire acondicionado en este hotel es necesario para minimizar riesgos de atención en los usuarios, además de ser un instrumento para reducir costos de operación, dado que no se llega hasta el límite de funcionamiento del equipo, sino que se promueve su mantenimiento permanente.

Los instrumentos de análisis de este trabajo sirven de referencia para realizar análisis y formular propuestas de mejora en la empresa que es objeto de estudio, lo cual es necesario para la identificación de problemáticas que es clave para describir soluciones.

### **29. Propuesta de mejora continua para el área de servicios de la empresa López Álvarez y compañía. empleando herramientas de Lean Manufacturing.**

En el trabajo de grado de Uribe (2019), cuyo objetivo era proponer la mejora continua para el área de servicios de la empresa mencionada, utilizando herramientas de Lean Manufacturing, en el cual se empleó el tipo de estudio exploratorio y de observación para identificar los problemas y diseñar las soluciones.

Entre los resultados de este trabajo se resalta el uso de la filosofía Lean Manufacturing como herramienta de solución, la cual es clave para el mejoramiento continuo, donde los procesos pueden ser controlados con algunos índices.

Allí se concluye que con el Lean Manufacturing es posible modelar el comportamiento de mejora del personal, facilitando la gestión de mantenimiento de equipos, además de ser más exacto en el control.

En este sentido, se observa que los lineamientos de este componente de mejora continua es una herramienta de referencia interesante que se puede adecuar en algunos puntos para este proyecto de grado.

### **30. Elaboración de plan de mejoramiento de equipos para el laboratorio de refrigeración y acondicionamiento de aire de la universidad.**

Gómez Mejía y Piragauta Barrera (2018) hicieron un trabajo de grado donde su objetivo fue elaborar un plan de mejoramiento de equipos para el laboratorio de refrigeración y acondicionamiento de aire en la Fundación Universidad América, el cual se desarrolló bajo una metodología de tipo descriptivo y aplicativo.

Entre sus resultados, donde se hizo un diagnóstico a los equipos de la universidad, tales como el Modulo didáctico de refrigeración, Modulo didáctico de bomba de calor, Modulo didáctico de acondicionamiento de aire tipo ventana, Modulo didáctico de nevera no-frost, Modulo didáctico de congelación y módulo de acondicionamiento de aire móvil; pues, de esta forma se dio un análisis inicial. Allí se encontró varias deficiencias tanto físicas como de funcionamiento, para después hacer el barrido del sistema por medio de nitrógeno gaseoso, y una recarga haciendo uso del mismo tipo de refrigerante, para posteriormente efectuar nuevamente la recolección de datos para verificar su correcto funcionamiento.

Se concluye que, en el diagnóstico realizado, se pudo establecer que los equipos tenían deficiencias que impactaban de manera negativa al medio ambiente por medio de gases contaminantes. De manera adicional, se pudo determinar que el plan de mejoramiento de estos equipos, salían más costosos que comprarlos nuevos, lo que no hacía viable el proyecto.

Este trabajo también es un aporte representativo para el presente estudio porque denota aspectos técnicos que son necesarios considerarlos para la realización de pruebas en los equipos de refrigeración.

### **31. Evaluación Energética del Sistema de Aire Acondicionado Automotriz Basado en la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica para un Renault Twingo.**

Hena Ocampo et al (2018), hicieron un proyecto de grado con el objetivo de realizar la evaluación energética del sistema de aire acondicionado automotriz basado en la primera y segunda ley de la termodinámica para un Renault Twingo, el cual se efectuó con una metodología aplicada donde se efectuaron pruebas técnicas al vehículo.

Entre los resultados del trabajo se pudo establecer que las deficiencias en los equipos de refrigeración del vehículo, tales como el compresor, válvula de expansión, condensador y evaporador que hacen parte del sistema de aire acondicionado, generan un impacto ambiental, a través de la contaminación de gases contaminantes.

Se concluye que después de realizar las pruebas técnicas de presión de entrada y salida del aire del vehículo, se pudo establecer inconsistencias en su funcionamiento, dado que su presión era reducida, generando un aumento en el consumo de combustible y

contaminación de gases. Se realizó el proceso de ajuste y nuevamente se realizó el proceso de prueba donde se determinó las respectivas mejoras.

Este trabajo es un buen referente para el presente estudio porque describe de manera conceptual y aplicada los diferentes instrumentos y métodos para realizar las pruebas en los aires acondicionados de un vehículo.



## **Diseño Metodológico**

Se observa la situación que presenta Eco Air por medio de observación y recolección de datos para brindar un diagnóstico en la prestación del servicio plasmando la información obtenida en gráficas. El análisis se hará con el fin de definir los procesos necesarios y eliminar aquellos que causen pérdidas económicas, estos estarán reflejados en diagramas de flujos para que su identificación sea más fácil. Se concluirá cuáles son los procesos necesarios y se recomendará la optimización de procesos por medio de equipos tecnológicos o adecuación de equipos que presten el mismo servicio con el objetivo de mejorar, controlar y optimizar algunos procesos en la prestación del servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de los aires acondicionados vehiculares.

### **Tipo y Enfoques de Investigación**

El tipo de la investigación tiene una metodología descriptiva propósito (Hernández et al, 2017), ya que se implementará un estudio de procesos para obtener un conocimiento previo implantando una propuesta de mejora para superar la problemática actual y encontrar deficiencias en la prestación del servicio de aire acondicionado vehicular.

Dentro de la investigación su enfoque será mixto ya que incluirá un análisis estadístico para determinar cuáles procesos son los más adecuados en la prestación del servicio y se utilizara una recolección de datos a sus trabajadores para entender un poco el proceso en el cual ellos operan. La finalidad es encontrar nuevos interrogantes en el proceso para crear un plan de mejora equilibrado basado en la estadística y las variables que se puedan presentar durante el proceso de la prestación del servicio.

### **Método de Investigación**

El método de investigación que se utiliza para este trabajo es hipotético deductivo, donde parte de una hipótesis que se base en la automatización de procesos, merma daño ambiental y se obtienen ganancias económicas en el mantenimiento de aire acondicionado por medio de un equipo que su precio es muy costoso. La finalidad es concluir de manera práctica que la utilización del equipo o adecuaciones que presten el mismo servicio del equipo es rentable sin importar su costo ya que automatiza procesos y protege el medio ambiente.

### **Diseño Metodológico**

Realizar un diagnóstico inicial de la situación actual en la prestación del servicio del mantenimiento del sistema del aire acondicionado vehicular.

**Tabla 1**

#### **Implementación de actividades**

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Actividades</b>
Realizar un diagnóstico inicial de la situación actual en la prestación del servicio del mantenimiento del sistema del aire acondicionado vehicular.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir la estructura organizacional.</li> <li>2. Identificar procesos donde el personal técnico presente mayores dificultades en la entrega del servicio prestado.</li> <li>3. Realizar un diagrama de flujo que determine los procesos actuales del mantenimiento del sistema de aire acondicionado.</li> <li>4. Implementar herramientas de mejoras de procesos.</li> </ol>
Continúa tabla 1	
<b>Objetivos específicos</b>	<b>Actividades</b>

---

Caracterizar los procesos que soportan la prestación del servicio, orientado a la identificación de las etapas críticas y los tiempos en la prestación del servicio.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Realizar un análisis profundo de los procesos.</li><li>2. Implementar fichas de procesos.</li><li>3. Identificar los actores responsables que ocasionen pérdidas de tiempo.</li><li>4. Adecuar el inicio y el final del proceso.</li><li>5. Señalar las partes interesadas en el proceso.</li><li>6. Describir el paso a paso de las actividades.</li><li>7. Estructurar un equipo humano.</li></ol>
Diseñar los indicadores de gestión para la medición estadística de los procesos y su efecto en la calidad del servicio.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Identificar la intención de medición y lo que se desea medir.</li><li>2. Revisar las alternativas de medición.</li><li>3. Identificar el mejor desempeño estratégico para realizar la medición correcta.</li><li>4. Definir los indicadores de gestión.</li><li>5. Describir los semáforos del estado de desempeño del indicador y determinar cómo se interpretan los datos.</li></ol>
Elaborar una propuesta de mejoramiento continuo para el proceso de prestación de servicio de mantenimiento del sistema de aire acondicionado vehicular.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Realizar diagrama de causa efecto y Pareto para identificar los problemas.</li><li>2. Analizar el comportamiento de los procesos.</li><li>8. Comprometer a la compañía a proporcionar los medios necesarios para la implementación.</li></ol>
Evaluar la relación costo beneficios de la propuesta implementada.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Identificar los recursos de implementación</li><li>2. Realizar el costeo de los recursos.</li><li>3. Efectuar la evaluación del beneficio.</li><li>4. Desarrollar el análisis de costo beneficio del proyecto.</li></ol>

---

## **Capítulo 1. Diagnóstico inicial de la situación actual**

En el presente capítulo se describe la empresa y su situación actual frente a la prestación del servicio de mantenimiento del sistema del aire acondicionado para vehículos.

### **1.1. Generalidades de la empresa.**

La empresa ECO-AIR., es una empresa con 10 años de experiencia dedicada al servicio de mantenimiento, reparación e instalación de sistemas de aire acondicionado para el sector automotriz en la ciudad de Cali, atendido por sus propietarios que cuenta con personal técnico, equipos y herramientas para la detección de fallas y reparación de los mismos.

#### **1.1.1. Ubicación actual de la empresa.**

ECO-AIR. es una empresa ubicada en el barrio chapinero Cl. 48 #12A-26 de la ciudad de Cali valle del Cauca, que se dedica a la reparación y mantenimiento de equipos de aire acondicionado vehicular de diferentes marcas y modelos.

**Figura 1.**

*Mapa de ubicación de la empresa*



Nota: la figura muestra la ubicación de la empresa en la ciudad de Cali, de acuerdo a la plataforma de Google Maps

La empresa cuenta con un terreno propio, de fácil acceso gracias a la existencia de vías de comunicación terrestre que permiten el flujo y transporte de los clientes y proveedores.

El local cuenta con un área claramente definida: la zona del taller de mantenimiento se encuentra en la parte inicial del local para facilitar el flujo de los vehículos sin poner en riesgo el personal ajeno al departamento técnico.

Esta área del taller de mantenimiento cuenta con un área de 50mts<sup>2</sup> que es donde se realizan los diagnósticos y reparaciones de los equipos de aire acondicionado solo personal técnico permanece en esta zona.

De manera contigua se halla la zona de bodega de repuestos nuevos con un área de 7.175mts<sup>2</sup>, en esta zona se almacenan diferentes tipos de repuestos y consumibles como lo son cilindros de refrigerante, filtros, aceite y componentes eléctricos propios de los sistemas de airea condicionados vehiculares.

El local cuenta con una zona de espera la cual se fue construida para la comodidad de los clientes donde estos pueden utilizar el servicio de wifi, televisión o tomar alguna bebida incluso utilizar los baños dispuesto contiguos a la sala de espera.

En la zona posterior se encuentra la oficina de la auxiliar administrativa la cual se reciben pagos por los servicios, facturación entre otros.

Finalmente, al lado de la oficina de la auxiliar administrativa se encuentra la oficina del gerente y es allí donde gerente realiza las actividades diarias de su gestión.

A continuación, en la figura número 2 se evidencia el plano de la empresa donde se puede visualizar la respectiva localización de las áreas de trabajo.

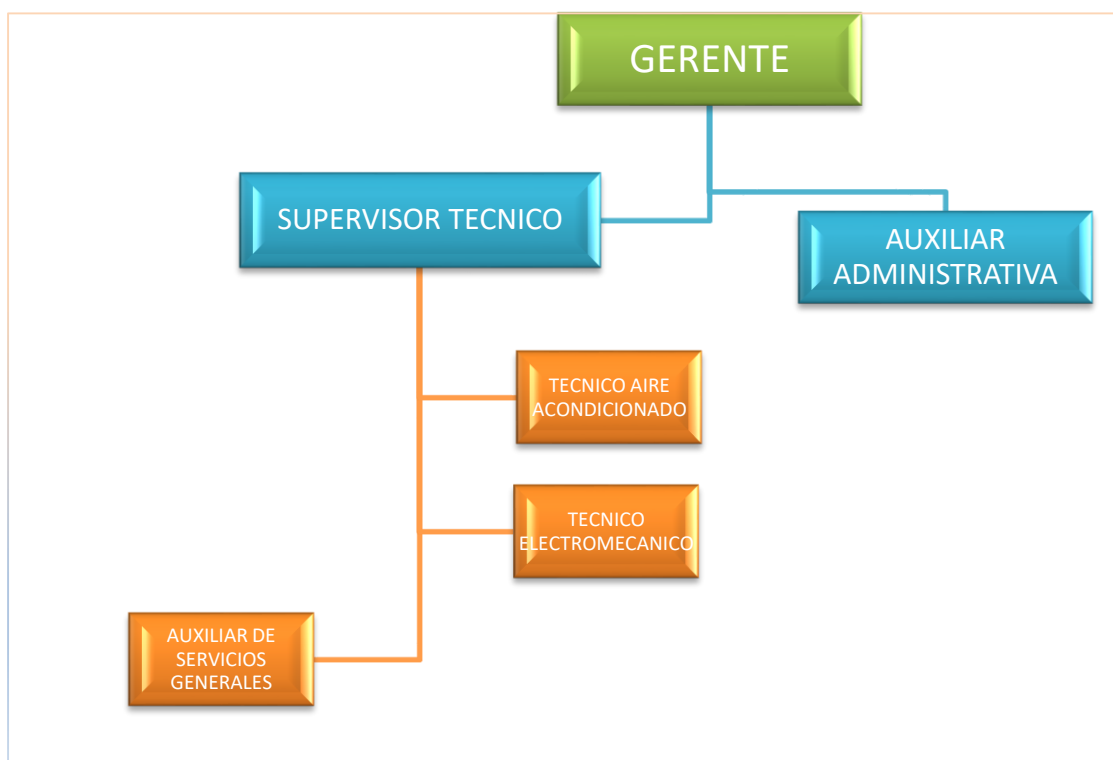
**Figura 2***Plano de la empresa*

### 1.1.2. Organización interna.

La estructura de la empresa es importante en para conocer cuáles son los cargos que la componen. A continuación, se muestra como está organizada la empresa ECO-AIR

**Figura 3**

*Organigrama de la empresa*



### **1.2. Descripción del servicio y su importancia para los usuarios.**

El uso del aire acondicionado en los vehículos se ha vuelto casi indispensable, en especial en épocas de calor y esto sumado a las altas temperaturas que generan en la cabina los componentes mecánicos en movimiento cuando están en funcionamiento un vehículo.

De igual manera, el usuario espera que el funcionamiento de este servicio se genere de manera adecuada para evitar un gasto mayor de combustible.

También es cierto que para el funcionamiento de los aires acondicionado vehiculares es indispensable el uso de refrigerantes que causan daño en la atmósfera,



aportando a la reducción de la capa de ozono y seguido del efecto invernadero que contribuye al calentamiento del planeta.

Los refrigerantes del tipo HFC utilizados en refrigeración en principio fueron considerados como ecológicos por no afectar la capa de ozono atmosférico pero debido a la presencia de flúor en su composición provoca un comportamiento de gas de invernadero, la eliminación de los HCFC se dará progresivamente.

Se debe que resaltar que se han generados reglamentos donde se está prohibiendo el uso de refrigerantes con mayor índice de afectación al medio ambiente y eso está generando la llegada al mercado de refrigerantes alternativos menos contaminantes y mayor eficiencia energética.

### **1.3 Descripción del proceso.**

Los clientes que llegan a la empresa habitualmente lo hacen de dos formas; por medio de una sugerencia de otro cliente o por medio de anuncios publicitarios en redes sociales.

El aire acondicionado en el vehículo aporta diversas ventajas como lo es eliminación de condensación del cristal, mayor confort, prevenir la somnolencia, mejora la concentración al conducir y se tiene alguna sensación de seguridad en que se pueden llevar los cristales cerrados, entre otras.

Debido a los múltiples compromisos que pueden llegar a tener los clientes en el día se busca obtener una eficiencia de tiempo en el servicio ofrecido, por lo cual el tiempo estimado para la ejecución del mantenimiento es de 51 minutos.

Los clientes de la empresa ECO- AIRE buscan un servicio que garantice las condiciones de temperatura y humedad dentro de la cabina disminuyendo la fatiga provocada por el excesivo calor, además de tener en buenas condiciones este servicio para evitar un mayor gasto en combustible.

Cuando un cliente llega a la empresa ECO-AIR se procede a realizar una inspección inicial del funcionamiento del aire acondicionado.

El primer paso es entrevistar al cliente para conseguir tanta información como pueda acerca de las condiciones y el ambiente en que la falla ocurra.

En la inspección inicial se realiza el siguiente proceso de verificación del sistema

- Entrevista al cliente (se revisa los síntomas del vehículo con el cliente)
- Comprobación de síntomas (se verifican las quejas del cliente)
- Se comprueba que el sistema funcione adecuadamente verificando las presiones de trabajo sean las usuales.

- Revisión del flujo del aire en el condensador no sea insuficiente
- Funcionamiento del compresor (inspección visual)
- Revisión del tubo de baja presión no esté congelado
- Ruidos inusuales de la tubería o compresor cuando el aire este encendido
- Verificación de fugas de aceite o refrigerante visibles en el sistema

Si en el proceso anterior se evidencia que el sistema de aire acondicionado presenta algún síntoma se debe pasar al servicio de correctivo de lo contrario se procede a realizar el mantenimiento preventivo descrito a continuación:

a. Instalación de manómetro de refrigeración. El técnico realiza la instalación del equipo de medición de presión de refrigerante también conocido como manómetro de refrigeración en el sistema de aire acondicionado del vehículo usando los acoples de servicio.

b. Apertura de válvulas de servicio del manómetro de refrigeración. El técnico procede a realizar la apertura de las válvulas de servicio que tiene el manómetro de refrigeración liberando el refrigerante R134a al medio ambiente.

c. Desinstalación del manómetro de refrigeración. Una vez se termina el proceso de liberación del refrigerante R134a es retirado el manómetro de las válvulas de servicio.

d. Instalación de bomba de vacío. El técnico realiza la instalación de la bomba de vacío en el lugar donde se encontraba el manómetro de refrigeración y se inicia con el proceso de vacío al sistema de aire acondicionado por un tiempo promedio de 5 minutos.

e. Desinstalación de bomba de vacío. Pasado el tiempo promedio de vacío y el técnico considera se ha eliminado toda la humedad y limpieza del sistema de refrigeración procede a realizar la desinstalación de la bomba de vacío.

d. Instalación de manómetro de refrigeración. El técnico realiza de nuevo la instalación del manómetro de refrigeración en los acoples de servicio donde anteriormente se encontraba la bomba de vacío para realizar el siguiente paso.

e. Aplicación de aceite al sistema de refrigeración. El técnico procede a instalar una de las válvulas de servicio del manómetro colocando el recipiente de aceite lubricante para aprovechar la diferencia de presiones en el sistema. Este aceite es

succionado al compresor a través de las mangueras del manómetro hasta llegar a la medida que el técnico considera necesaria para satisfacer el sistema.

f. Aplicación del refrigerante al sistema de refrigeración. Una vez aplicado el aceite lubricante el técnico procede a la aplicación del refrigerante R134a - presentación de 340gr, realizando la apertura de las válvulas de servicio de alta y baja presión simultáneamente.

g. Cierre de válvula de alta y baja presión. Continuando con el procedimiento de aplicación de refrigerante R134a el técnico cierra las válvulas de servicio de alta y baja presión del manómetro de refrigeración

h. Encendido de vehículo. El técnico procede a poner en marcha el motor del vehículo dando paso a la activación de los sistemas eléctricos en el cual se aloja el sistema de aire acondicionado.

i. Accionamiento del botón A/A. El técnico enciende el aire acondicionado pulsado el botón A/A para que este comience a realizar el ciclo térmico de refrigeración a través del sistema.

j. Apertura de válvula de servicio de baja presión. El técnico realiza la apertura de la válvula de servicio de baja presión y se realiza agitación vertical del tarro de refrigerante R134a con el fin de aplicar la mayor cantidad posible.

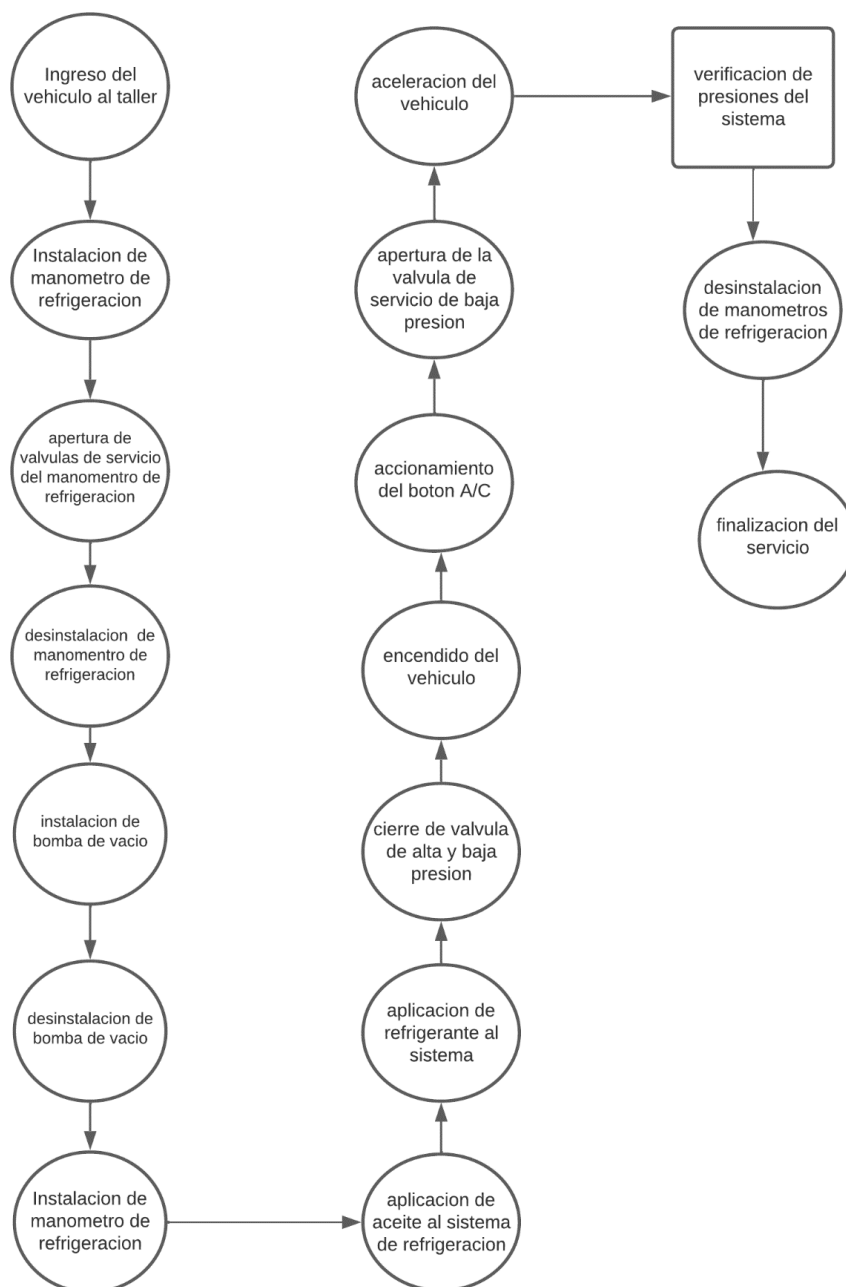
k. Aceleración del vehículo. El técnico pone en marcha el motor y realiza aceleraciones a 1500 rpm durante dos minutos con el fin de generar que el aire acondicionado se active y succione el resto de refrigerante.

l. Verificación de presiones del sistema. El técnico valida con el manómetro que las presiones de trabajo en alta y baja presión y temperaturas sean las requeridas según su conocimiento.

m. Desinstalación del manómetro de refrigeración. Una vez sé que se validad la funcionalidad del aire acondicionado el técnico procede a desinstalar el manómetro del sistema de aire acondicionado.

n. Finalización del servicio. El técnico procede a realizar la comprobación de operación del sistema de aire acondicionado en la temperatura de la cabina para posteriormente entregar a satisfacción el vehículo al cliente.


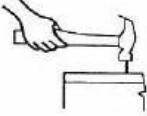


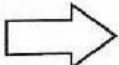




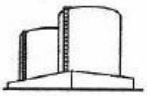
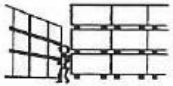
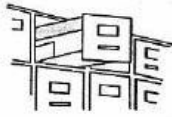


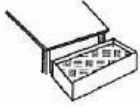





A continuación, en la figura número 4 se ilustra el flujograma de operaciones del proceso y en el número 5 se muestra el diagrama de flujo del proceso.

**Figura 4.***Diagrama de operaciones del proceso*

La siguiente figura corresponde al diagrama de flujo del proceso de servicio de revisión y mantenimiento del aire acondicionado vehicular de la empresa ECO-AIR en la ciudad de Cali.

**Figura 5.**

*Diagrama de flujo del proceso*

<b>Operación</b>  Un círculo grande indica una operación, como	 Martillar	 Mezclar	 Taladrar o barrenar
<b>Transporte</b>  Una flecha indica un transporte, como	 Mover material en vehículo	 Mover material por banda transportadora	 Mover material cargado (mensajero)
<b>Almacenamiento</b>  Un triángulo indica un almacenamiento, como	 Materia prima almacenada a granel	 Producto terminado apilado en tarimas	 Archivo de documentos
<b>Demora</b>  Una letra D mayúscula indica una demora, como	 Esperar el elevador	 Material en espera de ser procesado	 Documentos en espera para archivar
<b>Inspección</b>  Un cuadrado indica una inspección, como	 Examinar calidad y cantidad	 Lectura de niveles en caldera	 Examinar información en forma impresa

#### **1.4. Principales problemas en el servicio de mantenimiento del aire acondicionado vehicular de la empresa ECO - AIR.**

De acuerdo al diagnóstico realizado en los servicios de la empresa y especialmente en los procedimientos realizados en los sistemas de aire acondicionado vehicular se pudo establecer las siguientes deficiencias:

- Diagnósticos errados o inconclusos
- Falta de capacitación permanente al personal
- Incumplimiento del Reglamento F-Gas sobre la Recuperación, regeneración y reciclaje de gases refrigerantes
- Costos elevados en el servicio
- Desperdicio de tiempo
- Perdida de materia prima y suministros consumibles
- Compra innecesaria de repuestos
- Tiempos de diagnósticos excesivos o prolongados
- Liberación de refrigerante R-134a (HFC) a la atmosfera



## **Capítulo 2. Caracterización de los procesos**

En el presente capítulo se hizo la descripción de los procesos del servicio, donde se identificó las principales etapas críticas, al igual que los tiempos de la prestación del servicio que debe ser objeto de mejoramiento.

### **2.1. Descripción de los procesos críticos para realizar las pruebas**

En el presente acápite se identifica los principales procesos que se tienen en cuenta en un mantenimiento de aire acondicionado para vehículo, los cuales se deben entender para pasar al trabajo de campo que se realizó con el propósito de determinar los tiempos actuales del proceso.

*Prueba de temperatura interior, cabina:* En el proceso se logra evidenciar que el técnico realiza la toma de temperatura interior de cabina palpando la salida del flujo del aire acondicionado con el fin de suponer la temperatura actual del habitáculo.

*Prueba de temperatura de tubos de succión y descarga:* Se toma la temperatura de los tubos de succión para descargar, el cual se realiza manualmente tocando los tubos del sistema suponiendo una temperatura.

*Observar el funcionamiento del compresor:* La actividad del funcionamiento del compresor se realiza para verificar que llegue una señal de 12 voltios a la boina y por medio de un campo electromagnético acerque el clutch a la polea del compresor para que gire por medio de una banda con la energía cinética del motor. Esta inspección se realiza visualmente encendiendo el aire acondicionado del vehículo.

*Verificar funcionamiento de electro ventilador (min):* Este procedimiento se realiza poniendo en marcha el sistema de aire acondicionado ya que al accionar el compresor se debe encender inmediatamente el electro ventilador, dado que es el encargado de disminuir la temperatura por medio de aire forzado del condensador. El procedimiento se realiza visualmente.

*Conectar manómetros y verificar presiones:* La conexión de manómetros al sistema de aire acondicionado indica una posible falla en el proceso de enfriamiento del vehículo, puesto que por medio de las presiones que se tomen en este instrumento se determina la falla del vehículo.

*Expulsión a la atmosfera refrigerante r134a:* Este proceso se lleva a cabo cuando se realiza una intervención al sistema. Se observa la expulsión de gas r 134<sup>a</sup> a la atmosfera.

*Presurización del sistema:* Al terminar una reparación al sistema del aire acondicionado o un mantenimiento preventivo se debe realizar una presurización al sistema, para chequear que no tenga fugas. En este procedimiento se observó un uso inadecuado de equipos, aunque preste una funcionalidad similar.

*Conectar la bomba de vacío y desconectar la bomba:* Este proceso se realiza para eliminar cualquier tipo de humedad que se encuentre en el sistema y evitar gases no condensables que eleven la presión del compresor. Al tener independientes cada componente para realizar un mantenimiento preventivo, se presentará una demora en los procesos.

*Conectar inyector de aceite, conectar lata de gas a manómetros, eliminar humedad de manómetros abriendo la válvula de servicio de manómetros, carga inicial, encender el*

*vehículo, abrir válvula para inyectar gas, cerrar válvulas:* Estos procesos se caracterizan por la que cada uno cumple con la función de carga de gas r 134<sup>a</sup>.

- La inyección de aceite se realiza por medio de vacío dejando que el mismo sistema succione el aceite.
- Conectar los manómetros a la lata de gas puede ocasionar que por errores humanos se desperdicie el gas liberando a la atmosfera sin intencionalidad.
- Al eliminar la humedad de gas de los manómetros se abre la válvula de servicio para que gas sea el que libera las partículas de humedad que se encuentra, por lo tanto, se utiliza una liberación de gas r 134<sup>a</sup> que afecta el medio ambiente.
- La carga inicial es el proceso en el cual se inyecta una cantidad inicial para que el sistema encienda y por medio de la succión del gas pueda ingresar más gas r 134<sup>a</sup>.
- Encender el vehículo y poner la marcha el aire acondicionado ya que por medio de la succión ingresa el gas restante de la lata.

## **2.2. Supuestos para realizar las pruebas en los procesos**

Conociendo las pruebas críticas que se van a realizar en el trabajo de campo, se procedió a determinar los supuestos de esta actividad, basado en las medidas de mejora y beneficios que se buscan identificar en cada uno de los procesos identificados.

*Prueba de temperatura interior, cabina:* esta prueba se realizó en un tiempo promedio de revisión de 1,67 minutos en una muestra de 106 vehículos de diferentes marcas. Se busca que el tiempo se pueda optimizar realizando la medición de temperatura

interior teniendo un termómetro. Su principal beneficio reside en que se puede determinar con precisión la temperatura en que se encuentra el vehículo en el habitáculo, además de tener un diagnóstico más exacto.

*Prueba de temperatura de tubos de succión y descarga:* para esta prueba se empleó un tiempo promedio de revisión de 0,57 minutos teniendo una muestra de 106 vehículos. Se intenta que en la toma de temperatura se pueda mejorar utilizando termómetros a laser para observar el estado actual del vehículo. Entre los beneficios esperados es que se logra identificar la temperatura real del gas que sale del condensador y la del gas que sale del evaporador para realizar un diagnóstico más tecnificado.

*Observar el funcionamiento del compresor:* Esta inspección se realiza visualmente encendiendo el aire acondicionado del vehículo, empleando el tiempo promedio usado para realizar esta revisión es 1.61 minutos tomando una muestra de 106 vehículos. Sin embargo, esta actividad no se considera etapa crítica ya que es una operación que se realiza para observar el funcionamiento del compresor.

*Verificar funcionamiento de electro ventilador (min):* El procedimiento se realiza visualmente, empleando un tiempo promedio de inspección de 0,44 min sobre los 106 vehículos analizados. Se observa que esta actividad se puede mejorar, dado que en ocasiones el sistema de aire acondicionado presenta muchas fallas por el mal funcionamiento del electro ventilador, ya que este se debe poner en marcha en dos velocidades, baja y alta, y la falla más común es que solo funcione en velocidad alta, por lo tanto, se debe realizar esta inspección por medio de scanner. Entre los beneficios esperados es que con el scanner se puede determinar con mayor precisión el

funcionamiento del electroventidor y evita reprocesos al taller. Además de evitarle un elevado gasto de reparación al cliente, pues el mal funcionamiento del electro ventilador puede ocasionar que el compresor funcione en altas temperaturas afectando todo el sistema, puesto que un sobrecalentamiento podría dañar el compresor.

*Conectar manómetros y verificar presiones:* El tiempo promedio de esta prueba es de 1.76 minutos según una muestra de 106 vehículos. Allí se encuentra que la conexión de los manómetros puede variar dependiendo de la temperatura que se encuentre en el medio ambiente, dado que el gas se comporta diferente según la temperatura en que este expuesto. Por ello, se recomienda utilizar un equipo más especializado, pues allí se generan varios errores humanos al conectar los manómetros, las cuales tenían las válvulas abiertas y expulsaba el gas a la atmosfera. El beneficio de este proceso es que, al tener una recicladora de gas refrigerante o un equipo automatizado para observar las presiones del sistema del aire acondicionado, facilitara la medición de presiones, evitando fallas humanas.

Una vez se haya tenido un diagnóstico inicial sobre el funcionamiento del aire acondicionado del vehículo y una reparación al sistema se deberá efectuar los siguientes pasos que son iguales en cualquier tipo vehículo.

*Expulsión a la atmosfera refrigerante r134a:* El tiempo promedio de esta prueba es de 1,36 minutos en una muestra de 106 vehículos. Se pudo establecer que la expulsión del gas r 134<sup>a</sup> que entra en la categoría de gases de efecto invernadero, causa un impacto ambiental, el cual se puede mejorar con un equipo adecuado, recuperando el gas r 134<sup>a</sup> y eliminando este aspecto. Entre sus beneficios, la reutilización del gas r134a no causa un impacto ambiental y generar una economía sostenible.

*Presurización del sistema:* El tiempo promedio de la prueba es 18.41 min de una muestra de 106 vehículos. Allí se estableció que el sistema fue presurizado por medio de un compresor de nevera convencional que permite que el sistema se contamine por humedad. Para mejorar este proceso se debe utilizar un equipo que por medio de vacío y test de fuga pueda determinar si el sistema presenta fuga antes de inyectar aceite y gas r134<sup>a</sup>. El beneficio es que con este paso se puede eliminar esta problemática utilizando un equipo automatizado.

*Conectar la bomba de vacío y desconectar la bomba:* El tiempo promedio de conectar la bomba de vacío con un vacío de 15 minutos es de 17,41 minutos y de desconectar la bomba de vacío 1.46 minutos, el cual se aplicó a los 106 vehículos analizados. En esta prueba se encontró que al tener un equipo especializado se puede eliminar este proceso ya el equipo se puede programar para que automáticamente realice el vacío y proceda a eliminar humedad en el sistema. Entre sus beneficios obtenidos se encuentra la eliminación de tiempos muertos de trabajo.

*Conectar inyector de aceite, conectar lata de gas a manómetros, eliminar humedad de manómetros abriendo la válvula de servicio de manómetros, carga inicial, encender el vehículo, abrir válvula para inyectar gas, cerrar válvulas:* El tiempo promedio de estos procesos sumados cada uno y con una muestra de 106 vehículos es de 15,19 minutos. Allí se observa que se tiene un tiempo promedio de 15,19 minutos, en el cual, solo se realiza la inyección de gas r134a y el aceite al sistema. En este sentido, el proceso se puede automatizar teniendo el equipo ROBINAIR AC 690 PRO, que se encarga de realizar esta labor, haciéndolo más sencillo, automatizado y sin expulsar gas r134a. En estos procesos

se observó que en varias ocasiones el técnico dejó escapar gas r 134<sup>a</sup> por no tener manómetros adecuados y realizar la conexión de cada uno de estos sistemas inadecuadamente. Entre sus beneficios se pudo establecer la no expulsión de gas r134a al medio ambiente, además de evitar el desperdicio de materia prima, y mermar tiempos de ejecución del mantenimiento.

### **2.3. Resultados de las pruebas en los procesos**

Después de definir los procesos críticos, junto a los supuestos y beneficios, se procedió a realizar las respectivas pruebas para establecer los diferentes tiempos del mantenimiento, los cuales se pueden visualizar en el anexo A los tiempos del proceso actual y en el B los tiempos con base a la propuesta.

En el cuadro de los resultados anexos se evidencia las etapas críticas del proceso, donde se muestra la ejecución actual del mantenimiento preventivo que se está realizado en el taller ECO-AIR, en el cual se demuestran desperdicios de tiempo en horas hombre, además de malas prácticas y pérdida de repuestos, tal como se visualiza en los resultados de cada proceso en la figura número 6 y 7.

Figura 6

### Tiempos de trabajo dedicado al mantenimiento preventivo con el proceso actual

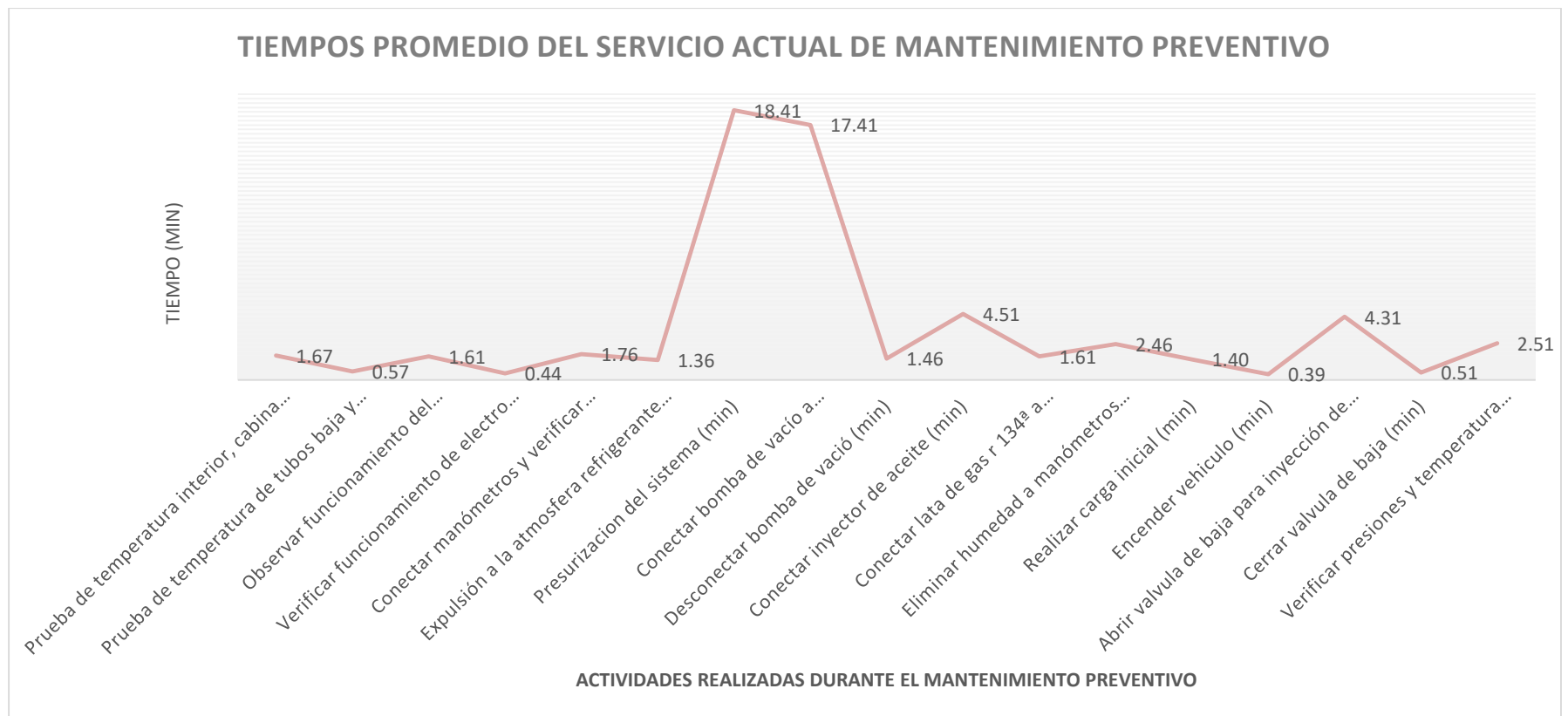
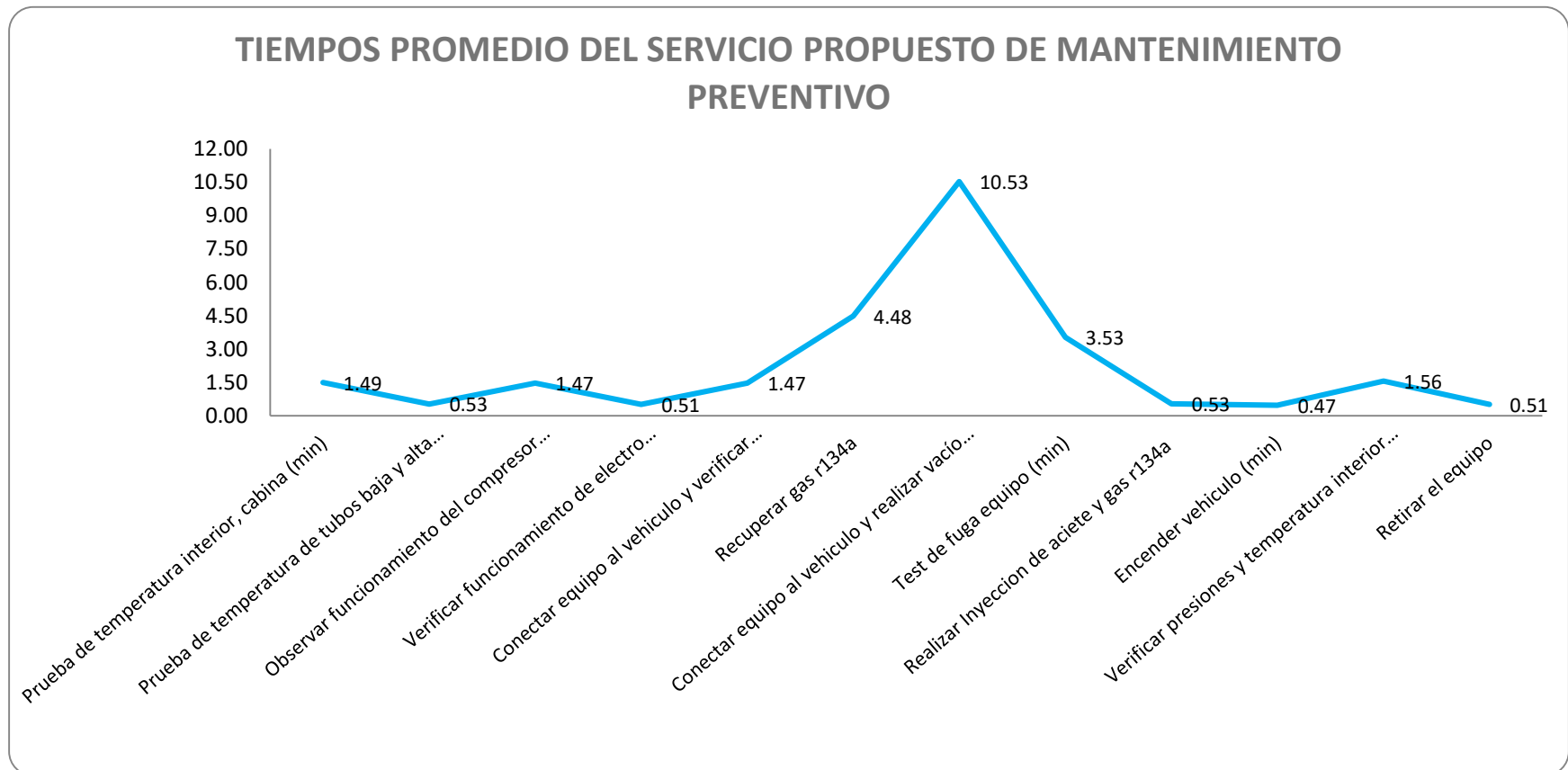




Figura 7

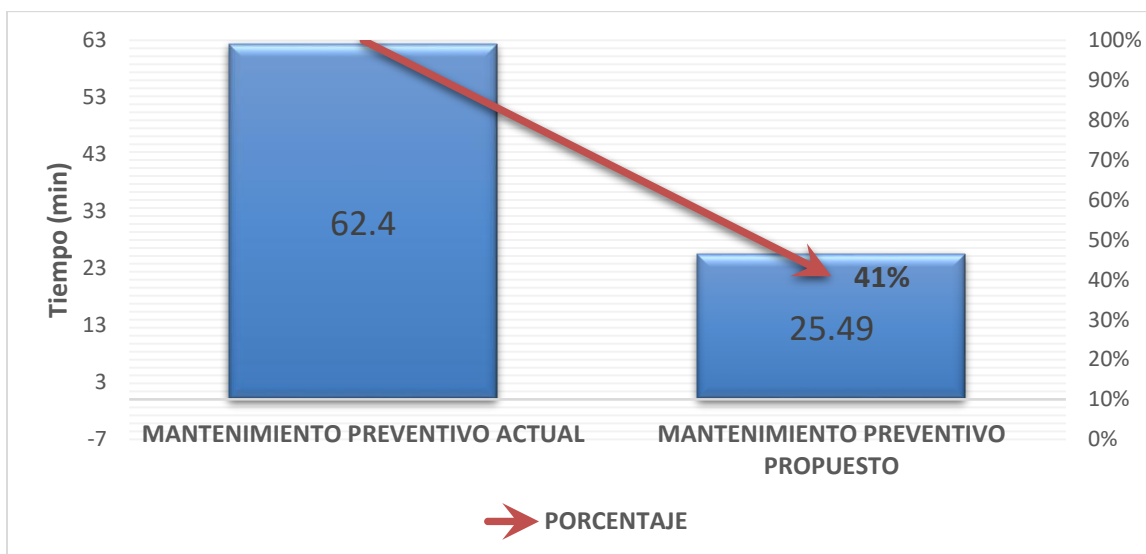
Tiempos de trabajo dedicado al mantenimiento preventivo con el proceso propuesto



El objetivo principal es el de realizar un proceso de mantenimiento preventivo el cual optimice el recurso existente, para esto se están realizando la toma de muestras con un equipo automatizado (ROBINAIR AC 690 PRO) el cual reduce el tiempo de ejecución en un aproximado de 40% a 60% lo que traducen en ganancias para la empresa y un servicio más rápido para los clientes. Ver resultados en la figura número 8.

**Figura 8**

**Comparación de los tiempos de mantenimiento preventivo con el proceso actual y propuesto**



La figura número 8 evidencia que en un análisis realizado a una muestra de 106 vehículos de diferentes marcas se logra un tiempo de 62,4 minutos con el proceso de mantenimiento preventivo actual, mientras que con la propuesta se puede alcanzar una reducción del 41% en el tiempo de trabajo, llegando a 25,49 minutos.

En los resultados de las pruebas realizadas (Anexo A y B) se puede evidenciar que el proceso de mantenimiento preventivo es multimarcas y los tiempos de ejecución actual están en un promedio de variación de 3% a al 5% del tiempo entre cada marca de vehículo utilizado en el proceso, por lo cual es posible efectuar una estandarización del mantenimiento preventivo del aire acondicionado que se propone, el cual permite que el precio del servicio pueda bajar hasta en un promedio de \$165.000, de lo que en promedio (\$177.095) se cobra con el proceso actual.

### **Capítulo 3. Diseño de los indicadores de gestión**

En el presente capítulo se describe los indicadores de gestión que van a determinar el seguimiento del servicio al cliente que se formulan en función de hacerle seguimiento a los objetivos estratégicos definidos en el negocio, los cuales se tienen estructurados en las 4 perspectivas administrativas establecidas en su balance scorecard:

Perspectiva financiera: en esta perspectiva se definieron objetivos enfocados a satisfacer el propósito de los accionistas.

Perspectiva de clientes: en esta perspectiva se establecieron objetivos enfocados a satisfacer las necesidades de los clientes.

Perspectiva de procesos internos: en esta perspectiva se determinaron objetivos encaminados a mejorar los procedimientos operativos de la empresa.

Perspectiva de crecimiento y aprendizaje: en esta perspectiva se cuentan con objetivos enfocados a satisfacer las necesidades de los empleados de la empresa.

De acuerdo a lo anterior, se busca definir indicadores de gestión integrales que satisfagan los principales aspectos administrativos del negocio, dado que el propósito de sus resultados es dar cumplimiento a la promesa de valor con los clientes. A continuación, en la tabla número 2 se definen estos indicadores en función de estos objetivos.

**Tabla 2**  
**Objetivos estratégicos de la empresa**

<b>Perspectivas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Indicadores</b>
Financiera	Incrementar la productividad de los servicios comercializados en un 10%.	Índice de ejecución de ventas
Cliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir a cero las quejas y reclamos.</li> <li>- Mejorar la Satisfacción del cliente.</li> <li>- Aumentar la retención de clientes en un 10%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Índice de atención de quejas y reclamos</li> <li>- Índice de Satisfacción al cliente.</li> <li>- Índice de retención de clientes.</li> </ul>
Procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar la calidad de la atención</li> <li>- Optimizar los tiempos de entrega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- índice de servicios en garantía.</li> <li>- índice de tiempos de entrega.</li> </ul>
Crecimiento y aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar la motivación del personal.</li> <li>- Fortalecer las actividades de capacitación y actualización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Índice de clima laboral.</li> <li>-Índice de personal capacitado.</li> </ul>

Conforme a los objetivos estratégicos de la empresa planteados en la tabla número 2, se definieron los indicadores de gestión pertinentes para medir la efectividad de los puntos críticos del negocio, en función de mejorar sus procesos con los grupos de interés y especialmente para aumentar la imagen corporativa ante sus clientes. A continuación, se muestra el detalle de estos indicadores para efectos de darle un mayor entendimiento al empresario para su respectivo cálculo.

### 3.1. Indicadores de perspectiva financiera.

**Tabla 3.**

#### Índice de ejecución de ventas

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del Indicador	Índice de ejecución de ventas
Objetivo de la medición	Evaluar la productividad en el servicio.
Formula	$(\text{Ventas realizadas} / \text{Ventas planeadas}) \times 100$
Fuente de información	Informe de ventas
Unidad de medida	Porcentaje
Responsable	Administrador
Frecuencia	Trimestral
Meta	< 90%

### 3.2. Indicadores de perspectiva al cliente.

**Tabla 4.**

#### Índice de atención de quejas y reclamos

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del Indicador	Índice de atención de quejas y reclamos
Objetivo de la medición	Evaluar la pronta respuesta a los clientes en sus quejas y reclamos.
Formula	$(\text{Quejas atendidas} / \text{Quejas realizadas}) \times 100$
Fuente de información	Reporte de quejas y reclamos
Unidad de medida	Porcentaje
Responsable	Administrador
Frecuencia	Mensual
Meta	100%

**Tabla 5.**  
**Índice de Satisfacción al cliente**

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del Indicador	Índice de Satisfacción al cliente
Objetivo de la medición	Evaluar el nivel de satisfacción del cliente con el servicio prestado.
Formula	$(\text{Clientes satisfechos} / \text{Clientes atendidos}) \times 100$
Fuente de información	Reporte de calificación del servicio
Unidad de medida	Porcentaje
Responsable	Administrador
Frecuencia	Mensual
Meta	< 90%

**Tabla 6.**  
**Índice de retención de clientes**

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del Indicador	Índice de retención de clientes
Objetivo de la medición	Evaluar las ordenes de servicio realizadas a los clientes fieles a la empresa.
Formula	$(\text{Clientes que tomaron nuevamente el servicio} / \text{Clientes atendidos}) \times 100$
Fuente de información	Informe de ventas
Unidad de medida	Porcentaje
Responsable	Administrador
Frecuencia	Mensual
Meta	10%

### 3.3. Indicadores de perspectiva de procesos internos

**Tabla 7.**

#### **Índice de servicios en garantía**

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del Indicador	Índice de servicios en garantía
Objetivo de la medición	Evaluar el nivel de cumplimiento de servicios en garantía.
Formula	$(\text{No de servicios en garantía} / \text{No de servicios prestados}) \times 100$
Fuente de información	Reporte de servicios en garantía
Unidad de medida	Porcentaje
Responsable	Administrador
Frecuencia	Mensual
Meta	>5%

**Tabla 8.**

#### **Índice de tiempos de entrega**

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del Indicador	Índice de tiempos de entrega.
Objetivo de la medición	Evaluar el nivel de cumplimiento de servicios en garantía.
Formula	$(\text{Tiempo de entrega efectivo} / \text{tiempo de entrega}) \times 100$
Fuente de información	Reporte de órdenes de servicio
Unidad de medida	Porcentaje
Responsable	Administrador
Frecuencia	Mensual
Meta	90%



### 3.4. Indicadores de perspectiva de Crecimiento y aprendizaje

**Tabla 9**

**Índice de clima laboral**

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del Indicador	Índice de clima laboral.
Objetivo de la medición	Evaluar el nivel de satisfacción del empleado en la organización.
Formula	$(\text{empleados satisfechos} / \text{total empleados encuestados}) \times 100$
Fuente de información	Encuesta de clima laboral
Unidad de medida	Porcentaje
Responsable	Administrador
Frecuencia	Semestral
Meta	>90%

**Tabla 10**

**Índice de personal capacitado**

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del Indicador	Índice de personal capacitado.
Objetivo de la medición	Evaluar el personal o trabajador que ha recibido capacitación o actualización del proceso.
Formula	$(\text{empleados capacitados} / \text{total empleados}) \times 100$
Fuente de información	Programa de capacitación
Unidad de medida	Porcentaje
Responsable	Administrador
Frecuencia	Semestral
Meta	100%

## **Capítulo 4. Propuesta de mejoramiento continuo**

El presente capítulo describe la propuesta de mejoramiento continuo para el proceso de prestación de servicio de mantenimiento del sistema de aire acondicionado vehicular, considerando las etapas de la metodología PHVA (planear, hacer, verificar y actuar).

### **4.1. Planeación**

Después de hacer el proceso de verificación de la propuesta de mejora en el proceso de prestación de servicio de mantenimiento del sistema de aire acondicionado vehicular, se determinó que existen algunos aspectos críticos del servicio que eran necesarios corregirse para mejorar la satisfacción del cliente.

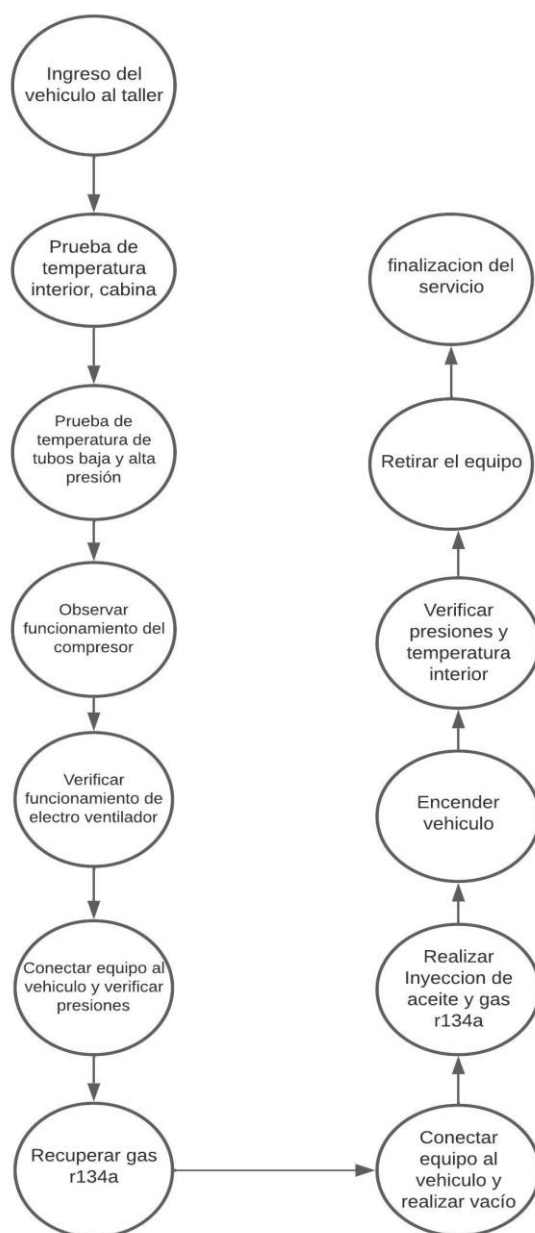
En primera instancia, se determinó que en el proceso actual al realizarse las actividades de manera menos automatizada se requería de un mayor tiempo en el mantenimiento, impactando la productividad del trabajo y los tiempos de entrega del servicio.

Por otro lado, se estableció que en el proceso actual se generaba un mayor consumo de refrigerante, lo que representa un alto impacto en los costos de operación, hecho que se traduce en una menor rentabilidad para la empresa.

También, se observaba que con el proceso actual se producen mayores gases contaminantes que repercute en la salud de los clientes, además de generar un impacto negativo en el medio ambiente.

Estos aspectos se pudieron visualizar en el capítulo 1 y 2, lo que conlleva a generar un nuevo plan de trabajo a desarrollar en el servicio, el cual, se muestran a continuación en el diagrama de la figura número 9.

**Figura 9. Diagrama de proceso de mejora propuesto**



### 4.2. Hacer

Se realizó este proceso descrito en el diagrama anterior, aplicado a 106 vehículos de diferentes marcas y tamaños, cuyos resultados finales se pueden evidenciar en el capítulo 2 de este documento, el cual se resume de manera detallada en el análisis de tiempos y movimientos que se muestra a continuación en la figura número 10.

**Figura 10. Diagrama de flujo mejorado**

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO						
Fecha Realización: Diciembre de 2022		Ficha Número:				
Diagrama No. 1	Página 1 de 1	RESUMEN				
Proceso: Mantenimiento de aire acondicionado vehicular		Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
Actividad:			Cant.	Tiemp.	Cant.	Tiemp.
Tipo de diagrama:		Operación ●	12	40	9	10,59
Método:		Transporte →	2	4	2	4
Area / Sección:		Espera ○	2	4	0	16,49
Elaborado por:		Inspección ■	1	3	1	1,56
Aprobado por:		Almacenar ▼	0	0	0	0
Descripción		Distancia Total	8 metros		8 metros	
Ingreso del vehículo al taller		Tiempo Total	51 minutos		27,08 minutos	
Prueba de temperatura interior, cabina		Observaciones				
Prueba de temperatura de tubos baja y alta presión						
Observar funcionamiento del compresor						
Verificar funcionamiento de electro ventilador						
Recuperar gas R134						
Conectar equipo al vehículo y realizar vacío						
Test de fuga equipo						
Realizar Inyección de aceite y gas R134a						
Encender vehículo						
Verificar presiones y temperatura interior						
Retirar el equipo						
Finalización del servicio						
<b>TOTAL</b>			9	13	1	

La figura 10 muestra que, con la propuesta mejorada, el proceso de mantenimiento de aire acondicionado vehicular obtiene un ahorro en tiempo de trabajo de 23,92 minutos frente al proceso que se desarrolla actualmente, dado que generalmente se hace en un tiempo de 51 minutos, mientras que con la mejora se haría en un promedio de tiempo de 27,08 minutos.

En el detalle del proceso se observa que en la propuesta mejorada se obtiene un mayor ahorro de tiempo en las actividades de operación con aproximadamente 29,41 minutos, al igual que de 1,44 en la inspección. Sin embargo, en la espera se observa mayores tiempos en la propuesta de mejora con una pérdida promedia de 12,49 minutos frente al proceso actual, especialmente por las actividades que se deben realizar en la recuperación de gas R134 y al conectar el equipo al vehículo para realizar el vaciado, hecho que no afectó el resultado esperado.

### **4.3. Verificar**

La verificación del proceso de mejora se debe realizar evaluando los puntos críticos del proceso donde se observa el mayor beneficio del mismo, los cuales se controlan con indicadores que se presentan a continuación:

#### **4.3.1. Disminución del consumo del refrigerante empleado en el mantenimiento preventivo.**

En el análisis de campo realizado se hizo el mantenimiento a 52 vehículos, los cuales, se obtuvo un uso de gas refrigerante de 24.440 kilogramos que representa un consumo de 104 latas de refrigerante con un contenido de 340 gramos.

La inyección se efectuó por medio de manómetros, el cual debe acoplarse a la lata de gas para que por medio de la succión del compresor se inyecte el refrigerante. En los vehículos donde se realizó el mantenimiento se consumió un promedio de 470 gramos, empleando 2 latas de gas con una cantidad de 680 gramos, al conectar la segunda lata de gas se inyecta una cantidad mínima de refrigerante, desperdiciando el resto. A continuación, se muestra el indicador que se utiliza para verificar este punto crítico, el cual se muestra en la tabla número 11.

**Tabla 11**

**Indicador de consumo de refrigerante**

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del Indicador	Índice de consumo de refrigerante de aire acondicionado
Objetivo de la medición	Evaluar el consumo de refrigerante de aire acondicionado vehicular para el control de costos.
Formula	Número de gramos consumidos
Fuente de información	Registro de consumo de materiales en el ítem Cantidad de latas utilizadas en el servicio.
Unidad de medida	Gramos de gas
Responsable	Supervisor de mantenimiento
Frecuencia	Mensual
Meta	- Disminuir el consumo de refrigerante en un 20% en cada mantenimiento preventivo. - La cantidad de gramos a recuperar debe ser de mayor o igual a 210 gramos.

### 4.3.2. Disminución de tiempo en la presurización del sistema.

En el proceso actual se realiza una presurización por medio de nitrógeno o aire comprimido que se conecta con los manómetros al nitrógeno o al compresor de aire comprimido para presurizar el sistema, dándole un tiempo de espera para observar que la presión se sostenga. En este evento, se emplea un equipo, en el cual se realizará un test de fugas que disminuye el tiempo hasta el 50% ya que en su software sostiene la presión por vacío. A continuación, se muestra el indicador que se utiliza para verificar este punto crítico, el cual se muestra en la tabla número 12.

**Tabla 12**

#### **Indicador de tiempo de presurización del sistema**

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del Indicador	Índice de presurización del sistema
Objetivo de la medición	Evaluar el tiempo de presurización del sistema para darle mayor agilidad en la entrega del vehículo al cliente.
Formula	Tiempo en que se tarda la presurización.
Fuente de información	Reporte del servicio en el ítem de medición del Manómetro.
Unidad de medida	Minutos
Responsable	Supervisor de mantenimiento
Frecuencia	Mensual
Meta	- Disminuir el tiempo en la presurización del sistema en un 50% en cada mantenimiento preventivo. - El tiempo realizando la presurización debe ser mayor o igual 9.21 min

### 4.3.3. Eliminar desperdicio de refrigerante en la conexión del manómetro hacia la lata de gas R-134<sup>a</sup>.

Al conectar la lata de gas con el manómetro se presentó en varias ocasiones desperdicio del refrigerante por errores humanos, puesto que al ser un compuesto sometido a presión y ser traslado de un lugar a otro se debe tener total precisión en sus conexiones. La idea es que se pueda eliminar el desperdicio del refrigerante en la conexión del manómetro hacia la lata de gas R-134<sup>a</sup>. A continuación, se muestra el indicador que se utiliza para verificar este punto crítico, el cual se muestra en la tabla número 13.

**Tabla 13.**

#### **Indicador de desperdicio del refrigerante**

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del Indicador	Índice de desperdicio del refrigerante
Objetivo de la medición	Evaluar el nivel de desperdicio de refrigerante que se produce en la conexión con el manómetro que permita el control de costos del servicio.
Formula	$100\% - (\text{Gramos de refrigerante utilizado} / \text{gramos de refrigerante total})$
Fuente de información	Registro de consumo de materiales.
Unidad de medida	Porcentaje de pérdida
Responsable	Supervisor de mantenimiento
Frecuencia	Mensual
Meta	- Eliminar el desperdicio del refrigerante en un 100%. - Desperdicio del gas debe estar en 0 gramos



#### 4.3.4. Eliminar tiempo y procesos en la inyección del refrigerante.

Este proceso consiste en eliminar humedad en manómetros, realizar carga inicial, encender vehículo, abrir válvula de baja para inyección de gas r134a).

La inyección del refrigerante actualmente se realiza por manómetros conectados en la lata de gas. La inyección de este refrigerante consta de unos procesos que se pueden eliminar implementando la propuesta de mejora. A continuación, se muestra el indicador que se utiliza para verificar este punto crítico, el cual se muestra en la tabla número 14.

**Tabla 14**

#### **Indicador de tiempos de inyección del refrigerante**

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del Indicador	Índice de tiempos de inyección del refrigerante
Objetivo de la medición	Eliminar procesos y tiempos muertos en la inyección del gas para agilizar la entrega del vehículo al cliente.
Formula	Tiempo de inyección del refrigerante
Fuente de información	Orden de servicio en el ítem hora de inicio y hora de terminación de la inyección del refrigerante.
Unidad de medida	minutos
Responsable	Supervisor de mantenimiento
Frecuencia	Mensual
Meta	Mantener un tiempo promedio de 8.08 min

#### 4.4. Actuar

La idea es que estos indicadores tanto del mantenimiento como los estratégicos, sirvan de referencia para hacerle seguimiento a cada uno de los procesos planteados en la

empresa, los cuales se deberán presentar de forma organizada en un informe, el cual revelara las respectivas fortalezas y debilidades encontradas, al igual que las estrategias de mejora a realizar, dependiendo de los hallazgos encontrados.

En este sentido, será necesario organizar reuniones mensuales entre el Administrador, el Supervisor de Servicios y los Técnicos, donde se analice los resultados conforme al plan propuesto, dado que allí se establecerán oportunidades de mejora que permitan fortalecer las actividades desarrolladas, además de identificar nuevos proyectos de mejora que puedan implementarse en el futuro.

## Capítulo 5. Evaluación del costo beneficio de la propuesta

En el presente capítulo se muestra el beneficio económico de la propuesta de mejoramiento del servicio de mantenimiento de aire acondicionado para vehículos. En este sentido se muestra el beneficio en función de los costos, para después evidenciar la tasa interna de retorno del proyecto para la empresa.

### 5.1. Beneficios económicos de la propuesta

Los beneficios económicos de la propuesta se pueden evidenciar al comparar los costos actuales de la empresa con el mejorado, en lo que respecta a su mano de obra, materiales directos y costos indirectos de fabricación. En primera instancia, detallamos los costos actuales de la empresa, los cuales se pueden evidenciar a continuación en la tabla número 15.

**Tabla 15. Costos y gastos operativos de la empresa**

Cargo	sueldo mensual	Auxilio de transporte	Prestaciones sociales	Seguridad social	Parafiscales	Gastos salariales administrativos totales
Gerente	\$ 2.500.000	\$ -	\$ 545.750	\$ 300.000	\$ 100.000	\$ 3.445.750
Auxiliar Administrativa	\$ 1.300.000	\$ 140.606	\$ 283.790	\$ 156.000	\$ 52.000	\$ 1.932.396
Auxiliar servicios Administrativos	\$ 1.160.000	\$ 140.606	\$ 253.228	\$ 139.200	\$ 46.400	\$ 1.739.434
<b>Gastos de Nomina Administrativa al mes</b>	<b>\$ 4.960.000</b>	<b>\$ 281.212</b>	<b>\$ 1.082.768</b>	<b>\$ 595.200</b>	<b>\$ 198.400</b>	<b>\$ 7.117.580</b>

Cargo	Sueldo mensual	Auxilio de transporte	Prestaciones sociales	Seguridad social	Parafiscales	Costos M.O. directos totales
Supervisor Tecnico comercial	\$ 1.600.000	\$ 140.606	\$ 349.280	\$ 192.000	\$ 64.000	\$ 2.345.886
Tecnico Aire Acondicionado	\$ 1.300.000	\$ 140.606	\$ 283.790	\$ 156.000	\$ 52.000	\$ 1.932.396
Tecnico Electromecanico	\$ 1.300.000	\$ 140.606	\$ 283.790	\$ 156.000	\$ 52.000	\$ 1.932.396
<b>Costos de Mano de obra Directa del servicio (mes)</b>	<b>\$ 4.200.000</b>	<b>\$ 421.818</b>	<b>\$ 916.860</b>	<b>\$ 504.000</b>	<b>\$ 168.000</b>	<b>\$ 6.210.678</b>

Gastos Administrativos al mes	Valor
Alquiler local	\$ 1.500.000
Servicio Publicos (energia, luz, internet, recoleccion basuras)	\$ 500.000
herramientas utilizadas	\$ 200.000
consumibles utilizados (limpiadores, toallas, etc)	\$ 150.000
<b>Gastos totales al mes</b>	<b>\$ 2.350.000</b>

La tabla 15 muestra la relación actual de gastos administrativos de la empresa tanto de nómina como de sostenimiento de oficina, al igual que el costo directo de mano de obra operativa que asume para la prestación del servicio. De igual manera, debe asumir unos costos correspondientes a materiales que se utilizan para los procesos de mantenimiento, tales como el refrigerante y el aceite poliéster.

De acuerdo, a esta información suministrada por el empresario, se procedió en el costeo del servicio al considerar los costos de materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación, los cuales se evaluaron para el servicio actual y el mejorado.

### 5.1.1. Comparación de los costos de materiales directos.

Conforme a la información suministrada por el empresario se muestra a continuación en la tabla número 16 la cuantificación de estos costos, tanto en el servicio actual como el mejorado.

**Tabla 16. Costos de materiales directos del servicio actual y mejorado**

Materia prima directa del servicio	Costo	Costo por gramo	Material utilizado por servicio sin mejora	Material utilizado por servicio con mejora	Costo material utilizado por servicio sin mejora	Costo material utilizado por servicio con mejora
Refrigerante R134 X 340g	\$ 28.000	\$ 82	470	188	\$ 38.706	\$ 15.482
Aceite Poliester X 227g	\$ 35.000	\$ 154	100	40	\$ 15.419	\$ 6.167
<b>Costos de materia prima total</b>					<b>\$ 54.124</b>	<b>\$ 21.650</b>

La tabla 16 revela que con la propuesta se puede mejorar el consumo de materiales para el proceso de mantenimiento de aire acondicionado vehicular, reduciéndolo de 154 gr

a 82 gr, lo que le permite reducir costos de materia prima que con la propuesta pasaría de \$54.124 a \$21.650.

### 5.1.2. Comparación de los costos de mano de obra directa.

Considerando los costos de nómina operativa que se mostraron inicialmente en la tabla número 15 de este capítulo, se procedió a calcular este costo en el proceso actual y con mejora, encontrándose los siguientes resultados que se muestran en la tabla número 17.

**Tabla 17. Costos de mano de obra directa del servicio actual y mejorado**

<b>Calculo del costo Unitario de mano de obra (M.O.) del servicio</b>	<b>Valor</b>
Costo de mano de obra por hora	\$ 32.347
Tiempo promedio del servicio actual (Minutos)	62,6
<b>Costo Unitario actual de (M.O) del servicio</b>	<b>\$ 33.765</b>
Tiempo promedio del servicio Mejorado (Minutos)	27,1
<b>Costo Unitario mejorado de (M.O) del servicio</b>	<b>\$ 14.600</b>

La tabla número 17 muestra inicialmente el costo que tiene la empresa por hora de mano de obra directa (\$32.347), el cual se utilizó de referencia para determinar los costos del servicio actual y mejorado, al tener en cuenta los tiempos de trabajo de cada uno. Allí se pudo determinar que una reducción importante en el costo de la propuesta, la cual pasa de \$33.765 a \$14.600 de mano de obra directa.

### 5.1.3. Comparación de los costos indirectos de fabricación.

Estos costos se calculan de forma similar a los costos de mano de obra directa con la excepción de que su base corresponde a los valores de nómina administrativa y de gastos administrativos, los cuales se pueden visualizar en la tabla 15 de este capítulo. Conforme a esta información se muestra en la tabla número 18 la comparación de los costos indirectos de fabricación CIF del servicio actual y mejorado.

**Tabla 18. Costos indirectos de fabricación del servicio actual y mejorado**

<b>Costos indirectos de fabricación</b>	<b>Valor</b>
Costos de Nomina administrativa	\$ 7.117.580
Gastos administrativos totales	\$ 2.350.000
<b>Costos indirectos totales (CIF)</b>	<b>\$ 9.467.580</b>
<b>CIF por Horas</b>	<b>\$ 49.310</b>
Tiempo promedio del servicio actual (Minutos)	62,6
<b>Costo Unitario actual de (CIF) del servicio</b>	<b>\$ 51.472</b>
Tiempo promedio del servicio Mejorado (Minutos)	27,1
<b>Costo Unitario mejorado de (CIF) del servicio</b>	<b>\$ 22.256</b>

La tabla número 18 revela que el CIF del servicio actual asciende a \$51.472, mientras que con el servicio mejorado de alcanza un valor unitario de este costo equivalente a \$22.256.

### 5.1.4. Comparación de los costos unitarios totales del servicio.

De acuerdo a los costos de materiales directos, mano de obra y costos indirectos que se establecieron anteriormente, se procede a determinar el costo unitario total del

servicio para conocer la utilidad y rentabilidad del servicio actual y el mejorado, el cual se puede apreciar a continuación en la tabla número 19.

**Tabla 19. Costos unitarios del servicio actual y mejorado**

Detalle	Tiempo promedio (m)	Costo mano de obra	Costo		Costo total servicio	Valor servicio Mantenimiento	Utilidad del servicio	Rentabilidad %
			Material utilizado en servicio	Indirectos de Fabricación				
Servicio Mantenimiento sin mejoras	62,63	\$ 33.765	\$ 54.124	\$ 51.472	\$ 139.361	\$ 185.192	\$ 45.831	24,75%
Servicio Mantenimiento con mejoras	27,08	\$ 14.600	\$ 21.650	\$ 22.256	\$ 58.506	\$ 185.192	\$ 126.686	68,41%

La tabla anterior evidencia que el servicio sin mejora solo obtiene una rentabilidad del 24,75% que equivale a una utilidad unitaria de \$45.831, mientras que con la propuesta se puede lograr una rentabilidad del 68,41% que corresponde a una utilidad unitaria del servicio de \$126.686, mostrando que la propuesta genera importantes ahorros económicos para la empresa, además de los beneficios para el cliente.

## 5.2. Evaluación financiera del proyecto

En el presente análisis se busca evaluar la propuesta de mejora en un término de tres años, dado que es necesario evidenciar los beneficios reales que obtendría el negocio al considerar las inversiones que se deben considerar para poner en marcha las mejoras propuestas.

### 5.2.1. Inversiones y financiación del proyecto.

La propuesta se debe llevar a cabo mediante la compra de equipos especializados que faciliten el desarrollo de la mejora, al igual que las adaptaciones que se deben realizar

en el lugar de trabajo y las capacitaciones pertinentes que deben recibir, tanto el Supervisor como los Técnicos del Servicio. A continuación, en la tabla número 20 se muestran estas inversiones.

**Tabla 20. Inversiones del proyecto**

<b>INVERSIONES DEL PROYECTO</b>		<b>VALOR</b>
Activos fijos	\$	5.120.000
Capacitación de los empleados	\$	1.000.000
Adecuaciones locativas	\$	6.991.852
<b>INVERSIONES TOTALES</b>	<b>\$</b>	<b>13.111.852</b>

La tabla número 20 muestra que el proyecto tiene un costo total de \$13.111.852, las cuales están representados en la compra de activos fijos que corresponde a las maquinarias utilizadas que se pueden visualizar en el anexo A de este trabajo. Adicionalmente, se relaciona los costos de capacitación de los empleados y de las adecuaciones locativas a realizar.

Conforme a los recursos requeridos para llevar a cabo las actividades de mejora, se propone realizar un préstamo bancario a cinco años, equivalente al total de las inversiones del proyecto (\$13.111.852) con una tasa de interés del 25,94% E.A.

### **5.2.2. Parámetros de proyección.**

De acuerdo a la información suministrada por la empresa, se toma de referencia las siguientes variables de la tabla número 21 para realizar la proyección de la evaluación a los tres años que como mínimo se considera para este tipo de análisis (García, 2003).



**Tabla 21. Parámetros de proyección**

<b>DATOS INICIALES DEL PROYECTO</b>	<b>Valores</b>
Crecimiento en ventas (Real)	6,00%
Inflación proyectada	5,00%
Cantidad de servicios vendidos al año	1.300
Precio de venta del servicio	185.192
Costo Unitario del servicio	58.506
Tasa de interes del prestamo E.A.	25,94%
Tasa de impuestos	35,00%

La tabla número 21 se observan las diferentes variables que se utilizaran para proyectar la propuesta de mejora, en el cual se busca determinar la tasa interna de retorno del proyecto y el valor presente neto, en el cual se identificará la rentabilidad real del mismo.

En la tabla se aprecia el crecimiento real esperado para los próximos años, el cual se redujo por parte de la administración, dado por la recesión que se espera en los próximos años. Este se utiliza para proyectar los ingresos de la empresa. También se observa la inflación proyectada para los próximos años, utilizando el Banco de la República como fuente principal. Este indicador sirve de referencia para proyectar los costos y gastos del negocio. Después se observa la cantidad de servicios comercializados en el año 2022 que se utiliza para la proyección. De igual manera se emplea el precio unitario y costo unitario del servicio, teniendo en cuenta el costo de mejora calculado al iniciar este capítulo. Finalmente, se muestra la tasa de interés del préstamo que se va a utilizar para el financiamiento de las inversiones, al igual que la tasa de impuestos con la que se va a realizar la proyección, de acuerdo a los criterios actuales de la normatividad tributaria.

### 5.2.3. Proyecciones del proyecto.

De acuerdo a los parámetros definidos se procede en la proyección de los estados financieros del proyecto que se van a utilizar para su evaluación económica.

**Tabla 22. Proyección del proyecto**

	ACTUAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
<b>Inversiones del proyecto</b>		13.111.852		
<b>ACTIVOS</b>	38.800.000	51.911.852	51.911.852	51.911.852
<b>Pasivo</b>	0	13.111.852	11.543.202	9.567.644
<b>Patrimonio</b>	38.800.000	38.800.000	40.368.650	42.344.208

	Obligación financiera	Cuota	Capital	Interes
0	13.111.852			
1	11.543.202	4.969.865	1.568.650	3.401.214
2	9.567.644	4.969.865	1.975.558	2.994.307
3	7.079.626	4.969.865	2.488.018	2.481.847
4	3.946.216	4.969.865	3.133.410	1.836.455
5	0	4.969.865	3.946.216	1.023.648

ESTADO DE RESULTADOS Y FLUJO DE CAJA LIBRE				
	ACTUAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
<b>VENTAS</b>	<b>240.750.000</b>	<b>255.195.000</b>	<b>270.506.700</b>	<b>286.737.102</b>
(-) Costos totales	102.672.816	108.833.185	115.363.176	122.284.967
<b>(=) UTILIDAD BRUTA</b>	<b>138.077.184</b>	<b>146.361.815</b>	<b>155.143.524</b>	<b>164.452.135</b>
(-) Gastos totales	113.610.960	119.291.508	125.256.083	131.518.888
<b>=UTILIDAD OPERATIVA</b>	<b>24.466.224</b>	<b>27.070.307</b>	<b>29.887.441</b>	<b>32.933.248</b>
-GASTOS FINANCIEROS	3.401.214	2.994.307	1.023.648	2.481.847
<b>=UAI</b>	<b>21.065.010</b>	<b>24.076.001</b>	<b>28.863.792</b>	<b>30.451.401</b>
- IMPUESTOS	7.372.753	8.426.600	10.102.327	10.657.990
<b>=U. NETA</b>	<b>13.692.256</b>	<b>15.649.400</b>	<b>18.761.465</b>	<b>19.793.411</b>
+DEPRECIACIONES	1.940.000	2.595.593	2.595.593	2.595.593
+INTERESES	-	3.401.214	2.994.307	2.481.847
<b>=FLUJO DE CAJA BRUTO</b>	<b>15.632.256</b>	<b>21.646.207</b>	<b>24.351.364</b>	<b>24.870.850</b>
-INCREMENTO KTNO	-13.241.250	-14.035.725	-14.877.869	-15.770.541
-REPOSICIÓN DE ACTIVOS FIJO				
<b>=FCL</b>	<b>2.391.006</b>	<b>7.610.482</b>	<b>9.473.496</b>	<b>9.100.309</b>

La tabla número 22 muestra la proyección del estado de situación financiera, el estado de resultados y el flujo de caja del proyecto, evidenciando la liquidación del préstamo solicitado. Al final se muestra el valor del flujo de caja libre FCL del proyecto, el cual se utiliza para evaluar el proyecto al descontarle a valor presente el costo de capital o costo de oportunidad de la empresa.

#### 5.2.4. Evaluación económica del proyecto.

Después de conocer la proyección del proyecto se procede en la evaluación económica del mismo, el cual sirve para evaluar la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN). Estos se pueden apreciar a continuación en la tabla número 23.

**Tabla 23. Evaluación económica del proyecto**

	<b>ACTUAL</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>
<b>COSTO DE CAPITAL</b>	13,42%	14,45%	8,35%	7,86%
EVA	13.141.729	12.798.875	18.079.414	20.621.701
Rentabilidad del EVA	5,46%	14,52%	6,68%	7,19%
FCL Descontado con CCPP	(13.111.852)	6.649.323	8.743.183	8.437.456
<b>VPN del proyecto</b>	<b>10.718.110</b>			
<b>TIR del Proyecto</b>	<b>35,2%</b>			

La tabla evidencia que el proyecto de mejora es rentable económicamente para la empresa, dado que alcanza una rentabilidad (TIR) superior (35,2%) al costo de capital o costo de oportunidad del negocio, a lo largo del periodo de análisis, reportándole una utilidad (VPN) después de asumir los costos operativos y financieros del proyecto de \$10.718.110. Además de generar un valor económico agregado (EVA) positivo que alcanza los \$20.621.701 al finalizar el tercer año, reportando una rentabilidad del EVA equivalente al 7,19% en este periodo.

## Conclusiones

Después de determinar los elementos que permiten formular una propuesta de optimización a la prestación del servicio de mantenimiento de aire acondicionado vehicular en la empresa ECO-AIR de Cali en el valle del cauca, se pudieron determinar las siguientes conclusiones:

En el primer capítulo de la investigación, se estableció en el diagnóstico que el proceso de prestación de servicio actual de mantenimiento de aire acondicionado vehicular de la empresa, opera bajo unos esquemas tradicionales de operación que genera un aumento en los tiempos de trabajo que desmejora la satisfacción del cliente, además de generar un mayor consumo de materiales que impacta en los costos del servicio, al igual que un incremento en gases contaminantes.

En el segundo capítulo relacionado con la caracterización de los procesos que soportan la prestación del servicio, se hizo la respectiva descripción de los mismos en su manejo actual, donde se determinó que en el esquema tradicional impera el trabajo manual, el cual genera importantes riesgos de error en el mantenimiento. Por tanto, se utilizaron equipos especializados como oportunidad de mejora en el proceso, encontrándose que, al aplicarlos a una muestra de 109 vehículos, se logró reducir los tiempos de trabajo y el consumo de materiales como los resultados más determinantes de este análisis de campo.

En el desarrollo del capítulo tres se concluye que la propuesta de mejora descrita debe medirse con indicadores de gestión integrales que no solo se limiten en hacerle seguimiento a indicadores técnicos del mantenimiento, sino que deben impulsar el

seguimiento en todos los grupos de interés de la empresa, partiendo por los propietarios, los clientes, los procesos internos y los empleados de la organización. Por ello, se sugirió utilizar indicadores del balance Scorecard que controlará estas variables determinantes, donde se hace el seguimiento de los objetivos estratégicos del negocio.

En el cuarto capítulo se concluye que la propuesta de mejoramiento PHVA descrita para este proceso fue relevante para impulsar la imagen de la empresa ante los clientes, dado que permite fortalecer el compromiso de sus propietarios y de los empleados en busca de mejorar sus actividades operativas y, sobre todo, apoyándose en herramientas tecnológicas que facilitan las labores y reducen los riesgos de operación en la prestación del servicio. Además de convertirse en una oportunidad para mejorar las condiciones laborales de los empleados frente a enfermedades y accidentes laborales.

Finalmente, en el último capítulo del trabajo se determinó los beneficios económicos de la propuesta, donde se concluye que con la mejora se logra reducir los costos del servicio, debido a menores tiempos de trabajo y un menor consumo de materiales, donde se alcanza una rentabilidad del 68,41%, frente al sistema tradicional (24,75%). Adicionalmente, al realizar la evaluación económica de la propuesta en el mediano plazo se obtiene una tasa interna de retorno del 35,2%, la cual es superior a los costos de oportunidad o de capital de la empresa, convirtiéndose en un proyecto rentable para sus propietarios con este nuevo modelo de trabajo.

## **Recomendaciones**

En vista de que se ha generado una propuesta de mejora comprobada en el desarrollo de la prestación de servicio de aire acondicionado vehicular en la empresa, se recomienda formalizar los procesos, empleando estándares de calidad adecuados para este tipo de industria, el cual permite documentar las actividades que orientaran a los empleados en el desarrollo de sus labores.

Es importante desarrollar un programa general de inducciones y capacitaciones de los empleados que les permita actualizarse en las nuevas tecnologías relacionadas con el mantenimiento de aire acondicionado vehicular, dado que esto permite reducir la resistencia al cambio en futuras oportunidades de mejora que se presenten.

Se recomienda que de manera permanente se estén evaluando los indicadores de gestión propuestos, en el sentido de que se pueden emplear como herramientas de ajuste que fortalezca los procesos de mejora establecidos. Incluso, se pueden diseñar nuevos indicadores que sean más específicos al proceso, como, por ejemplo, indicadores de control ambiental, salud ocupacional, entre otros.

En el desarrollo de futuras oportunidades de mejora en la empresa, se propone adelantar alianzas estratégicas con las distintas instituciones de educación superior y el Sena para que los estudiantes de práctica puedan complementar de manera académica y práctica, la propuesta planteada.

### Referencias bibliográficas

- Adrian, C. (17 de abril de 2020). Ventas 2019, Latinoamérica: así cerró el ranking por países. autodato.com. Obtenido de <https://www.autodato.com/ventas-2019-latinoamerica-por-paises>
- Aire Services Cars. (15 de jun de 2020). ¿Que es el Gas Refrigerante 134a, Porque Utilizarlo? Obtenido de <http://www.aireservicescar.com/que-es-el-gas-refrigerante-134a-porque-utilizarlo/>
- American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association* (6 ed.). (M. G. Frías, Trad.) México, México: El Manual Moderno.
- Arcidiacono, G., y Pieroni , A. (2018). The revolution Lean Six Sigma 4.0. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology* 8(1):141, 5-23. doi:DOI:10.18517/ijaseit.8.1.4593
- Buenaño Armas , C., y Morales Rubio, A. (2020). Propuesta de implementación de un sistema de mejora basado en la norma ISO 9001:2015, en la empresa de aire acondicionado Trialmech Cia. Ltda. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador. (Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Diseño Industrial). Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20931>
- Carrier, W. (26 de agosto de 2022). <https://www.carrier.com>. Obtenido de <https://www.carrier.com/commercial-refrigeration/es/ib/about/willis-carrier/>

- Chambe Chavez, E. (2015). Estudio de prefactibilidad para instalar una planta de mantenimiento e instalación de sistemas de aire acondicionado para el parque automotor mayor de transporte terrestre de pasajeros en la ciudad de Chiclayo. Chiclayo, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. (Tesis de Ingeniería Industrial). Obtenido de <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/503>
- Checa Muñoz, M., y Caiza Alarcón, P. (2012). Construcción de un sistema didáctico de aire acondicionado vehicular, para el laboratorio de la escuela de Ingeniería Automotriz. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Tesis de Ingeniería Mecánica). Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2291/1/65T00047.pdf>
- Cifuentes Polanco, D. (2016). Implementación de un proceso para el retiro adecuado del refrigerante químico R134a en equipos de refrigeración a desechar, por una empresa embotelladora de bebidas. San Carlos, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. (Tesis de Ingeniería Industrial). Obtenido de <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1397805>
- Cortezón, J. (27 de julio de 2016). El aire acondicionado influye en la salud, la seguridad y el ahorro al conducir. posventa.info. Obtenido de <https://www.posventa.info/texto-diario/mostrar/3016504/el-aire-acondicionado-influye-en-la-salud-la-seguridad-y-el-ahorro-al-conducir>
- Delgado , C., y Martínez, J. (2020). Plan de mejoramiento y de negocios AIRES LTDA. Santiago de Cali, Colombia: Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium



- (Tesis de Ingeniería Industrial). Obtenido de [https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/2094/PLAN\\_ESTRAT%C3%89GICO\\_NEGOCIOS\\_PARA\\_AIRES\\_LTDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/2094/PLAN_ESTRAT%C3%89GICO_NEGOCIOS_PARA_AIRES_LTDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Díaz Espinosa, F. (2013). Estudio para la Organización Administrativa del Taller de Mantenimiento de Aire Acondicionado de Technocold. Quito, Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador. (Tesis de grado de Ingeniería Automotriz). Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/155/1/T-UIDE-0152.pdf>
- Duran Giraldo, A., Arias Pérez, D., y León Ramírez, L. (2016). Propuesta de plan de mantenimiento en sistemas de aire acondicionado: caso sector automotriz. Bogotá, Colombia: Universidad ECCI (Tesis de Especialización en Mantenimiento). Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/294/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- El país.com. (12 de julio de 2021). Venta de motos subió un 37 % este semestre en el Valle. Santiago de Cali, Colombia. Obtenido de <https://www.elpais.com.co/economia/venta-de-motos-subio-un-37-este-semester-en-el-valle.html>
- Espinoza Albino, P. (2017). Mejora de procesos para la reducción de fallas en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa de servicios Esalb Group SAC 2017. Lima, Perú: Universidad Privada del Norte. (Tesis de Ingeniería

- Industrial). Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11337/Tesis%20-%20Pedro%20Mois%c3%a9s%20Espinoza%20Albino.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- García Duarte, Á. (2016). Propuesta de un plan de mantenimiento para los vehículos, equipos y herramientas del taller de prácticas del Centro Educativo de sistemas Uparsistem en la ciudad de Valledupar, Departamento del Cesar. Ocaña, Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/2273/1/28643.pdf>
- García, O. (2003). *“Valoración de empresas, Gerencia del Valor y EVA”*. Bogotá: Tercera Edición. CECSA.
- Gómez Mejía, J., y Piragauta Barrera, J. (2018). Elaboración de plan de mejoramiento de equipos para el laboratorio de refrigeración y acondicionamiento de aire de la universidad. Bogotá, Colombia: Fundación Universidad América. (Tesis de Ingeniería Mecánica). Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6911/1/4131654-2018-2-IM.pdf>
- Guillen Rubio, M. (2018). Propuesta de mejora de los procesos del taller mecánico de la empresa METAM S.R.LTDA. Chimbote. Chimbote, Perú: Universidad San Pedro. (Tesis de Ingeniería Industrial). Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8270>

- Henao Ocampo, F., Arango Henao, J., y Gonzales Ramírez, J. (2018). Evaluación Energética del Sistema de Aire Acondicionado Automotriz Basado en la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica para un Renault Twingo. Bogotá, Colombia: Instituto Tecnológico Metropolitano. (Tesis de Ingeniería Electromecánica). Obtenido de <https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/428/HenaoOcampoFelipe2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, C., Fernández, B., y Baptista, F. (2017). *Metodología de la investigación*. México: (3ª ed.): Mc Graw-Hill.
- León Redondo, C. (2020). Sector de servicios de refrigeración y acondicionamiento de aire en Colombia. *Ozono No 48. Septiembre*, 1-28. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/boletin-48.pdf>
- Muñoz Vizhñay, J., y Calle Heredia, C. (2013). Estudio del uso, manejo y reciclaje de refrigerante automotriz. Quito, Ecuador: Universidad del Azuay. (Tesis de Ingeniero en Mecánica Automotriz). Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3274>
- Ortíz Tobar, M. (2020). Implementación del modelo Six Sigma como estrategia de mejora en Pymes de Latinoamérica. Bogotá, Colombia: Fundación Universidad América. (Tesis de Especialización en Gerencia de la Calidad). Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7868/1/298704-2020-I-GC.pdf>

- Perdomo Amador, A., y Fernández Bejarano, M. (2015). Propuesta de mantenimiento y servicio al cliente enfocado en una empresa del sector automotriz. Bogotá, Colombia: Universidad ECCI. (Tesis de Especialización en Gerencia de Mantenimiento). Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/307/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez Barrios, R. (2021). Análisis comparativo de las características técnicas de refrigerantes y sus efectos sobre el medioambiente. *Publicaciones en Ciencias y Tecnología No 15 (1)*, 3-14. doi:<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16502.73282>
- Pérez Dávila, W., Torres Robleto, C., Camacho Martínez, R., y Van de Velde, W. (2015). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para centrales. *Revista Científica de FAREM-Estelí. Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano. N° 15 Julio - Septiembre*, 25-34. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/8606%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/8606%20(1).pdf)
- Pérez Tello, M. (2014). Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento de equipos de soporte de instalación en una empresa que produce y comercializa aires acondicionados. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. (Tesis de Ingeniería Industrial). Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/346806/Tesis%20P%C3%A9rez%20Tello.pdf?sequence=1>
- Reddy, R., Bhramara, P., y Govindarajulu, K. (2016). Hydrocarbon Refrigerant mixtures as an alternative to R134a in Domestic Refrigeration system: The state-of the-art

review. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 7 (6), June, 87-93. Obtenido de <https://www.ijser.org/researchpaper/Hydrocarbon-Refrigerant-mixtures-as-an-alternative-to-R134a-in-Domestic-Refrigeration-system--The-state-of-the-art-review.pdf>

Reymundo Espeza, C. (2016). Factores de servicio de mantenimiento mediante sixi sigma para mejorar la calidad del servicio de la empresa Atlas Copco - Atacocha. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. (Tesis de Ingeniería Mecánica). Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3652/Reymundo%20Espezar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Roldan Ciro, J., Ríos Triviño, I., y Isaza Cano, M. (2014). Diseño de gestión de mantenimiento para sistemas de aire acondicionado para empresas en Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto Tecnológico Metropolitano (Tesis de Ingeniería Electromecánica). Obtenido de [https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/1664/Rep\\_Itm\\_pre\\_Roldan.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/1664/Rep_Itm_pre_Roldan.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sánchez Chaves, D. (2016). Propuesta de mejorar el servicio al cliente en la empresa Nancy.R.Chavez - Refirgeración Industrial en la ciudad de Palmira periodo 2016-2017. Santiago de Cali, Colombia: Universidad ICESI. (Tesis de grado de Administración de Empresas). Obtenido de [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/82167/1/TG01576.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/82167/1/TG01576.pdf)

- Serrano Mejía, W. (2015). Elaboración de un manual de procedimientos operativos para una empresa comercializadora de equipos de aire acondicionado, para la implementación de un sistema de gestión de la calidad según la norma ISO 9001:2008: sistema de gestión de la calidad-requisit. Managua, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. (Tesis de Maestría en Gestión de la Calidad con Especialización en Inocuidad de Alimentos). Obtenido de <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/MAGEC110.pdf>
- Stanivuk , T., Gvozdrenović, T., y Žanić Mikuličić, J. (2020). Application of Six Sigma Model on Efficient Use of Vehicle Fleet. *Symmetry*, 12(5), 857-863. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2073-8994/12/5/857>
- Tannous, S. (2018). Propuesta de mejora a los procesos productivos, logísticos y administrativos de un servicio sub-contrato de mantenimiento para equipos de refrigeración comercial, perteneciente a una empresa embotelladora. Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andres Bello. (Tesis de Ingeniería Industrial). Obtenido de [http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAU0473\\_1.pdf](http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAU0473_1.pdf)
- Tixce, C. (13 de enero de 2017). La interesante historia del aire acondicionado automotriz. Motor y Rancing. Obtenido de <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/la-interesante-historia-del-aire-acondicionado-automotriz/#:~:text=El%20primer%20auto%20con%20un,el%20interruptor%20de%20un%20ventilador.>

- Uribe, J. (2019). Propuesta de mejora continua para el área de servicios de mantenimiento de la empresa López Álvarez y Compañía empleando herramientas de Lean Manufacturing. Pereira, Colombia: Universidad Católica de Pereira (Tesis de grado de Ingeniería Industrial). Obtenido de <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/5689/1/DDMIIND127.pdf>
- Urrego Rodríguez, C., y Isaza Roldán, C. (2014). Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Manual-Buenas-Practicas-Refrigeracion-1.pdf>
- Valdivia Reyes, C. (2013). Diagnóstico y propuestas de mejora de procesos empleando la metodología Six-Sigma para una fábrica de mantenimiento y reposición de mobiliario para supermercados y tiendas comerciales. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú. (Tesis de grado de ingeniería Industrial). Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4969>

## Anexos

## Anexo A. Resultados de las pruebas de tiempos de mantenimiento de vehículos con el proceso actual

Fecha	Orden de servicio	Marca de vehículo	Modelo	Prueba de temperatura interior, cabina (min)	Prueba de temperatura de tubos baja y alta presión (min)	Observar funcionamiento del compresor (min)	Verificar funcionamiento de electro ventilador (min)	Conectar manómetros y verificar presiones (min)	Expulsión a la atmosfera refrigerante r134a (min)	Presurización del sistema (min)	Conectar bomba de vacío a manómetros y realizar vacío (min)	Desconectar bomba de vacío (min)	Conectar inyector de aceite (min)	Conectar lata de gas r 134* a manómetros (min)	Eliminar humedad a manómetros abriendo la válvula de servicio (min)	Realizar carga inicial (min)	Encender vehículo (min)	Abir valvula de baja para inyección de gas R 134* (min)	Cerrar valvula de baja (min)	Verificar presiones y temperatura interior (min)	Tiempo Total de servicio (min)	Valor del servicio	Cantidad de refrigerante utilizado R134* (g)	Cantidad de aceite utilizado (ml)
1/06/2022	3514	RENAULT	twingo	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
1/06/2022	3515	RENAULT	sandero	1,80	0,67	1,72	0,54	1,87	1,46	18,52	17,52	1,57	4,62	1,72	2,57	1,50	0,47	4,42	0,62	2,62	64,21	\$ 220.000	470	100
1/06/2022	3516	NISSAN	March	1,35	0,35	1,30	0,22	1,45	1,14	18,10	17,10	1,15	4,20	1,30	2,15	1,18	0,25	4,00	0,20	2,20	57,64	\$ 220.000	470	100
4/06/2022	3517	CHEVLOLET	spark life	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
4/06/2022	3519	CHEVLOLET	spark life	1,45	0,35	1,40	0,22	1,55	1,14	18,20	17,20	1,25	4,30	1,40	2,25	1,18	0,25	4,10	0,30	2,30	58,84	\$ 220.000	470	100
7/06/2022	3520	NISSAN	Sentra	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
8/06/2022	3521	CHEVLOLET	optra	1,80	0,67	1,72	0,54	1,87	1,46	18,52	17,52	1,57	4,62	1,72	2,57	1,50	0,47	4,42	0,62	2,62	64,21	\$ 220.000	470	100
9/06/2022	3522	FORD	fiesta	1,80	0,67	1,72	0,54	1,87	1,46	18,52	17,52	1,57	4,62	1,72	2,57	1,50	0,47	4,42	0,62	2,62	64,21	\$ 220.000	470	100
10/06/2022	3523	CHEVLOLET	Sail	1,53	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,42	\$ 220.000	470	100
10/06/2022	3524	FORD	explorer	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
13/06/2022	3526	VOLKSWAGEN	Gol	1,92	0,79	1,84	0,66	1,99	1,58	18,64	17,64	1,69	4,74	1,84	2,69	1,62	0,59	4,54	0,74	2,74	66,25	\$ 220.000	470	100
14/06/2022	3527	FORD	scape	1,95	0,85	1,90	0,72	2,05	1,64	18,70	17,70	1,75	4,80	1,90	2,75	1,68	0,65	4,60	0,80	2,80	67,24	\$ 220.000	470	100
15/06/2022	3528	NISSAN	Frontier	1,75	0,65	1,70	0,52	1,80	1,44	18,50	17,50	1,55	4,60	1,70	2,55	1,48	0,45	4,40	0,60	2,60	63,84	\$ 220.000	470	100
15/06/2022	3529	RENAULT	Duster	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
17/06/2022	3530	FORD	fiesta	1,92	0,79	1,84	0,66	1,99	1,58	18,64	17,64	1,69	4,74	1,84	2,69	1,62	0,59	4,54	0,74	2,74	66,25	\$ 220.000	470	100
18/06/2022	3531	FORD	laser	1,85	0,75	1,80	0,62	1,95	1,54	18,60	17,60	1,65	4,70	1,80	2,65	1,58	0,55	4,50	0,70	2,70	65,54	\$ 220.000	470	100
22/06/2022	3533	FORD	fiesta	1,92	0,79	1,84	0,66	1,99	1,58	18,64	17,64	1,69	4,74	1,84	2,69	1,62	0,59	4,54	0,74	2,74	66,25	\$ 220.000	470	100
22/06/2022	3534	VOLKSWAGEN	Gol	1,32	0,35	1,24	0,22	1,39	1,14	18,04	17,04	1,09	4,14	1,24	2,09	1,18	0,25	3,94	0,20	2,14	57,01	\$ 220.000	470	100
22/06/2022	3535	FORD	ranger	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
23/06/2022	3536	CHEVLOLET	Onix	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
23/06/2022	3537	FORD	Ecosport	1,45	0,35	1,40	0,22	1,55	1,14	18,20	17,20	1,25	4,30	1,40	2,25	1,18	0,25	4,10	0,30	2,30	58,84	\$ 220.000	470	100
23/06/2022	3538	CHEVLOLET	spark life	1,88	0,75	1,80	0,62	1,95	1,54	18,60	17,60	1,65	4,70	1,80	2,65	1,58	0,55	4,50	0,70	2,70	65,57	\$ 220.000	470	100
27/06/2022	3540	FORD	Ecosport	2,31	1,21	2,26	1,08	2,41	2,00	19,06	18,06	2,11	5,16	2,26	3,11	2,04	1,01	4,96	1,16	3,16	73,36	\$ 220.000	470	100
27/06/2022	3541	VOLKSWAGEN	Gol	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
30/06/2022	3542	FORD	fiesta	1,35	0,35	1,30	0,22	1,45	1,14	18,10	17,10	1,15	4,20	1,30	2,15	1,18	0,25	4,00	0,20	2,20	57,64	\$ 220.000	470	100
30/06/2022	3543	RENAULT	clio	1,80	0,67	1,72	0,54	1,87	1,46	18,52	17,52	1,57	4,62	1,72	2,57	1,50	0,47	4,42	0,62	2,62	64,21	\$ 220.000	470	100
1/07/2022	3544	FORD	fiesta	1,80	0,67	1,72	0,54	1,87	1,46	18,52	17,52	1,57	4,62	1,72	2,57	1,50	0,47	4,42	0,62	2,62	64,21	\$ 220.000	470	100
2/07/2022	3545	VOLKSWAGEN	Gol	1,80	0,67	1,72	0,54	1,87	1,46	18,52	17,52	1,57	4,62	1,72	2,57	1,50	0,47	4,42	0,62	2,62	64,21	\$ 220.000	470	100
2/07/2022	3547	CHEVLOLET	Sail	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
2/07/2022	3548	CHEVLOLET	d-max	1,92	0,79	1,84	0,66	1,99	1,58	18,64	17,64	1,69	4,74	1,84	2,69	1,62	0,59	4,54	0,74	2,74	66,25	\$ 220.000	470	100
6/07/2022	3549	VOLKSWAGEN	polo	1,88	0,75	1,80	0,62	1,95	1,54	18,60	17,60	1,65	4,70	1,80	2,65	1,58	0,55	4,50	0,70	2,70	65,57	\$ 220.000	470	100
7/07/2022	3550	NISSAN	March	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
7/07/2022	3551	FORD	fiesta	1,88	0,75	1,80	0,62	1,95	1,54	18,60	17,60	1,65	4,70	1,80	2,65	1,58	0,55	4,50	0,70	2,70	65,57	\$ 220.000	470	100
9/07/2022	3552	CHEVLOLET	spark life	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
9/07/2022	3554	FORD	ranger	2,05	0,95	2,00	0,82	2,15	1,74	18,80	17,80	1,85	4,90	2,00	2,85	1,78	0,75	4,70	0,90	2,90	68,94	\$ 220.000	470	100
12/07/2022	3555	FORD	fiesta	1,68	0,58	1,63	0,45	1,78	1,37	18,43	17,43	1,48	4,53	1,63	2,48	1,41	0,38	4,33	0,53	2,53	62,65	\$ 220.000	470	100
13/07/2022	3556	RENAULT	Duster	1,35	0,35	1,30	0,22	1,45	1,14	18,10	17,10	1,15	4,20	1,30	2,15	1,18	0,25	4,00	0,20	2,20	57,64	\$ 220.000	470	100
13/07/2022	3557	RENAULT	sandero	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
15/07/2022	3558	VOLKSWAGEN	Gol	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
16/07/2022	3559	FORD	laser	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
18/07/2022	3561	VOLKSWAGEN	Gol	1,92	0,79	1,84	0,66	1,99	1,58	18,64	17,64	1,69	4,74	1,84	2,69	1,62	0,59	4,54	0,74	2,74	66,25	\$ 220.000	470	100
18/07/2022	3562	CHEVLOLET	d-max	1,53	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,42	\$ 220.000	470	100
20/07/2022	3563	FORD	scape	1,32	0,35	1,24	0,22	1,39	1,14	18,04	17,04	1,09	4,14	1,24	2,09	1,18	0,25	3,94	0,20	2,14	57,01	\$ 220.000	470	100
21/07/2022	3564	VOLKSWAGEN	polo	1,92	0,79	1,84	0,66	1,99	1,58	18,64	17,64	1,69	4,74	1,84	2,69	1,62	0,59	4,54	0,74	2,74	66,25	\$ 220.000	470	100
21/07/2022	3565	TOYOTA	Hilux	1,80	0,67	1,72	0,54	1,87	1,46	18,52	17,52	1,57	4,62	1,72	2,57	1,50	0,47	4,42	0,62	2,62	64,21	\$ 220.000	470	100
21/07/2022	3566	VOLKSWAGEN	polo	1,35	0,35	1,30	0,22	1,45	1,14	18,10	17,10	1,15	4,20	1,30	2,15	1,18	0,25	4,00	0,20	2,20	57,64	\$ 220.000	470	100
25/07/2022	3568	FORD	scape	1,92	0,79	1,84	0,66	1,99	1,58	18,64	17,64	1,69	4,74	1,84	2,69	1,62	0,59	4,54	0,74	2,74	66,25	\$ 220.000	470	100
26/07/2022	3569	NISSAN	March	1,55	0,45	1,50	0,32	1,65	1,24	18,30	17,30	1,35	4,40	1,50	2,35	1,28	0,25	4,20	0,40	2,40	60,44	\$ 220.000	470	100
26/07/2022	3570	CHEVLOLET	Onix	1,92	0,79	1,84	0,66	1,99	1,58	18,64	17,64	1,69	4,74	1,84	2,69	1,62	0,59	4,54	0,74	2,74	66,25	\$ 220.000	470	100
28/07/2022	3571	FORD	explorer	1,80	0,67	1,72	0,54	1,87	1,46	18,52	17,52	1,57	4,62	1,72	2,57	1,50	0,47	4,42	0,62	2,62	64,21	\$ 220.000	470	100



## Anexo B. Resultados de las pruebas de tiempos de mantenimiento de vehículos con el proceso propuesto

Fecha	Orden de servicio	Marca de vehículo	Modelo	Prueba de temperatura interior, cabina (min)	Prueba de temperatura de tubos baja y alta presión (min)	Observar funcionamiento del compresor (min)	Verificar funcionamiento de electro ventilador (min)	Conectar equipo al vehículo y verificar presiones(m in)	Recuperar gas r134a	Conectar equipo al vehículo y realizar vacío (min)	Test de fuga equipo (min)	Realizar Inyeccion de aceite y gas r134a	Encender vehículo (min)	Verificar presiones y temperatura interior (min)	Retirar el equipo	Tiempo Total de servicio (min)	Valor del servicio	Cantidad de refrigerant e utilizado R134 <sup>a</sup> (g)	Cantidad de aceite utilizado (ml)
1/08/2022	3514	RENAULT	twingo	1,51	0,17	1,48	0,34	1,62	4,12	10,25	3,52	0,52	0,25	1,52	0,25	25,6	\$ 220.000	135,5	44,5
1/08/2022	3575	RENAULT	Duster	1,20	0,76	1,20	0,35	1,17	4,80	10,83	3,03	0,86	0,41	1,30	0,36	26,3	\$ 220.000	135,5	44,5
1/08/2022	3576	FORD	fiesta	2,00	0,64	1,24	0,76	1,41	4,93	10,32	3,20	0,89	0,84	1,87	0,41	28,5	\$ 220.000	135,5	44,5
1/08/2022	3577	FORD	ranger	1,70	0,98	1,12	0,96	1,59	4,38	10,56	3,68	0,42	0,51	1,24	0,44	27,6	\$ 220.000	135,5	44,5
2/08/2022	3578	FORD	explorer	1,60	0,98	1,54	0,64	1,58	4,18	10,93	3,05	0,12	0,20	1,08	0,40	26,3	\$ 220.000	135,5	44,5
5/08/2022	3579	NISSAN	Sentra	1,10	0,43	1,20	0,02	1,49	4,60	10,88	3,98	0,15	0,13	1,95	0,60	26,5	\$ 220.000	135,5	44,5
5/08/2022	3580	CHEVIOLET	spark life	1,70	0,46	1,87	0,61	1,10	4,26	10,60	3,27	0,82	0,69	1,89	0,27	27,5	\$ 220.000	135,5	44,5
8/08/2022	3582	VOLKSWAGEN	Amarok	1,10	0,28	1,11	0,17	1,85	4,24	10,56	3,00	0,84	0,54	1,92	0,87	26,5	\$ 220.000	135,5	44,5
10/08/2022	3583	NISSAN	Sentra	1,90	0,24	1,05	0,29	1,28	4,88	10,39	3,97	0,33	0,87	1,97	0,46	27,6	\$ 220.000	135,5	44,5
10/08/2022	3584	FORD	ranger	1,50	0,83	1,77	0,79	1,92	4,99	10,01	3,63	0,85	0,56	1,68	0,94	29,5	\$ 220.000	135,5	44,5
11/08/2022	3585	TOYOTA	Prado	1,60	0,90	1,33	0,94	1,97	4,64	10,51	3,25	0,94	0,88	1,26	0,60	28,8	\$ 220.000	135,5	44,5
12/08/2022	3586	CHEVIOLET	corsa	1,20	0,19	1,03	0,48	1,44	4,28	10,51	3,49	0,29	0,75	1,82	0,96	26,5	\$ 220.000	135,5	44,5
12/08/2022	3587	NISSAN	Sentra	1,20	0,91	1,97	0,60	1,70	4,01	10,64	3,96	0,97	0,45	1,46	0,92	28,8	\$ 220.000	135,5	44,5
12/08/2022	3589	VOLKSWAGEN	Gol	1,60	0,45	1,82	0,93	1,10	4,60	10,73	3,00	0,32	0,62	1,17	0,75	27,1	\$ 220.000	135,5	44,5
16/08/2022	3590	FORD	fiesta	1,50	0,77	1,36	0,52	1,04	4,29	10,27	3,89	0,30	0,11	1,93	0,39	26,4	\$ 220.000	135,5	44,5
16/08/2022	3591	VOLKSWAGEN	Gol	1,50	0,14	1,32	0,30	1,78	4,89	10,18	3,99	0,91	0,95	1,35	0,04	27,4	\$ 220.000	135,5	44,5
18/08/2022	3592	VOLKSWAGEN	Gol	1,10	0,62	1,75	0,98	1,78	4,56	10,53	3,82	0,64	0,50	1,97	0,02	28,3	\$ 220.000	135,5	44,5
19/08/2022	3593	FORD	scape	1,10	0,78	1,80	0,46	1,12	4,51	10,90	3,06	0,81	0,57	1,65	0,62	27,4	\$ 220.000	135,5	44,5
20/08/2022	3594	FORD	scape	1,70	0,16	1,86	0,07	1,10	4,10	10,92	3,22	0,14	0,67	1,53	0,20	25,7	\$ 220.000	135,5	44,5
20/08/2022	3596	MERCEDEZ- BEN	CLASE E	1,50	0,53	1,56	0,60	1,57	4,58	10,74	3,45	0,74	0,78	1,51	0,58	28,1	\$ 220.000	135,5	44,5
20/08/2022	3597	FORD	Ecosport	1,10	0,38	1,69	0,19	1,38	4,78	10,77	3,43	0,42	0,41	1,26	0,23	26,0	\$ 220.000	135,5	44,5
20/08/2022	3598	FORD	explorer	1,70	0,84	1,61	0,20	1,13	4,01	10,61	3,63	0,20	0,49	1,19	0,19	25,8	\$ 220.000	135,5	44,5
25/08/2022	3599	FORD	scape	1,30	0,25	1,19	0,79	1,66	4,68	10,52	3,77	0,11	0,93	1,51	0,62	27,3	\$ 220.000	135,5	44,5
27/08/2022	3601	FORD	ranger	1,50	0,84	1,90	0,57	1,03	4,68	10,36	3,50	0,61	0,07	1,25	0,47	26,8	\$ 220.000	135,5	44,5
27/08/2022	3603	RENAULT	sandero	1,10	0,09	1,13	0,65	1,09	4,39	10,38	3,26	0,91	0,86	1,84	0,40	26,1	\$ 220.000	135,5	44,5
27/08/2022	3604	FORD	Ecosport	1,30	0,38	1,47	0,11	1,16	4,38	10,50	3,58	0,41	0,12	1,52	0,95	25,9	\$ 220.000	135,5	44,5
31/08/2022	3605	FORD	fiesta	1,50	0,62	1,43	0,27	1,28	4,25	10,75	3,10	0,84	0,11	1,26	0,67	26,1	\$ 220.000	135,5	44,5
3/09/2022	3606	VOLKSWAGEN	Gol	1,90	0,27	1,30	0,04	1,66	4,37	10,68	3,29	0,77	0,10	1,99	0,22	26,6	\$ 220.000	135,5	44,5
3/09/2022	3607	RENAULT	sandero	1,10	0,56	1,62	0,79	1,86	4,96	10,27	3,25	0,53	0,61	1,55	0,03	27,1	\$ 220.000	135,5	44,5
3/09/2022	3608	VOLKSWAGEN	Amarok	2,00	0,09	1,69	0,83	1,25	4,41	10,80	3,25	0,81	0,38	1,76	0,32	27,6	\$ 220.000	135,5	44,5
5/09/2022	3610	FORD	scape	1,40	0,15	1,19	0,38	1,85	4,93	10,80	3,45	0,84	0,04	1,88	0,46	27,4	\$ 220.000	135,5	44,5
6/09/2022	3611	FORD	explorer	1,50	0,70	1,67	0,57	1,88	4,94	10,17	3,33	0,16	0,80	1,57	0,67	28,0	\$ 220.000	135,5	44,5
6/09/2022	3612	FORD	explorer	1,40	0,73	1,51	0,59	1,89	4,65	10,08	3,53	0,61	0,03	1,74	0,77	27,5	\$ 220.000	135,5	44,5
8/09/2022	3613	CHEVIOLET	Onix	1,50	0,25	1,92	0,63	1,11	4,29	10,64	3,22	0,92	0,64	1,16	0,25	26,5	\$ 220.000	135,5	44,5
9/09/2022	3614	FORD	fiesta	1,90	0,61	1,80	0,36	1,41	4,44	10,61	3,84	0,20	0,24	1,71	0,46	27,6	\$ 220.000	135,5	44,5
10/09/2022	3615	FORD	fiesta	1,70	0,66	1,08	0,68	1,61	4,50	10,10	3,89	0,60	0,25	1,67	0,75	27,5	\$ 220.000	135,5	44,5
10/09/2022	3617	CHEVIOLET	Onix	1,10	0,63	1,44	0,50	1,72	4,45	10,24	3,59	0,02	0,76	1,76	0,88	27,1	\$ 220.000	135,5	44,5
13/09/2022	3618	CHEVIOLET	spark life	1,80	0,19	1,63	0,60	1,13	4,07	10,04	3,50	0,12	0,25	1,14	0,43	24,9	\$ 220.000	135,5	44,5
14/09/2022	3619	FORD	fiesta	1,30	0,88	1,00	0,38	1,73	4,38	10,29	3,94	0,83	0,41	1,69	0,56	27,4	\$ 220.000	135,5	44,5
14/09/2022	3620	CHEVIOLET	d-max	1,70	0,21	1,28	0,54	1,72	4,66	10,34	3,69	0,15	0,11	1,40	0,57	26,4	\$ 220.000	135,5	44,5
14/09/2022	3621	FORD	explorer	1,80	0,54	1,15	0,20	1,13	4,35	10,65	3,42	0,15	0,31	1,85	0,62	26,2	\$ 220.000	135,5	44,5
17/09/2022	3622	FORD	explorer	1,60	0,18	1,75	0,43	1,63	4,19	10,09	3,07	0,42	0,27	1,58	0,40	25,6	\$ 220.000	135,5	44,5
17/09/2022	3624	CHEVIOLET	spark life	1,20	0,77	1,86	0,68	1,30	4,53	10,94	3,98	0,70	0,67	1,29	0,03	27,9	\$ 220.000	135,5	44,5
20/09/2022	3625	CHEVIOLET	Onix	1,10	0,55	1,93	0,58	1,41	4,34	10,96	3,32	0,03	0,11	1,77	0,88	27,0	\$ 220.000	135,5	44,5
21/09/2022	3626	CHEVIOLET	GT	1,10	0,38	1,20	0,69	1,47	4,43	10,31	3,72	0,85	0,39	1,33	0,64	26,5	\$ 220.000	135,5	44,5
22/09/2022	3627	RENAULT	Duster	2,00	0,93	1,39	0,99	1,67	4,84	10,38	3,89	0,86	0,06	1,98	0,32	29,3	\$ 220.000	135,5	44,5
23/09/2022	3628	RENAULT	twingo	1,60	0,71	1,47	0,69	1,07	4,89	10,65	3,98	0,12	0,85	1,08	0,95	28,1	\$ 220.000	135,5	44,5
23/09/2022	3629	TOYOTA	Burbuja	1,70	0,89	1,20	0,59	1,67	4,13	10,87	3,91	0,02	0,22	1,88	0,93	28,0	\$ 220.000	135,5	44,5
27/09/2022	3631	CHEVIOLET	GT	1,10	0,35	1,53	0,08	1,83	4,39	10,83	3,85	0,97	0,14	1,55	0,53	27,2	\$ 220.000	135,5	44,5
27/09/2022	3632	TOYOTA	Prado	1,60	0,98	1,12	0,28	1,16	4,31	10,44	3,49	0,06	0,61	1,68	0,98	26,7	\$ 220.000	135,5	44,5
28/09/2022	3633	VOLKSWAGEN	Amarok	1,50	0,38	1,24	0,41	1,27	4,34	10,93	3,56	0,74	0,82	1,30	0,09	26,6	\$ 220.000	135,5	44,5
28/09/2022	3635	CHEVIOLET	GT	2,00	0,41	1,49	0,58	1,88	4,25	10,39	3,70	0,77	0,96	1,06	0,07	27,6	\$ 220.000	135,5	44,5
			<b>Promedio</b>	<b>1,49</b>	<b>0,53</b>	<b>1,47</b>	<b>0,51</b>	<b>1,47</b>	<b>4,48</b>	<b>10,53</b>	<b>3,53</b>	<b>0,53</b>	<b>0,47</b>	<b>1,56</b>	<b>0,51</b>	<b>27,08</b>	<b>\$ 11.440.000</b>	<b>7046</b>	<b>2314</b>

### Anexo C. Activos fijos con proyecto

Activos con proyecto				
Equipos	referencia	Cantidad	Precio	
Computador	Lenvono ideapac 5	1	\$	2.300.000
Computador	Lenvono Thinkpad E14	1	\$	2.500.000
Aire acondicionado	18000 btu LG	2	\$	6.000.000
Soldador de electrodo	welder 225 amp	1	\$	1.300.000
kit de herramienta manual	Proto J99100	2	\$	4.000.000
Equipo completo de soldadura y oxicorte	JOJERNEYMAN II EDGE VICTOR	1	\$	6.000.000
Gato Hidráulico	Tipo Zorra De 3 Toneladas	2	\$	2.000.000
juego Torre de Bloqueo	Elevadora de 3 Toneladas	4	\$	1.000.000
Banco de Trabajo pesado	Full   BPF 840 TC	1	\$	3.500.000
Prensa Hidraulica 12 Toneladas Trabajo	Pesado Industrial	1	\$	1.000.000
Termomentro infrarojo	FLUKE 62MAX	1	\$	1.200.000
Equipo automatico de aire acondicionado	ROBINAIR AC 690 PRO	1	\$	13.120.000
<b>Activos totales con proyecto</b>			<b>\$</b>	<b>43.920.000</b>