



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto previo a la Obtención del Título de Ingeniero en  
Mecánica Automotriz**

**Autor:** Jefferson Andrés Viteri Ruiz  
**Tutor:** Ing. Edgar Vera Puebla

**Propuesta de Plan de Mantenimiento del Sistema de Aire  
Acondicionado del Vehículo Toyota Hilux Modelo 2015 a través del  
Equipo de Diagnóstico Clima 6000**



### **Certificación de Autoría**

Yo, Jefferson Andrés Viteri Ruiz, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad intelectual, reglamento y leyes.

---

Jefferson Andrés Viteri Ruiz

CI: 0919270645

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Edgar Gustavo Vera Puebla certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su seguridad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ing. Edgar Gustavo Vera Puebla

Director del Proyecto

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar este proyecto de tesis a mi familia, que siempre me alentó a seguir adelante, a los maestros que tuve durante la carrera, que dejaron una huella con su enseñanza para que hoy esto sea posible.

*Jefferson Andrés Viteri Ruiz*

## **Agradecimientos**

Agradecerle a Dios por ponerme en esta carrera, que me costó mucho sacrificio y  
esfuerzo.

Agradecerles a mis padres, que me han inculcado desde pequeño el valor que tiene la  
educación. A mis hermanos, que me motivan siempre a dar lo mejor de mí, para ser un buen  
ejemplo.

También quiero agradecerles a mis abuelos, que siempre han querido que llegue lejos,  
este logro es para ellos.

A mis amigos que supieron alentarme cuando todo se ponía cuesta arriba.

A mi tutor, que ha sido de gran ayuda con sus enseñanzas.

¡MUCHAS GRACIAS!

*Jefferson Andrés Viteri Ruiz*

## Índice General

Dedicatoria.....	v
Agradecimientos .....	vi
Índice General.....	vii
Índice de Tablas .....	xiii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Capítulo I .....	1
Problema de la Investigación .....	1
1.1. Tema de Investigación .....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	1
1.3. Formulación del Problema .....	4
1.4. Sistematización del Problema .....	4
1.5. Objetivos de la Investigación .....	5
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	5
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	5
1.6. Justificación e Importancia de la Investigación .....	5
1.6.1. <i>Justificación Teórica</i> .....	5

1.6.2.	<i>Justificación Metodológica</i> .....	6
1.6.3.	<i>Justificación Práctica</i> .....	6
1.6.4.	<i>Delimitación Temporal</i> .....	6
1.6.5.	<i>Delimitación Geográfica</i> .....	7
1.6.6.	<i>Delimitación del Contenido</i> .....	7
1.7.	Alcance.....	7
	Capítulo II.....	8
	Marco de Referencia.....	8
2.1.	Introducción.....	8
2.2.	Antecedentes de la Investigación.....	14
2.3.	Fundamentos Teóricos de un Sistema de Aire Acondicionado.....	17
2.3.1.	<i>Sistema de Enfriamiento Toyota Hilux Modelo 2015</i> .....	17
2.3.2.	<i>Sistema de Aire Acondicionado y su funcionamiento</i> .....	19
2.3.3.	<i>Carga Refrigerante en Equipos Automotrices</i> .....	26
2.4.	Mantenimiento de Unidades Climatizadoras.....	27
2.4.1.	<i>Diagnóstico y Mantenimiento de las Unidades Clima 6000</i> .....	29
2.4.2.	<i>Características Técnicas de la Unidad Clima 6000</i> .....	30
2.4.3.	<i>Recomendaciones para la Revisión Técnica Según las Directrices de Hilux (2022)</i> : 31	
2.5.	Ciclo de Refrigeración.....	32
2.5.1.	<i>Proceso de Compresión</i> .....	32



2.5.2.	<i>Proceso de Condensación</i> .....	34
2.5.3.	<i>Proceso de Expansión</i> .....	37
2.5.4.	<i>Proceso de Evaporación</i> .....	38
2.5.5.	<i>Presostato</i> .....	41
2.5.6.	<i>Acumulador</i> .....	42
2.5.7.	<i>Líquido Refrigerante</i> .....	42
2.5.8.	<i>Conexiones y Mangueras</i> .....	44
Capítulo III.....		46
Enfoque de la Investigación.....		46
3.1.	Métodos.....	46
3.1.1.	<i>Deductivo e Inductivo</i> .....	46
3.2.	Tipo de Estudio .....	46
3.2.1.	<i>Investigación Exploratoria</i> .....	47
3.2.2.	<i>Investigación de Campo</i> .....	47
3.2.3.	<i>Investigación Aplicada</i> .....	47
3.3.	Procesamiento de la Información.....	47
3.4.	Pasos Procedimentales .....	48
3.5.	Descripción del Procedimiento: .....	53
Capítulo IV.....		65
Análisis de Resultados .....		65

4.1. Análisis de Resultados Obtenidos .....	65
Conclusiones .....	67
Recomendaciones .....	68
Bibliografía .....	69
Anexos .....	75

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Descripción General de la Unidad Clima 6000</i> .....	9
Figura 2 <i>Vista Frontal de la Unidad Clima 6000</i> .....	9
Figura 3 <i>Sistema Interno de la Unidad Clima 6000</i> .....	10
Figura 4 <i>Estructura Interna Desde la Vista Frontal de la Unidad Clima 6000</i> .....	11
Figura 5 <i>Vista Lateral Derecha de la Unidad Clima 6000</i> .....	12
Figura 6 <i>Vista de la Estructura del Panel Superior de la Unidad Clima 6000</i> .....	13
Figura 7 <i>Interfaz del Usuario</i> .....	13
Figura 8 <i>Sistema de Enfriamiento Toyota Hilux</i> .....	18
Figura 9 <i>Componentes de un Sistema de Refrigeración Automotriz</i> .....	19
Figura 10 <i>Proceso de Flujo de Aire a Través del Compresor</i> .....	20
Figura 11 <i>Condensador y Electroventilador</i> .....	22
Figura 12 <i>Depósito Deshidratador</i> .....	23
Figura 13 <i>Válvula Reguladora</i> .....	25
Figura 14 <i>Características Técnicas de la Unidad Clima 6000</i> .....	30
Figura 15 <i>Conexión de Mangueras a las Tuberías del Equipo de Climatización</i> .....	48
Figura 16 <i>Ubicación del compresor en el vehículo</i> .....	49
Figura 17 <i>Controles del sistema</i> .....	49
Figura 18 <i>Proceso de Conexión o Calibración Múltiple</i> .....	50
Figura 19 <i>Conexión del Calibre Múltiple</i> .....	51
Figura 20 <i>Anillos de Baja y Alta Presión</i> .....	52
Figura 21 <i>Válvula de Servicio, Calibre del Múltiple, Anillo, Manguera de Carga</i> .....	52
Figura 22 <i>Toyota Hilux 2015 y Clima 6000</i> .....	53

Figura 23 <i>Carga Actual de Refrigerante en la Clima 6000</i> .....	54
Figura 24 <i>Opciones de Fabricantes en la Clima 6000</i> .....	55
Figura 25 <i>Opciones de Marcas en la Clima 6000</i> .....	55
Figura 26 <i>Opciones de Modelos en la Clima 6000</i> .....	56
Figura 27 <i>Opciones de Versión Según el Modelo en la Clima 6000</i> .....	56
Figura 28 <i>Opciones de Sistema Según el Modelo en la Clima 6000</i> .....	57
Figura 29 <i>Opciones de Carga de Refrigerante, Aceite y Tiempo de Proceso en la Clima 6000</i> .....	58
Figura 30 <i>Pregunta de Seguridad Sobre el Depósito de Aceite Usado en Clima 6000</i> .....	58
Figura 31 <i>Conexión de Mangueras de Alta y Baja Presión</i> .....	59
Figura 32 <i>Pantalla de Inicio de Ciclo Automático</i> .....	59
Figura 33 <i>Presiones Actuales en el Sistema de A/C del Vehículo</i> .....	60
Figura 34 <i>Recuperación del Refrigerante del Vehículo</i> .....	60
Figura 35 <i>Drenaje del Aceite Usado</i> .....	61
Figura 36 <i>Proceso de Vacío</i> .....	62
Figura 37 <i>Inyección del Refrigerante</i> .....	62
Figura 38 <i>Control de Presiones</i> .....	63
Figura 39 <i>Fin del Proceso</i> .....	63

**Índice de Tablas**

Tabla 1 <i>Descripción de la Interfaz para Usuarios</i> .....	14
---	----

## Resumen

El desarrollo del presente estudio se centra en la Propuesta de Plan de Mantenimiento del Sistema de Aire Acondicionado del Vehículo Toyota Hilux Modelo 2015 a través del Equipo de Diagnóstico Clima 6000. El objetivo principal consiste en Elaborar un plan de mantenimiento del sistema de aire acondicionado para el vehículo Toyota Hilux modelo 2015 a través del equipo de diagnóstico Clima 6000. Para el alcance del mencionado objetivo se utilizó una metodología documental, de tipo campo, experimental, con un alcance descriptivo y explorativo. Sobre esta base, se realizó una práctica técnica empleando una unidad clima 6000 y se llevó a cabo revisión de un sistema de aire acondicionado en el funcionamiento de un vehículo Hilux. La experiencia permitió profundizar en el proceso metodológico y técnico relacionado con el mantenimiento de las unidades de aire acondicionado en este tipo de vehículos, donde se describen los pasos a través de un plan de mantenimiento preventivo. Los resultados evidencian que la Unidad Clima 6000 es un equipo con capacidades óptimas que brinda seguridad y eficacia a la hora de llevar a cabo el mantenimiento de aire acondicionado en el área automotriz. Para finalizar, se describen una propuesta contentiva de pasos procedimentales que orientan a la práctica de una revisión técnica para el diagnóstico y medidas preventivas de las unidades de aire acondicionado.

**Palabras clave:** Aire acondicionado, plan de mantenimiento, equipo Clima 6000.

## **Abstract**

The development of this study is focused on a Maintenance Plan Proposal for the Air Conditioning System of the Toyota Hilux Vehicle Model 2015 through a Clima 6000 Diagnostic Equipment. The main objective is to develop a maintenance plan for the air conditioning system for a Toyota Hilux vehicle model 2015 through the Clima 6000 diagnostic equipment. To achieve the aforementioned objective, a documentary, field-type, experimental methodology was obtained, with a descriptive and exploratory scope. On this basis, a technical practice using a 6000-climate unit and a revision was carried out in an air conditioning system of a Hilux vehicle. The experience allowed to delve into the methodological and technical process related to the maintenance of air conditioning units in this type of vehicle, where the steps through a preventive maintenance plan were described. The results show that the Clima 6000 Unit is an equipment with optimal capacities which provides safety and efficiency when carrying out air conditioning maintenance in the automotive area. Finally, a proposal containing procedural steps that guide the practice of a technical review for the diagnosis and preventive measures of air conditioning units is described.

**Keywords:** Air conditioning, maintenance plan, Clima 6000 equipment.

## **Capítulo I**

### **Problema de la Investigación**

#### **1.1. Tema de Investigación**

Propuesta de plan de mantenimiento del sistema de aire acondicionado del vehículo Toyota Hilux 2015 a través del equipo de diagnóstico Clima 6000.

#### **1.2. Planteamiento del Problema**

El mantenimiento preventivo de las máquinas Clima 6000 es de gran importancia, ya que cumple con las normativas establecidas para el control previo a la puesta en servicio y las inspecciones periódicas requeridas para su uso en el país. Por lo tanto, es responsabilidad del usuario garantizar que el equipo se utilice adecuadamente de acuerdo con las regulaciones vigentes que rigen su uso en la prestación de servicios.

Este equipo está especialmente diseñado para la recuperación y reciclaje del líquido refrigerante R134a en sistemas de aire acondicionado y climatización de automóviles. Su uso está reservado exclusivamente para profesionales altamente capacitados en procesos de refrigeración, sistemas frigoríferos, refrigerantes y reparación de posibles daños en equipos de presión (Ecuador Documentos, 2019).

En resumen, el correcto manejo y utilización de la unidad Clima 6000 está restringido a personal especializado en el campo de la industria automotriz, con amplio conocimiento en refrigeración y mantenimiento de equipos climatizantes en vehículos. Es importante destacar que estos profesionales no tienen autorización para abrir el equipo, y solo los servicios autorizados pueden realizar operaciones de mantenimiento. Por lo tanto, la revisión y mantenimiento adecuado de la Unidad Clima 6000 son requisitos fundamentales para garantizar su óptimo funcionamiento y la eficacia de los servicios prestados por los talleres de asistencia técnica en refrigeración.



Cabe destacar que, la Unidad Clima 6000 está diseñada en conformidad con las Directivas Comunitarias señaladas en las indicaciones que acompaña este impresionante equipo para el mantenimiento de sistemas refrigerantes, el cual pertenece a la categoría de riesgo II PED (97/23/CE), por tal motivo se recomienda someter a controles y pruebas periódicas previamente para su puesta en servicio (Ecuador Documentos, 2019).

De la misma manera, a nivel mundial se utilizan equipos de refrigeración en diferentes sistemas que requieren mantenimiento y climatización para la prestación de servicios en diversas áreas. Por tanto, la revisión periódica es necesaria por la conservación del equipo, lo que asegurará que se encuentre en óptimas condiciones y confiabilidad que garantice su funcionamiento adecuado para satisfacer las demandas de los usuarios.

En Ecuador, un estudio realizado por Erazo W., y otros, (2017), referido a los parámetros para la elaboración de un diagnóstico PID's, el sensor de temperatura de refrigerante del motor ECT del sistema de control de inyección electrónica de combustible EFI, mediante regresión no lineal, llevaron a cabo un estudio experimental utilizando un escáner automotriz con el objetivo de establecer la conexión a la línea de datos y obtiene la temperatura en tiempo real del motor de combustión interna. Para ello, se recolectaron valores de resistencia del termistor a diversas temperaturas para el análisis de datos. Igualmente, emplearon una regresión no lineal exponencial a los fines de establecer la relación entre variables dependientes e independientes sin seguir una relación lineal. La curva resultante es de gran utilidad en el diagnóstico de sistemas electrónicos y el análisis del comportamiento de estos sensores utilizados en vehículos automóviles.

En otra investigación, realizada por Bernard (2017), se analiza la distribución de un campo eléctrico en aisladores de bujías por modelado y simulación en computadora, de allí que, se determina mediante el análisis y experimentación que la magnitud de la corriente de

fuga está influenciada por la configuración del campo eléctrico, las características físicas del aislante y diversos factores como la humedad, la contaminación del aislador o posibles defectos en el material aislante. Esta corriente de fuga puede, en ocasiones, perturbar el proceso de descarga y ocasionar un fallo en el encendido que resulta perjudicial para los componentes del sistema de escape, especialmente los convertidores catalíticos.

Este estudio se relaciona con la importancia de detectar fugas de aire en las mangueras y conexiones de instalación para el funcionamiento de la unidad de climatización, por tanto, los resultados de dicha investigación sirven para orientar la calidad de las herramientas y conexiones sujetas a instalar para el buen funcionamiento en el capo automotriz.

Desde el estudio realizado por Vera, Morales, Peña y Rodríguez (2019), sugiere que en la industria automotriz se realicen adaptaciones de los componentes para el desarrollo de objetos y tratamiento de datos relacionados con el diseño del vehículo. Es así que, los usuarios realizan distintas tareas específicas de un ser humano sobre el uso de las unidades automotrices, independientemente de las condiciones físicas. Por tanto, es preciso considerar las dificultades o condiciones de seguridad y comodidad.

Desde la investigación realizada por Borja y Enriquez, (2014), señalan que la reparación de motores diésel es frecuente debido al inadecuado mantenimiento que se proporciona a los vehículos. Esta tarea conlleva un alto costo, especialmente debido al elevado valor de ciertos componentes, como el cigüeñal, que es uno de los elementos más costosos al adquirir los materiales necesarios para llevar a cabo la reparación del motor.

De acuerdo con lo mencionado, es importante destacar que la reparación y mantenimiento conlleva a realizar revisiones preventivas que disminuyan costos y daños que a futuro pueden influir en el buen funcionamiento de las unidades climatizadoras.

Otro factor importante que se considera sobre el mantenimiento oportuno de estas unidades Clima 6000, se aborda desde la valoración de costos para los talleres o negocios que brindan servicios de reparación y mantenimiento de aires acondicionados en los transportes, que a la par de los avances de novedosas tecnologías se ha tomado en cuenta el mantenimiento como una parte integrada a la productividad de las empresas. Por consiguiente, el mantenimiento preventivo se comprende en las operaciones inherentes a los procesos productivos en los que se ha demostrado ahorros significativos en costos y depreciaciones de los equipos y maquinarias relacionadas a la productividad.

Desde esta perspectiva, la problemática se aborda desde el cumplimiento de normas de seguridad industrial para el mantenimiento de equipos utilizados en la prestación de servicios relacionados con el escaso mantenimiento a las unidades Clima 6000, empleadas para brindar servicios de refrigeración y reciclaje de refrigerantes en vehículos. Además, se toma en cuenta la importancia de las revisiones periódicas en función de los bajos costos que representa para las pequeñas empresas que utilizan estas unidades.

### **1.3. Formulación del Problema**

¿Cuál es el procedimiento adecuado para el mantenimiento de las unidades Clima 6000 en función de la optimización de su funcionamiento operativo?

### **1.4. Sistematización del Problema**

En base a la formulación del problema, es pertinente realizar la sistematización de preguntas que contribuyen a responder una problemática planteada.

- ¿Cómo realizar un diagnóstico del estado operativo de una Unidad Clima 6000 para el diseño de un manual de mantenimiento orientado a la optimización de servicios de refrigeración?

- ¿Cuáles son las normas técnicas para el mantenimiento de las unidades Clima 6000?
- ¿Cómo contribuyen las operaciones de mantenimiento y reparación de las Unidades Clima 6000 en el proceso productivo de las pequeñas empresas en la ciudad de Guayaquil?
- ¿Cómo diseñar un manual para el diagnóstico y mantenimiento de las unidades Clima 6000 orientado al mejoramiento de servicios técnicos?

## **1.5. Objetivos de la Investigación**

### **1.5.1. *Objetivo General***

Elaborar un plan de mantenimiento del sistema de aire acondicionado para el vehículo Toyota Hilux modelo 2015 a través del equipo de diagnóstico Clima 6000.

### **1.5.2. *Objetivos Específicos***

- Caracterizar los procesos que comprende un sistema de aire acondicionado del vehículo Toyota Hilux 2015.
- Determinar los parámetros de trabajo del equipo de diagnóstico Clima 6000.
- Elaborar una guía práctica en la realización del mantenimiento del sistema de aire acondicionado con el uso del equipo de diagnóstico Clima 6000.

## **1.6. Justificación e Importancia de la Investigación**

La justificación del presente proyecto investigativo se asienta desde las perspectivas teóricas, prácticas y metodológicas a continuación explicadas.

### **1.6.1. *Justificación Teórica***

Desde la perspectiva teórica, el estudio ofrece un conjunto de análisis relacionados con las bases referenciales que fundamentan el mantenimiento y diagnóstico de una Unidad Clima 6000, la importancia de la revisión periódica y la relevancia para el desarrollo operativo de la

industria automotriz. Así mismo, brinda una orientación teórica para futuros estudios relacionados con el funcionamiento de equipos de refrigeración, normativas vigentes y comprensión de los beneficios sobre el adecuado uso de maquinarias utilizadas en las pequeñas empresas que brindan servicios técnicos al sector transporte. Por consiguiente, quedará en los espacios de la Universidad un referente empírico que podrá orientar otros estudios afines al tema de investigación.

#### **1.6.2. *Justificación Metodológica***

En relación a la perspectiva metodológica, se brinda un conjunto de pasos que permitirá diagnosticar el funcionamiento de las Unidades Clima 6000, en el marco del aprovechamiento de tiempo, necesidades y demanda de la industria automotriz en el sector de competencias en la reparación y mantenimiento de dichas unidades. En este orden de ideas, también ofrece a la Universidad un manual de procesos metodológicos que contribuye a orientar el diseño de procedimientos para diagnosticar posibles problemas presentados en el funcionamiento de Clima 6000.

#### **1.6.3. *Justificación Práctica***

Desde la perspectiva práctica, se ofrece una herramienta que permitirá a las pequeñas empresas hacer uso en el desarrollo e implementación de procesos prácticos durante el mantenimiento, reparación y reciclaje de equipos, aires acondicionados, manejo de las unidades Clima 6000 y en consecuencia aprovechar los conocimientos descritos en un manual de procesos para la productividad y rendimiento operativo.

#### **1.6.4. *Delimitación Temporal***

La investigación comprende el periodo abordado octubre 2022 hasta abril 2023.

### **1.6.5. *Delimitación Geográfica***

El estudio se llevará a cabo en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, específicamente en la escuela de ingeniería automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador.

### **1.6.6. *Delimitación del Contenido***

El contenido a desarrollar se fundamenta en las variables descriptivas.

### **1.7. Alcance**

Esta fase de investigación refleja la forma metodológica y sistemática en que se desarrolló el presente informe académico. Así, la epistemología se aborda en un estudio documental y de campo que requiere el uso de métodos y técnicas que permitieron el registro de datos sobre las variables estudiadas. En este contexto, se define el conjunto de métodos, técnicas y herramientas utilizadas en el proceso de investigación.

En este contexto, el diseño de la investigación que se enmarcó dentro de un estudio no experimental, un alcance descriptivo y explicativo, uso de métodos de análisis y síntesis, ya que se realizó una práctica en el campo automotriz. Igualmente, se aplicaron métodos cualitativos como la interpretación de normas y discusión de resultados para el establecimiento de conclusiones. En cuanto a limitaciones, aun no se han considerado dado que se cuenta con todos los recursos para la realización del presente estudio.

## Capítulo II

### Marco de Referencia

#### 2.1. Introducción

Las unidades Clima 6000 ofrecen a las empresas prestadoras de servicios técnicos, en el área de la climatización automotriz, una herramienta que dispone de alta tecnología para recargas de gas refrigerante 1234YF BrainBee y mantenimientos preventivos del sistema de aire acondicionado, misma que cuenta con importantes referencias de calidad y ahorro en los costos competitivos de la industria automovilística. Según datos aportados por Ecuador Documentos (2019): “reúne todas las condiciones para el desarrollo de operaciones en relación al cambio de A/C, con una estructura y función óptima, compacta y fácil de utilizar” (p.19).

La unidad Clima 6000, es innovadora, sencilla y confiable para la realización de trabajos en diversos tipos de vehículos, es utilizada generalmente en automóviles con capacidad de refrigerante hasta 2-3 kg. No obstante, puede depender de la cantidad de refrigerante contenida en cada botella, en cuyos casos es posible efectuar recargas que requieran abastecer con cantidades superiores. En este sentido, los usuarios deben seguir las instrucciones de seguridad descritas en el manual adjunto a la unidad al momento de adquirirla, en las que se indica concretamente el debido mantenimiento, disminuyendo con ello, ciertos riesgos a los que puede estar expuesta (Ecuador Documentos, 2019).

Desde la perspectiva de Globaltech - Equipos automotrices (2021) presenta la Unidad Clima 6000, como un equipo práctico, útil, accesible, con funciones que incluyen la recuperación R134a, vacío o prueba de fugas, inyección R134a y la comprobación. Todo ello, de acuerdo con la presentación de la Figura 1 mostrada a continuación:

## Figura 1

### Descripción General de la Unidad Clima 6000



Fuente: Globaltech - Equipos automotrices (2021)

Igualmente, se puede apreciar la presentación de vista frontal de la Unidad Clima 6000 según la Figura 2, mostrada a continuación:

## Figura 2

### Vista Frontal de la Unidad Clima 6000



Fuente: Globaltech - Equipos automotrices (2021)

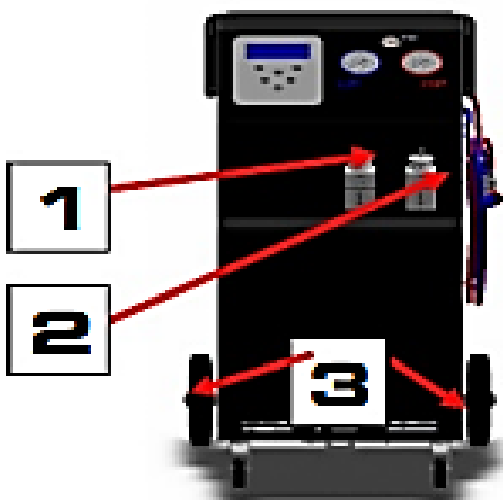


La estructura interna de la Unidad Clima 6000, está comprendida por los siguientes sistemas, tal como se observa en la Figura 3 y 4 mostradas a continuación:

- a. Recipiente de 250 cc para aceite de inyección.
- b. Contenedor de 250 cc para aceite recuperado.
- c. Ruedas giratorias con sistema de freno.
- d. Filtro deshidratador.
- e. Compresor.
- f. Bomba de vacío.
- g. Destilador.
- h. Separador de aceite.
- i. Condensador.
- j. Botella de refrigerante.

### Figura 3

*Sistema Interno de la Unidad Clima 6000*

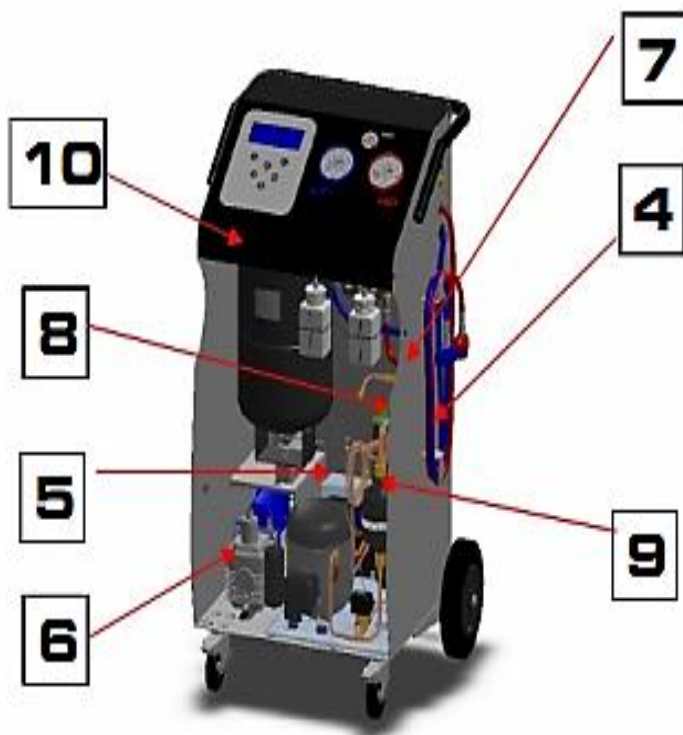


Fuente: Ecuador Documentos (2019)

La Figura 3, muestra un sistema sencillo de entender, práctico y dinámico en las funciones de carga y recarga mediante procedimientos de inyección. No obstante, además de los componentes descritos en su estructura interna, también presenta otros dispositivos descritos en la Figura 4, mostrada a continuación.

#### Figura 4

*Estructura Interna Desde la Vista Frontal de la Unidad Clima 6000*



Fuente: Ecuador Documentos (2019)

Desde la vista lateral derecha, presenta elementos con otros componentes descritos como:

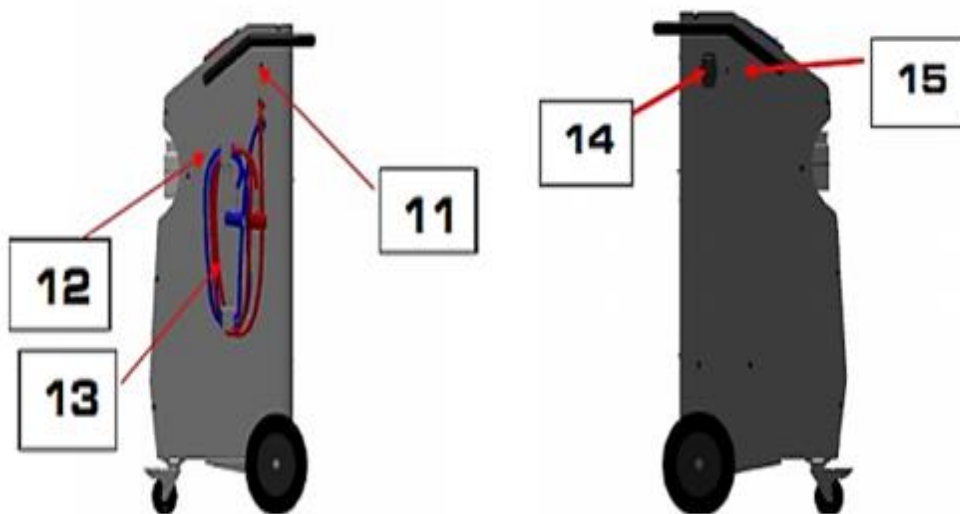
1. Válvula manual para la ventilación incondensable
2. Tubo LP 3m con enganche rápido
3. Tubo HP 3 con enganche rápido
4. Interruptor general y conector por cable 2,5 m con enchufe

## 5. Conector programador del aparato

Esta estructura se puede apreciar en la Figura 5 y 6, mostradas a continuación, donde se detalla el lugar de cada parte indicada de la maquina Clima 6000, para así tener un mejor conocimiento de lo que este artefacto es capaz de ofrecer a la hora de hacer un mantenimiento al aire acondicionado del vehículo.

### Figura 5

*Vista Lateral Derecha de la Unidad Clima 6000*



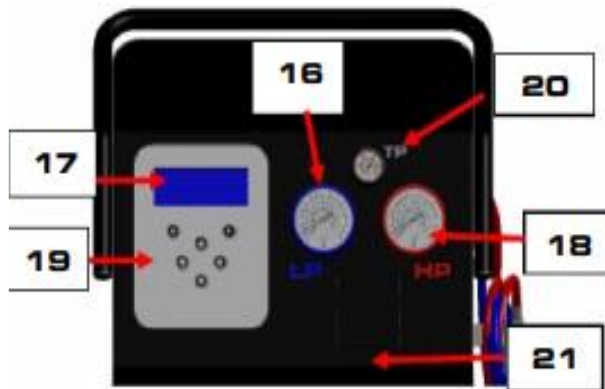
Fuente: Ecuador Documentos (2019)

En cuanto al panel superior de la Unidad Clima 6000, se detallan los siguientes elementos:

6. Manómetro LP
7. Pantalla gráfica
8. Manómetro HP
9. Teclado multifunción
10. Manómetro del depósito interno del refrigerante
11. Pre configuración para impresora térmica (es un elemento opcional).

**Figura 6**

*Vista de la Estructura del Panel Superior de la Unidad Clima 6000*

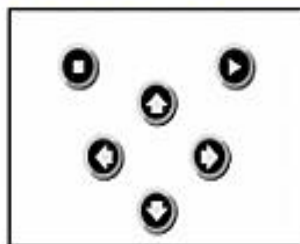


Fuente: Ecuador Documentos (2019)

Otra de las características principales de la Unidad Clima 6000 se centra en la interfaz del usuario, misma que ofrece una estructura tipo árbol contentiva de diversas funciones que se podrán seleccionar a través de un teclado con seis (6) dígitos. Tal como se observa en la Figura 7 mostrada a continuación.

**Figura 7**

*Interfaz del Usuario*







Fuente: Ecuador Documentos (2019)

Las funciones del interfaz para los usuarios son visualizadas mediante un CD display alfanumérico de 4 líneas por 20 dígitos. Descrietas en la Tabla 1, mostrada a continuación:

**Tabla 1**

*Descripción de la Interfaz para Usuarios*

Función de las flechas	Descripción	Función de las teclas
		Exploración del menú
Botones de flecha		Configuración de valores
Tecla Stop/Sale		Presione una vez: cancela la operación; manteniéndola presionada por más de un segundo, saldrá del banco de datos y regresará a la pantalla de inicio.
Tecla Start		Al presionarla una vez dentro del menú, confirma la operación; al presionar por más de un segundo, saldrá del nivel actual para regresar al banco de datos.

Fuente: Ecuador Documentos (2019)

## 2.2. Antecedentes de la Investigación

Desde la óptica de diversos autores se han realizado estudios orientados a la revisión y diagnóstico de sistemas automatizados para el mantenimiento y corrección de distintos sistemas de refrigeración, mismas que conducen a la prevención de posibles problemas que pueden determinarse a través de la revisión oportuna. De igual forma, facilita observar los parámetros de funcionamiento para un adecuado diagnóstico y mantenimiento del sistema mediante la comprensión de las bases teóricas y técnicas.

En esta línea de análisis, un estudio realizado por Charco (2020), menciona que la industria automotriz ha implementado actualmente sistemas de calefacción y aire acondicionado que son desarrollados mediante equipos de herramientas que facilitan el mantenimiento preventivo y correctivo de dichos sistemas. Por consiguiente, la eficiencia de estas herramientas contribuye a reducir costos considerables, siendo necesario conocer los parámetros orientados para el buen funcionamiento, diagnóstico y mantenimiento del sistema operativo de refrigeración, por tanto, es esencial el conocimiento teórico y práctico para una mayor eficacia por cuanto optimiza tiempo y espacio.

Otra investigación realizada por Bravo y Castro (2012), fundamentan que un plan de mantenimiento preventivo contribuye a la minimización de correctivos, lo cual se ha convertido en una necesidad para las empresas. Su importancia se basa en que maximiza la disponibilidad de equipos y maquinarias utilizadas para la producción, disminuyendo con ello, los costos incurridos, como los de oportunidad, mano de obra, otros.

Por su parte Garavito (2018), menciona en su estudio la existencia de diversas problemáticas generadas por el déficit de mantenimiento, de modo que, establece como causas principales la ausencia de planes para revisiones preventivas. Para ello, propone un programa donde se toma en cuenta aspectos técnicos y procesos relacionados con la gestión y organización de factores económicos, de seguridad y medio ambiente. Asimismo, determina que el mantenimiento preventivo se direcciona a cualquier máquina que presenta degradaciones en el ciclo de la vida útil, lo afecta directamente los objetivos de la organización empresarial.

Otra investigación relacionada, fue presentada por Erazo, Quiroz, Paucar y Yupa (2017) un grupo de investigadores que se enfocaron en el estudio del flujo de aire acondicionado dentro del habitáculo de un vehículo híbrido, específicamente el Toyota Prius, con el

propósito de analizar los aspectos críticos del sistema de aire acondicionado. Para este fin, utilizaron una metodología computacional llamada "volúmenes finitos" mediante la aplicación de CFD (Dinámica de Fluidos Computacional) en una simulación dinámica que permitió evaluar la velocidad, distribución y temperatura del flujo de aire en dicho sistema. Los resultados obtenidos fueron esenciales para identificar los puntos críticos relacionados con la velocidad del aire que impacta al ocupante dentro del vehículo, lo que contribuye a proporcionar un ambiente confortable y condiciones adecuadas en diferentes condiciones climáticas.

Del mismo modo, los investigadores mencionados en el estudio previamente mencionado lograron determinar que las baterías híbridas funcionan de manera óptima en temperaturas que oscilan entre los 24°C y los 30°C, lo que contribuye a un rendimiento más eficiente en el sistema de aire acondicionado y asegura su adecuado funcionamiento. Además, observaron que las corrientes de aire con niveles altos de turbulencia facilitan un intercambio rápido de calor con la piel del conductor y los ocupantes del vehículo. Sin embargo, si la turbulencia aumenta considerablemente, puede generar una sensación de incomodidad que afecta el bienestar y la salud de los pasajeros. Por esta razón, el sistema de climatización está equipado con sensores que regulan el flujo de aire para mantener un ambiente confortable.

El estudio citado ofrece una visión clara de la necesidad de evaluar situaciones que afectan el ambiente climatizado del vehículo Toyota a través de sistemas de simulación computacional, lo que contribuye a determinar el impacto sobre el confort y bienestar de los ocupantes y generar condiciones óptimas en el funcionamiento de la unidad climatizadora.

En el estudio realizado por Jumbo y Macas (2016), se propone como objetivo central diseñar y construir un sistema de aire acondicionado para prácticas estudiantiles en la carrera de ingeniería electromecánica en la Universidad de Loja, Ecuador como estrategia para

fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes. La metodología utilizada se enmarcó en métodos experimentales basados en pruebas de laboratorio relacionadas con fluidos en sistemas de enfriamientos, calefacción, humificación y deshumidificación. De modo que, se procedió a sistematizar la información recolectada que permitió entender las prácticas para la elaboración de una guía que servirá como herramienta orientadora a lineamientos en el desarrollo de actividades y talleres de laboratorio. Los resultados exponen la posibilidad de que futuros estudiantes mejoren el banco de pruebas y respectivas guías para la consecución de logros óptimos de los estudiantes en la carrera de ingeniería.

En la investigación realizada por los autores Acosta y Tello (2016), Un estudio sobre el impacto del aire acondicionado en el consumo de combustible, potencia del motor y confort térmico en la cabina de vehículos livianos, fue llevado a cabo en la Universidad Politécnica Nacional de Ecuador. El objetivo principal fue recopilar datos sobre el consumo de combustible causado por el uso del aire acondicionado en vehículos livianos de tipo Toyota. Con este fin, se realizaron investigaciones en diversas zonas geográficas a nivel nacional, con el propósito de analizar los costos y la comodidad térmica dentro del habitáculo. Los resultados obtenidos permitieron establecer rangos de temperatura que contribuyen a optimizar el uso del aire acondicionado y también a analizar el impacto en la potencia del motor al activar el sistema. Además, se desarrolló una guía protocolar para realizar pruebas y registrar datos relacionados con la altitud y su influencia en el consumo de combustible.

### **2.3. Fundamentos Teóricos de un Sistema de Aire Acondicionado**

#### **2.3.1. *Sistema de Enfriamiento Toyota Hilux Modelo 2015***

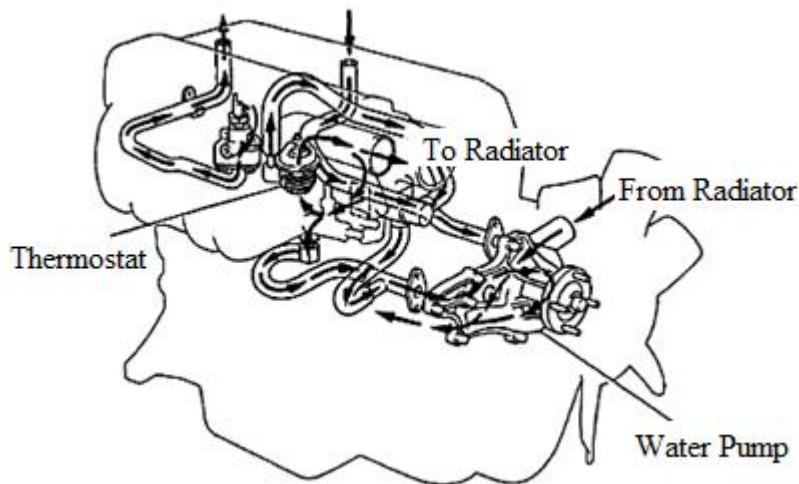
El sistema está compuesto por una serie de componentes y refrigerantes que trabajan en conjunto para regular la temperatura de funcionamiento del motor y lograr un rendimiento óptimo. Incluye conductos ubicados dentro del monoblock y los cabezales del motor, una



bomba de agua que es impulsada por una banda para hacer circular el refrigerante, así como un termostato que controla el flujo de refrigeración hacia el intercambiador de calor, un intercambiador de calor para el enfriamiento del refrigerante, un tapón de radiador para mantener la presión en el sistema y mangueras que conducen el líquido de refrigeración desde el motor al radiador, tal como se observa en la Figura 8, mostrada a continuación tomada de Guerrero, Chiriguaya, Angulo y Chuiza (2015).

### Figura 8

*Sistema de Enfriamiento Toyota Hilux*



Fuente: Guerrero, Chiriguaya, Angulo y Chuiza (2015)

El líquido conocido como anticongelante, presente en el sistema de refrigeración del motor, puede soportar tanto temperaturas extremadamente altas como bajas. Contiene inhibidores de corrosión y lubricantes que contribuyen al óptimo funcionamiento del sistema, así como tintes que facilitan la detección de posibles fugas. El refrigerante inicia su circulación en la bomba de agua, la cual utiliza la fuerza centrífuga para llevarlo desde el intercambiador de calor hasta el bloque de cilindros. Generalmente, estas bombas son impulsadas por una correa de distribución. Sin embargo, si la bomba de agua presenta una

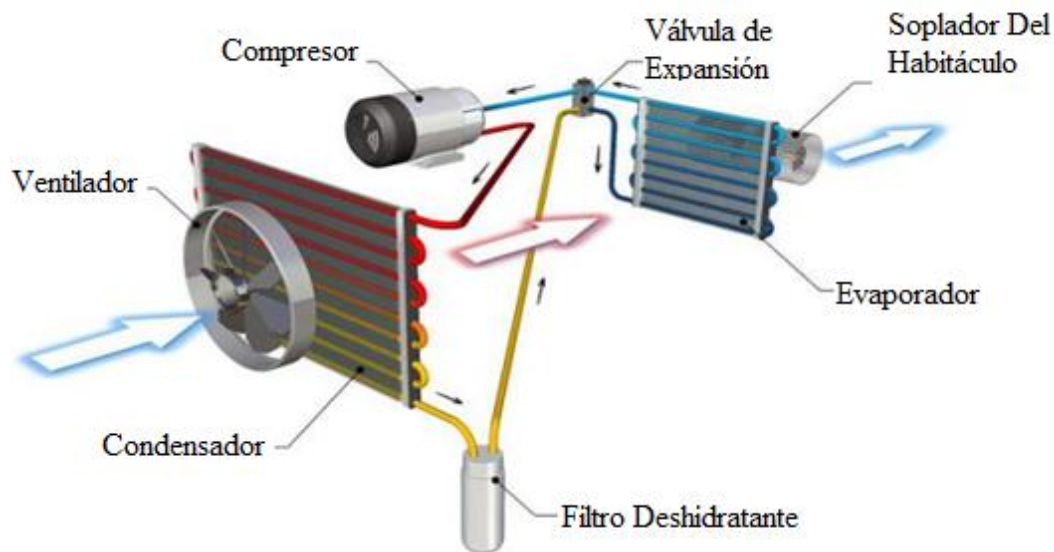
fuga en el sello, una rotura en la carcasa, un impulsor agrietado o un fallo en el cojinete, todo el sistema de enfriamiento puede verse afectado, lo que podría provocar el sobrecalentamiento del vehículo (Guerrero, Chiriguaya, Angulo, & Chuiza, 2015).

### 2.3.2. *Sistema de Aire Acondicionado y su funcionamiento*

Un sistema de climatización es una parte esencial del sistema de ventilación y calefacción de los vehículos. Su propósito es enfriar el aire, eliminar la humedad y el polvo mediante un control manual o automático, y además, reducir la temperatura dentro del automóvil para asegurar la comodidad y frescura de los ocupantes. La Figura 9 muestra los diferentes componentes que forman parte del sistema de aire acondicionado de un automóvil. (Autodidácta.Info, 2022).

#### **Figura 9**

*Componentes de un Sistema de Refrigeración Automotriz*



Fuente: Autodidácta.Info,( 2022)

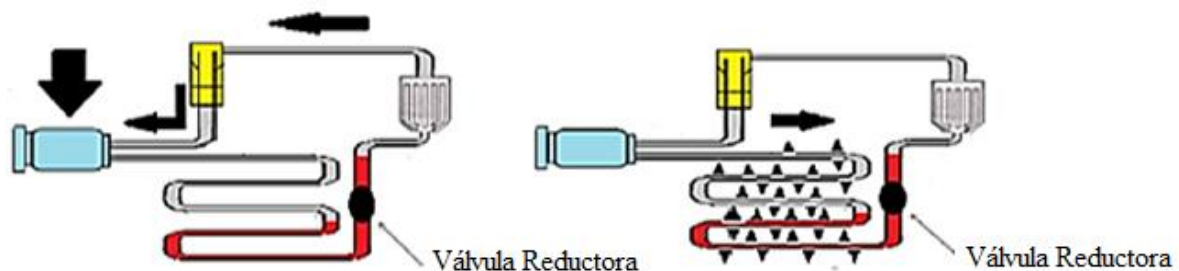
De acuerdo con las partes que integran el sistema de refrigeración o climatización automotriz, es pertinente explicar las principales funciones de dicho sistema.

Los sistemas de aire acondicionado son principalmente sistemas de enfriamiento que, de manera complementaria, se integran con la calefacción para proporcionar un acondicionamiento completo del automóvil. El aire acondicionado instalado en el vehículo forma parte del sistema de ventilación y calefacción. Mediante unidades combinadas de refrigeración y calefacción, ya sean manuales o automáticas, el conductor puede ajustar la temperatura dentro del vehículo según sus preferencias. (Todo Mecánica, 2022).

**2.3.2.1. Compresor.** Su función consiste en aspirar del evaporador el gas refrigerante a baja presión y temperatura cuando éstas se elevan. En este proceso, las trazas del líquido pueden ser arrastradas por el vapor refrigerante y causar daños internos si ingresan al compresor. De modo que, el acumulador y exceso de líquido se evapora por completo y luego es aspirado por el compresor. Cualquier aceite residual depositado en el acumulador se devuelve al sistema a través de un puerto de aceite en la parte inferior del acumulador. El compresor envía vapor de refrigerante comprimido a través de una línea de alta presión al condensador, de manera que, el aire exterior es impulsado por un ventilador eléctrico, pasa a través del condensador y elimina el calor del vapor refrigerante, tal como se observa en la Figura 10, mostrada a continuación:

**Figura 10**

*Proceso de Flujo de Aire a Través del Compresor*



Fuente: Todo Mecánica (2022)

En este proceso, el vapor refrigerante contenido en el condensador se enfría por debajo de su punto de ebullición mediante la eliminación de calor, lo que provoca su condensación y transformación en estado líquido. El fluido, ahora en estado líquido y a alta presión, fluye desde el condensador hacia una válvula de expansión en ciertos modelos o una válvula de orificio en otros modelos. Al moverse el pistón hacia la parte inferior del cilindro, se genera una succión que afecta a ambas válvulas de lengüeta; la válvula de escape permanece cerrada y la válvula de admisión se abre para permitir que el vapor de refrigerante llene el cilindro. Cuando la presión dentro del cilindro alcanza un nivel suficientemente alto, la válvula de salida se abre, obligando al vapor refrigerante a permanecer en la manguera de alta presión que conduce al condensador (Todo Mecánica, 2022).

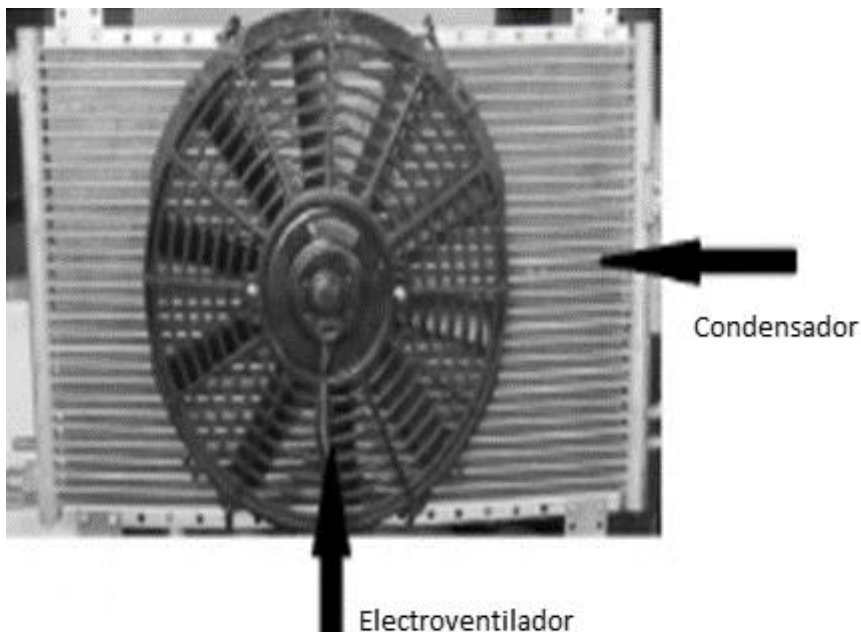
Un indicio importante de un fallo en la válvula del compresor es el aumento excesivo de temperatura en el plato de la válvula ubicado en la parte trasera del compresor. Esta condición puede ser confirmada mientras el aire acondicionado está en funcionamiento, ya que una válvula defectuosa generará tanto calor que causará el deterioro de la pintura justo en la zona del plato de la válvula.

**2.3.2.2. Condensador.** La función principal del condensador es eliminar el calor del vapor a alta presión proveniente del compresor. Con este propósito, el condensador se encarga de transferir calor y condensar el vapor. El proceso se inicia cuando el calor del vapor a alta presión entra por la parte superior del condensador, luego el vapor caliente circula a través del serpentín y las aletas, las cuales a su vez transfieren el calor al aire exterior al pasar por ellas. Cuando ocurre esta transferencia, el calor se transfiere del vapor refrigerante a alta presión a la forma líquida (Todo Mecánica, 2022). La temperatura que mantiene el condensador normalmente está en el rango de 50 °C a 93 °C, dependiendo del tipo de aire acondicionado, puede mantener una sobrepresión en el rango de 1050 kPa a 2100 kPa (Todo

Mecánica, 2022). El sistema de aire acondicionado puede experimentar una sobrepresión cuando el flujo de aire a través de las aletas del condensador se ve obstaculizado debido a la acumulación de suciedad en el condensador o aletas dañadas. En esta situación, el condensador se encuentra ubicado en la parte delantera, como se muestra en la figura 11, justo debajo del panel de control. El líquido fluye a través de una salida situada en la parte inferior del condensador. (Todo Mecánica, 2022).

### Figura 11

#### *Condensador y Electroventilador*



Fuente: Todo Mecanica (2022)

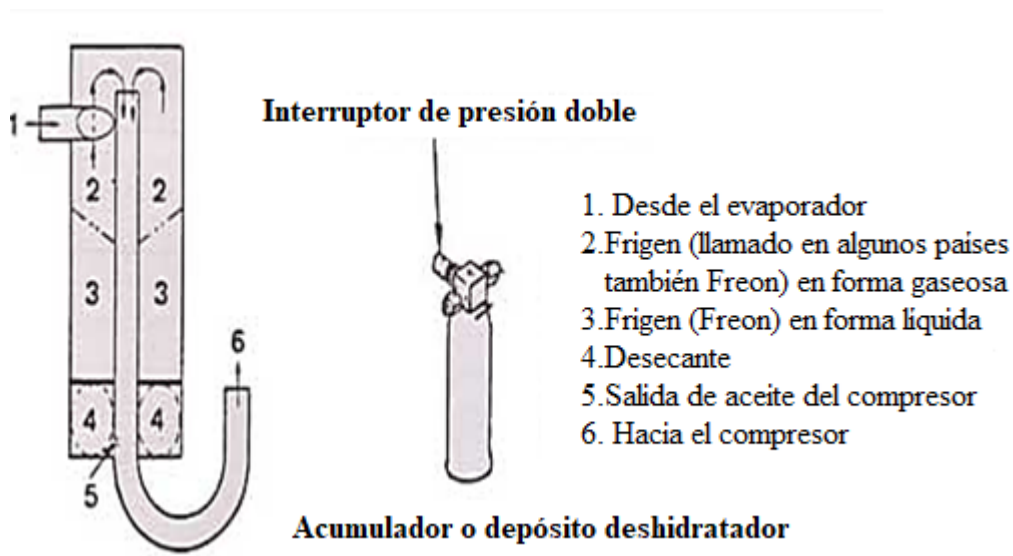
**2.3.2.3. Ventilador.** Su función es enfriar el condensador haciendo pasar aire a través de él para que el vapor a alta presión se convierta en un líquido a alta presión por transferencia de calor. Porque si no se enfría el condensador, su temperatura subirá en exceso, y con ella la presión interna en el sistema.

**2.3.2.4. Depósito Deshidratador.** Este componente se encuentra en proximidad al condensador. Su función principal es separar el gas y el líquido, eliminar la humedad y filtrar

las impurezas del sistema. En el pasado, algunos acondicionadores de aire contaban con una mirilla en la parte superior del depósito del secador, lo que permitía verificar si había suficiente refrigerante cargado en condiciones normales de operación. Si la carga era adecuada, no se observaban burbujas de vapor a través de la mirilla. Sin embargo, en la actualidad, este tipo de contenedores ya no se utilizan, y en su lugar se emplean dispositivos que se instalan junto con el condensador, formando un conjunto integrado.

**Figura 12**

*Depósito Deshidratador*



Fuente: Todo Mecánica (2022)

En la figura 12 se muestra un depósito que contiene desecantes en su interior con el propósito de absorber la humedad remanente después de una reparación. Estos desecantes pueden ser granulares y colocarse en una bolsita para un contacto pasivo con el refrigerante. En la parte inferior del tubo colector se encuentra un filtro cuya función es evitar que las partículas más grandes presentes en el refrigerante salgan del tanque de drenaje. Otra opción es colocar el desecante entre dos filtros en forma de esferas más grandes, conocido como

filtro molecular, el cual tiene un rendimiento más eficiente que el tipo granular. El par de filtros trabaja conjuntamente para atrapar los residuos arrastrados por el refrigerante, como partículas metálicas provenientes del desgaste interno del compresor, partículas de hierro y alúmina. Si bien este método es efectivo para filtrar el refrigerante, los filtros pueden obstruirse con suciedad, lo que provoca un mal funcionamiento del sistema. Una desventaja adicional es que a medida que las bolas desecantes se desgastan, liberan polvo del material que luego puede dispersarse por el sistema y ocasionar otros problemas.

**2.3.2.5. *Evaporador.*** El evaporador tiene como función asegurar que el refrigerante se convierta completamente de vapor saturado a estado gaseoso antes de regresar al compresor. Durante este proceso de evaporación, el refrigerante absorbe la energía del aire impulsado por el ventilador del automóvil. A medida que el aire exterior pasa entre las aletas del evaporador, se enfría, lo que provoca la condensación de la humedad del aire. Las partículas de polvo presentes en el aire quedan atrapadas y son expulsadas junto con el agua condensada a través del tubo de ventilación ubicado en la parte inferior del evaporador. Para evitar que la humedad congele las aletas del evaporador y obstruya el paso del aire, es esencial controlar la temperatura del refrigerante en el evaporador. Según las instrucciones de Todo Mecánica (2022), este control es realizado por un termostato situado en el evaporador, en la zona donde el aire ya ha sido enfriado. Cuando el evaporador alcanza la temperatura más baja permitida, el termostato interrumpe la señal al embrague magnético del compresor, deteniendo temporalmente su funcionamiento hasta que la temperatura del evaporador vuelva a subir.

**2.3.2.6. *Válvula de Expansión.*** La válvula de expansión tiene la función de regular el flujo de refrigerante mediante el proceso de sobrecalentamiento y suministra al evaporador la cantidad adecuada de líquido refrigerante para lograr una evaporación completa. Esta válvula se encarga de equilibrar tres presiones que actúan sobre su diafragma interno. La presión  $p_1$ ,

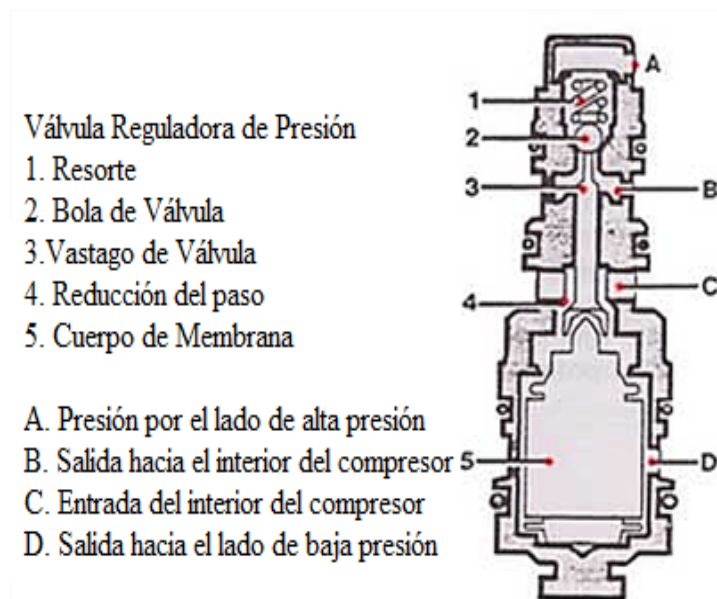
dependiente de la temperatura del refrigerante, influye en la apertura del puerto de inyección en el extremo interior de la válvula de expansión (Autodidácta.Info, 2022).

Por otro lado, las presiones de vapor  $p_0$  y  $p_3$ , cuyos valores son establecidos por el fabricante, trabajan en sentido contrario, cerrando el paso del refrigerante. Si el evaporador no recibe suficiente líquido refrigerante, la temperatura del pistón y la presión  $p_1$  aumentan, lo que resulta en una mayor apertura del puerto de inyección. En cambio, cuando la temperatura del evaporador disminuye y la presión interna aumenta, el orificio se cierra para regular el flujo de refrigerante.

En situaciones donde el compresor se detiene, la presión  $p_0$  aumenta rápidamente debido a la falta de succión, lo que lleva al cierre completo de la válvula de expansión (Autodidácta.Info, 2022). A continuación, se muestra la estructura interna de una válvula reguladora de presión que permite su óptimo funcionamiento en la figura 13.

### Figura 13

#### *Válvula Reguladora*



Fuente: Autodidácta.Info (2022)



### **2.3.3. Carga Refrigerante en Equipos Automotrices**

El refrigerante desempeña una función crucial en los sistemas de aire acondicionado al absorber el calor del aire exterior y cambiar su estado a través del proceso de refrigeración. En estos sistemas, se utilizan dos tipos de refrigerantes: los antiguos CFC (clorofluorocarbono) y los actuales HFC (hidrofluorocarbono), siendo este último, conocido como HFC-134a, el utilizado para cargar el simulador de aire acondicionado del automóvil.

Es de suma importancia tener en cuenta las siguientes condiciones al trabajar con el refrigerante durante el proceso de llenado de gas en el aire acondicionado, como se indica en *Hella Tech World* (2022). El uso de guantes y gafas es esencial para protegerse, ya que el refrigerante líquido, en condiciones normales de presión atmosférica y temperatura ambiente, se evapora rápidamente y puede congelar los tejidos si entra en contacto con la piel o los ojos.

- a) Es crucial mantener el lugar de trabajo bien ventilado al manipular el circuito de refrigerante, ya que la inhalación de altas concentraciones de refrigerante en forma gaseosa puede causar mareos y asfixia. Por lo tanto, los trabajos con concentraciones de refrigerante no deben realizarse en lugares cerrados sin ventilación adecuada.
- b) Además, es importante no fumar mientras se trabaja con el refrigerante, ya que las brasas de los cigarrillos pueden descomponer el refrigerante en sustancias tóxicas. Asimismo, se debe evitar el contacto del refrigerante con el fuego o metales calientes, ya que esto podría generar gases letales.
- c) Es crucial no liberar el refrigerante a la atmósfera, ya que, al abrir un tanque de refrigerante o un sistema de aire acondicionado, su contenido se libera a alta presión, cuyo valor depende de la temperatura. Por tanto, es necesario

tomar medidas adecuadas para evitar fugas o liberaciones accidentales de refrigerante.

- d) Es fundamental proteger los componentes del sistema de aire acondicionado del calor excesivo, evitando que estén expuestos a temperaturas superiores a 75 °C, especialmente después de trabajos de pintura en los vehículos.
- e) Al manipular las tuberías de servicio, es importante mantener los conectores alejados del cuerpo del mecánico, ya que pueden quedar restos de refrigerante en ellos.
- f) Cuando se lave el automóvil, es recomendable evitar dirigir el chorro de vapor directamente a los componentes del sistema de climatización para prevenir daños.
- g) Finalmente, se hace hincapié en que bajo ninguna circunstancia se debe cambiar la configuración de fábrica del tornillo de ajuste de la válvula de expansión.

Estas condiciones mencionadas son de vital importancia, ya que trabajadores responsables del mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado en vehículos pueden estar expuestos a riesgos que podrían tener consecuencias graves tanto para su salud como para el adecuado funcionamiento de las unidades sometidas a revisión.

#### **2.4. Mantenimiento de Unidades Climatizadoras**

Sobre las orientaciones descritas en Hella Tech World. El aliado del Taller (2022), hay muchos vehículos con aire acondicionado en el mercado que fueron diseñados originalmente para usar refrigerante tipo R12. Para el año 2001, se aprobó por última vez el tipo R12, mismo que fue aprobado oficialmente solo para uso automotriz. A partir de ese momento, los sistemas R12 fueron modificados para uso de reparación o mantenimiento. El

R134a se ha utilizado y se utiliza como refrigerante de reemplazo junto con otros refrigerantes combinados.

Desde los cambios previstos, en las unidades climatizadoras tienen que ser comprobadas teniendo en cuenta las siguientes condiciones descritas en Autodidácta.Info (2022).

- Fugas: lo primero a arreglar, todas las piezas deben ser revisadas para ver si funcionan o si están dañadas.
- El filtro deshidratante debe ser reemplazado.
- Los anillos también necesitan ser reemplazados. Además, cambiar el aceite mineral en el sistema R12 por aceite PAG o PAO.
- También es recomendable lavar el sistema climatizador.
- Supervisión del rendimiento. Verifique la temperatura del aire y la presión del refrigerante para asegurarse de que el sistema funcione satisfactoriamente.
- La velocidad del motor debe estar dentro de los límites especificados.
- Calefacción, cuando la calefacción está apagada, el aire no debe pasar por el radiador.
- Carrocería, se debe inspeccionar las puertas, ventanas y tablero en busca de puntos o áreas que no estén selladas y reparar cualquier defecto.
- Canales de aire, todas las mangueras flexibles de distribución de aire, así como los conductos de aire deben estar perfectamente conectados sin fugas ni restricciones. El ventilador debe funcionar correctamente en todos sus circuitos de conexión.
- Instalaciones eléctricas, el embrague del compresor está diseñado para arrancar el compresor cuando sea necesario.
- Los cables eléctricos deben tenderse correctamente.

- Correa de transmisión, la correa de transmisión debe estar correctamente tensada y en buenas condiciones.
- Mangueras flexibles para refrigerante, las mangueras y tuberías no deben tener constricciones ni obstrucciones. También deben protegerse del roce con superficies metálicas afiladas, piezas móviles o piezas del motor muy calientes.
- Evaporador, la salida de condensado no debe estar obstruida.
- Condensador, no debe haber obstáculos frente al condensador, como hojas de árboles, insectos y suciedad. El espacio entre el condensador y el enfriador también debe estar libre y limpio.
- Reguladores, los cables Bowden deben estar apretados y correctamente ajustados. Las palancas de control deben moverse con facilidad

Evidentemente, todo esto afecta a los talleres y a sus empleados por cuanto la adquisición de equipos para realizar servicios a las unidades climatizadoras automotriz es inevitable. Por supuesto, también se deben tener en cuenta otras medidas especiales relacionadas con el almacenamiento y manejo de nuevos refrigerantes.

#### **2.4.1. Diagnóstico y Mantenimiento de las Unidades Clima 6000**

Una vez que se ha detallado minuciosamente los componentes que integran las funciones operativas de la Unidad Clima 6000, es importante analizar las características técnicas sujetas a revisión para establecer un adecuado diagnóstico. Esto permitirá abordar situaciones que no estén desarrollando un potencial óptimo en el funcionamiento de la unidad. Entre las condiciones para un rendimiento eficiente, el diagnóstico a través de procedimientos automatizados con el uso del software facilita dar cuenta de los siguientes aspectos:

- Reducción de la formación de gases incondensable en la parte interna de la bombona.

- Se evita la dispersión del refrigerante en el aire durante el proceso de desconexión (es decir, efecto de la descarga).
- Comprobación de posibles pérdidas de la válvula antes de la desconexión

#### 2.4.2. *Características Técnicas de la Unidad Clima 6000*

Como se puede apreciar en la Figura 14 mostrada a continuación, se detallan las principales características que presenta la Unidad Clima 6000 con la finalidad de tener en cuenta para la realización del diagnóstico. Estas características sirven para el conocimiento del técnico que va a utilizarla en los mantenimientos preventivos de sistemas de aire acondicionado de sistemas vehiculares, para así entender el funcionamiento y poder realizar un óptimo desempeño de la misma.

#### **Figura 14**

##### *Características Técnicas de la Unidad Clima 6000*

#### **Interfaz y Software**

Pantalla: Alfanumérico LCD 4x20

Teclado: Membrana 6 teclas

Software update: Mediante RS232

#### **Depósito de Gas R134A**

Capacidad bombona: 7.6 L

Cantidad máxima en bombona (Kg): 6.5 Kg

Presión operativa máxima certificada PED: 20 bar

#### **Circuito Neumático**

Capacidad bomba de vacío: 6 m<sup>3</sup>/h

Nivel de vacío: 0.05 mbar

Cilindrada compresor de recuperación gas de refrigeración: 8 CC

Longitud tubo externos HP y LP: 2 m

Manómetros HP y LP analógicos: 80 mm PULSE FREE

Manómetro bombona analógico: 40 mm PULSE FREE

Número de electroválvulas: 9

Grifos HP y LP automáticos

Presostato de seguridad

#### **Dimensiones, peso y consumo**

Dimensiones: 50.5 x 57.5 x 84.1 cm

Peso: 55 Kg

Alimentación: 220-240 V - 700W

-NO REQUIERE OPERARIO EXPERTO

Fuente: GlobalTech (2021)

En este sentido, el empleo de la Unidad Clima 6000, permite a través del sistema automatizado a través del software determinar soluciones a problemas detectados en la gestión de aires acondicionados. Asimismo, transfiere los datos generados de Clima 6000 al software para en consecuencia imprimir el informe y el balance anual de la carga y descarga del gas refrigerante.

#### **2.4.3. *Recomendaciones para la Revisión Técnica Según las Directrices de Hilux***

**(2022):**

- Compruebe el ruido del levantaválvulas y la vibración del motor y ajústelos si es necesario. Verifique la holgura de la válvula y ajuste si es necesario. También puede utilizar la API CE o CD.
- Después de 80 000 km o 48 meses Inspección cada 20 000 km o 12 meses.
- Asegúrese de que el radiador y el condensador estén libres de desechos, suciedad o insectos y limpie las conexiones de las mangueras. Utilice refrigerante de larga duración TOYOTA o equivalente.
- Si el combustible utilizado tiene un alto nivel de contaminantes como combustibles provenientes de bidones.
- El filtro de combustible debe ser reemplazado por un concesionario Toyota. Este filtro de combustible está diseñado para usarse en motores diésel con inyección directa de combustible. Si utiliza un filtro no original, existe una alta probabilidad de daño en el motor.
- Después de 80 000 km o 48 meses debe realizar inspección cada 20 000 km o 12 meses. Verifique cada 24 meses después de registrar el vehículo

- Asegúrese de lubricar el vehículo dentro de las 24 horas posteriores al mantenimiento, independientemente de los intervalos de servicio.

## **2.5. Ciclo de Refrigeración**

De acuerdo con lo descrito por Rosales (2014), el ciclo termodinámico rige los procesos de fluidos de trabajo capaces de tomar el calor del medio donde se interactúa con la finalidad de disiparlo de forma requerida. Este ciclo es compuesto por distintos elementos que intervienen a través de un diagrama en el que implica propiedades del fluido de trabajo, tales como la temperatura y la entropía que actúan en sentido contrario a las manecillas de un reloj de acuerdo a los procesos detallados a continuación:

### **2.5.1. *Proceso de Compresión***

Se lleva a cabo desde el estado número uno al dos, mediante el proceso de fluidos de trabajo, tomado como vapor saturado, el cual es comprimido hasta convertirlo en vapor sobrecalentado, elevando la temperatura y a la vez, se eleva el fluido e incrementa la presión.

Según Cequeira y Fontana (2019), la Ley de termodinámica también conocida como el primer principio de la conservación de la energía brinda una orientación a los estudios relacionados con la transformación e interacción de la energía a partir de observaciones experimentales. Esta Ley, establece que la energía no se puede crear ni destruir durante un proceso, solo es posible transformarla, por tanto, cada cantidad de la misma se debe justificar en dicho proceso.

En este sentido, la segunda Ley de termodinámica sostiene que el flujo de calor fluye espontáneamente desde mayor a menor temperatura, sin embargo, para que este fenómeno ocurra de manera contraria, debe existir una máquina que realice esta función. Asimismo, el ciclo de refrigeración por compresión se compone de cinco elementos conformados por el

compresor, condensador, válvula de expansión, evaporador y refrigerante, el cual circula mediante el fluido de trabajo con una temperatura de evaporación baja en comparación con las demás sustancias. De modo, que el refrigerante posee una alta capacidad de absorber calor y transformarlo mediante la conducción del mismo desde la refrigeración y liberación hacia el exterior climatizando el ambiente (Henaó, Arango, & González, 2018).

**2.5.1.1. Tipos de Compresores.** De acuerdo con lo explicado por Morante (2021), se detallan los siguientes tipos de compresores:

- De pistón: Es uno de los más conocidos en el ámbito de sistemas de aire acondicionado de vehículos, funciona cuando el aire es aspirado hacia el interior de un cilindro para lo cual se acciona un pistón por una biela y un cigüeñal. Asimismo, cuando se realiza un movimiento contrario, el pistón comprime el aire y lo libera una vez que consigue la presión requerida. Este tipo de compresor tiene la ventaja de que soporta altas presiones en pequeños volúmenes, son durables y económicos, sin embargo, pueden sobrecalentarse después de varios periodos.
- De Tornillos: consiste en una tecnología avanzada que presenta la ventaja de que ofrece un flujo de aire de manera continua. Su funcionamiento se basa en dos rotores denominados como; hembra y macho, los cuales giran paralelamente. No obstante, en sentido contrario el rotor macho entra en la cavidad de la hembra y genera una cámara donde se acumula el aire aspirado. Posteriormente, gira y desplaza el aire de un lado a otro, permitiendo la circulación a través de los tornillos y van directamente a la zona contraria a la aspirada, en la cual se produce el aumento de presión por reducción de espacio.



- De Scroll: Se describe dentro de un sistema de compresión por desplazamiento orbital que consta de una espiral fija y una móvil accionada por un motor, están montadas en un desface de  $180^\circ$  formando bolsas de aire de volumen graduado. Dichas espirales son activadas, el aire aspirado queda atrapado en una bolsa que se comprime gradualmente mientras se mueve hacia la salida de aire y una válvula antirretorno. Este ciclo se realiza a un ritmo de aire constante en el desarrollo de un proceso silencioso y sin vibraciones.
- Roots: También conocido como compresor de lóbulos, se encuentra generalmente en motores diésel, consta de dos engranajes que funcionan en sentidos opuestos, comprime el aire entre ambos sentidos. Se caracteriza por su similitud a un tornillo sin fin y funciona a través del impulso de un fluido desde la zona entrada hasta el escape. Sin embargo, al quedar atrapado se comprime por la acumulación generada.
- De vacío: Es usado generalmente en vehículos que no tiene la capacidad de generar el vacío necesario en el tubo de aspiración, tal como funcionan los motores de inyección directa, de turbo o de mando de válvula variable. Su función consiste en aspirar el aire, comprimirlo e impulsarlo hacia la culata del cilindro.

Como se puede observar los tipos de compresores difieren de acuerdo al tipo de vehículo y capacidad del motor, esto conlleva a estudiar las características del aire acondicionado y modelos adaptados según las capacidades térmicas del motor.

### **2.5.2. *Proceso de Condensación***

Igual que el proceso antes descrito, se desarrolla a partir del estado número uno hasta el cuatro. El fluido cambia de estado cuando pasa del sobrecalentamiento hasta el

estado líquido saturándose al final, pasando previamente por vapor saturado en el estado tres.

**2.5.2.1. *Funciones del Condensador.*** Según lo señalado por Hidrobo (2018), las funciones del condensador consisten en las siguientes operaciones:

- Hacer circular el aceite frigorífico a alta presión dentro del compresor desde su estado líquido a un estado gaseoso, asimismo, logra una presión de condensación que permite la expansión dentro del evaporador.
- Evacuar el calor que absorbe por medio del fluido desde la fase de evaporación y compresión, para lo cual, dicho fluido circula por medio de una red de tuberías separadas por aletas. De allí que, atraviesa por una corriente de aire impulsado por electroventiladores.

En este proceso, se entiende que la refrigeración ocurre mediante el intercambio calórico entre el aire y el fluido frigorífico de la rejilla del intercambiador, penetra en el estado gaseoso dentro del tubo desde la parte superior hasta llegar a transformarse en el estado líquido en la parte inferior de la rejilla.

**2.5.2.2. *Tipos de Condensadores.*** Siguiendo a Hidrobo (2018), sobre los tipos de condensadores dependen de los circuitos frigoríferos CFC12, empleados normalmente en base a tecnologías de tuberías del condensador, detalladas a continuación:

- De Serpentín: son tuberías están formadas por serpentín y aletas intercaladas unidas por soldaduras, presentan propiedades según el tipo de condensador, los cuales son variables escasamente por su relación poco visibles. No obstante, buscan tener larga duración por lo que se tiene en cuenta la calidad del material de fabricación, dado que,

no es lo mismo utilizar condensadores de aluminio o los condensadores fabricados en base a una aleación y mayor espesor en la pared.

- Serpentín de tubo: es un tipo de condensador con sección ovalada dividida en tres o cuatro partes, generalmente son de aluminio y están compuestos por aletas de persiana soldadas al horno. Además, están formados por tubos cilíndricos en forma de espiga insertados en paralelo, expandidos mecánicamente para asegurar el contacto térmico con ellas. Se unen entre sus extremos por codos, en su conjunto conforma varios tubos de serpentín que impulsan el fluido frigorífero y todos los componentes son de material de aluminio.
- Los circuitos que funcionan con fluido frigorífero HFC 134<sup>a</sup>, operan con presiones y temperaturas más elevadas en la salida del compresor a comparación con el fluido CFC12, por tanto, precisa evacuar mayores calorías para el cambio de estado de líquido de manera que no afecte los demás componentes del sistema.

**2.5.2.3. Ventilador del Condensador.** De acuerdo con lo descrito por Leitón (2022), el ventilador del condensador consiste en un elemento caracterizado por un armazón de aletas que impulsa y succiona el aire, Tiene un importante funcionamiento en el enfriamiento del fluido refrigerante que circula por el bloque y principales pasajes, reduce la temperatura del motor, son diseñados de acuerdo con su propósito y diferentes tamaños y características del vehículo. Entre ellos, se describen los siguientes detallados:

- De accionamiento directo: son aquellos montados sobre un eje acoplado a una polea movida por una correa tensada. Realiza su movimiento desde el extremo delantero del cigüeñal moviendo la bomba de agua en el mismo eje, comprendido por la el alternador, la bomba de dirección y otros accesorios.

- De accionamiento eléctrico: también conocido como electro ventilador, es el más utilizado y está constituido por un motor eléctrico de corriente continua, mueve el ventilador de acuerdo al eje del mismo.
- Regulación termostática o de acoplamiento viscoso: son aquellos acoplados y desacoplados en función de las necesidades de refrigeración, cuyo acoplamiento se produce como resultado de la transmisión de la temperatura del radiador sobre un bimetálico contenido en el cubo del ventilador, es decir, si la temperatura baja, el ventilador regula la temperatura a pocas revoluciones, en caso de que la temperatura sea de 70°C o a un nivel superior, el ventilador adquiere mayor velocidad.
- Acoplamiento electromagnético: consisten en ventiladores arrastrados por un eje que mueve la bomba del líquido refrigerante, uniéndose a través de un embrague electromagnético con una temperatura que oscila entre 85°C.
- Accionamiento hidrostático: se caracterizan porque emplean la energía del motor al mover la bomba hidráulica que alimenta directamente la dirección y el ventilador hidráulico, asimismo, es comandado por una electroválvula que activa la gestión del motor aprovechando la energía térmica.

Desde los tipos de ventiladores antes descritos, se entiende la importancia de conocer y caracterizar los tipos de ventiladores y el adecuado para cada modelo de sistema.

### **2.5.3. *Proceso de Expansión***

Este proceso consiste en el cambio del flujo de trabajo, desde el estado líquido al vapor, también llamado vapor húmedo. En este sentido, Castellanos (2022) caracteriza la válvula de expansión como el regulador del caudal que impulsa el fluido frigorífero, controla el recalentamiento y alimenta regularmente el evaporador. Funciona de forma independiente

de las variaciones de rotación del compresor, solo se inyecta la cantidad de fluido requerido para una refrigeración óptima, asegura el control de la evaporación impidiendo que el fluido no evaporado vuelva al compresor.

**2.5.3.1 Características de la Válvula Termostáticas de Expansión.** Según Castellanos (2022), las válvulas de expansión se caracterizan porque pueden ser de igualación de presión interna o externa, son utilizadas para circuitos frigoríficos de vehículos a modo de monobloques por la facilidad de montaje y de aislamiento térmico. Esta válvula funciona con presión al inicio de la evaporación, es utilizada principalmente en instalaciones frigoríficas de baja capacidad, ofrece poca resistencia en la salida de fluidos. En muchos casos, es preferible utilizar este tipo de válvula de igualación externa de presión, por cuanto reacciona con la presión final de la evaporación y recoge las pérdidas de cargas.

**2.5.3.2. Recalentamiento en Válvula de Expansión.** De acuerdo con Hidrobo (2018), esta válvula no es un regulador de temperatura del evaporador, su función solo ajusta el recalentamiento del fluido del refrigerante al final de la evaporación, permitiendo la interacción entre el calentamiento y la regulación del caudal a través del orificio de inyección. Su fluido consiste en una mezcla de líquido y vapor, penetra en el interior del evaporador para luego evaporarse completamente, el gas es recalentado a temperatura de T2, superior a la de evaporación T1. De modo que, el recalentamiento es indispensable para el funcionamiento de la válvula dado que ayuda a la capacidad frigorífica.

#### **2.5.4. Proceso de Evaporación**

En este proceso se concluye el cambio de estados completando el ciclo y se reinicia uno nuevo, el fluido cambia totalmente hasta transformarse en vapor saturado.

A partir de este ciclo, es importante saber que el fluido de trabajo continúa tomando el calor del ambiente y procede a enfriarlo, concretando así, el sistema de climatización, sus

etapas y fluidos de trabajo en cada una de sus etapas. Es decir, el ciclo de climatización comprende un proceso en base a cambios en el procesamiento del calor. Para ello, comprende los siguientes elementos:

**2.5.4.1. Evaporador.** En base a lo señalado por Hella S.A., (2020), este elemento sirve para el intercambio entre el aire exterior y el refrigerante del sistema climatizador, su funcionamiento consiste en el proceso que realiza el refrigerante líquido a alta presión, que luego se inyecta al evaporador a través de la válvula de expansión, de manera que, se expande el refrigerante y el aire frío que se genera sale al exterior mediante el evaporador transmitiéndolo al interior del vehículo con la ayuda de la corriente del ventilador.

Las consecuencias de una avería sobre el evaporador podrían presentar diferentes síntomas, entre los cuales se describe el rendimiento deficiente de la refrigeración, fallas en el aire acondicionado, deficiente potencia del ventilador, cuyas causas pueden ser generadas por tuberías obturadas o falta de estanqueidad en los empalmes, evaporador sucio, entre otras causas que afectan el evaporador en su funcionamiento (Hella S.A., 2020).

Cabe destacar que el evaporador es un intercambiador térmico que funciona asegurando la evaporación total del fluido frigorífero a través de la válvula de expansión, pasando del estado de vapor saturado al estado gaseoso antes de ser succionado por el compresor. En este proceso el fluido absorbe la energía del aire impulsado por medio de la tubería, el calor es transferido por una sección de conducción y movimiento de convección, que luego llega al evaporador alcanzando una temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$  para salir a otra temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ . Su temperatura cambia produciendo un nivel de  $45^{\circ}\text{C}$  y vuelve a  $20^{\circ}\text{C}$ . Es decir, con la ayuda de la válvula térmica fluye el frigorífero que circula en su interior y es atravesado por el aire a lo largo de la tubería (Hella S.A., 2020).

La búsqueda de fallos se realiza a partir de la detección de averías, para lo que debe seguir los siguientes pasos:

- Comprobación del estado de limpieza del evaporador
- Comprobación del estado del evaporador, es decir, si está dañado o no.
- Comprobar el estado de las mangueras y su colocación correcta
- Verificar la estanqueidad
- Medir la presión con el compresor encendido y el motor en marcha
- Realizar la medición de temperatura en la tubería de entrada y salida

**2.5.4.2. Tipos de Evaporadores.** De acuerdo con Leitón (2022), los evaporadores más comunes se caracterizan por su diseño conformado por cableado de tubos redondos y aletas planas, tienen bajo costo de fabricación y su precio de venta generalmente es mayor debido a la soldadura empleada en su fabricación. Entre sus modelos se detallan los siguientes:

- De Tubo y Aletas: son aquellos compuestos de tubos cilíndricos en forma de espiga, los cuales están insertados paralelamente dentro de las aletas, los tubos se encuentran unidos entre ellos por sus extremos unidos por codos que subdividen el cableado en varias secciones de longitud. Son fabricados generalmente en cobre por la facilidad de soldadura, utiliza un fluido de 134<sup>a</sup>, el cobre estaría expuesto a corrosión como consecuencia de la humedad. Este tipo de evaporador toma en cuenta el rendimiento, no aumenta su superficie ya que requiere de tubos largos y con igual diámetro.
- De Serpentin: consiste en un tubo plano de aluminio de 90mm de longitud, se conforma de varios canales internos por donde sale el flujo frigorífero, tiene forma de serpiente y sus secciones comprenden aletas apersianadas. Entre las ventajas que presenta este tipo de evaporador se describe una correcta relación entre su superficie

y la eficacia, su ensamblado es más simple, el sistema de refrigerante alcanza su temperatura de saturación y se evapora a baja presión y temperatura, existe una cesión de calor proveniente del ambiente y es absorbida por el fluido refrigerante hasta llevarlo de un estado líquido a vapor.

- De Placas: se conforma de aluminio y se clasifica según el tipo de colector, los cuales se denominan como; colector de extremo y colector doble. Este último permite una circulación en forma de U del fluido dentro del tubo constituido por placas y presenta turbulencias internas que mejoran los cambios térmicos.

#### **2.5.5. Presostato**

En base a la descripción realizada por Leitón (2022), los presostatos consisten en un dispositivo encargado de abrir y cerrar el circuito eléctrico del sistema climatizador automotriz cuando la presión del sistema de alta sea excesiva. Estos dispositivos se consideran de protección, los cuales tienen rango operativo a partir de 22.9 bares de presión hasta otro rango más alto de 28.5 para desconectarse. El objetivo es evitar la excesiva presión para proteger los tubos, juntas y los intercambiadores. Su ubicación se encuentra detrás del condensador atornillados sobre la base que permite vaciar el fluido, el uso es variado y se puede utilizar para presostatos diferenciados cuando el aceite se encuentra cerca a la presión máxima del circuito detiene el motor.

Las causas de posibles averías son diversas, entre las cuales, Hella S.A., (2020) describe; fallos en los contactos de las conexiones eléctricas, sucio en el sistema, daños en la carcasa como consecuencia de vibraciones o accidentes. En este sentido, para diagnosticar su estado o verificar dichas averías es preciso comprobar que los enchufes y conexiones estén adecuadamente presionados, verificar si la pieza presenta daños, medir la presión del



compresor encendido y el motor en marcha, verificar cambios desmontados utilizando una botella de nitrógeno, manorreductor y un multímetro.

#### **2.5.6. *Acumulador***

Según Acosta y Tello (2016), señalan que este elemento está ubicado a la salida del evaporador, su función principal consiste en almacenar el líquido que luego cambia a su estado de evaporación. Es de tener cuidado que cuando ingresa al compresor podría causar averías, asimismo, éste puede ayudar a eliminar la humedad y las impurezas.

#### **2.5.7. *Líquido Refrigerante***

En base a la información descrita por Rosales (2014), el líquido refrigerante es un producto químico utilizado como medio de transmisión de calor en las máquinas a través de un sistema de enfriamiento. En el sector automotriz, consiste en un líquido o fluido refrigerante empleado para en enfriamiento del aire que entra al vehículo para ambientar el clima en base a las leyes ambientales establecidas en los diferentes países de acuerdo a las normativas de fluidos contaminantes. Entre los más utilizados se puede señalar el tipo R134a debido a su performance, además, ha reemplazado otros tipos tales como; CFC o HCFC que generaban problemas ambientales sobre la capa de ozono.

Entre sus principales características se describe que el R134a se comenzó a mejorar para el sector automotriz debido a las leyes ambientales, entre las empresas que promueven su uso se encuentra la Dupont, misma que inició investigaciones orientadas a la implementación de refrigerantes llamados como HFO-1234yf, encontrando muchas mejoras en su composición y similares al R134a. Asimismo, su nivel de toxicidad es adecuado a los últimos estándares ambientales a nivel global. Sin embargo, su capacidad ha tenido un importante auge en el mercado de inflamación que podría ocasionar daños al sistema como resultado de la cercanía con otras fuentes de calor y fricción en situaciones de coalición.

**2.5.7.1. *Características del Gas de Refrigerante Automotriz.*** Donado (2020)

explica que los refrigerantes son utilizados en sistemas de climatización debido a su capacidad de absorber calor, lo cual requiere que cumplan con ciertas características para ser efectivos. Entre estas características se encuentran:

- a) Tener una presión y temperatura adecuadas para el funcionamiento del condensador, sin ser demasiado bajas en el evaporador.
- b) Tener un alto calor latente de evaporación para lograr un mayor efecto refrigerante.
- c) Tener una temperatura crítica lo suficientemente alta para evitar que el compresor comprima el refrigerante más allá del estado crítico, lo que evitaría el cambio en el condensador.
- d) Tener una temperatura de evaporación inferior a la temperatura ambiente.
- e) Ser seguro contra incendios o explosiones.
- f) Ser químicamente estable y compatible con los materiales del circuito.
- g) Tener baja toxicidad para evitar daños a las personas que lo manipulan.
- h) Ser miscible con el aceite lubricante utilizado.

Por otro lado, Hella S.A. (2020) describe los pasos para realizar el cambio de gas refrigerante de la siguiente manera:

- a) Se debe realizar el relleno utilizando la estación de servicio de climatización y la conexión lateral de alta presión, evitando que el refrigerante impacte directamente en el compresor.

- b) Se debe emplear únicamente el gas refrigerante recomendado por el fabricante del vehículo, en las cantidades específicas indicadas por este.
- c) Se deben ajustar las distribuciones de aire en la posición de tobera media y abrir todas las toberas.
- d) Se debe poner el botón del ventilador de aire fresco a media posición.
- e) Se debe seleccionar la temperatura en su máxima potencia.
- f) Se enciende el motor, sin activar el aire acondicionado, y se deja funcionando durante 2 minutos en ralentí sin interrupción.

Luego, se enciende y apaga el aire acondicionado durante 10 segundos cada vez. Este proceso se debe repetir al menos 5 veces y luego se debe realizar una comprobación del sistema.

#### **2.5.8. *Conexiones y Mangueras***

Según lo señalado por Hidrobo (2018), existen cuatro tipos de conexiones que trabajan con las mangueras del sistema climatizador, las cuales cumplen las siguientes funciones:

- La primera conecta la salida del compresor hasta la entrada del condensador
- La segunda conecta desde la salida del condensador hasta el depósito deshidratador.
- La tercera se encuentra conectando desde la salida del depósito hacia la válvula de expansión.
- La cuarta conexión se encuentra desde la válvula de expansión hacia el compresor.

Para finalizar, es importante acotar que la tubería que transporta el refrigerante desde el condensador al evaporador debe tener una temperatura ambiente, la tubería de alta presión

está ubicada entre el compresor y el condensador, por tanto, la temperatura tiene que estar fría, ya que es la línea de transporte del refrigerante por el compresor.

## Capítulo III

### Enfoque de la Investigación

Esta fase de investigación refleja la forma metodológica y sistemática en que se desarrolló el presente informe académico. La metodología comprende el conjunto de métodos, técnicas y herramientas utilizadas en el proceso de investigación.

En este contexto, el diseño de la investigación que se enmarcó dentro de un estudio experimental, un alcance descriptivo y explicativo, uso de métodos de análisis y síntesis, ya que se realizó una práctica en el campo automotriz. Igualmente, se aplicaron métodos como la interpretación de normas y discusión de resultados para el establecimiento de conclusiones. En cuanto a limitaciones, aun no se han considerado dado que se cuenta con todos los recursos para la realización del presente estudio.

#### 3.1. Métodos

##### 3.1.1. *Deductivo e Inductivo*

En este sentido los métodos utilizados en los diversos análisis son el deductivo, inductivo, análisis y síntesis, los cuales permitieron establecer las conclusiones pertinentes con respecto a los objetivos planteados, y consecuente propuesta de una guía para el mantenimiento de equipos de climatización en vehículos Toyota Hilux con el uso de la Unidad Clima 6000.

#### 3.2. Tipo de Estudio

El estudio se enmarcó en la modalidad documental y de campo, ya que se realizará una práctica en el campo donde se realizará la prueba en el vehículo con la maquina Clima 6000 y se documentarán los resultados obtenidos del mismo, con un alcance descriptivo, exploratorio y explicativo.

### **3.2.1. *Investigación Exploratoria***

Se realizó investigaciones y así poder resolver los problemas existentes mencionados mediante la revisión teórica y documental que permitió analizar el proceso de climatización, mantenimiento y condiciones de funcionamiento de las unidades de climatización.

### **3.2.2. *Investigación de Campo***

Se aplicó en base a la recolección de la información directamente en el campo donde ocurre la problemática planteada. Es decir, se realizó una práctica experimental in situ, en un taller mecánico donde se realizó una práctica directa en la revisión de aire acondicionado con el uso de la Unidad Clima 6000, estableciendo con ello un registro de pasos y procedimientos que permitieron describir una secuencia de datos para la elaboración de la guía de mantenimiento a vehículos Toyota Hilux.

### **3.2.3. *Investigación Aplicada***

Este tipo de estudio, permitió diseñar modelos que orientan a una guía de mantenimiento y por consiguiente relacionar con los temas de la tecnología que se aprendió durante los años de estudio.

## **3.3. *Procesamiento de la Información***

La información se procesó a través sistemas de análisis descriptivos que se registraron durante la práctica, los cuales permitieron obtener asesorías y ayuda por parte de expertos en cuanto a los pasos para realizar el mantenimiento a las unidades de climatización en vehículos Toyota Hilux. Igualmente, los datos obtenidos fueron analizados mediante procesos tecnológicos y uso de herramientas y equipos de medición de la Unidad clima 6000 y sistema operativo del modelo de vehículo Toyota Hilux.

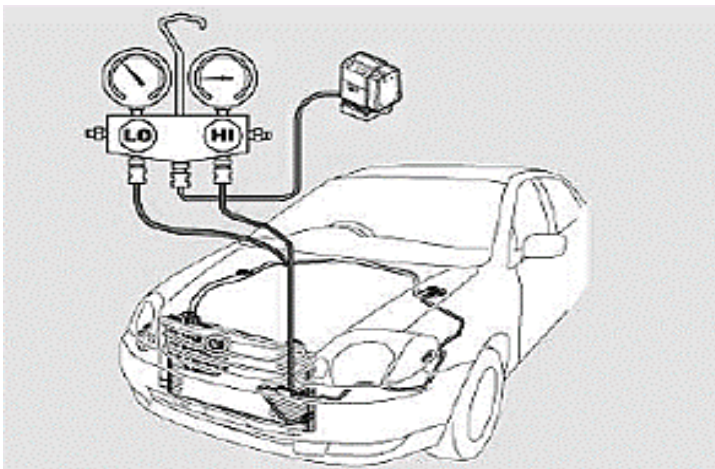
- Se investigaron parámetros y medidas a tomar en cuenta para determinar el proceso de Mantenimiento, Manual de Usuario de Clima 6000 y su comportamiento realizando pruebas en el sistema de aire acondicionado de una Toyota Hilux.
- Se analizaron y aplicaron fundamentos teóricos y prácticos relacionados con los objetivos del presente trabajo.
- Se determinaron los procesos metodológicos para el diseño de un manual de mantenimiento y diagnóstico de la Unidad clima 6000.
- Se establecieron pasos y fases inherentes a la optimización de servicios en la industria automotriz.

### 3.4. Pasos Procedimentales

En la figura 15 se visualiza la conexión de las mangueras en las tuberías del sistema de a/c del vehículo.

#### Figura 15

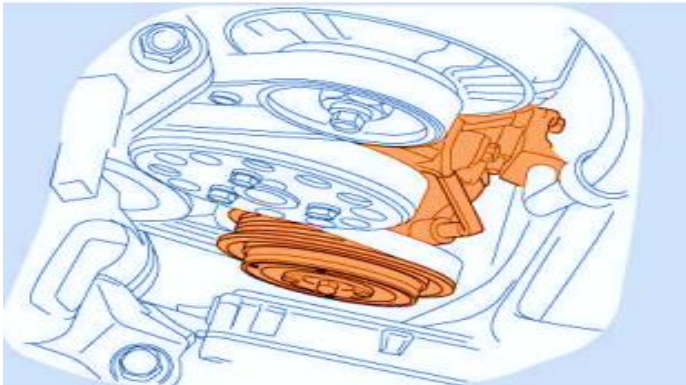
*Conexión de Mangueras a las Tuberías del Equipo de Climatización*



Fuente: Autodidácta.Info (2022)

## Figura 16

*Ubicación del compresor en el vehículo*

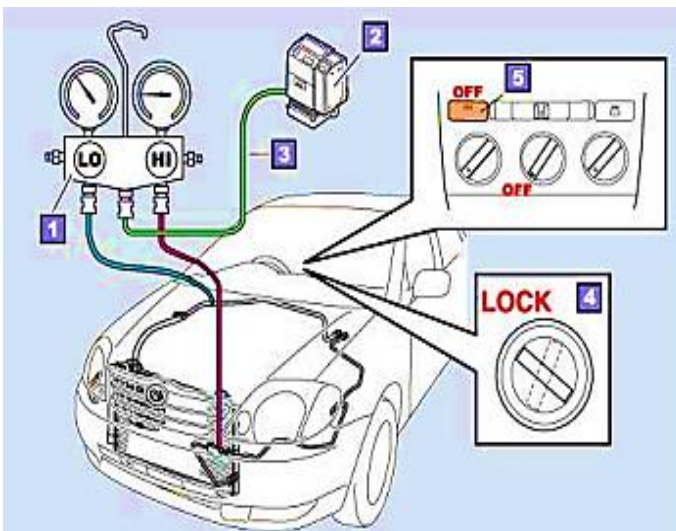


Fuente: Autodidácta.Info (2022)

En la figura 16 se muestra la ubicación para la posterior remoción del compresor de la unidad de climatización.

## Figura 17

*Controles del sistema*



Fuente: Autodidácta.Info (2022)

Cada dispositivo, en la figura 17 corresponde a los descritos a continuación.

1. Conexión del calibre



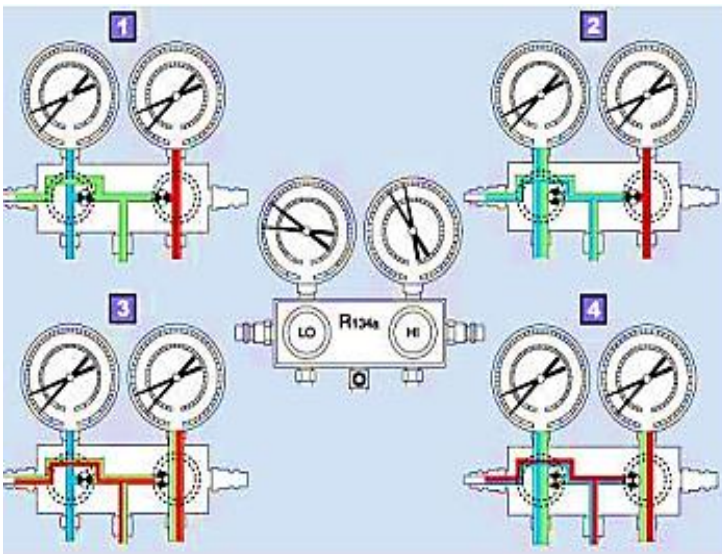
2. Interruptor del aire acondicionado (OFF)
3. Interruptor de encendido para el motor (Lock)
4. Se procede a recuperar el refrigerante mediante el uso de la máquina Clima 6000. En este caso, el modelo Toyota Hilux utiliza este tipo de máquina, sin embargo, para otros vehículos la máquina puede variar de acuerdo al modelo de sistema. El sistema se describe de la siguiente forma:

- 1: Calibración múltiple
- 2: Máquina de recuperación
- 3: Manguera verde
- 4: Interruptor de encendido
- 5: Interruptor de aire acondicionado

En la figura 18 se observa el proceso de calibración múltiple.

### Figura 18

*Proceso de Conexión o Calibración Múltiple*



Fuente: Autodidácta.Info (2022)

Explicación del proceso:

- 1: Calibre de presión alta y baja
- 2: Cambiar el pasaje de manguera de carga, se abre y se cierra la válvula

Descripción del sistema Clima 6000

- 1: Cierre de válvula baja
- 2: Apertura de la válvula baja
- 3: Apertura de válvula alta
- 4: Cierre de válvula alta

Como se muestra en la figura 19, se localiza el conector por cable a la red eléctrica y al sistema de A/A.

### **Figura 19**

*Conexión del Calibre Múltiple*



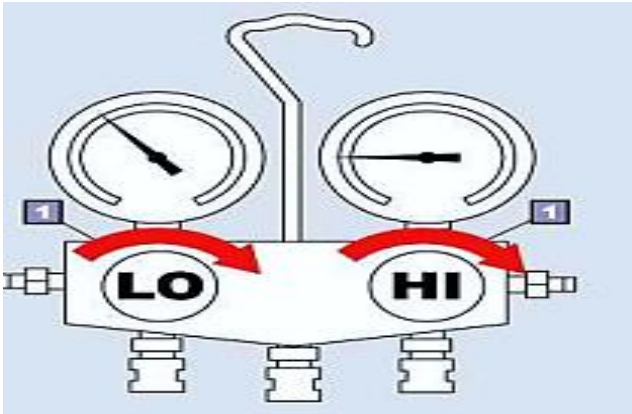
Fuente: Autodidácta.Info (2022)

Para la conexión es preciso apretar la manguera de carga de mano y no se usa ninguna herramienta. Si el tamaño de los anillos es diferente en los lados de baja o alta presión, la manguera no puede ser conectada en sus extremos posicionados en lados opuestos. Si la

empaquetadura de la conexión está dañada se debe reemplazar. Cuando se conecte la manguera de la válvula en el lado del vehículo presione el anillo de forma rápida contra la válvula. En la figura 20 se muestra los anillos de alta y de baja.

### Figura 20

*Anillos de Baja y Alta Presión*

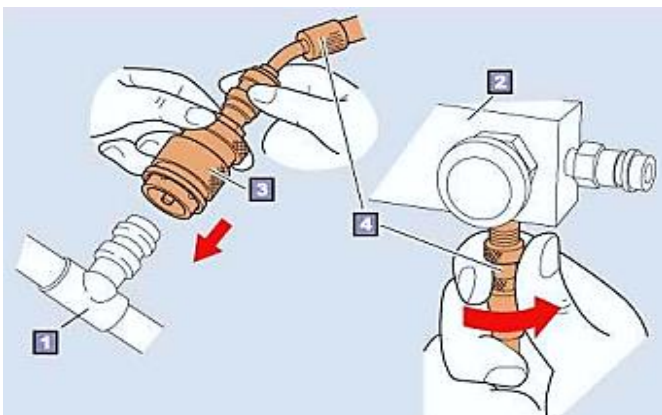


Fuente: Autodidácta.Info (2022)

En la figura 21 se puede ver algunos de los accesorios de conexión.

### Figura 21

*Válvula de Servicio, Calibre del Múltiple, Anillo, Manguera de Carga*



Fuente: Autodidácta.Info (2022)

Válvula del Lado del Vehículo:

- 1: Válvula de servicio
- 2: calibre del múltiple
- 3: Anillo
- 4: Manguera de carga

### 3.5. Descripción del Procedimiento:

Para iniciar el proceso del mantenimiento preventivo del sistema de aire acondicionado de la Toyota Hilux 2015, mediante el uso del equipo Clima 6000, proceder primero por asegurarse que el equipo se encuentra en las condiciones óptimas para realizar el proceso. En la figura 22 se muestra el vehículo y la máquina a utilizar.

#### Figura 22

*Toyota Hilux 2015 y Clima 6000*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

En este caso, el equipo fue revisado por técnicos especializados en la marca. Se debe ubicar el vehículo al cual se le hará el mantenimiento, en un lugar muy bien ventilado para realizar el procedimiento, esto como una medida preventiva de existir alguna fuga de los fluidos del sistema de aire acondicionado que pueden ser nocivos para la salud del operador. Siguiendo con el procedimiento, el operador debe encender la maquina Clima 6000, al iniciar la máquina, señala la carga de refrigerante actual en el reservorio, la carga máxima del contenedor del Clima 6000 es de 6 kg, pero se debe tener una carga aproximada de 3 kg, ya que, se va a recuperar el refrigerante del vehículo y se lo va almacenar en el depósito, como se muestra en la figura 23, se tiene una carga inicial de 2.8 kg.

### **Figura 23**

*Carga Actual de Refrigerante en la Clima 6000*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

La siguiente pantalla que muestra la maquina clima 6000, son las opciones de fabricantes de vehículos disponibles, como se presenta en la figura 24, entre las opciones presentes están europeos/asiáticos, americanos y australianos.

#### **Figura 24**

*Opciones de Fabricantes en la Clima 6000*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

La siguiente pantalla muestra las marcas, en base al origen, en orden alfabético, en este caso proceder a escoger la marca Toyota Hilux, como se muestra a continuación en la figura 25.

#### **Figura 25**

*Opciones de Marcas en la Clima 6000*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)



El siguiente paso es escoger el modelo dentro de la marca, como se muestra en la figura 26, en este caso es Hilux.

### **Figura 26**

*Opciones de Modelos en la Clima 6000*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

Después de escoger el modelo, proceder a seleccionar la versión, según la cilindrada, como señala la figura 27.

### **Figura 27**

*Opciones de Versión Según el Modelo en la Clima 6000*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

Luego seleccionar el sistema, que, en este caso, solo da una opción que es la de 2L, tal como se muestra a continuación, en la figura 28.

### **Figura 28**

*Opciones de Sistema Según el Modelo en la Clima 6000*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

En la figura 29, se muestra el tipo de refrigerante que debe a usar, en este caso es el R134a y permite programar la carga del mismo en un rango de 550 a 1770 g, este rango depende del modelo. Además de seleccionar si el sistema utiliza aceite o no, según el modelo de vehículo que se está usando para esta práctica, no necesita aceite. La máquina Clima 6000, utiliza aceite PAG 46, esto puede variar según el vehículo. Las cantidades de refrigerante y aceite varían según el vehículo y esto se puede encontrar en tablas, como la que se encuentra en el anexo 1. En la misma pantalla se puede escoger el tiempo en que se llevará a cabo el procedimiento, por default viene en 30 minutos, que es el tiempo mínimo necesario para realizar el procedimiento.



**Figura 29**

*Opciones de Carga de Refrigerante, Aceite y Tiempo de Proceso en la Clima 6000*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

Como se muestra en la figura 30, la siguiente pantalla pregunta si el recipiente para aceite gastado se encuentra vacío, solo es una confirmación de seguridad por si el vehículo usa aceite en su sistema de refrigeración, para que no haya derrames a la hora de retirarlo del sistema del vehículo.

**Figura 30**

*Pregunta de Seguridad Sobre el Depósito de Aceite Usado en Clima 6000*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

Una vez seleccionado y seteado los parámetros correspondientes al vehículo, se debe conectar las líneas de alta (rojo) y baja (azul) presión según corresponda, como se muestra en la figura 31, para poder dar inicio al ciclo automático de mantenimiento.

### **Figura 31**

*Conexión de Mangueras de Alta y Baja Presión*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

Se procedió a dar inicio al ciclo automático, como se muestra en la figura 32.

### **Figura 32**

*Pantalla de Inicio de Ciclo Automático*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

Se comprueba las presiones iniciales en el sistema de aire acondicionado, gracias a los manómetros dotados por la maquina Clima 6000, como se muestra en la figura 33.

### **Figura 33**

*Presiones Actuales en el Sistema de a/c del Vehículo*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

Una vez iniciado el proceso, la maquina Clima 6000 procede a retirar todo el refrigerante en el sistema de a/c del vehículo, para procesarlo y quitarle humedad, como se muestra en la figura 34.

### **Figura 34**

*Recuperación del Refrigerante del Vehículo*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

La Clima 6000 indica que se recuperaron un total de 1020 g del refrigerante, lo cual esta excedido para los rangos de este vehículo que dentro de los parámetros normales seria entre 550 y 700 g. Como siguiente paso, drena el aceite usado, según el vehículo, en este caso drena 0 ml porque el vehículo no utiliza, pero igual se activa el proceso que dura 5 minutos.

### Figura 35

Drenaje del Aceite Usado



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

En la figura 35 se puede comprobar que el recipiente de aceite usado no aumento y el del aceite nuevo no disminuye en este proceso, este vehículo no utiliza aceite en su sistema de A/C. Se comprueba, por los manómetros, que la presión interna del sistema bajo hasta 0. En este punto, la maquina empieza el proceso de vacío, este proceso se realiza para asegurar que el sistema no contiene nada de humedad. El tiempo de vacío es de 35 minutos. En la figura 36 se observa el proceso de vacío, llegando los manómetros por debajo de 0.

**Figura 36**

*Proceso de Vacío*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

Una vez comprobado el vacío, por la maquina Clima 6000, también visualmente en los manómetros, se procede con la carga del refrigerante al vehículo. Como indica la figura 37.

**Figura 37**

*Inyección del Refrigerante*



Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)



**Figura 38***Control de Presiones*

Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

Terminada la carga del refrigerante, se hace un control en las presiones en los manómetros, como se muestra en la figura 38. Para la línea de baja el rango permitido es de 0.9 a 2.5 bares y para la de alta es de 8 a 14 bares. Después de la comprobación, se desconectan las mangueras de alta y de baja del vehículo, el cual queda listo para ser utilizado, mientras que la Clima 6000, realiza un ultimo proceso de vaciado de las mangueras para evitar alguna fuga del refrigerante.

**Figura 39***Fin del Proceso*

Fuente: Practica profesional del estudiante (2022)

Como muestra la figura 39, se visualiza que la Clima 6000 termino el procedimiento con éxito.

## Capítulo IV

### Análisis de Resultados

#### 4.1. Análisis de Resultados Obtenidos

Con la culminación del mantenimiento preventivo en el sistema de aire acondicionado mediante el uso de la máquina Clima 6000 en el vehículo Toyota Hilux modelo 2015, se puede analizar los resultados obtenidos.

En los resultados que se fueron dando durante el proceso, que se puede ir analizando, en primera instancia se nota al remover el tapón de la línea de baja presión un poco de fuga del refrigerante, esto quiere decir que en la válvula existía alguna anomalía. Al intentar conectar la manguera de la Clima 6000 en este puerto, daba problema y la conexión no se acoplaba como debía. Se procedió a realizar un ajuste en el pistillo de la válvula, lo cual mejoró la anomalía y se pudo realizar el acople correcto para continuar con el procedimiento.

El siguiente resultado que se estudia es con respecto a la recuperación del refrigerante, en este paso la maquina Clima 6000 extrae todo el refrigerante existente en el sistema del vehículo Toyota Hilux modelo 2015, al hacer esto el fluido pasa por un filtro deshidratante, el cual le va a extraer la humedad y algún sólido que se haya podido generar. La novedad fue que al recuperar el 100% del refrigerante del vehículo, se comprobó que existía un exceso, ya que, según las tablas de recomendación del fabricante, que se encuentra en el anexo 1, para este modelo y versión de vehículo se requieren 450 g del refrigerante, y en el proceso de recuperación se obtuvieron 1020 g. En términos de rendimientos, el sistema de aire acondicionado del vehículo funcionaba con normalidad, pero se distingue que el mantenimiento no fue dado por un especialista, lo cual puede acarrear en otros



inconvenientes del funcionamiento del sistema. Además del gasto que supone para el taller, este exceso de refrigerante de casi el 200%. Una vez recuperado el refrigerante, y realizado el proceso de vacío, se procedió a cargar la cantidad de refrigerante nominal según las recomendaciones del fabricante.

El siguiente punto a analizar, es el del aceite, porque la máquina Clima 6000 esta proveída de dos recipientes para el procesado del aceite, el primero contiene el aceite nuevo y el segundo es un reservorio vacío para extraer el aceite del sistema del vehículo. Al analizar estos recipientes después de todo el proceso, se observa que no hubo cambios en el mismo, esto se debe a que este sistema de aire acondicionado de este vehículo en específico, no requiere aceite. Esta información está disponible en Cantidades de Relleno de Aceite y Refrigerante de Automóviles y Vehículos Industriales, en el anexo 1.

Después de analizar estos puntos, se concluye que la utilización de la maquina Clima 6000 es muy necesaria en el ámbito de mantenimientos de aire acondicionado de vehículos, porque permite reciclar el refrigerante del mismo vehículo en vez de ser desechado a contaminar el ambiente y a su vez permite la carga en proporciones necesarias del refrigerante para que no exista un desperdicio de recursos.

## Conclusiones

Luego de realizar el procedimiento de investigación, es oportuno presentar las principales conclusiones que derivan del estudio realizado en base a los objetivos planteados, las cuales se detallan a continuación.

- Con respecto al primer objetivo específico, se caracterizó los procesos que comprende un sistema de aire acondicionado del vehículo Toyota Hilux 2015. En este sentido se concluye, que el sistema esta comprendido por componentes claves que aportan el funcionamiento efectivo de las unidades de climatización, tales como el compresor, condensador, evaporador, la válvula de expansión, entre otras partes que contribuyen en la función del refrigerante y la adecuación del ambiente en el confort del vehiculo.
- Sobre el segundo objetivo específico, se determinó los parámetros de trabajo del equipo de diagnóstico Clima 6000, mediante una revisión teórica de acuerdo a los manuales de mantenimiento de unidades de climatización de vehículos Toyota Hilux, y asimismo, en relación al uso y manejo de la máquina Clima 6000, donde se establecieron parámetros de trabajo para la realización del diagnóstico en el estado o condiciones de las unidades de climatización. De acuerdo con ello, se concluye en la necesidad de registrar cada uno de los aspectos elementales como es la válvula de expansión, posibles fugas de gas, nivel y tipo de refrigerante, conexiones de tuberías y mangueras, entre otras posibles condiciones que puedan afectar el buen funcionamiento del sistema.
- Por último, se diseñó una guía de práctica para el manetnimiento del sistema de aire acondicionado y el uso de la unidad Clima 6000.

## Recomendaciones

Una vez realizadas las conclusiones derivadas de los objetivos planteados, es importante detallar algunas recomendaciones que pueden servir como orientación para futuros trabajos académicos en la carrera de Ingeniería automotriz.

- Se recomienda verificar que el depósito de refrigerante de la Clima 6000, se encuentre aproximadamente a la mitad, ya que se va a recuperar el refrigerante del vehículo y se almacena en este depósito.
- Mantener siempre actualizado el software de la Clima 6000.
- También, revisar el estado de las mangueras junto con sus conexiones para que no exista fuga durante el proceso.
- Es recomendable consultar las cantidades de refrigerante y aceite que requiere el sistema de aire acondicionado, según el vehículo, para mantenerse dentro de los rangos que indique el fabricante, en archivos como la del anexo 1.
- A las autoridades universitarias, continuar en la formación de calidad para el logro de la eficiencia en los procesos de enseñanza y aprendizajes que deben adquirir los estudiantes como futuros profesionales en el área automotriz.
- A los estudiantes que aún están en camino a un título que los acredite como profesionales en la carrera de Ingeniería automotriz, profundizar en investigaciones afines que les permita llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas de la carrera en curso.
- A la comunidad de trabajadores en el área automotriz, seguir contribuyendo con la formación de estudiantes, abriendo sus puertas para poder aprender haciendo y generando experiencias que favorecen las prácticas profesionales.

## Bibliografía

- Acosta, M., & Tello, W. (2016). *Estudio del aire acondicionado en el consumo de combustible, potencia del motor y confort térmico en la cabina de un vehículo liviano*. Ecuador: Repositorio Digital Institucional de la Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15960?locale=de>
- Aron, S. (5 de Mayo de 2019). *Dassault Systemes*. Obtenido de <https://blogs.solidworks.com/solidworkslatamysp/solidworks-blog/tag/analisis-estructural/>
- Autodidácta.Info. (13 de 12 de 2022). *Manual de calefacción y aire acondicionado en automóviles*. Obtenido de <https://autodidacta.info/refrigeracion/el-exitoso-manual-sobre-sistemas-de-refrigeracion-y-aire-acondicionado-con-buenas-practicas/>
- Bernard, F. (2017). Distribución de campo eléctrico en aisladores de bujías: modelado y simulación por computadora. *revista Diagnostyka*, 18(1), 83. Obtenido de <http://www.diagnostyka.net.pl/Electric-field-distribution-in-spark-plugs-insulators-modeling-and-computer-simulation,69065,0,2.html>
- Bilbao, A., Aguirrebeitia, C., Martínez, C., & Heras, M. (2017). *Guía práctica de elementos finitos en estática*. Madrid: Paraninfo.
- Borja, L., & Enriquez, R. (2014). *Mecanica;cigüeñales;motores;diesel*. (F. d. Automotriz, Ed.) *UIDE - Universidad Internacional del Ecuador*, 13. Obtenido de <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/611>

- Bravo, H., & Castro, L. (2012). *Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada*. Colombia: Universidad Tecnológica de Bolívar. Obtenido de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063129.pdf>
- Castellanos, J. (2022). Modulo 1. Estructura y funcionamiento del sistema de Aire Acondicionado Automotriz. Sistema de Aire acondicionado. *Centro Internacional de instrucción técnica automotriz*, 11.
- Cequeira, J., & Fontana, L. (2019). *Termodinámica : apunte didáctico* (Vol. Colección: Cuadernos de Cátedra). Argentina: Universidad Nacional de Misiones. Obtenido de [https://editorial.unam.edu.ar/images/documentos\\_digitales/F8\\_TERMODINMICA\\_Parte1.pdf](https://editorial.unam.edu.ar/images/documentos_digitales/F8_TERMODINMICA_Parte1.pdf)
- Charco, J. (2020). *Implementación de un banco de pruebas del sistema de aire acondicionado y calefacción para la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*. Ecuador: Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/24870>
- Cruz, V. (2015). *Análisis de falla del cigüeñal de un motor MWM-ACTEON 4.12 TCE*. Pachuca: SEP.
- Donado, A. (1 de 9 de 2020). *Estudio de los diferentes Tipos de Gas efrigerante Automotriz*. Recuperado el 8 de 6 de 2023, de <https://autosoporte.com/estudio-de-los-diferentes-tipo-de-gas-refrigerante-automotriz/>

- Ecuador Documentos. (2019). *Equipos de recarga de sistemas de climatización devehículos automóviles. Manual de Utilización y Mantenimiento Ver. 1.0.* Ecuador. Obtenido de <https://fdocuments.ec/document/manual-clima-6000.html>
- Erazo, W., Quiroz, J., Salazar, B., Pallo, A., Quiroz, L., & Zambrano, V. (2017). Modelación del parámetro de identificación de diagnóstico PID's, del sensor de temperatura de refrigerante del motor ECT del sistema de control de inyección electrónica de combustible EFI, mediante regresión no lineal. (U. I. UIDE, Ed.) *Revista INNOVA*, 2(12). doi:<https://doi.org/10.33890/innova.v2.n12.2017.308>
- Erazo, W., Quiroz, L., Paucar, H., & Yupa, V. (2017). Análisis del flujo de aire acondicionado en el habitáculo del vehículo híbrido toyota prius mediante elementos finitos. (U. d. ESPE, Ed.) *INFOCIENCIA*, 11(1), 61. Obtenido de [jbucheli,+9.-](#)  
Articulo+Análisis+del+flujo+de+aire+acondicionado+en+el+habitáculo+del+vehículo+híbrido+toyota+prius+mediante+elementos+.pdf
- Garavito, M. (2018). *Plan De Mantenimiento Preventivo para flota de generadores empresa Generación Y Sistemas S.P.A.* Chile: Universidad Técnica Federico Santa María. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/45813/3560901544009UTFSM.pdf>
- Globaltech - Equipos automotrices. (2021). Equipo para mantenimiento preventivo y correctivo de AC automotriz. *BRIAN BEE CLIMA 6000*, 8. Obtenido de

<https://globaltechla.com/eBusiness/brainbee/presentacion-negocio-clima-6000.pdf>

GlobalTech. (2021). *Estación automática de mantenimiento a/c - CLIMA 6000 PLUS ECO*. Obtenido de <https://globaltech-car.com/wp-content/uploads/2019/07/CLIMA-6000-ECO.pdf>

Gómez, S. (2018). *Análisis tensional de un cigüeñal de un motor de combustión interna alternativo mediante elementos finitos*. Cantabria: UniCan.

González, D. (2018). *Motores 2da Edición*. Madrid: Paraninfo.

Guerrero, E., Chiriguaya, L., Angulo, A., & Chuiza, J. (2015). *Proyecto de "Restauracion Toyota Hilux 1998"*. Ecuador: Instituto de Tecnologías. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/29830/1/Tesis%20Restauracion%20Toyota%20Hilux%201998.pdf>

Hella S.A. (2020). *Climatización del vehículo conocimientos básicos para el taller*. México: Behr Hella Service GmbH, Schwäbisch Hall. Obtenido de [https://tecnomaxequip.com.ar/wp-content/uploads/2020/12/climatizacion\\_vehiculo.pdf](https://tecnomaxequip.com.ar/wp-content/uploads/2020/12/climatizacion_vehiculo.pdf)

Hella Tech World. El aliado del Taller. (13 de 12 de 2022). *Cargas para aires acondicionados: cantidad de refrigerante y de aceite*. Obtenido de <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Climatizacion-de-vehiculos/Carga-aire-acondicionado-2114/>

Henao, F., Arango, J., & González, J. (2018). *Evaluación Energética del Sistema de Aire Acondicionado Automotriz Basado en la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica*. Ecuador: Instituto Tecnológico Metropolitano. Obtenido de

<https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/428/HenaoOcampoFelipe2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hidrobo, A. (2018). *Adaptación e implementación de un sistema de aire acondicionado y calefacción para evitar el empañamiento de los vidrios en la camioneta Chevrolet D-Max*. Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador. Obtenido de

<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2823/1/T-UIDE-2002.pdf>

Hilux Surf-Vigo. (13 de 12 de 2022). *Plan de Mantenimiento Hilux*. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/plan-de-mantenimiento-hilux-3-pdf-free.html>

Jumbo, J., & Macas, R. (2016). *Diseño y construcción de un sistema de Aire Acondicionado para prácticas estudiantiles en la carrera de Ing. Electromecánica de la U.N.L*. Ecuador: Universidad de Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/16928/1/Jumbo%20Quichimbo%2C%20Julio%20Amideo%2C%20Macas%20Curipoma%2C%20Ramiro%20Homero.pdf>

Leitón, Y. (2022). *Diseño y construcción de un módulo didáctico del sistema de aire acondicionado como recurso de aprendizaje para los estudiantes de Mecánica Automotriz*. Ecuador: Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva. Obtenido de <http://dspace.istvidanueva.edu.ec/bitstream/123456789/251/1/LEITON%20YAR%20JEFFERSON%20ALEXANDER.pdf>

Moposita, C. (13 de 12 de 2022). *Plan de Mantenimiento Toyota Hilux*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: [docu.com/ec/document/universidad-](http://docu.com/ec/document/universidad-)



tecnicadeambato/tecnologia-de-la-informacion-y-comunicacion/plan-de-mantenimiento-toyota-hilux/21685668

Morante, L. (13 de 3 de 2021). *Conoce los 5 tipos de compresores.* . Obtenido de AutoMéxico.com: <https://automexico.com/mantenimiento/conoce-los-tipos-de-compresor-aid11815>

Reyes, A. (2014). Validación de modelos hidrodinámicos de tres modelos topológicos de lagunas facultativas secundarias. *Scielo*, 637-654.

Ríos, N., Valdés, J., Pineda, H., Daza, M., Pinilla, A., Becerra, D., . . . Sierra, A. (2020). *Introducción a la dinámica computacional de fluidos en Ingeniería Química*. Bogotá: Universidad de los Andes.








Rosales, J. (2014). *Diseño, desarrollo, verificación y liberación de líneas de aire acondicionado del sistema de climatización*. México: Instituto Politecnico Nacional. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14036/2032%202014%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Todo Mecánica. (13 de 12 de 2022). <https://www.todomecanica.com/blog/29-curso-aire-acondicionado.html>. Obtenido de <https://www.todomecanica.com/blog/29-curso-aire-acondicionado.html>

Vera, E., Morales, D., Peña, A., & Rodríguez, A. (2019). *Ergonomía para pilotos de monoplaça*. Ecuador: Centro de formación. Obtenido de <https://www.colloquiumbiblioteca.com/index.php/web/article/view/10>

## Anexos

### Anexo 1: Cantidades de Relleno de Aceite y Refrigerante de Automóviles y Vehículos Industriales 2010/2011

						 ml
<b>Toyota</b>						
Landcruiser (J12)	2003-07.04	R134a	620-680	ND Oil 8	PAO 68 ó PAG ISO 46	0
Con Kühlbox	2003-07.04	R134a	720-780	ND Oil 8	PAO 68 ó PAG ISO 46	0
Con sistema de aire acondicionado atrás	2003-07.04	R134a	770-830	ND Oil 8	PAO 68 ó PAG ISO 46	0
Con sistema de aire acondicionado atrás + con Kühlbox ISO 46	2003-07.04	R134a	870-930	ND Oil 8	PAO 68 ó PAG	0
Landcruiser (J12)	07.04-	R134a	600	PAG	PAO 68 ó PAG ISO 46	125
Con Nevera portátil	07.04-	R134a	700	PAG	PAO 68 ó PAG ISO 46	125
Con sistema de aire acondicionado atrás	07.04-	R134a	750	PAG	PAO 68 ó PAG ISO 46	180
Con sistema de aire acondicionado atrás + con Nevera portátil	07.04-	R134a	850	PAG	PAO 68 ó PAG ISO 46	180
Hi-Lux	1989-93	R12	700-800	Dens Oil 6	PAO 68	0
Hi-Lux	1993-96	R134a	700-800	Dens Oil 8	PAO 68 ó PAG ISO 46	0
Hi-Lux	1997-05	R134a	500-600	Dens Oil 8	PAO 68 ó PAG ISO 46	0
Hi-Lux	08.2005-09	R134a	450	Dens Oil 8	PAO 68 ó PAG ISO 46	0

- Se puede encontrar tablas como la que se muestra, con las marcas, modelos y años de los vehículos y la cantidad que requieren de refrigerante y el tipo, también el aceite y el tipo de aceite, según la densidad y norma, en el siguiente link: [https://www.infotaller.tv/archivos/folleto\\_recomendaciones1\\_0.pdf](https://www.infotaller.tv/archivos/folleto_recomendaciones1_0.pdf)

