

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ESTUDIO DEL AIRE ACONDICIONADO EN EL CONSUMO DE  
COMBUSTIBLE, POTENCIA DEL MOTOR Y CONFORT  
TÉRMICO EN LA CABINA DE UN VEHÍCULO LIVIANO**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGÍSTER EN  
SISTEMAS AUTOMOTRICES**

**ING. MIGUEL ANTONIO ACOSTA CORRAL  
(miguelacostacorral@gmail.com)**

**ING. WILLIAM PAÚL TELLO FLORES  
(william\_82\_2000@hotmail.com)**

**DIRECTOR: ING. JORGE MARTÍNEZ CORAL, MSc.  
(mcjorge7@hotmail.com)**

**Quito, JUNIO 2016**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Miguel Antonio Acosta Corral y William Paúl Tello Flores, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Miguel Antonio Acosta Corral**

---

**William Paúl Tello Flores**

## CERTIFICACIÓN

III

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Miguel Antonio Acosta Corral y William Paúl Tello Flores bajo mi supervisión.

---

**Ing. Jorge Martínez Coral, MSc.**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**Ing. Iván Zambrano, MSc.**  
**COORDIRECTOR DE PROYECTO**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que nos han apoyado con sus conocimientos, experiencias y logística para el desarrollo de esta investigación: Ingeniero Jorge Martínez MSc., ingenieros de CICCEV, Ingeniero Jorge Guarnizo MSc., Ingeniero Martín Portilla, TECNICAR, INESTRUCSUR y especialmente a mi compañero William Tello que sin su experiencia en el área del Aire Acondicionado Automotriz no hubiera sido posible realizar este trabajo.

**Miguel Acosta Corral**

Un infinito agradecimiento a Dios por darme la vida y haberme dado la oportunidad de culminar una meta más, en este largo camino académico.

A mis padres, por sus consejos y apoyo en todos mis proyectos. A cada uno de mis hermanos, ya que de cada uno de ellos aprendo siempre cada día.

A mi novia Silvana, por su incondicional apoyo y ánimo para culminar mis metas.

A mi amigo Miguel, a nuestro tutor, ya que contribuyeron a la culminación de este nuevo reto.

**William Tello Flores**

**DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia y a mi esposa María de los Ángeles, que han sido la fuerza impulsadora para terminar con éxito el Postgrado.

**Miguel Acosta Corral**

A mis padres, Jorge Tello y Zoila Flores, a mi novia Silvana Lasso, que con mucho cariño y comprensión hicieron que esto fuera posible. Los quiero.

**William Tello Flores**

## CONTENIDOS

<b>DECLARACIÓN</b> .....	<b>II</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>V</b>
<b>CONTENIDOS</b> .....	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XIII</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>XIV</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 CLIMATIZACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO EN VEHÍCULOS .....	2
1.3 PSICROMETRÍA DE CABINAS DE VEHÍCULOS LIVIANOS. ....	5
1.4 TEMPERATURAS CRÍTICAS AL INTERIOR DE VEHÍCULOS LIVIANOS .....	7
1.5 HUMEDAD RELATIVA Y CONFORT TÉRMICO. ....	9
1.6 CARGAS TÉRMICAS DE LA CABINA DEL VEHÍCULO .....	12
1.7 RÉGIMEN DE USO DEL AIRE ACONDICIONADO .....	13
1.8 CONSUMO DE POTENCIA Y COSTOS EXTRAS POR EL USO DEL AIRE ACONDICIONADO .....	14
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
<b>PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>17</b>
2.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	17
2.1.1 MODELO DE INVESTIGACIÓN .....	18
2.2 ENSAYOS .....	18
2.2.1 CONFIABILIDAD DEL ENSAYO .....	23
2.3 RUTAS SELECCIONADAS .....	23

	VII
2.4 INSTRUMENTACIÓN.....	26
2.4.1 PROCEDIMIENTO PARA TOMA DE DATOS.....	30
2.4.2 HOJA DE DATOS.....	34
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>36</b>
<b>DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>36</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DEL VEHÍCULO UTILIZADO.....	36
3.1.1 DIMENSIONES DEL VEHÍCULO.....	37
3.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA CARROCERÍA.....	39
3.1.3 CARGAS TÉRMICAS PROPIAS DEL VEHÍCULO.....	40
3.1.4 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL VEHÍCULO.....	41
3.1.5 COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DEL VEHÍCULO.....	43
3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS RUTAS SELECCIONADAS.....	44
3.2.1 RUTA URBANA.....	44
3.2.2 RUTAS EN CARRETERA.....	45
3.2.2.1 RUTA EN CARRETERA DE LA COSTA.....	46
3.2.2.2 RUTA EN CARRETERA DE LA SIERRA.....	47
3.3 REGISTRO DE DATOS REFERENTES A TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA.....	48
3.4 REGISTRO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....	49
<b>CAPITULO 4 .....</b>	<b>54</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
4.1 ANÁLISIS DEL CONFORT TÉRMICO.....	54
4.1.1 CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DEL VEHÍCULO.....	56
4.1.2 ANÁLISIS DE LA RUTA URBANA.....	56
4.1.3 ANÁLISIS DE LAS RUTAS EN CARRETERA.....	58
4.1.3.1 RUTAS EN LA SIERRA.....	58
4.1.3.1.1 RUTA OTAVALO-IBARRA.....	58
4.1.3.1.2 RUTA AMBUQUÍ-EL JUNCAL.....	59
4.1.3.2 RUTA TONSUPA-SÚA.....	60
4.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....	60

	VIII
4.3 ANÁLISIS DE LA PÉRDIDA DE LA POTENCIA.....	64
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	73
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	73
5.1 CONCLUSIONES.....	73
5.2 RECOMENDACIONES.....	75
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	76
<b>ANEXOS</b> .....	77



**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1 ESQUEMA DEL CANISTER.....	78
Anexo 2 HOJA DE DATOS.....	79
Anexo 3 CARTA PSICROMÉTRICA DE QUITO.....	80
Anexo 4 CARTA PSICROMÉTRICA DE IBARRA.....	81
Anexo 5 PSICROMÉTRICA DE EL JUNCAL.....	82
Anexo 6 CARTA PSICROMÉTRICA DE ESMERALDAS.....	83
Anexo 7 CUADRO COMPARATIVO DE RESISTENCIA TÉRMICA DE DIFERENTES MATERIALES.....	84
Anexo 8 TABLAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS.....	85
Anexo 9 HOJAS DE REGISTRO DEL CCICEV.....	90
Anexo 10 CUADRO DE COMPARACIÓN DE DATOS PARA VALIDACIÓN DEL CANISTER.....	92
Anexo 11 REGISTRO DE DATOS.....	94
Anexo 12 CUADRO DE TEMPERATURAS.....	151
Anexo 13 CUADRO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....	153
Anexo 14 REGISTRO DE TIEMPOS DE ENCENDIDO Y APAGADO DEL CLUTCH DEL COMPRESOR.....	155
Anexo 15 REGISTRO DE RADIACIÓN PARA LA CIUDAD DE QUITO.....	156
Anexo 16 FORMULAS PARA EL CALCULO DE CONSUMO DE POTENCIA.....	157
Anexo 17 MEMORIA DE CÁLCULO.....	158
Anexo 18 MANUAL DE USO DEL AIRE ACONDICIONADO.....	162

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Aislamiento térmico del vestido (clo).....	11
Tabla 2 Protocolo de pruebas.....	19
Tabla 3 Dimensiones del vehículo utilizado.....	38
Tabla 4 Dimensiones interiores de la cabina.....	38
Tabla 5 Áreas de los parabrisas y ventanas del vehículo.....	38
Tabla 6 Valores para determinar el coeficiente global de transferencia de calor.....	43
Tabla 7 Valores ambientales promedio de los ensayos.....	49
Tabla 8 Valores de cabina sin aire acondicionado.....	49
Tabla 9 Valores de cabina con aire acondicionado.....	49
Tabla 10 Consumo de combustible en ruta urbana.....	50
Tabla 11 Consumo de combustible, ruta Otavalo - Ibarra.....	51
Tabla 12 Consumo de combustible, ruta Ambuquí-El Juncal.....	52
Tabla 13 Consumo de combustible, ruta Tonsupa-Súa.....	53
Tabla 14 índice de bochorno dentro de la cabina.....	55
Tabla 15 Resultados de cálculo y comparación de temperaturas.....	57
Tabla 16 Resultados de cálculo y comparación de la ruta Otavalo- Ibarra.....	58
Tabla 17 Resultados de cálculo y comparación de la ruta Ambuquí-El Juncal.....	59
Tabla 18 Resultados de cálculo y comparación de la ruta Tonsupa- Súa.....	60
Tabla 19 Consumo de combustible.....	61
Tabla 20 Costo de combustible.....	63
Tabla 21 Potencia entregada al motor.....	65
Tabla 22 Potencia entregada al aire acondicionado.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del sistema de aire acondicionado automotriz.....	3
Figura 2. Carta psicrométrica del confort térmico.....	7
Figura 3. Índice de intolerancia térmica o Humidex.....	9
Figura 4. Flujograma general de la investigación.....	22
Figura 5. Mapa de Quito, con la posible zona para ensayo de ruta urbana.....	24
Figura 6. Mapa de la provincia de Imbabura, para ensayo en la sierra. ....	25
Figura 7. Mapa de Atacames, para ensayo en la costa. ....	25
Figura 8. GPS Garmin e-trex 20. ....	26
Figura 9. Termómetros digitales. ....	26
Figura 10. Tacómetro y Odómetro del vehículo. ....	27
Figura 11. Canister con sus conexiones y compresor.....	27
Figura 12. Canister con las válvulas inferiores en posición de trabajo. ....	28
Figura 13. Canister con las válvulas superiores en posición de trabajo. ....	28
Figura 14. Recipiente, embudo y probeta graduada. ....	29
Figura 15. Canister instalado. ....	29
Figura 16. Conexiones del canister en el motor. ....	30
Figura 17. Flujograma para la toma de datos.....	31
Figura 18. Hoja de datos.....	35
Figura 19. Elementos de la Toyota Fortuner. ....	37
Figura 20. Aislamiento de la cabina. ....	39
Figura 21. Espesor de la puerta trasera del vehículo. ....	40
Figura 22. Luces al interior de la cabina. ....	41
Figura 23. Salidas y controles delanteros del aire acondicionado. ....	42
Figura 24. Salidas y control de aire en el techo. ....	42
Figura 25. Ruta urbana en la ciudad de Quito.....	45
Figura 26. Tramo de carretera en la costa. ....	46
Figura 27. Tramo de carretera en la sierra.....	47
Figura 28. Tramo de carretera en la sierra.....	48
Figura 29. Rendimiento de combustible en Quito ruta urbana con y sin A/C.....	50

Figura 30. Rendimiento de combustible en la ruta Otavalo-Ibarra con y sin A/C .....	51
Figura 31. Rendimiento de combustible en la ruta Ambuquí-El Juncal con y sin A/C.....	52
Figura 32. <i>Rendimiento de combustible en la ruta Tonsupa-Súa con y sin A/C</i> .....	53
Figura 33. Rendimiento de combustible en las diferentes rutas. ....	62
Figura 34. Aumento de combustible por el uso de A/C. ....	62
Figura 35. Esquema del sistema de aire acondicionado. ....	67
Figura 36. Ciclo termodinámico del sistema de aire acondicionado. ....	67
Figura 37. Diámetros de polea del cilindro y el cigüeñal .....	69
Figura 38. Ciclo de encendido y apagado del compresor en Quito. ....	70
Figura 39. Posición real de condensador y radiador en el vehículo. ....	71
Figura 40. Consumo real de potencia del compresor.....	72

## RESUMEN

Este trabajo considera el estudio del aire acondicionado en el consumo de combustible, potencia del motor y confort térmico en la cabina de un vehículo liviano. Así como también:

- En el Capítulo 1 se identifica los principales parámetros teóricos que están presentes en la investigación como son: cargas térmicas en la cabina, psicometría del ambiente en la cabina, definiciones de temperaturas críticas, confort térmico; el consumo de potencia y costos extra por el uso del aire acondicionado.
- En el Capítulo 2 se planifica la investigación estableciendo un protocolo de pruebas tomando en cuenta las temperaturas de la cabina, el consumo de combustible con y sin uso del aire acondicionado así como la descripción de la instrumentación requerida para la toma formal de datos.
- En el Capítulo 3 se describe el vehículo seleccionado, se determinan los valores de las cargas térmicas de la cabina, el coeficiente global de transferencia de calor y se selecciona las rutas, además, se registran los datos de temperaturas y consumo de combustible de las pruebas realizadas con el protocolo de pruebas.
- En el Capítulo 4 se analizan los datos de temperaturas de confort, consumo de combustible y potencia con los resultados de las pruebas realizadas en las rutas seleccionadas
- En el Capítulo 5 se establecen las conclusiones y recomendaciones basadas en la investigación.
- En la sección de Anexos se detalla un manual de uso del aire acondicionado para diversas condiciones de operación.

## PRESENTACIÓN

En este trabajo se desarrolló un método de investigación con el fin de obtener los datos de consumo de combustible en un vehículo liviano en diferentes zonas geográficas del país, con el fin de analizar costos económicos y mejorar la calidad de aire en el interior de la cabina.

Se analiza las variables que influyen directamente en el uso del aire acondicionado para posteriormente estudiar la caída en la potencia del motor por el uso del sistema de climatización.

Se define el tipo de vehículo de prueba en base a los modelos más vendidos de la marca Toyota.

Se determina los rangos de temperatura que ayuden a controlar en forma óptima el uso del aire acondicionado así como el consumo de combustible obtenido en la investigación.

Se realiza un manual de uso del aire acondicionado para vehículos livianos, dicho manual puede ser entregado a los clientes en los concesionarios interesados.

Se elabora un protocolo de pruebas para establecer los datos de confort térmico, consumo de combustible y caída de potencia del motor.

Esta investigación se justifica porque para los usuarios de la región sierra no es común el uso del aire acondicionado, pero debido al cambio climático se han visto en la necesidad de adquirir vehículos que cuentan con este sistema; mientras que para los usuarios de la costa el uso del aire acondicionado es prácticamente obligatorio. La activación del aire acondicionado puede estar determinado por algunos factores tales como el tráfico en horas pico, así como mantener las ventanas de la cabina cerradas por seguridad; además se usa en malas condiciones de camino (polvo) y en

ocasiones para mejorar la visión del parabrisas (uso del desempañador). Estos usuarios solo conocen el costo adicional del accesorio, pero no el gasto extra de combustible y mantenimiento del sistema.

Por la falta de información concerniente a la utilización aire acondicionado, el usuario comete errores en el uso y mantenimiento del mismo, provocando defectos al sistema como son: malos olores y pérdida de eficiencia en el sistema de aire acondicionado, así como daños a la salud, que son quejas permanentes en los concesionarios de vehículos, los mismos que han manifestado interés en este estudio.

## CAPÍTULO 1

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1 INTRODUCCIÓN.

La climatización de espacios habitables que ocupa el ser humano consiste en crear condiciones de temperatura, humedad y calidad del aire adecuadas.

No se debe pensar que el término “climatización” se refiere únicamente al enfriamiento del aire, ya que dicha expresión significa crear las condiciones necesarias de confort para climas fríos o cálidos.

Por lo tanto, la climatización se basa en tres aspectos principales: la ventilación, la calefacción (para climas o épocas frías), y el enfriamiento (para climas o épocas calientes), estos tres conceptos básicos se relacionan con el termino HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning)

Cabe notar que el término refrigeración se aplica a temperaturas cercanas al cero y bajo cero, es decir para cámaras frigoríficas, espacios fríos y sistemas de refrigeración, entonces para aire acondicionado el término correcto es enfriamiento porque la mínima temperatura de trabajo es 10°C, que es alta en comparación a los intervalos de temperatura que maneja la refrigeración propiamente dicha, que van desde los 4°C hasta -25°C. Temperaturas menores a esta referencia estaríamos en el campo de la criogenia.

La climatización puede ser natural o artificial, en este trabajo se tratará solamente de la artificial.

El termino A/C que se usa en la mayoría de los pasajes del manuscrito para abreviar la palabra Aire Acondicionado, proviene del vocablo inglés **Air**



**Conditioner**, misma abreviatura que se utiliza en las consolas de los vehículos.

## 1.2 CLIMATIZACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO EN VEHÍCULOS.

Una instalación de climatización puede ser completa o parcial. La climatización completa trata el aire de los ambientes en todos sus parámetros: limpieza (ventilación, filtrado), temperatura (verano e invierno), humedad y presión, será parcial cuando no trate más que algunas de estas partes. En nuestros vehículos un sistema parcial muy comunes el de calefacción, que sirve para el invierno o climas fríos, y que no trata el aire de ventilación. Un método sencillo para regular la temperatura del ambiente dentro del habitáculo es el uso de las ventanas del vehículo, esto no logra controlar el filtrado y la humedad relativa del aire cuyo manejo es difícil especialmente en climas húmedos.

Un sistema completo de climatización comprendería estos criterios:<sup>1</sup>

- Generación de energía térmica (frío con el evaporador o calor con radiador de calefacción).
- Transporte de esa energía térmica a donde será utilizada. Este transporte se hará generalmente por gas o líquido refrigerante en forma primaria si es para enfriamiento o para calefacción respectivamente.

El uso de la energía térmica puede ser:

- El aire del exterior (aire de ventilación), que también puede ser recirculado, el sistema lo mezcla, lo trata y lo impulsa hacia la cabina nuevamente si es necesario.
- El transporte, con aire tratado previamente, se realiza por conductos adecuados para llevarlo a la cabina y su dispersión en el sitio, de modo que el aire tratado alcance toda la zona considerada como "habitada".

---

<sup>1</sup>Mitchell Information Services; Manual de Reparación de Sistemas de Aire Acondicionado Automotrices, Tomo 1; Prentice Hall; México; 2011, página 12.

Los elementos del sistema de aire acondicionado se detallan en la Figura 1.

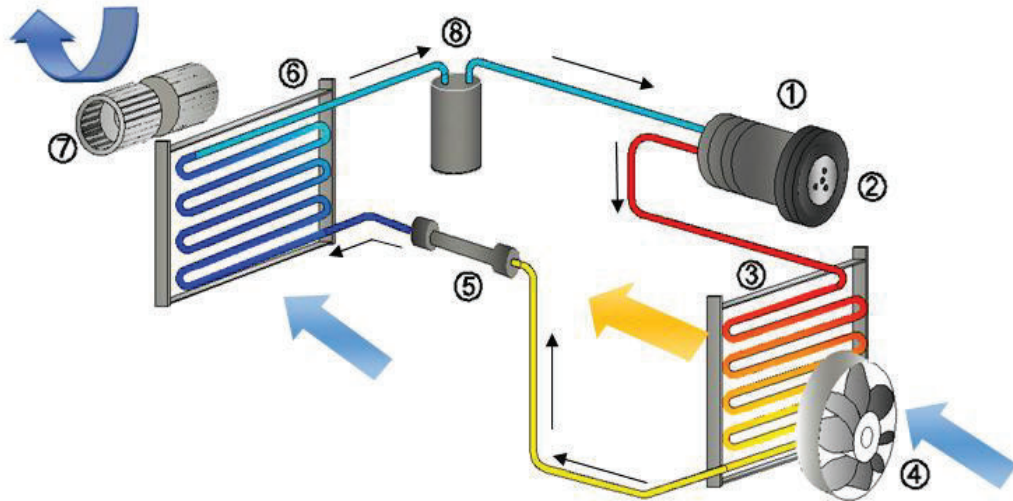


Figura 1. Componentes del sistema de aire acondicionado automotriz.<sup>2</sup>

1. Compresor.
2. Embrague del compresor.
3. Condensador.
4. Ventilador del condensador.
5. Válvula de expansión.
6. Evaporador.
7. Ventilador de la cabina (blower fan).
8. Acumulador.

### Compresor.-

El compresor es un elemento que comprime el gas refrigerante, está unido al motor mediante una correa de transmisión para aprovechar la potencia de este. Se encarga de dividir al sistema de aire acondicionado en dos secciones: el de alta presión y el de baja presión. El compresor absorbe el gas refrigerante proveniente del evaporador, lo comprime y lo envía al condensador.

<sup>2</sup> Fuente. Los Autores

**Condensador.-**

El condensador sirve para dispersar el calor, generalmente está ubicado frente al radiador. En el interior del condensador, el gas refrigerante (que se encuentra caliente) es enviado desde el compresor, durante este proceso, el gas se enfría y se condensa para convertirse en líquido a alta presión.

**Válvula de expansión térmica (TXV).-**

La TXV (termal expansion valve) se refiere a un regulador de presión. Esta válvula mide la temperatura y la presión del sistema, además regula el flujo de refrigerante que ingresa al evaporador

**Evaporador.-**

El evaporador se encarga de absorber el calor y el exceso de humedad dentro de la cabina del vehículo. Este elemento posee aletas de aluminio por las que circula aire caliente que hace que el refrigerante contenido en los tubos se evapore, es también donde la humedad se condensa y el líquido es drenado hacia el exterior. La temperatura ideal del evaporador es de 0 °C.

**Acumulador.-**

Este elemento está ubicado a la salida del evaporador, su principal función es la almacenar el líquido que se evapora, ya que si ingresa líquido al compresor, se puede averiar, complementariamente ayuda a eliminar humedad e impurezas.

**Ventilador de la cabina o blower fan/motor.-**

Es un ventilador de accionamiento eléctrico cuya función principal es suministrar o mover el aire, ya sea del A/C o de la calefacción, dentro de la cabina del vehículo, lo que regula el caudal que ingresa. Se encuentra localizado debajo del tablero de instrumentos en el compartimento de la calefacción.

**Sensor termistor.-**

Se trata de un sensor tipo sonda cuya función es la de medir los cambios en la temperatura del evaporador para así controlar el encendido y apagado del compresor, se encuentra ubicado en el evaporador.

**1.3 PSICROMETRÍA DE CABINAS DE VEHÍCULOS LIVIANOS.**

Se entiende por psicrometría, como la medición de contenido de humedad en el aire<sup>3</sup>. Para establecer la psicrometría al interior de las cabinas de los vehículos livianos se debe entender qué es la sensación térmica que experimenta el cuerpo humano. El cuerpo humano que reacciona ante las condiciones térmicas del ambiente, a esto se denomina sensación térmica. Un ejemplo de sensación térmica es que una persona puede sentir calor o frío, por la suma de una serie de parámetros que influyen en esta sensación (velocidad del viento, humedad relativa, etc.), sin importar lo que diga un termómetro.

Estos parámetros son:

- Temperatura de bulbo seco, que mide la temperatura del aire sin considerar factores ambientales como la radiación, la humedad o el movimiento del aire.
- Humedad relativa del aire, que puede calcularse a partir de la temperatura de bulbo húmedo, que representa una forma de medir el calor en un sistema en el que interactúan generalmente aire y vapor de agua.
- Velocidad del aire.
- Estado de salud de la persona.
- Índice metabólico, o sea el calor producido por el cuerpo.
- Índice de indumentaria (clo), es el mayor o menor aislamiento que produce la vestimenta que se lleva puesta, entendiéndose por indumentaria el conjunto de ropa, calzado y accesorios.

---

<sup>3</sup> <https://avdiaz.files.wordpress.com/2009/01/i-unidad3.pdf>

Se debe tomar en cuenta que no todas las personas reaccionan del mismo modo ante determinadas características del ambiente térmico; siempre ha habido personas que sienten frío en mayor o menor medida, de modo que para tener en cuenta esta cuestión, se ha definido la Opinión Media Estimada (PMV).

**Opinión media estimada<sup>4</sup>.** Llamado PMV (Predicted Mean Vote), es un índice establecido para reflejar la opinión media estadística de un grupo numeroso de personas respecto de la sensación térmica percibida en un ambiente dado, definido por el conjunto de parámetros anteriormente descritos.

Efectivamente, es casi imposible que una combinación dada de valores de los parámetros sea capaz de satisfacer a todo el mundo desde el punto de vista térmico. Para este índice se considera que se aproxima más la opinión cuando el valor se aproxima a cero, pero se consideran valores adecuados los comprendidos entre  $-0,5 < PMV < +0,5$ .

La carta psicrométrica mostrada representa la aceptable combinación de temperatura del aire y valores de humedad, de acuerdo al método PMV de la norma ASHRAE 55-2010. La zona de confort en azul representa el 90% de aceptabilidad, los cuales están en el parámetro aceptado de PMV.

---

<sup>4</sup>ASHRAE Norma 55-103. Thermal environmental conditions for human occupancy.

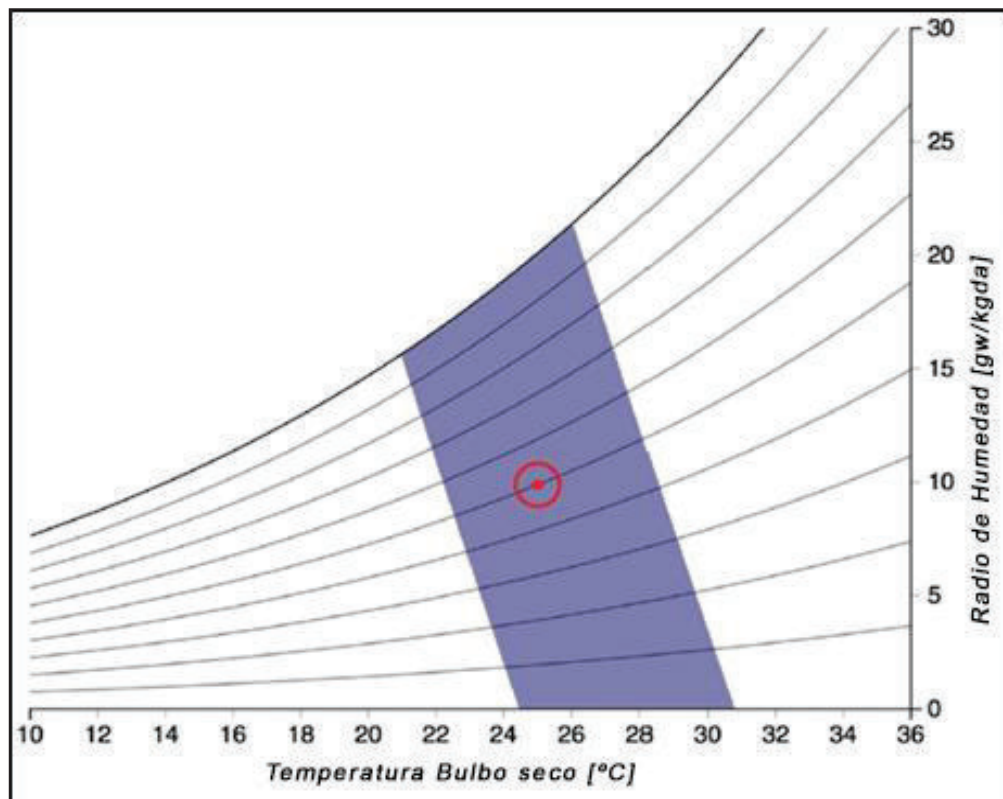


Figura 2. Carta psicrométrica del confort térmico<sup>5</sup>.

La figura 2 es aplicable a alturas de terreno situadas a nivel del mar y hasta 900 metros sobre el nivel del mar (msnm). En el Anexo 3 se encuentra la carta psicrométrica de la ciudad de Quito donde se señala la zona de confort térmico correspondiente.

#### 1.4 TEMPERATURAS CRÍTICAS AL INTERIOR DE VEHÍCULOS LIVIANOS.

Teniendo en cuenta los parámetros de temperaturas y humedad relativa son índices que se asocian con la sensación térmica. Estos índices se llaman temperaturas críticas. En otras palabras, estos índices reflejan la sensación de un sujeto, que en el ambiente estudiado, sería la misma que tendría en un espacio cerrado, en el que el aire y las superficies del

<sup>5</sup>ASHRAE 55-2010.

habitáculo tienen una temperatura igual al de los índices, con una humedad relativa igual al 100% y con la velocidad del aire en reposo.

Esta definición de índice determina que el intercambio de calor por convección, conducción y radiación se hace a la temperatura del índice, mientras que el aire en reposo y la humedad relativa del 100% impiden completamente el intercambio por evapotranspiración o sudoración.

Cuando estos índices tienen valores similares a las temperaturas de la franja de comodidad psicrométrica, se puede hablar de comodidad térmica para una persona que está en reposo y con un índice de indumentaria normal (0,7 a 1 clo).

Un índice importante es el de intolerancia térmica

- Temperatura de intolerancia térmica, que en Canadá se usa el término índice humidex, y en Estados Unidos índice de calor (heat index) que tiene en cuenta la interacción de temperaturas secas elevadas y la humedad relativa. Es un índice incompleto, puesto que no contempla la velocidad del aire, que puede aminorarla intolerancia térmica de forma importante.

A continuación se presenta el índice humidex. En el cual los colores verde representan las temperaturas tolerables, mientras que el amarillo y rojo las temperaturas intolerables.

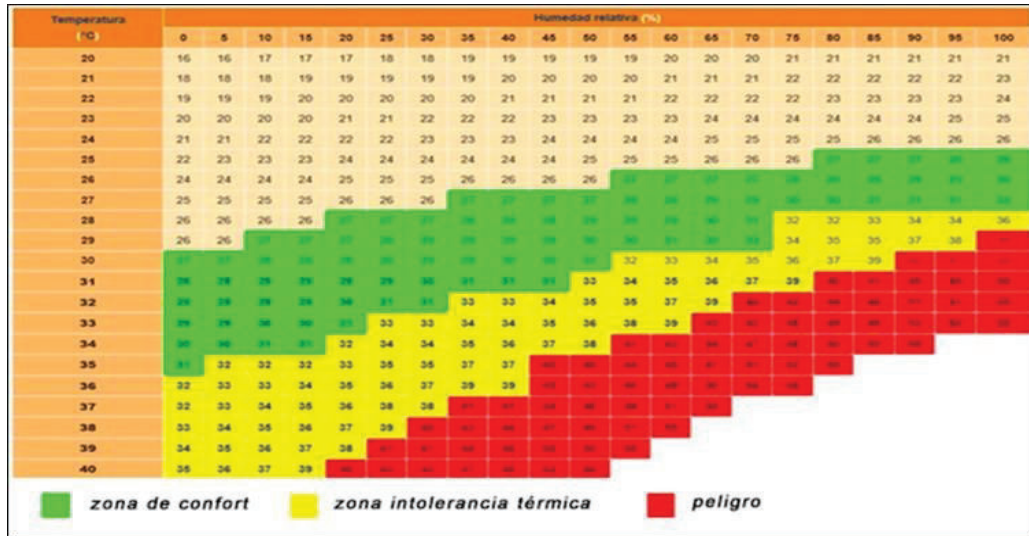


Figura 3. Índice de intolerancia térmica o Humidex<sup>6</sup>.

Para el mejor entendimiento del confort térmico se tomara en cuenta la temperatura de sensación, ya que estos valores de temperatura darán una idea de la comodidad o incomodidad del usuario.

A continuación se muestra la fórmula de temperatura de sensación, la cual se encuentra en función de la temperatura del aire y de la velocidad del viento<sup>7</sup>:

$$T_{\text{sensación}}(^{\circ}\text{C}) = 13.12 + 0.6215T - 11.37V^{0.16} + 0.3965T(V^{0.16}),$$

donde: T(°C), V(Km/h)[1]

## 1.5 HUMEDAD RELATIVA Y CONFORT TÉRMICO.

La comodidad térmica, está sujeta a tres factores.<sup>8</sup>

- El factor humano, que incluye la manera de vestir, la actividad y el tiempo durante el cual las personas permanecen en la misma situación, las cuales influyen sobre la comodidad térmica.

<sup>6</sup>Vademecum Remer.

<sup>7</sup> <http://www.tutiempo.net/meteorologia/nuevo-windchill.html>

<sup>8</sup>CengelYunus, Boles Michael; Termodinámica; 7ma edición; McGraw Hill; México; 2009, páginas 747-749.



- El aire: temperatura, velocidad y humedad relativa.
- El espacio: la temperatura radiante media de las paredes o límites del local considerado.

Algo muy importante es que el concepto de comodidad térmica de las personas es muy variable, porque depende del gusto, la aclimatación o actividad realizada.

El cuerpo humano consume energía metabólica para regular los cambios climáticos. La sensación de comodidad se debe a la existencia de un microclima que evita la reacción del cuerpo ahorrando energía, lo que se llama termorregulación natural mientras que la vestimenta es una termorregulación artificial.

La temperatura normal del cuerpo es de 37°C. En las enfermedades puede elevarse hasta los 41°C o 42°C (hipertermia) donde es peligrosa. El cuerpo humano es sensible a los cambios de la temperatura interior y solo 5 o 6 grados de variación pueden causar daños muy importantes y hasta la muerte. Son intolerantes las bajas temperaturas y a los 35°C (hipotermia) se comienza a sentir somnolencia hasta caer en un profundo letargo.

En una habitación con ropa liviana (0.7 clo) y realizando una actividad ligera, la sensación de comodidad térmica se alcanza entre los 21°C y 25°C. La humedad relativa (HR), que usualmente es causa de la incomodidad, es menos significativa ya que la tolerancia del cuerpo es grande, cuyos límites oscilan entre 20% y 75%.

El cuerpo es muy sensible a los cambios de radiación. Si la temperatura es inferior a 18°C y con buen sol, se siente que la sensación térmica aumenta. Así también, es agradable que el sol ingrese por una ventana en invierno, se vuelve desagradable en el verano, dependiendo del clima del lugar donde se encuentre.

Para comprender qué condiciona el confort térmico se asume que el cuerpo humano produce calor y lo intercambia con el ambiente que lo rodea.

A continuación se muestra una tabla con valores (clo) para distintos tipos de vestimenta.

*Tabla 1*  
*Aislamiento térmico del vestido (clo)<sup>9</sup>.*

TIPO DE VESTIDO	VALORES clo
Desnudo	0.0
Pantalones cortos	0.1
Conjunto tropical:	
Pantalones cortos, camisa de manga corta abierta, calcetines finos, sandalias y calzoncillos.	0.3
Conjunto ligero de verano:	
Pantalones largos ligeros, camisa ligera de manga corta, calcetines finos, zapatos y calzoncillos.	0.5
Ropa de trabajo ligera:	
Ropa interior, camisa de manga larga, pantalones de vestir, calcetines de lana y zapatos.	0.7
Conjunto de invierno de interior:	
Ropa interior, camisa de manga larga, pantalones de vestir, chaqueta o jersey de manga larga, calcetines de invierno y zapatos.	1.0
Conjunto completo de trabajo en interiores tradicional europeo:	
Ropa interior, camisa, traje incluyendo chaqueta, pantalones y chaleco, calcetines de lana y zapatos.	1.5

Dentro del organismo humano se producen transformaciones químicas produciendo calor, llamado homeostasis. Este flujo permanente de energía se expresa mediante el índice metabólico y varía según el nivel de actividad de las personas, la edad, el sexo y el estado psicológico. Se toma en consideración lo siguiente:

- **Metabolismo base:** es la energía necesaria para el mantenimiento de la vida vegetativa (en ayunas o en reposo), aproximadamente 81 Wh

<sup>9</sup>Norma ISO 7730-1984

para un hombre de estatura media. Existe una correlación empírica que involucra a la estatura y peso corporal.

- Metabolismo de reposo: es el metabolismo mínimo ya que el anterior es experimental, alrededor de 104 Wh.
- Metabolismo de trabajo: además de las funciones del metabolismo base, comprende los consumos energéticos motrices. Su nivel depende del tipo de actividad, desde 104 Wh para una tarea intelectual a 812 Wh para un esfuerzo físico intenso. Estos consumos están cuantificados en tablas y expresados como factores del metabolismo base.

## 1.6 CARGAS TÉRMICAS DE LA CABINA DEL VEHÍCULO.

La manera de construir los automotores, los métodos de trabajo y los niveles de ocupación ha creado nuevos parámetros a los que los diseñadores deben prestar atención. Estos sufren cargas térmicas por varios motivos.<sup>10</sup>

- La temperatura exterior: los elementos separadores del interior de los automotores con el exterior no son impermeables al paso del calor, aunque pueden aislarse convenientemente. El calor pasa desde el ambiente más cálido al ambiente más frío tanto más rápido cuanto mayor sea la diferencia de temperaturas entre ambos ambientes pero puede ser atenuado por la geometría o el tipo de material utilizado.
- La radiación solar: con el desarrollo de los nuevos automotores, las nuevas técnicas han favorecido el empleo del cristal y el incremento térmico es considerable en verano cuando la radiación solar los atraviesa provocando el efecto invernadero en la cabina, que es favorable en invierno, disminuyendo las necesidades de calefacción. El acristalamiento excesivo no es deseable en climas cálidos, aunque puede serlo en climas fríos.

---

<sup>10</sup>Brich Tom; NATEF Correlated Task Sheets for Automotive Heating and Air Conditioning; Prentice Hall; Boston; 2011, páginas 52,55.

- La ventilación: la necesaria introducción de aire exterior para ventilación, puede modificar la temperatura interna de la cabina, lo cual puede suponer un problema cuando el aire exterior está a temperaturas alejadas de las requeridas en el interior.
- La ocupación: el número de ocupantes aumenta en la cabina, generando cada uno entre 80 y 150 W de carga térmica, según la actividad realizada.
- La iluminación: este fenómeno es un factor de calentamiento importante. Se estima en una carga de entre 15 a 25 W/m<sup>2</sup>.

Evidentemente, muchas de estas cargas son favorables en invierno o clima frío, pero no en verano o clima caliente. Todas ellas deben ser compensadas si se desea obtener un ambiente confortable. El medio de asegurar esta comodidad es la climatización.

### **1.7 RÉGIMEN DE USO DEL AIRE ACONDICIONADO.**

El cuerpo humano obtiene energía de los alimentos y produce calor que emplea en mantener el cuerpo a temperatura adecuada para el funcionamiento y luego lo disipa en el ambiente. Tiene sensación de frío si disipa más calor del que produce; y tiene sensación de calor si disipa menos. La sensación de comodidad se obtiene cuando el calor disipado es igual al calor producido. La sensación térmica es afectada por cualquier mecanismo que varíe las pérdidas térmicas del cuerpo.

El cuerpo humano puede regular la emisión del calor entre el rango de 15 y 30 °C de temperatura ambiental. Por fuera de este rango tiene que hacer algo. La sensación térmica depende del ambiente que facilita o impide la correcta disipación del calor sobrante.

Por lo general, las condiciones ambientales que más influyen en la sensación térmica son la humedad relativa, la temperatura ambiental

(medida en bulbo seco) y la velocidad del aire. El uso del aire acondicionado dependerá de estas condiciones ambientales.

En climas cálidos, como el de la costa y oriente, o en verano en la sierra, se acostumbra utilizar el aire acondicionado cuando no existe la sensación térmica de comodidad. En algunos casos por comodidad, en otros por costumbre. Esto último se convierte en un abuso o derroche de energía, porque no existe razón aparente para utilizar el aire acondicionado en forma continua.

Por otro lado, no se mide la intensidad del mismo ni se controla en forma automática, tanto el flujo de aire como el nivel de enfriamiento requerido. Eso tiene como consecuencia deterioro de la salud debido a los cambios bruscos de temperatura o de exposición al aire frío proveniente de los ductos del sistema.

### **1.8 CONSUMO DE POTENCIA Y COSTOS EXTRAS POR EL USO DEL AIRE ACONDICIONADO.**

El aire acondicionado demanda energía para funcionar, misma que la obtiene del motor y este a su vez la obtiene del combustible. El costo del combustible utilizado es una información importante que deben tener todos los usuarios de los vehículos a la hora de usar el aire acondicionado.

Cuando un sistema de aire acondicionado se pone en funcionamiento, la energía que requiere proviene de una fracción energética entregada por el motor. Este a su vez, transforma la energía química de los combustibles en energía mecánica. Por lo que el uso del aire acondicionado hace que el motor tenga un esfuerzo extra para suplir la demanda de energía del sistema.

Por eso, existen numerosas tecnologías que se centran fundamentalmente en el análisis de las necesidades, la utilización de fuentes

de energía no convencionales, el incremento de la eficiencia y la recuperación de la energía residual, utilizando equipos de alto rendimiento.

El apropiado aislamiento térmico en el vehículo constituye un elemento fundamental, lo que implica equipos de aire acondicionado más pequeños con un consumo energético menor durante toda su vida útil. También el aislamiento térmico reduce al mínimo las pérdidas de calor en los equipos, unidades de tratamiento de aire y la red de conductos de la instalación.

Durante el funcionamiento del sistema de aire acondicionado existen períodos de tiempo en los cuales las características del ambiente exterior son favorables para la climatización introduciendo aire del exterior, mediante un sistema economizador denominado recirculador o free cooling, que es el intercambio de aire entre la cabina y el ambiente, sin empleo del sistema de aire acondicionado, mediante fenómenos de transferencia de masa por diferencia de densidad.

En climas cálidos, como en la costa ecuatoriana, las noches son más frías que los días, con temperaturas inferiores a las que durante el día se tienen, y así aprovechar para enfriar casi gratuitamente el vehículo utilizando solo los ventiladores. La cabina se enfría reduciendo el trabajo del equipo del aire acondicionado pero consumiendo un mínimo de energía. También puede hacerse el mismo efecto con las ventanas semiabiertas, si la seguridad de los alrededores lo permite. Este método puede emplearse durante todo el año, en el transcurso del día, cuando en el interior de la cabina existen cargas térmicas. Puede haber en el exterior una temperatura adecuada, de modo que se puede climatizar directamente con el aire exterior, simplemente abriendo o cerrando las ventanas.

Otro aspecto a considerar es el incremento de la eficiencia energética, mediante el fraccionamiento de la potencia del equipo, con objeto de adaptar la producción de aire acondicionado a la demanda de calor del sistema, a fin

de conseguir en cada instante, el régimen de potencia más cercano al de máximo rendimiento.

Todo equipo eléctrico o electrónico que se utiliza en el interior del vehículo consume energía, traducido en carga térmica, que el aire acondicionado debe disipar. Posteriormente, con las pruebas de campo se comprobará este consumo.

## CAPÍTULO 2

### PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

Para el desarrollo de esta investigación se adopta una metodología cuantitativa, la cual es un procedimiento de decisión que usa magnitudes numéricas que pueden ser analizadas mediante herramientas estadísticas.

En esta metodología se establece una relación representada por un modelo numérico, que puede ser lineal o exponencial. Se necesita que haya claridad entre los elementos investigados para poder definirlos, limitarlos y saber la causa del problema, los efectos y el tipo de incidencia entre los elementos<sup>11</sup>.

Esta metodología debe tener las siguientes características:

- La naturaleza es descriptiva.
- Permite predecir el comportamiento de una variable.
- El método incluye ensayos y/o encuestas.
- Los resultados pueden ser generalizados.

En la etapa preparatoria del trabajo se establece una investigación de carácter descriptivo, para permitir ordenar el resultado de las observaciones, las características y procedimientos de análisis. Este tipo de investigación no tiene hipótesis exacta porque se fundamenta en un análisis para valoración posterior y especificar las propiedades del fenómeno que se analice.

Posteriormente inicia la investigación de carácter analítico, que consiste en comparar variables entre grupos de estudio y de control sin manipular las variables. Se probarán o negarán las hipótesis establecidas en los objetivos propuestos.

---

<sup>11</sup><http://metodologia02.blogspot.com/p/metodos-de-la-investigacion.html>



### **2.1.1 MODELO DE INVESTIGACIÓN.**

Una vez representado el problema se puede aplicar una metodología para deducir el comportamiento del sistema en estudio.

Esta metodología tiene las siguientes características:

- Por la forma de entrada de los datos tiene un carácter empírico porque utiliza observaciones directas del fenómeno.
- Según la aleatoriedad, tiene un carácter determinista porque los datos recolectados son conocidos, con lo cual se reduce significativamente la incertidumbre.
- Por su aplicación, es un método de control, porque se pretende ayudar a decidir medidas, variables o parámetros que deben ser ajustados para lograr un resultado o estado concreto del sistema estudiado.

Es necesario recalcar que la mayoría de metodologías de investigación no son exactas y son idealizaciones simplificadas. El modelo planteado sirve para desarrollar otras técnicas de conocimiento enfocadas al área sociocultural.

### **2.2 ENSAYOS.**

Los ensayos realizados requieren de una documentación completa de los procedimientos utilizados. Los ensayos que se realizarán no son normalizados porque no existe una normativa vigente en el Ecuador.

El protocolo de prueba tiene los siguientes aspectos:

Tabla 2  
Protocolo de pruebas.

TITULO DESCRIPTIVO	MEDICIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE CON Y SIN USO DEL AIRE ACONDICIONADO.
<b>ÁMBITO DE APLICACIÓN</b>	Automotores livianos de pasajeros.
<b>REVISIÓN DEL ENSAYO</b>	Ninguna anterior.
<b>VALIDACIÓN DEL MÉTODO</b>	Ninguna norma establecida en Ecuador.
<b>PERSONAL RESPONSABLE</b>	Los autores de la tesis.
<b>IMPORTANCIA DEL MÉTODO DE PRUEBA</b>	Recolección de datos psicrométricos y volumétricos, para la posterior evaluación y comparación del consumo de combustible usando aire acondicionado, y para el cálculo de la potencia consumida.
<b>TERMINOLOGÍA Y DEFINICIONES</b>	<p><b>Volumen inicial de combustible.</b> Es la cantidad de combustible, fijada inicialmente, que se introduce en el canister antes de realizar un recorrido de prueba.</p> <p><b>Volumen residual de combustible.</b> Es la cantidad observada en el canister y que se obtiene después de realizado el recorrido de prueba.</p> <p><b>Temperatura exterior e interior.</b> Son las temperaturas tomadas con termómetros con el bulbo seco, dentro y fuera de la cabina, respectivamente.</p>
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>	<p><b>GPS:</b> posición geográfica de los puntos inicial y final de cada tramo (grados geográficos). Fig. 8</p> <p><b>Canister:</b> equipo que simula un depósito de combustible, con conexiones al motor (litros). Fig. 11, 12, 13</p> <p><b>Termómetro de bulbo seco:</b> medir temperatura ambiental y de cabina (grados centígrados). Fig. 9</p> <p><b>Odómetro del automotor:</b> medir distancia recorrida (kilómetros). Fig. 9</p> <p><b>Tacómetro del automotor:</b> medir régimen del motor (rpm). Fig. 10</p> <p><b>Flexómetro:</b> dimensiones de la cabina (metros).</p> <p><b>Recipiente:</b> volumen inicial de combustible (litros). Fig. 14</p> <p><b>Embudo:</b> Trasvase del recipiente al canister Fig. 14</p> <p><b>Probeta graduada:</b> volumen residual de combustible (litros). Fig. 14</p> <p><b>Compresor de aire:</b> Equipo portátil para introducir aire al canister. Fig. 11</p>
<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar en todo momento un extinguidor de fuego en</li> </ul>

	<p>el vehículo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener constante, la mayor parte del tiempo; las revoluciones del motor.</li> <li>• Las mediciones del volumen del canister deben ser tomadas cuando el auto esté detenido.</li> <li>• Verificar que no existan fugas de las conexiones del canister con el motor.</li> <li>• Cuando la presión en el canister sea 45 psi, activar el compresor hasta alcanzar la presión de 50 psi, abriendo y cerrando la válvula correspondiente.</li> <li>• La válvula de retorno del canister debe estar siempre cerrada, durante el ensayo.</li> </ul>
<b>CALIBRACIÓN REQUERIDA</b>	Ninguna en especial.
<b>PREOCUPACIONES AMBIENTALES</b>	Días o zonas con nubosidad o lluvia, en este caso se recomienda no realizar el ensayo. Se recomienda hacer los ensayos entre las 10 y 15 horas del día, para aprovechar la radiación solar máxima.
<b>PROCEDIMIENTO DE MUESTREO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se selecciona 1 ruta urbana y 3 tramos de carretera no menores a 20 km.</li> <li>2. Los tramos de carretera deben ser en la costa y en la sierra.</li> <li>3. Se toma los datos tanto al inicio como al final de cada tramo.</li> <li>4. Cada tramo debe ser recorrido con y sin aire acondicionado.</li> <li>5. El número de lecturas de los instrumentos deben ser mínimo 6.</li> <li>6. Se anota la hora de inicio y fin del ensayo.</li> </ol>
<b>ACONDICIONAMIENTO DE INSTRUMENTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El canister debe estar instalado en el vehículo antes del ensayo y verificado su funcionamiento.</li> <li>• Los demás instrumentos deben estar con baterías cargadas antes del ensayo.</li> <li>• En el recipiente se mide la cantidad inicial de combustible (5 litros) que se vierte luego en el canister. Se sella el mismo y con el compresor se alimenta de aire al depósito del canister hasta que alcance una presión de 50 psi.</li> <li>• Terminado cada ensayo, se libera la presión contenida en el canister, se desconecta y se mide el</li> </ul>

	volumen residual de combustible con la probeta graduada.
<b>PREPARACIÓN DEL VEHÍCULO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargado combustible y con la instrumentación a bordo.</li> <li>• Determinación de cargas térmicas internas (iluminación y vestimenta).</li> </ul>
<b>PRUEBAS PRELIMINARES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición de la cabina (Lateral, posterior, frontal).</li> <li>• Determinar el coeficiente global de transferencia de calor de la cabina.</li> <li>• Prueba de acondicionamiento del canister en el vehículo.</li> </ul>
<b>ANÁLISIS DE DATOS</b>	<p>Se realiza comparaciones de consumo de combustible para cada tramo, con y sin uso del aire acondicionado.</p> <p>La potencia se calcula utilizando los datos de consumo de combustible.</p>
<b>INTERPRETACIÓN DE DATOS</b>	Se muestra los cuadros comparativos que incluyen condiciones ambientales y de régimen del motor, tanto para sierra como para costa.
<b>INFORME FINAL</b>	De acuerdo a la norma APA correspondiente.

En la figura 4 se encuentra el flujograma que muestra el procedimiento general para realizar la investigación.

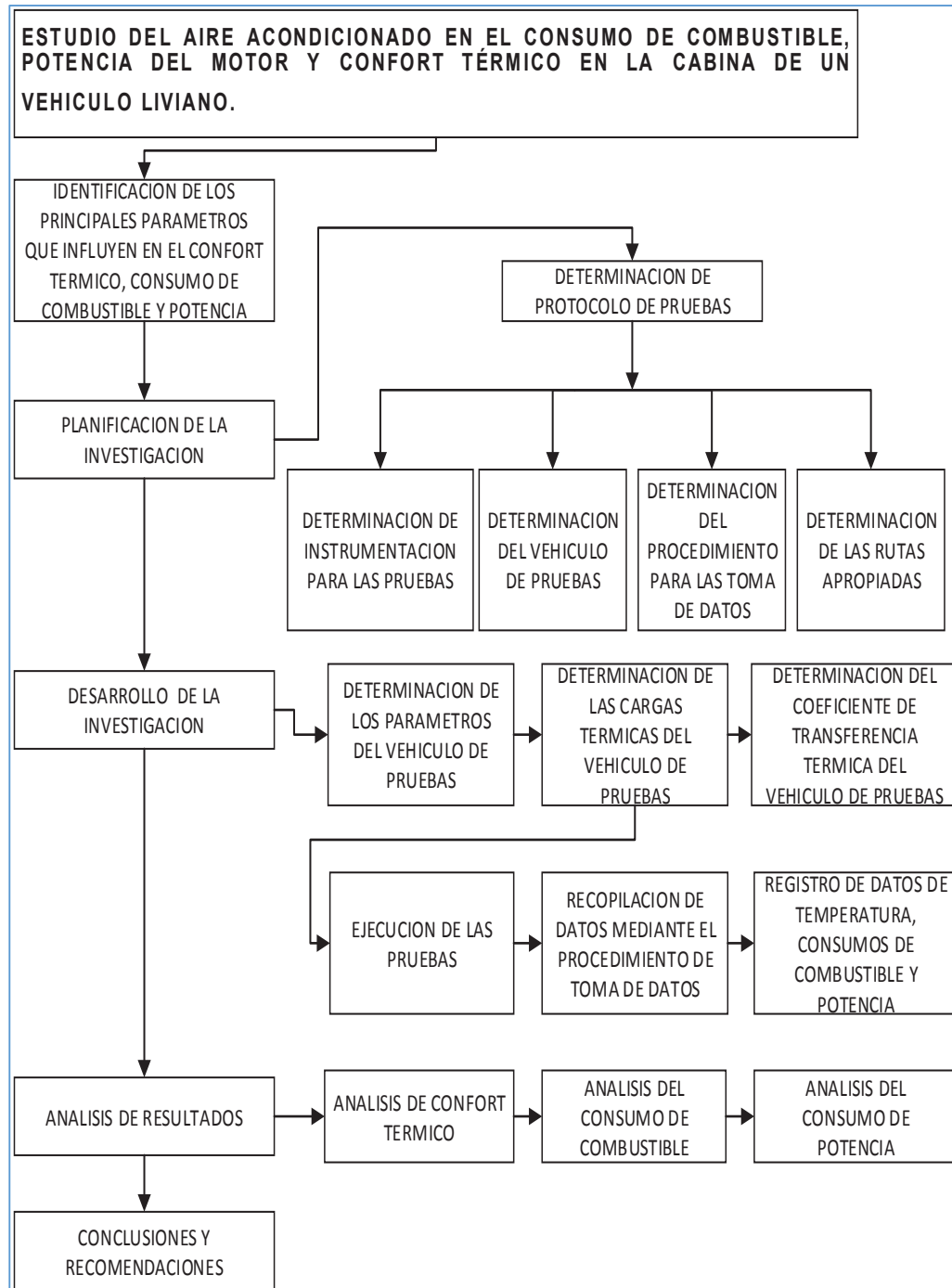


Figura 4. Flujograma general de la investigación.

### 2.2.1 CONFIABILIDAD DEL ENSAYO

Las pruebas son examinadas por su validez, aplicabilidad y precisión. Se consideran los siguientes aspectos:

- Exactitud y precisión.
- Repetitividad y reproducibilidad.
- El rango y la escala de unidades.
- Resolución de la medida, sea temporal o espacial.
- Robustez y sensibilidad a las variables en el entorno.
- Capacidad de predecir características.

Estas características se consideraran para comprobar la confiabilidad del ensayo. Los ensayos realizados se encuentran en el Anexo 11 al final del presente proyecto de investigación.

### 2.3 RUTAS SELECCIONADAS

Los criterios para la selección de las rutas son los siguientes:

- **Ruta urbana.-** Se selecciona una ruta urbana no menor a 20 km por la congestión vehicular y a factores que impiden la libre circulación del vehículo, debido a que se producen ambientes de intolerancia térmica al interior de la cabina, lo que obliga el uso del aire acondicionado durante el día. La ruta se establece en Quito ya que cumple con los criterios anteriormente descritos y se ubica a 2800 msnm.

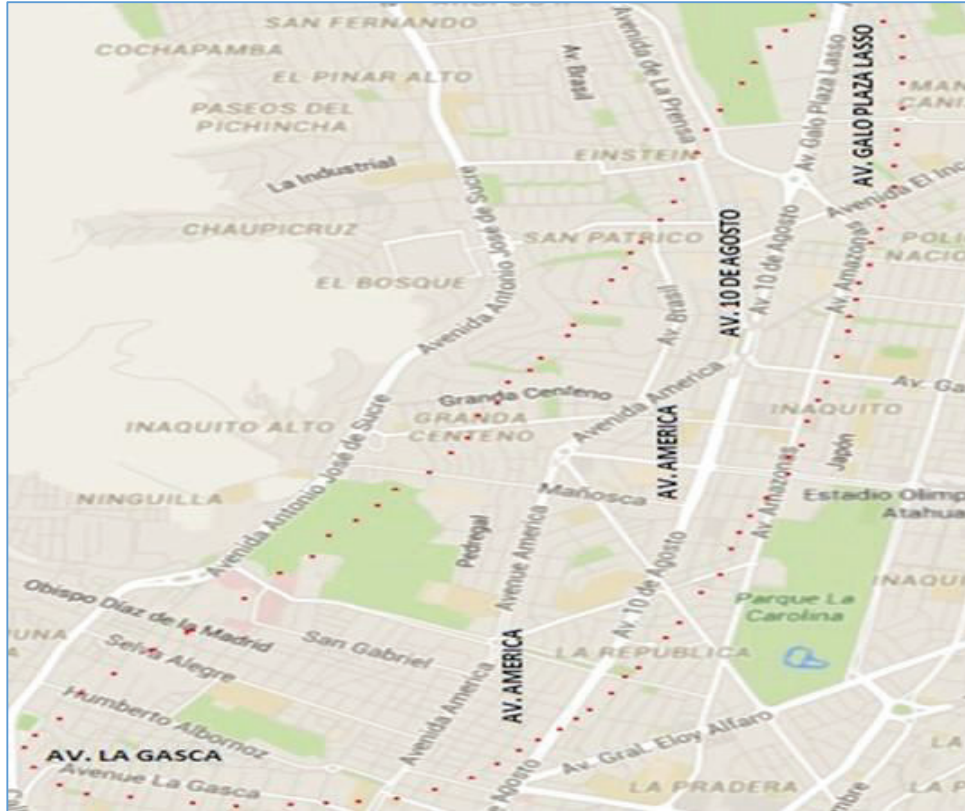


Figura 5. Mapa de Quito, con la posible zona para ensayo de ruta urbana<sup>12</sup>.

- **Ruta en carretera.-** Los tramos de carretera deben ser en la costa y en la sierra, debido a la variación de ambiente y de temperatura. Se selecciona 2 tramos de carretera no menores a 20km, esta distancia se establece debido al volumen del canister que otorga una autonomía de 70 km. Los tramos de la costa están ubicados en la carretera Tonsupa-Súa como se observa en la figura 7, debido al bajo flujo de vehículos que circulan por estas carreteras y permiten alcanzar velocidades moderadas por largos tramos. La ruta en la región de la sierra se ubica en la carretera Otavalo-Ibarra y Ambuquí-El Juncal según lo indica la figura 6, ya que, al igual que la ruta en la región costa cumple con los requisitos necesarios, además del componente geográfico de la altura sobre el nivel del mar.

<sup>12</sup>Google Maps.

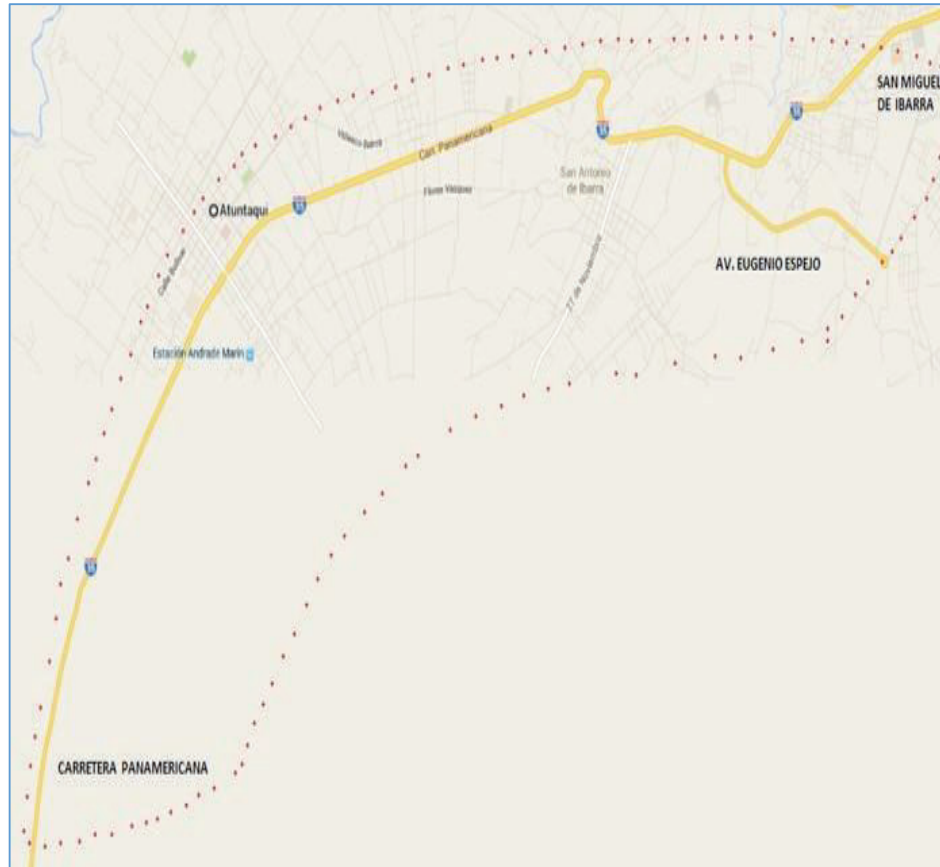


Figura 6. Mapa de la provincia de Imbabura, para ensayo en la sierra<sup>13</sup>.

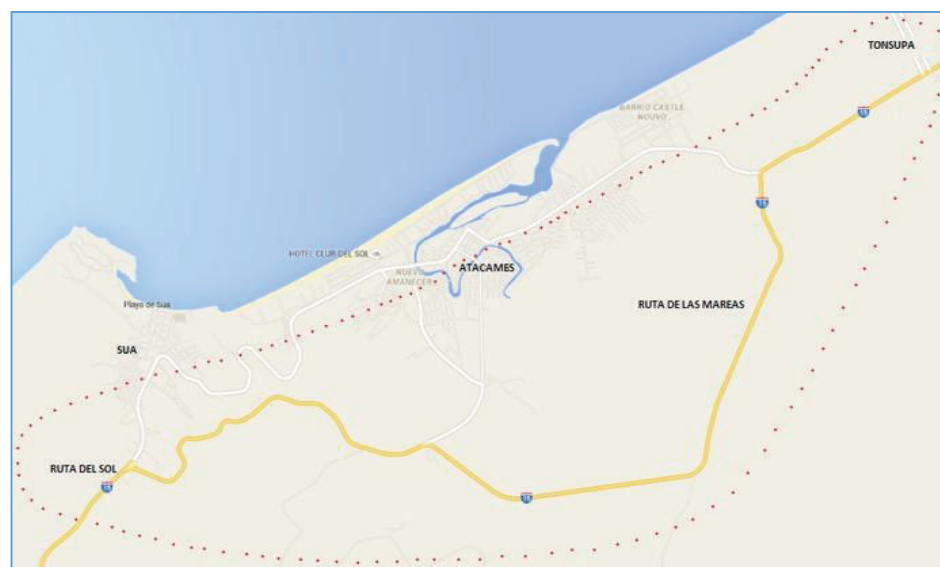


Figura 7. Mapa de Atacames, para ensayo en la costa<sup>14</sup>.

<sup>13</sup>Google Maps.

<sup>14</sup>Google Maps.



## 2.4 INSTRUMENTACIÓN.

Para los ensayos programados los instrumentos empleados, se presentan en los siguientes gráficos. La exactitud de los instrumentos requeridos es de 0.1. El esquema de conexión del canister se encuentra en el Anexo 1.



Figura 8. GPS Garmin e-trex 20.



Figura 9. Termómetros digitales.



Figura 10. Tacómetro y Odómetro del vehículo.



Figura 11. Canister con sus conexiones y compresor.



Figura 12. Canister con las válvulas inferiores en posición de trabajo.



Figura 13. Canister con las válvulas superiores en posición de trabajo.



Figura 14. Recipiente, embudo y probeta graduada.



Figura 15. Canister instalado.



Figura 16. Conexiones del canister en el motor.

Para validar el uso del canister construido para los ensayos en el vehículo, se comparan los datos de consumo obtenidos por este equipo con los datos obtenidos con el canister del Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) de la Escuela Politécnica Nacional. Los datos de este ensayo se encuentran en el anexo 9, y el análisis de la validación en el Anexo 10.

#### **2.4.1 PROCEDIMIENTO PARA TOMA DE DATOS.**

En la figura 17 se encuentra el flujograma que muestra el procedimiento para la toma de datos, mismo que luego se explica de forma más detallada

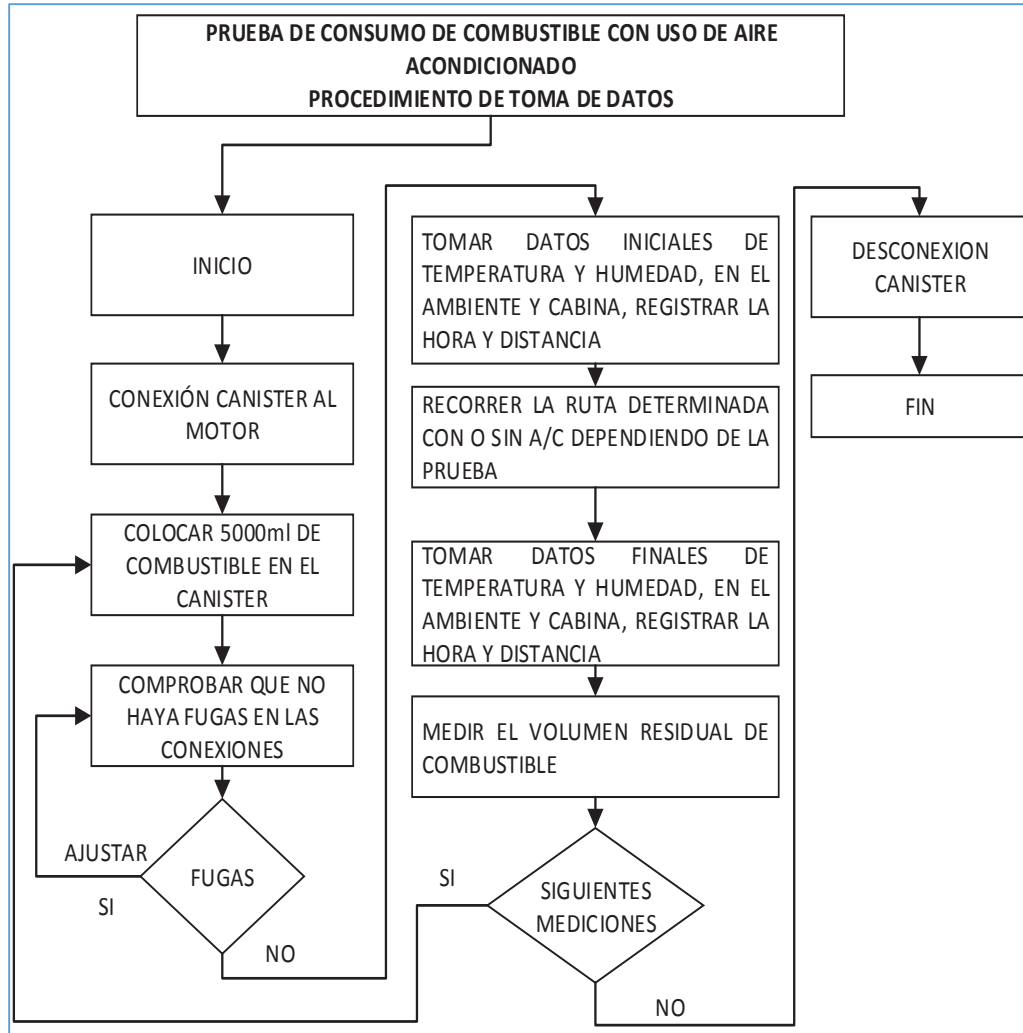


Figura 17. Flujograma para la toma de datos.

El procedimiento para tomar datos del consumo de combustible y temperaturas es el siguiente:

#### ANTES DE LA PRUEBA.

- Revisar que las condiciones ambientales sean adecuadas para el ensayo.
- Revisar el estado mecánico del vehículo en que se va a realizar la prueba.
- Encender el motor del vehículo y esperar a que alcance la temperatura de trabajo.

- Verificar el correcto funcionamiento del sistema de aire acondicionado.
- Verificar el correcto funcionamiento de los instrumentos de medición.
- Conectar las mangueras del canister a la alimentación y retorno de combustible del motor.
- Poner en recirculación el combustible que viene del tanque de almacenamiento, acoplando la manguera de alimentación con la de retorno.
- Colocar 1 litro de gasolina en el canister y alcanzar una presión en el canister de 50 psi.
- Conectar las mangueras al canister.
- Encender el motor para verificar la correcta instalación del canister y descartar posibles fugas en las mangueras.
- Despresurizar el canister abriendo la válvula de alivio del mismo.
- Vaciar el canister para el ensayo, quedando solo las mangueras llenas ya que este volumen puede afectar las mediciones de consumo.
- Trasvasar 5 litros de gasolina medidos en el recipiente hacia el canister.
- Conectar el canister al motor con las mangueras de acople rápido.
- Conectar el compresor y presurizar el canister a 50 psi.
- Anotar los datos del vehículo y de la ruta en la hoja de datos.
- Tomar datos de temperatura, humedad relativa al interior y exterior de la cabina.
- Poner en cero el odómetro del vehículo.

#### **DURANTE LA PRUEBA.**

- Cerrar las ventanas del vehículo.
- Apagar la radio del vehículo.
- Registrar en la hoja de datos si el ensayo se realizará con o sin aire acondicionado.
- Registrar la hora de inicio en la hoja de datos.

- Conectar el compresor para presurizar el canister a 50 psi, si la presión llega a bajar a 45 psi, se debe volver a presurizar a 50 psi.
- Abrir la válvula de alimentación de combustible del canister y encender el vehículo.
- Poner el ventilador del aire en velocidad media.
- Iniciar el recorrido por la ruta seleccionada.
- Mantener el mayor tiempo posible las revoluciones del motor a 2500 rpm. Al inicio de la marcha y en los cambios de velocidad las revoluciones del motor descenderán, sin embargo al alcanzar la velocidad crucero se puede mantener las revoluciones del motor en 2500 rpm.
- Terminar el recorrido de la ruta hasta volver al punto inicial.
- Apagar el motor del vehículo.

#### **DESPUÉS DE LA PRUEBA**

- Registrar la hora de finalización de la prueba en la hoja de datos.
- Registrar la distancia recorrida del odómetro del vehículo en la hoja de datos.
- Tomar datos de temperatura, humedad relativa al interior y exterior de la cabina.
- Desconectar el canister.
- Liberar la presión en el canister abriendo la válvula de alivio del mismo.
- Medir con la probeta graduada el volumen residual de la gasolina del canister y registrarlo en la hoja de datos.
- Desconectar las mangueras del canister y reconectar la alimentación y retorno que viene del tanque de combustible.

#### **Notas:**

1. Si la prueba se realiza con Aire Acondicionado, se debe poner el aire en recirculación con el selector adecuado del tablero.



2. Si la prueba se realiza sin Aire Acondicionado, se debe poner el aire en aspiración exterior con el selector adecuado del tablero.
3. Se debe realizar las mediciones 6 veces sin uso del aire acondicionado y 6 veces con el uso de aire acondicionado de manera alternada para tener un promedio de los datos.

#### **2.4.2 HOJA DE DATOS.**

La figura 18 muestra el formato de la hoja de datos que contiene los siguientes campos:

- Número de ensayo, fecha, hora de inicio y finalización, ruta de ensayo.
- Datos técnicos del vehículo y características del motor.
- Datos ambientales de temperatura y humedad relativa.
- Datos de temperatura y humedad relativa en la cabina.
- Datos de consumo de combustible.
- Descripción de la ruta.

Se debe tomar en cuenta:

- Cada casillero debe llenado con los datos de los instrumentos correspondientes a la magnitud indicada.
- Se realizan 6 ensayos de temperatura y humedad relativa, tanto ambientales como de cabina para cada ruta.

**PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN UNA RUTA EN VEHÍCULOS LIVIANOS BASADO  
EN EL USO DE AIRE ACONDICIONADO**

## HOJA DE DATOS

### **DATOS DEL VEHÍCULO**

MARCA Y MODELO:	
PLACA:	
AÑO:	
CILINDRADA:	
POTENCIA MÁXIMA:	
TORQUE MÁXIMO:	
TIPO DE COMBUSTIBLE:	

### **DATOS DEL ENSAYO**

N° ENSAYO:	
FECHA D/M/A:	___ / ___ / ___
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI                  NO
HORA INICIO:	
HORA DE FINALIZACIÓN:	
RUTA:	
RECORRIDO [km]:	

### **DATOS AMBIENTALES**

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:		°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:		°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:		°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:		°C

### **DATOS DE CABINA**

Temperatura bulbo seco cabina inicial:		°C
Temperatura bulbo seco cabina final:		°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:		°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:		°C

### **DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE**

Volumen inicial de combustible $V_i$ :		mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :		mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :		mililitros

Figura 18. Hoja de datos

## CAPÍTULO 3

### DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL VEHÍCULO UTILIZADO.

Para lograr los objetivos citados en este trabajo de investigación se dispuso de un vehículo de marca Toyota, modelo Fortuner, del año 2012, con placas LBB-1387.

Este modelo es un vehículo deportivo utilitario (SUV) desarrollado por Toyota Motor Company, basado en la Toyota Hilux. El modelo es del tipo 4x4, equipado con un motor de 160 HP de potencia máxima, con una cilindrada de 2.7 litros (2694 cm<sup>3</sup>). El motor corresponde al modelo 2TR-FE que equipa a los Fortuner vendidos en Latinoamérica. La caja de cambios es manual al igual que la caja de transferencia off road.

Este modelo es parte del proyecto IMV (Innovative Multipurpose Vehicle) de Toyota, que comprende los modelos Hilux, Fortuner e Innova, los cuales tienen el mismo tipo de motor, por lo que pueden intercambiarse piezas de repuesto en lo referente al motor y caja de cambios.

Se toma en cuenta este vehículo debido a que su precio de venta al público está en un punto intermedio entre los autos pequeños y de alta gama, por ser el modelo más vendido de la marca Toyota, y porque el concesionario Toyota requiere el estudio en este vehículo. En la figura 19 se observa las áreas acristaladas y de la carrocería del vehículo.



Figura 19. Elementos de la Toyota Fortuner.

1. Parabrisas frontal
2. Ventana lateral delantera
3. Ventana lateral posterior
4. Techo
5. Parabrisas posterior
6. Ventana lateral costado
7. Puerta lateral posterior
8. Puerta lateral delantera

### 3.1.1 DIMENSIONES DEL VEHÍCULO.

Las dimensiones del vehículo se presentan en la tabla 3:

*Tabla 3*  
*Dimensiones del vehículo utilizado. Fuente: Manual del Usuario del Toyota Fortuner*

<b>DIMENSIÓN</b>	<b>(M)</b>
<b>Longitud total</b>	4.705
<b>Anchura total</b>	1.840
<b>Altura total</b>	1.850 con rieles de techo
<b>Batalla</b>	1.540

La cabina tiene un área transversal hexagonal irregular. El piso y el techo son de forma rectangular. Las dimensiones de las áreas que conforman la cabina son las siguientes:

*Tabla 4*  
*Dimensiones interiores de la cabina.*

<b>ÁREAS DE LA CABINA</b>	<b>(M<sup>2</sup>)</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>TOTAL (M<sup>2</sup>)</b>
<b>Area lateral</b>	2.945	2	5.89
<b>Area techo</b>	2.445	1	2.45
<b>Area posterior</b>	1.018	1	1.02

Nota: Las áreas laterales y posterior no toman en cuenta a las ventanas correspondientes.

También se toma en cuenta las dimensiones de los parabrisas y ventanas, las cuales se muestran en el siguiente cuadro, con las respectivas áreas calculadas.

*Tabla 5*  
*Áreas de los parabrisas y ventanas del vehículo.*

<b>VENTANAS</b>	<b>(M<sup>2</sup>)</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>TOTAL (M<sup>2</sup>)</b>
<b>Parabrisas delantero</b>	0.824	1	0.824
<b>Parabrisas posterior</b>	0.356	1	0.356
<b>Lateral delantera</b>	0.263	2	0.526
<b>Lateral media</b>	0.246	2	0.492
<b>Lateral posterior</b>	0.035	2	0.07

El espesor de los parabrisas y ventanas es de 5 mm.

### 3.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA CARROCERÍA.

El piso del vehículo tiene un espesor de 38 mm, mientras que el techo del mismo tiene 35 mm de espesor. El piso tiene la configuración recubrimiento poliuretano-metal-aire-metal-pintura-alfombra. El techo tiene la configuración pintura-metal-aire-metal-pintura-tela plástica.

Esta configuración de la estructura del vehículo hace que la resistencia térmica sea compuesta. Para determinar el coeficiente de transferencia se mide la temperatura superficial interna y externa, de la temperatura ambiental interna y externa, en un lugar abierto que no tenga incidencia del viento para que la pérdida de calor por convección sea casi cero. Se obtienen datos de radiación y de la emisividad, con lo que se descubre la energía que atraviesa la pared y por ende se establece el coeficiente global de transferencia de calor de la pared determinada.

En la figura 20 se muestra el tipo de aislamiento térmico que posee el vehículo.



Figura 20. Aislamiento de la cabina.

La figura 21 muestra el espesor variable de pared de las puertas del vehículo que afecta a la transferencia de calor a la cabina, debido a que un mayor espesor implica un mayor aislamiento térmico.



Figura 21. Espesor de la puerta trasera del vehículo.

### **3.1.3 CARGAS TÉRMICAS PROPIAS DEL VEHÍCULO.**

Se considera como cargas térmicas en la cabina a las luces interiores, dichos elemento son señalados en la figura 22.



Figura 22. Luces al interior de la cabina.

### 3.1.4 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL VEHÍCULO.

El sistema de aire acondicionado del Fortuner, instalado de fábrica en el vehículo, consta de las siguientes partes: compresor, evaporador, condensador, acumulador, válvula de expansión, ventilador del condensador, partes que ya fueron descritas en el capítulo 1.

El sistema cuenta para la distribución de aire en la cabina con las siguientes salidas de aire:

- Tiene 4 salidas de aire en el panel delantero, con su respectiva consola de control, como se observa en la figura 23
- Tiene 4 salidas de aire en el techo, 2 en la segunda fila y 2 para la tercera fila, como se ve en la figura 24.
- Hay un control del ventilador ubicado en el techo, como se indica en la figura 23.

Los siguientes gráficos muestran la instalación del aire acondicionado dentro de la cabina.





Figura 23. Salidas y controles delanteros del aire acondicionado.



Figura 24. Salidas y control de aire en el techo.

### 3.1.5 COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DEL VEHÍCULO.

Para determinar el coeficiente global de transferencia de calor del vehículo se mide la radiación que recibe el vehículo en un tiempo de 2 horas, desde las 10:30 hasta las 12:30. Los datos de radiación global se los obtiene del Laboratorio de Energías Alternativas de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional (Anexo15). En este ensayo previo, se mide la temperatura superficial interna y externa del techo del vehículo.

Los datos que se obtuvo el día 16 de julio del 2015, se presentan en la tabla 6:

*Tabla 6*  
*Valores para determinar el coeficiente global de transferencia de calor.*

<b>MAGNITUD</b>	<b>VALOR</b>
Temperatura ambiental	26.1°C
Temperatura de cabina	42.7°C
Temperatura superficial externa (carrocería)	35.5°C
Temperatura superficial interna	38°C
Radiación promedio	795.41 w/m <sup>2</sup>
Emisividad	0.85
Área de incidencia	3.48 m <sup>2</sup>
Tiempo de duración	120 minutos

Con estos datos se determina que el coeficiente global de transferencia de calor de la carrocería del vehículo es de 303.05 W/m<sup>2</sup>.K, dando un coeficiente de conductividad K= 10.9 W/m.K y al comparar con las tablas de propiedades termofísicas (Anexo 7) es similar al de un ladrillo refractario sometido a altas temperaturas, lo que lo hace un aislante térmico<sup>15</sup>. Este cálculo se encuentra en el Anexo 17.

<sup>15</sup>Incropera, F; Fundamentos de Transferencia de Calor; 4ta edición; Prentice Hall; 1999; Tabla A-3, página 838.

### **3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS RUTAS SELECCIONADAS.**

Para la investigación, se establecen de antemano rutas urbanas y en carretera. Las rutas seleccionadas son las siguientes:

- Ruta urbana, realizada en Quito.
- Ruta en la costa, consta de un tramo de carretera en Tonsupa, provincia de Esmeraldas.
- Ruta en la sierra, se constituye por tramos de la carretera entre Otavalo e Ibarra, así como también entre Ambuquí y El Juncal, provincia de Imbabura.

En cada ruta se realiza el recorrido con y sin aire acondicionado, entre las 10 y 15 horas del día. Los tramos para las pruebas se encuentran marcados de color azul en los respectivos gráficos

#### **3.2.1 RUTA URBANA.**

La ruta urbana seleccionada se muestra en la figura 25.

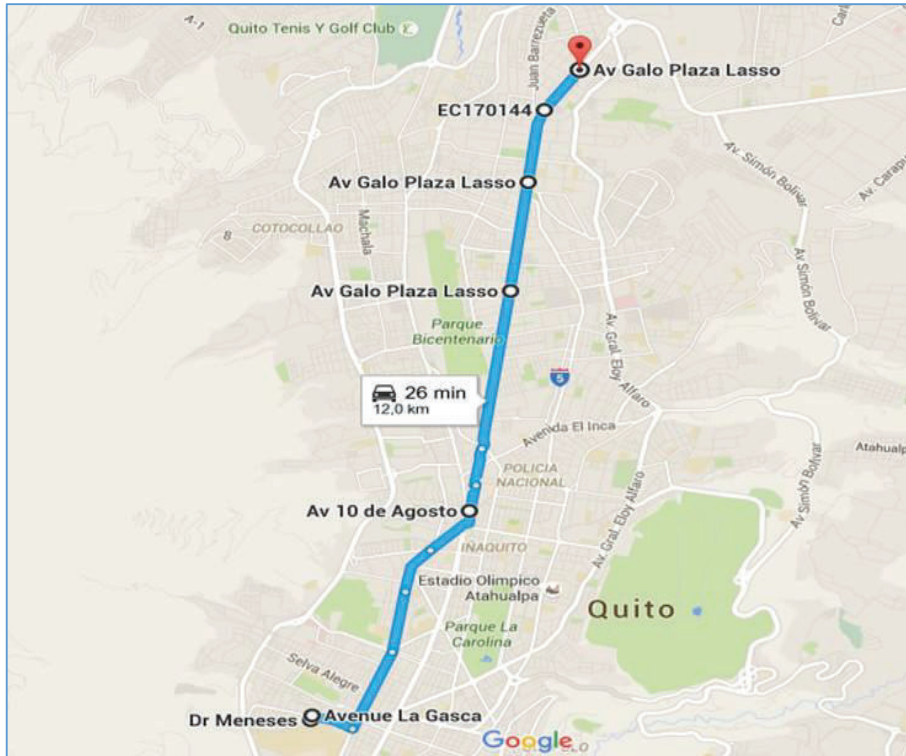


Figura 25. Ruta urbana en la ciudad de Quito<sup>16</sup>.

La ruta escogida para la ciudad de Quito comprende el tramo desde la Av. La Gasca hasta la Av. Juan de Selis; atravesando las avenidas 10 de Agosto y Galo Plaza Lasso. El recorrido comprende tramos rectos sin cuestas pronunciadas, con tráfico moderado y la señalización común en toda vía, factores normales para la toma de datos.

### 3.2.2 RUTAS EN CARRETERA.

En el siguiente apartado de mencionan características de las rutas para carretera que fueron seleccionadas.

<sup>16</sup>Garmin-Map Source.

### 3.2.2.1 RUTA EN CARRETERA DE LA COSTA.

Se realiza en un tramo de carretera entre Tonsupa y Esmeraldas, como se muestra en la figura 26.

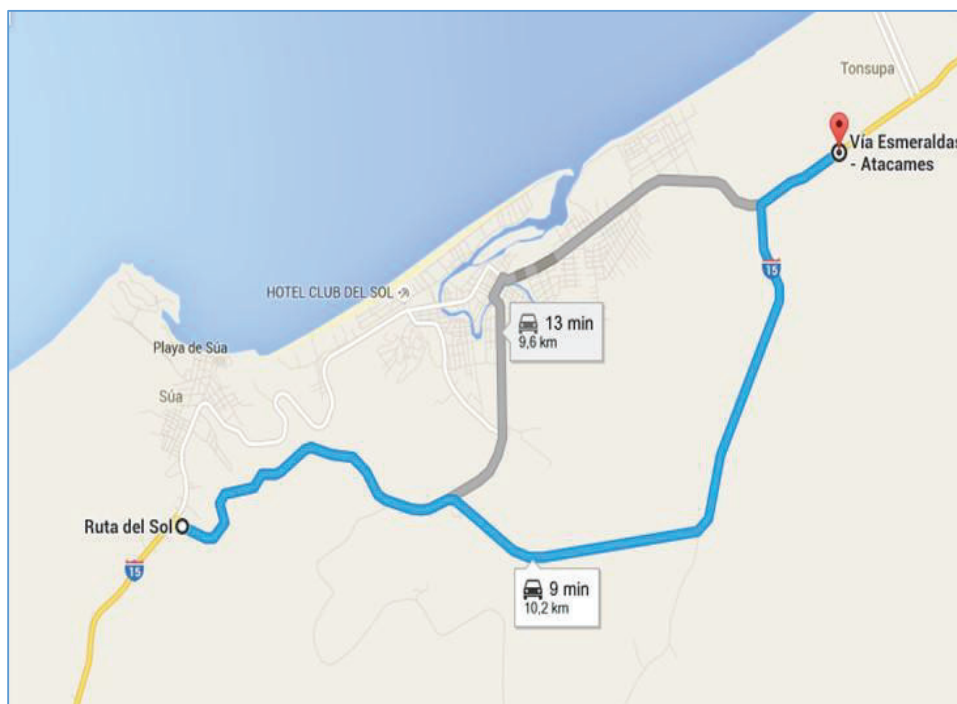


Figura 26. Tramo de carretera en la costa<sup>17</sup>.

Este tramo de carretera presenta leves ondulaciones del terreno, entre 3 y 70 msnm (Datos GPS), logrando permanecer a velocidad constante casi toda la ruta. El recorrido comprende desde la entrada al Barrio San Carlos (villas militares) – el redondel paso lateral para Súa – ruta de Las Mareas – el redondel de Súa/Muísne. El punto de inicio y final del recorrido es el mismo, esto permite obtener datos de ida y regreso del trayecto.

La carretera consta de 4 carriles en buenas condiciones, lo que permite un tráfico fluido sin imperfecciones en la calzada.

<sup>17</sup>Garmin-Map Source.

### 3.2.2.2 RUTA EN CARRETERA DE LA SIERRA.

Los tramos de carretera selectos son los siguientes: Otavalo-Ibarra y Ambuquí-El Juncal. Estas carreteras tienen una altura que varía entre los 2500 msnm (Otavalo) y 1500 msnm (El Juncal).

El primer recorrido de prueba que se realiza en la sierra, se presenta en la figura 27. Esta vía pertenece a una porción de autopista Panamericana Norte, entre la salida del peaje San Roque y la entrada a San Antonio de Ibarra.

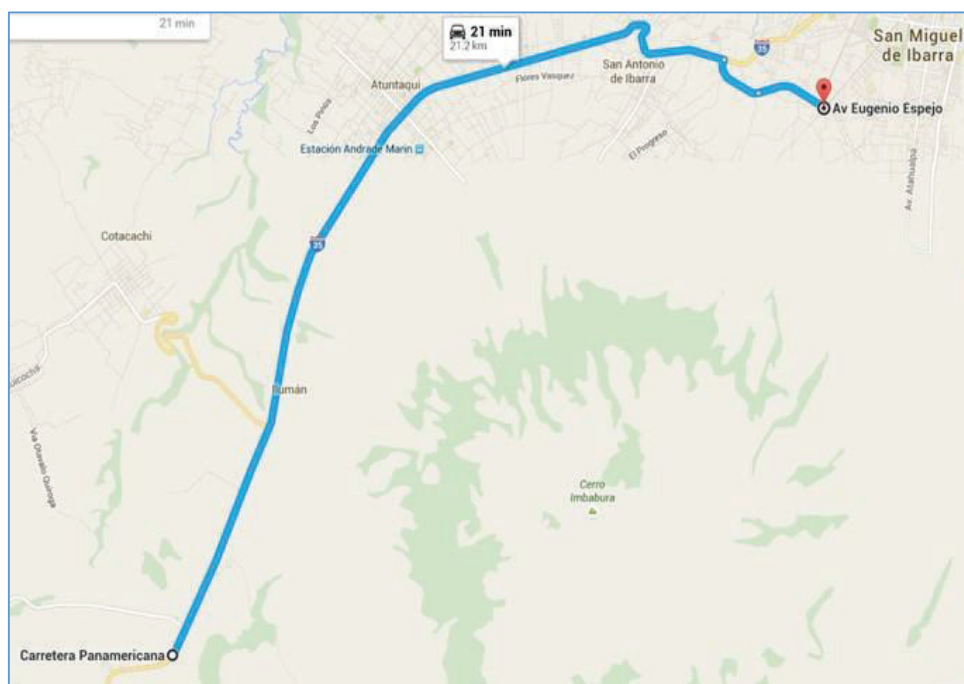


Figura 27. Tramo de carretera en la sierra<sup>18</sup>.

El segundo tramo de carretera de la sierra, recorre la vía Panamericana Norte, en la sección comprendida entre la salida del peaje Ambuquí y la gasolinera PS de la entrada a El Juncal como se observa en la figura 28. Los datos obtenidos en este sector sirvieron de referencia para ambientes

<sup>18</sup> Garmin-Map Source.

secos. Este tramo presenta tramos rectos, sin pendientes pronunciadas y tráfico fluido.

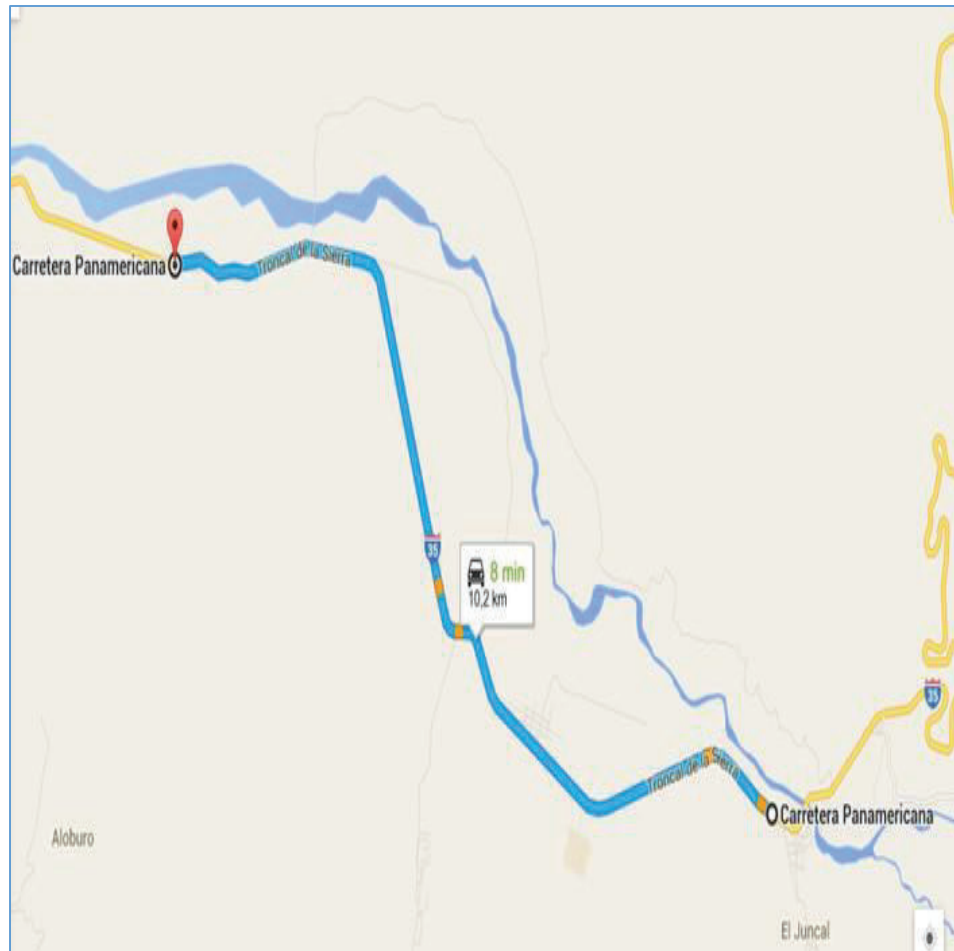


Figura 28. Tramo de carretera en la sierra<sup>19</sup>.

### 3.3 REGISTRO DE DATOS REFERENTES A TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA.

El promedio de temperatura ambiental y humedad relativa que se obtuvieron en las pruebas se muestran en la tabla 7:

---

<sup>19</sup> Garmin-Map Source

Tabla 7

Valores ambientales promedio de los ensayos.

RUTAS	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
Urbana Quito	24.97	54.83
Otavallo-Ibarra	24.58	55.25
Ambuquí-El Juncal	25.81	67
Tonsupa-Súa	31.23	26.13

En las tablas 8 y 9 se observan el promedio de la temperatura y humedad ambiental al interior de la cabina del vehículo. Además se muestran valores correspondientes con y sin funcionamiento del sistema de aire acondicionado, con el ventilador en nivel 3 de velocidad.

Tabla 8

Valores de cabina sin aire acondicionado.

RUTAS	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
Urbana Quito	31.88	62.17
Otavallo-Ibarra	30.23	63.33
Ambuquí-El Juncal	27.68	72.50
Tonsupa-Súa	33.34	70

Tabla 9

Valores de cabina con aire acondicionado.

RUTAS	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
Urbana Quito	18.87	47.50
Otavallo-Ibarra	20.35	47.17
Ambuquí-El Juncal	19.88	61.50
Tonsupa-Súa	19.13	66.67

Cabe notar que en el circuito urbano de Quito y en la ruta Otavallo-Ibarra, la vestimenta de los ocupantes es de 0.7 clo., para la ruta Ambuquí-El Juncal es de 0.5 clo. y para Tonsupa-Súa es de 0.3clo., estos datos están basados en la tabla 1 de índice cloque se encuentra en el capítulo 1.

### 3.4 REGISTRO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

Los registros corresponden al volumen residual proveniente del canister al terminar cada ensayo. En los ensayos se procura mantener las revoluciones del motor en 2500 rpm ya sea en ruta urbana o periférica. Al inicio de la marcha y en los cambios de velocidad las revoluciones del motor



descenderan, sin embargo al alcanzar la velocidad crucero se puede mantener las revoluciones del motor en 2500 rpm.

A continuación se muestran los consumos en la ruta urbana de Quito, con y sin aire acondicionado.

*Tabla 10*  
*Consumo de combustible en ruta urbana*

N° MEDICIÓN	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE CON A/C (km/litro)	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE SIN A/C (km/litro)	AUMENTO EN EL CONSUMO (%)
1	7,42	7,87	6,06
2	7,61	8,03	5,52
3	7,74	8,31	7,36
4	7,61	8,17	7,36
5	7,69	8,14	5,85
6	7,66	8,00	4,44
<b>% PROMEDIO AUMENTO CONSUMO EN RUTA URBANA QUITO</b>			<b>6,10</b>

En la figura 29 se observa la variación del rendimiento de combustible en la ruta recorrida en la ciudad de Quito con y sin uso del aire acondicionado.

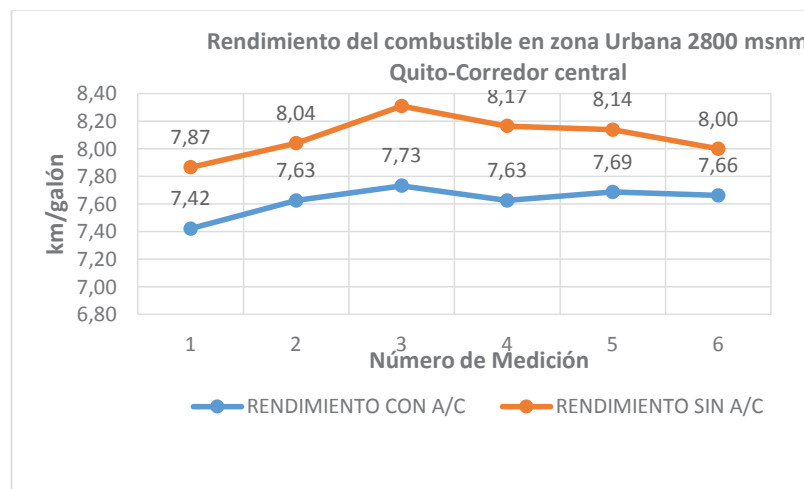


Figura 29. Rendimiento de combustible en Quito ruta urbana con y sin A/C

En la tabla 11 se muestran los consumos de combustible en carretera en la ruta comprendida entre el Peaje San Roque y San Antonio de Ibarra.

Tabla 11  
Consumo de combustible, ruta Otavalo - Ibarra

N° MEDICIÓN	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE CON A/C (km/litro)	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE SIN A/C (km/litro)	AUMENTO EN EL CONSUMO (%)
1	9,95	10,23	2,81
2	10,00	10,38	3,80
3	10,14	10,43	2,86
4	9,91	10,23	3,23
5	9,95	10,28	3,32
6	9,73	10,14	4,21
<b>% PROMEDIO AUMENTO CONSUMO EN OTAVALO- IBARRA</b>			<b>3,37</b>

En la figura 30 se observa la variación del rendimiento de combustible en la ruta Otavalo-Ibarra recorrida en carretera a 2538 msnm con y sin uso del aire acondicionado.

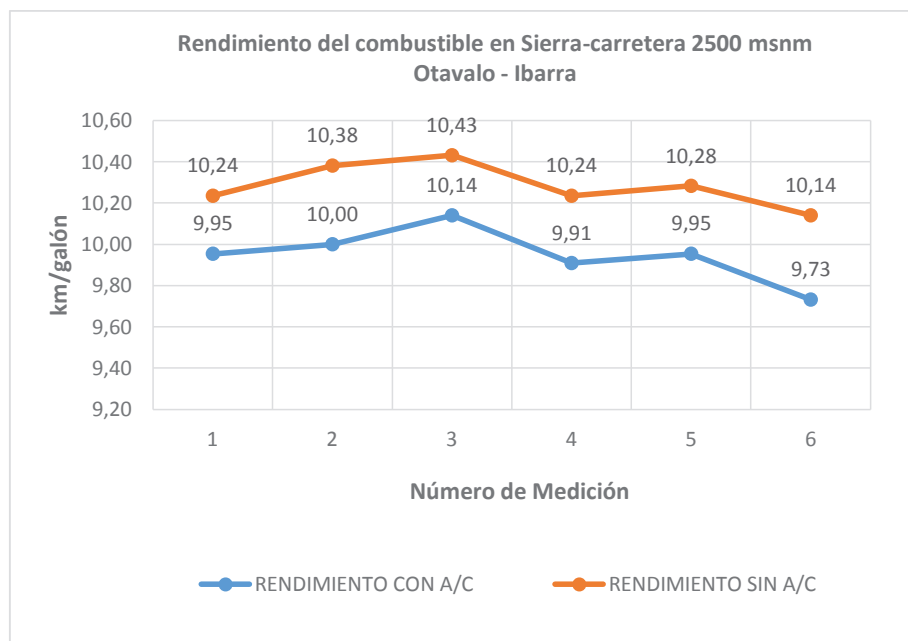


Figura 30. Rendimiento de combustible en la ruta Otavalo-Ibarra con y sin A/C

En la tabla 12 se observan los consumos de combustible de carretera en la ruta que va desde el Peaje Ambuquí hasta la entrada a El Juncal.

Tabla 12  
Consumo de combustible, ruta Ambuquí-El Juncal

N° MEDICIÓN	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE CON A/C (km/litro)	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE SIN A/C (km/litro)	AUMENTO EN EL CONSUMO (%)
1	9,71	10,20	5,05
2	9,48	10,10	6,54
3	9,48	10,10	6,54
4	9,53	10,20	7,03
5	9,67	10,36	7,14
6	9,85	10,47	6,29
<b>% PROMEDIO AUMENTO CONSUMO EN AMBUQUI- JUNCAL</b>			<b>6,43</b>

En la figura 31 se observa la variación del rendimiento de combustible en la ruta recorrida Ambuquí - El Juncal a 1530 msnm con y sin uso del aire acondicionado.

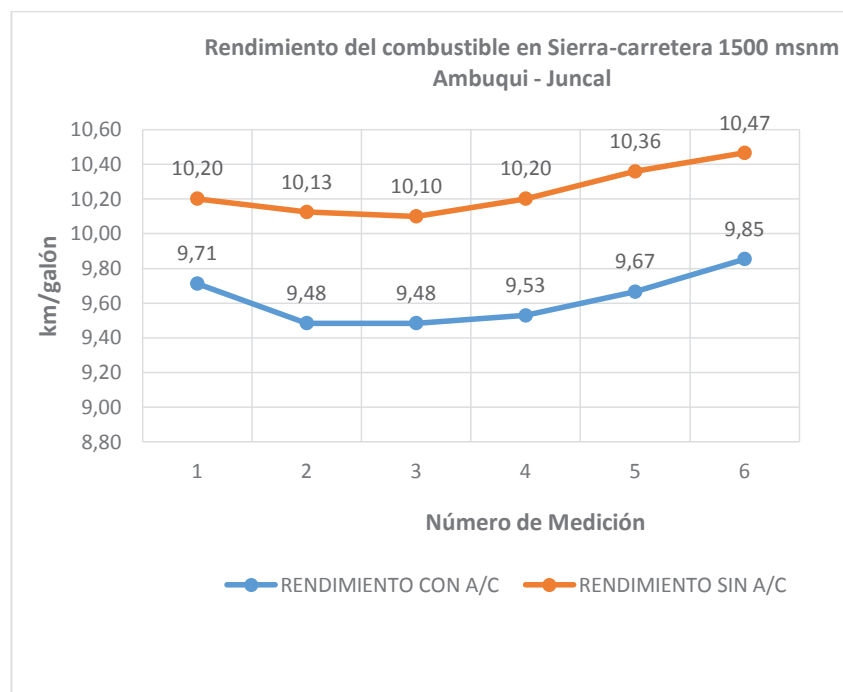


Figura 31. Rendimiento de combustible en la ruta Ambuquí-El Juncal con y sin A/C

En la tabla 13 se muestra los consumos de combustible de carretera de la ruta entre Tonsupa y Súa.

Tabla 13  
Consumo de combustible, ruta Tonsupa-Súa.

N° MEDICIÓN	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE CON A/C (km/litro)	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE SIN A/C (km/litro)	AUMENTO EN EL CONSUMO (%)
1	7,82	8,41	7,56
2	7,51	8,21	9,34
3	7,90	8,47	7,23
4	7,87	8,34	5,93
5	7,96	8,34	4,75
6	8,18	8,51	4,04
<b>% PROMEDIO AUMENTO CONSUMO EN TONSUPA-SÚA</b>			<b>6,48</b>

La figura 32 presenta el consumo correspondiente para la ruta Tonsupa – Súa a 15 msnm con y sin uso del aire acondicionado

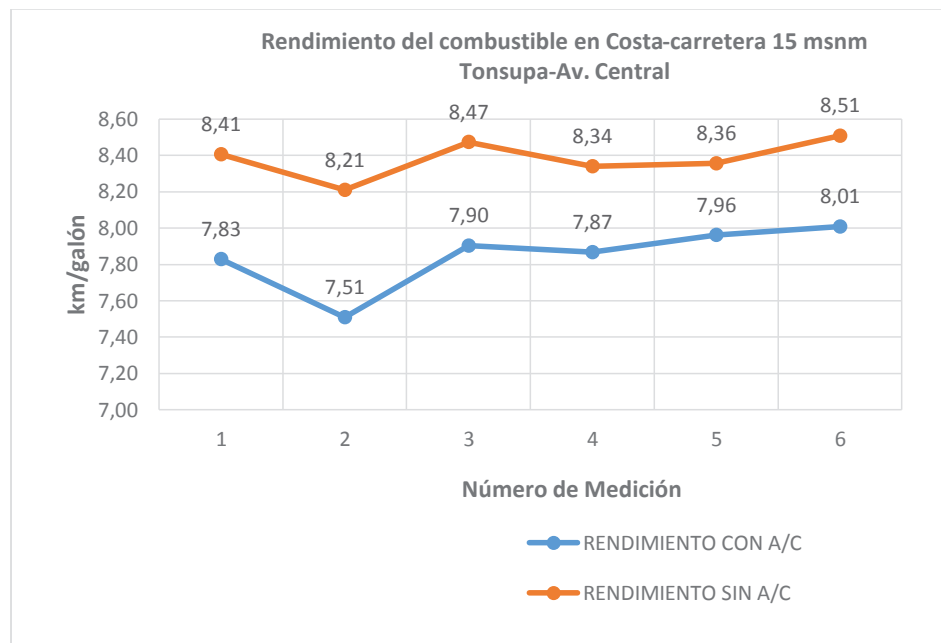


Figura 32. Rendimiento de combustible en la ruta Tonsupa-Súa con y sin A/C

## CAPITULO 4

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 ANÁLISIS DEL CONFORT TÉRMICO.

Para el análisis del confort térmico en la cabina, se toman en cuenta los siguientes índices:

- Temperatura de sensación térmica, utilizando la fórmula [1].
- Índice de intolerancia térmica

En la tabla 14 se muestra el índice de intolerancia térmica o Humidex dentro de la cabina, usando la carta psicrométrica adecuada y en base a los datos tomados durante las pruebas correspondientes, dichas cifras son: la temperatura dentro de la cabina, la humedad relativa y el tiempo de exposición, bajo las siguientes condiciones: sin encender el ventilador del sistema y sin abrir las ventanas del habitáculo. El índice clo utilizado se explica en la tabla 1, la determinación del índice Humidex se encuentra en el anexo 14 y los colores de las zonas Humidex encuentran en la figura 3

**Tabla 14**  
**Índice Humidex dentro de la cabina.**

UBICACIÓN	ÍNDICE CLO	TEMP. INICIAL CABINA (°C)	TEMP. FINAL CABINA (°C)	HR INICIAL CABINA (%)	HR FINAL CABINA (%)	TIEMPO EXPOSICIÓN (min)	ÍNDICE HUMIDEX (°C)	ZONAS TABLA HUMIDEX
<b>QUITO</b>	0.7	25	29.6	49	65	5	34	Amarillo
<b>IBARRA</b>	0.7	24.3	29.9	46	62	4	33	Amarillo
<b>EL JUNCAL</b>	0.5	29.5	33.2	50	62	4	42	Rojo
<b>TONSUPA</b>	0.3	30.4	35.1	62	75	3	52	Rojo

Al tener en cuenta que el cuerpo humano empieza a sentir incomodidad con temperaturas mayores a 27 °C y una humedad relativa mayor a 60%, bajo estas condiciones es recomendable la activación del sistema de ventilación y enfriamiento hasta alcanzar un rango de confort entre los 22 a 27 °C y la humedad relativa entre 45 y 65 %.

Estos rangos muestran la temperatura de referencia para que el conductor active el aire acondicionado, una vez alcanzada una temperatura confortable se puede apagar el sistema de enfriamiento, lo ayudará a cuidar el consumo de combustible y potencia relacionados a la activación del sistema.

#### **4.1.1 CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DEL VEHÍCULO.**

Observando la geometría del vehículo utilizado en los ensayos, tiene un área de techo grande, por lo que se eleva la temperatura en la cabina debido a la radiación solar, a pesar que el mismo tiene un coeficiente global de transferencia de calor de mediano valor, lo que significa que la cabina tiene un buen aislamiento térmico y por tanto la transferencia de calor con el ambiente no es instantánea.

Este coeficiente global permite que el vehículo se comporte como un mini invernadero, acumulando calor durante el día para ser abrigado al caer la noche. Sin embargo, posee un área acristalada de  $1.04\text{m}^2$  correspondiente al 29.82% del área total de incidencia, que actúa como bomba de calor, añadiendo calor en el día y extrayendo calor en la noche, debido a que la resistencia térmica del vidrio es menor al valor del coeficiente de la carrocería. En el Anexo 7 se encuentra el cuadro de resistencia térmica para diferentes tipos de materiales en el que se observa los valores del vidrio.

Estas características hacen que la temperatura ambiental de cabina sea ligeramente mayor a la temperatura ambiental circundante y pueda incrementarse si no existe la ventilación adecuada.

#### **4.1.2 ANÁLISIS DE LA RUTA URBANA.**

Los cálculos de temperatura de sensación térmica se encuentran en el Anexo 14.

Para la ruta urbana de Quito se obtienen los siguientes resultados:

*Tabla 15*  
*Resultados de cálculo y comparación de temperaturas en Quito.*

A/C	MSNM	TEMPERATURA	TEMPERATURA	HUMEDAD	SENSACIÓN TÉRMICA (°C)
		BULBO SECO (°C)	BULBO HÚMEDO (°C)	RELATIVA (%)	
SIN A/C	2800	31,88	25,58	62.17	27.06
CON A/C	2800	18,87	11,87	47.50	18.97

La temperatura de bulbo seco sin A/C sobrepasa los 30°C por lo que está considerado como alta, lo que es una razón para utilizar el sistema de aire acondicionado del vehículo. Sin embargo, al calcular el valor de sensación térmica y al comparar con el valor de temperatura de bulbo seco se nota que cae alrededor de 5°C, por el accionamiento del ventilador de cabina, el valor correspondiente, se sitúa en el límite superior al rango de confort de temperatura (22-27°C).

Se nota que al activar el aire acondicionado desciende la humedad relativa en el interior de la cabina debido a la condensación ocasionado por el aire frío proveniente del sistema de acondicionamiento de aire, por lo que cae cerca del límite inferior de confort de humedad relativa (45%-65%). La novedad es la temperatura de bulbo seco y la temperatura de sensación térmica que están por debajo del límite de confort de temperatura, por lo que queda a criterio del usuario si apaga el sistema de A/C.

Al tener en cuenta estos valores de la tabla 15, es preferible usar el ventilador o blower del automotor, cuya velocidad depende del gusto de los usuarios, para realizar los cambios de aire correspondientes y así mantener fresco el interior de la cabina.

Si se transita por un sitio seguro y la contaminación no es un factor de riesgo, se recomienda abrir las ventanas para intercambiar el aire de la cabina y tener la sensación de temperatura agradable.



Sin embargo si las condiciones ambientales sobrepasan los rangos de confort, entonces es recomendable encender el aire acondicionado

#### 4.1.3 ANÁLISIS DE LAS RUTAS EN CARRETERA.

En el siguiente apartado se procede al análisis de temperaturas en cada una de las rutas en carretera seleccionadas previamente.

##### 4.1.3.1 RUTAS EN LA SIERRA.

A continuación se analizan las temperaturas de sensación, bulbo húmedo y seco obtenidas en los ensayos en cada una de las rutas recorridas.

##### 4.1.3.1.1 RUTA OTAVALO-IBARRA.

Para el tramo realizado entre Otavalo e Ibarra, se tiene los siguientes resultados:

*Tabla 16  
Resultados de cálculo y comparación de la ruta Otavalo-Ibarra.*

A/C	MSNM	TEMPERATURA BULBO SECO (°C)	TEMPERATURA BULBO HÚMEDO (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	SENSACIÓN TÉRMICA (°C)
SIN A/C	2538	30,23	24,27	63.33	26.04
CON A/C	2538	20,35	12,90	47.17	19.90

La temperatura de sensación térmica indica que sin aire acondicionado existe confort térmico, en los límites superiores.

Con el aire acondicionado funcionando se puede tener la sensación de frío en la cabina, por lo que los valores caen en los límites inferiores.

Para este sector se recomienda el uso del aire acondicionado hasta llegar a los rangos de confort térmico tanto para la temperatura con también la humedad relativa, y aunque no se cuente con un termómetro la sensación de bienestar se hace notoria y será la referencia necesaria para la desconexión del sistema.

#### 4.1.3.1.2 RUTA AMBUQUÍ-EL JUNCAL.

En la tabla 17 se obtienen los siguientes resultados:

*Tabla 17*

*Resultados de cálculo y comparación de la ruta Ambuquí-El Juncal.*

A/C	MSNM	TEMPERATURA BULBO SECO (°C)	TEMPERATURA BULBO HÚMEDO (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	SENSACIÓN TÉRMICA (°C)
SIN A/C	1530	27.68	23,32	72.50	24.45
CON A/C	1530	19,88	14,85	61.50	19.61

La temperatura de sensación térmica es moderada sin uso del aire acondicionado, pero la humedad relativa sobrepasa el 70%, por lo que esta fuera del rango de confort. Al comparar los valores con las tablas 15 y 16, se nota claramente que las condiciones ambientales como la temperatura y humedad relativa cambian de acuerdo a la altitud (msnm).

La razón aparente para usar el aire acondicionado es la sensación de una temperatura alta en cabina, por lo que al descender hacia zonas de menor altitud se hace necesario el uso de aire acondicionado.

Según los datos obtenidos en la tabla 17, se nota que el ventilador de cabina no es suficiente para obtener una comodidad térmica debido a la humedad relativa elevada por lo que en este sector es necesario el uso del aire acondicionado hasta llegar a la zona de confort.

#### 4.1.3.2 RUTA TONSUPA-SÚA.

En la tabla 18 se obtienen los siguientes resultados:

*Tabla 18*  
*Resultados de cálculo y comparación de la ruta Tonsupa-Súa.*

A/C	MSNM	TEMPERATURA BULBO SECO (°C)	TEMPERATURA BULBO HÚMEDO (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	SENSACIÓN TÉRMICA (°C)
SIN A/C	15	33,34	28,12	70	27.97
CON A/C	15	19,13	14,88	66.67	19.14

La temperatura de sensación térmica y la humedad relativa, sin el uso del aire acondicionado son elevadas por lo que se encuentran fuera del rango de confort. El uso del ventilador de cabina no es suficiente para alcanzar rangos de confort adecuados.

En estas circunstancias a nivel del mar, como nos indica la tabla 18 es necesario el uso continuo del aire acondicionado, porque se necesita bajar los valores de temperatura ambiental y humedad relativa en la cabina, hasta alcanzar los valores de confort, sin abrir las ventanas.

#### 4.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

En la tabla 19 se expone la diferencia en el consumo de combustible con y sin aire acondicionado; en las distintas rutas utilizadas para las pruebas, y la altitud (msnm) en las que están ubicadas

**Tabla 19**  
**Consumo de combustible**

<b>RUTAS</b>	<b>VOL. PROM. CONSUMO CON A/C [lt]</b>	<b>VOL. PROM. CONSUMO SIN A/C [lt]</b>	<b>RENDIMIENTO PROMEDIO CON A/C [km/lt]</b>	<b>RENDIMIENTO PROMEDIO SIN A/C [km/lt]</b>	<b>PORCENTAJE AUMENTO CONSUMO DE COMBUSTIBLE [%]</b>
Quito ruta urbana 2530msnm	3,10	2,92	7,63	8,09	6,03
Otavallo-Ibarra 1520msnm	2,19	2,12	9,95	10,28	3,38
Ambuquí-Juncal 1515msnm	2,10	1,97	9,62	10,24	6,44
Tonsupa-Súa 15msnm	2,69	2,52	7,85	8,38	6,83

En la figura 33 se observa de manera descriptiva los datos de tabla 19 acerca del rendimiento de combustible en las distintas zonas y rutas de prueba.

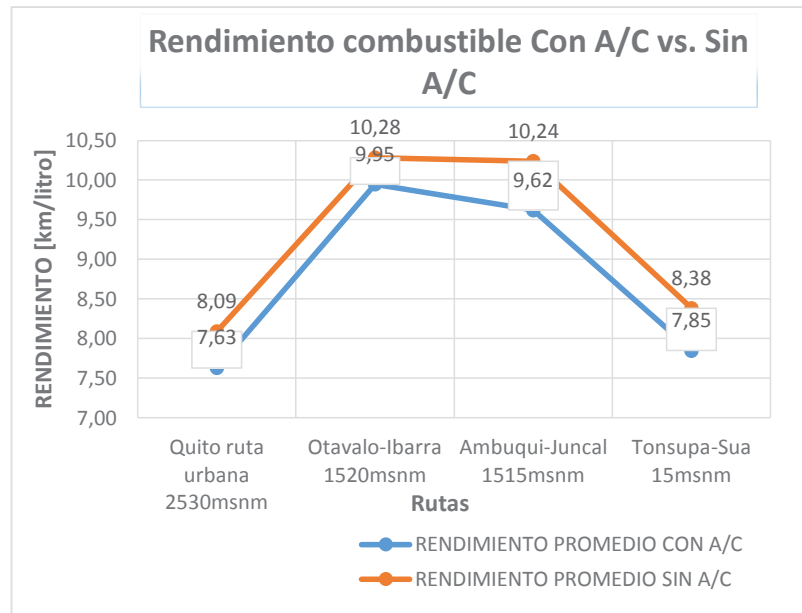


Figura 33. Rendimiento de combustible en las diferentes rutas.

En la figura 34 se observa el porcentaje de aumento de consumo de combustible en las distintas rutas de prueba.

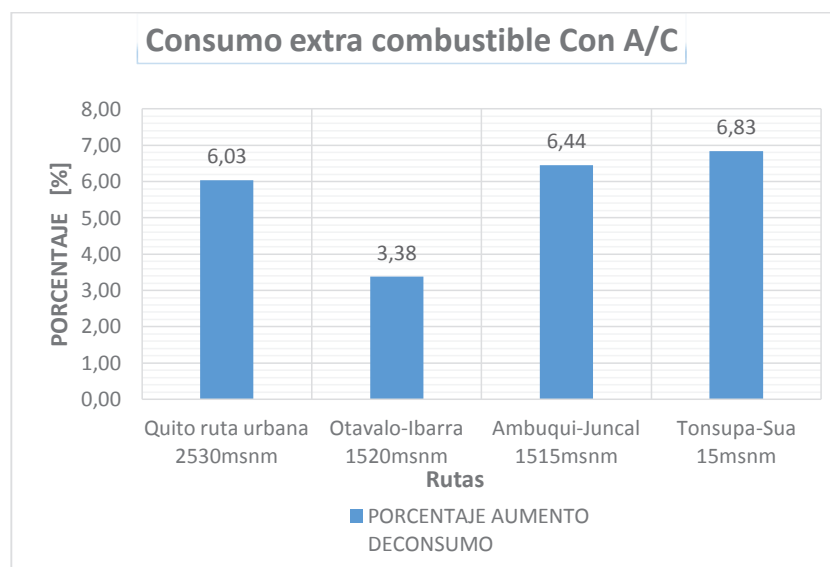


Figura 34. Aumento de combustible por el uso de A/C.

Los datos de la tabla 19 sirven para calcular el aumento en el costo del combustible debido a la diferencia de consumo del mismo. Según Petroecuador, el costo de un galón de gasolina súper cuesta 2.16usd/galón (precio en las estaciones de distribución de Petroecuador). Este aumento en el costo se refleja en la tabla 20, indicando el porcentaje de incremento en el consumo en base a la diferencia en el consumo de combustible con y sin A/C de la tabla 19:

*Tabla 20*  
*Costo de combustible.*

<b>RUTA</b>	<b>INCREMENTO CONSUMO DE COMBUSTIBLE [%]</b>	<b>VOLUMEN ADICIONAL EN 100km [lt]</b>	<b>COSTO POR DISTANCIA (USD por cada 100Km)</b>
<b>Urbana Quito</b>	6.03	0.75	0.43
<b>Otavalo-Ibarra</b>	3.38	0.33	0.19
<b>Ambuquí-El Juncal</b>	6.44	0.63	0.36
<b>Tonsupa-Súa</b>	6.83	0.82	0.47

Aunque los valores en el costo por distancia recorrida no parezcan exorbitantes, esto es debido a que el combustible en Ecuador es subsidiado.

Observando los porcentajes de incremento, se puede deducir que los mayores consumos se producen en carretera, debido a que la sensación de incomodidad térmica es más recurrente en estas circunstancias.

En rutas urbanas que en promedio se recorre 30 Km diarios, el costo aproximado del uso del aire acondicionado es de 0.13usd/día. En este cálculo se supone que el uso del sistema de aire acondicionado se realiza en todo el recorrido.

La incomodidad térmica es menos recurrente mientras se transita por rutas urbanas en la Sierra, por lo que el uso del sistema de aire acondicionado es menor o se lo usa a intervalos, debido al corto tiempo de

permanencia en cabina. Mientras, en carretera el consumo es mayor debido al tiempo prolongado en cabina, por lo que se acentúa la incomodidad térmica, haciendo que el consumo de combustible sea mayor.

Sin embargo, en rutas urbanas, también influye la congestión vehicular, la distancia, el tiempo, el clima, durante el viaje. Es por esta razón que los datos de consumo de combustible en la ruta urbana tiene un costo importante con respecto a los demás recorridos.

Es preferible usar la ventilación natural cuando se transita por carretera para aminorar el aumento en el consumo de combustible.

### 4.3 ANÁLISIS DE LA PÉRDIDA DE LA POTENCIA.

Para realizar este análisis se necesita los datos de densidad y poder calórico del combustible, para calcular la potencia que entrega el mismo al motor, los mismos que son (según normativa INEN)<sup>20</sup>:

- Densidad:  $\rho = 0.736 \text{ Kg/lt}$ .
- Poder calórico:  $PC = 41.8 \text{ MJ/Kg}$ .

Se utiliza las siguientes fórmulas<sup>21</sup>:

- Flujo másico de combustible:

$$m = \frac{V \cdot \rho}{t} [2],$$

$V$  = volumen [lt],

$\rho$  = densidad [Kg/lt],

$t$  = tiempo [s].

- Potencia entregada:

$$P = 1000 * m * PC \text{ [Kw]} \quad [3],$$

$m$  = flujo másico de combustible [Kg/s],

$PC$  = poder calórico [MJ/Kg].

<sup>20</sup>INEN, NTE 028.2: Requisitos de gasolina extra y super.pdf

<sup>21</sup> Guía de Prácticas de laboratorio de Termodinámica, Escuela Politécnica Nacional, 2015.

Se calcula la diferencia del flujo másico (dfm) y su potencia respectiva, de la siguiente manera:

$$\Delta m = \frac{(V_{conA/C} - V_{sinA/C}) * \rho}{t} [4],$$

$$P_{dfm} = 1000 * \Delta m * PC$$

Así mismo se calcula el flujo másico y la potencia cuando no se usa el aire acondicionado.

Las formulas aplicadas en el cálculo de potencia se encuentran en el anexo 13, y los resultados obtenidos están en la tabla 21 y 22.

*Tabla 21  
Potencia entregada al motor.*

RUTAS	VOLUMEN CONSUMO PROMEDIO SIN A/C [lt]	VOLUMEN CONSUMO PROMEDIO CON A/C [lt]	TIEMPO [s]	FLUJO MASICO SIN A/C [kg/s]	FLUJO MASICO CON A/C [kg/s]	POTENCIA SIN A/C [HP]	POTENCIA CON A/C [HP]
<b>ruta urbana Quito</b>	2,92	3,10	2835	0,00076	0,00080	42,46	45,02
<b>Otavalo-Ibarra</b>	2,12	2,19	1585	0,00098	0,00102	55,16	57,03
<b>Ambuquí-El Juncal</b>	1,97	2,10	1260	0,00115	0,00123	64,58	68,73
<b>Tonsupa-Súa</b>	2,52	2,69	1275	0,00145	0,00155	81,44	87,01

La potencia que sale del diferencial de flujo de masa, se compara con la potencia consumida sin aire acondicionado. Estos resultados se muestran en el siguiente cuadro:



*Tabla 22*  
*Potencia entregada al aire acondicionado.*

<b>ALTITUD MSNM</b>	<b>RUTAS</b>	<b>DIFERENCIA POTENCIA ADICIONAL CON USO A/C [HP]</b>	<b>PORCENTAJE DE INCREMENTO [%]</b>
<b>2800</b>	Ruta urbana Quito	2,56	6,03
<b>2538</b>	Otavalo-Ibarra	1.87	3,38
<b>1530</b>	Ambuquí-El Juncal	4.16	6,44
<b>15</b>	Tonsupa-Súa	5,56	6,83

Se nota que el consumo urbano es similar al consumo en carretera en la costa por el tráfico vehicular y el tiempo en recorrer una distancia similar. Sin embargo, la potencia entregada en la ruta Otavalo-Ibarra es la menor por ser una zona fría, por lo que el compresor se activa menos. También los resultados obtenidos están en un rango que están en el orden del 6% de potencia consumida por el compresor del aire acondicionado.

La diferencia en los valores de potencia cedida al aire acondicionado se debe a las condiciones ambientales, donde se refleja la variación en la potencia refrigerante del sistema.

Se recomienda usar el sistema de acuerdo a las condiciones ambientales, especialmente en carretera.

A continuación se analiza el trabajo del compresor con respecto al consumo de combustible para analizar posteriormente su influencia en la pérdida de potencia del motor

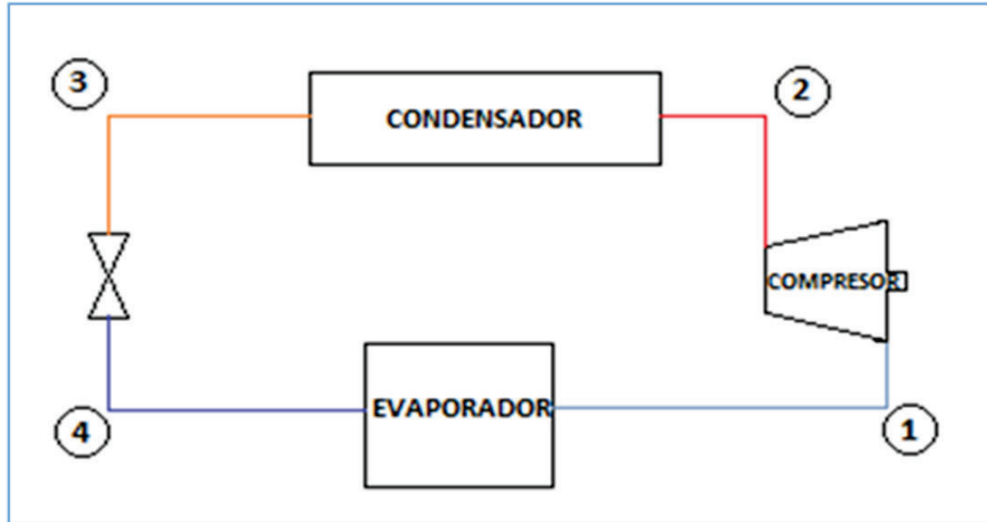


Figura 35. Esquema del sistema de aire acondicionado.

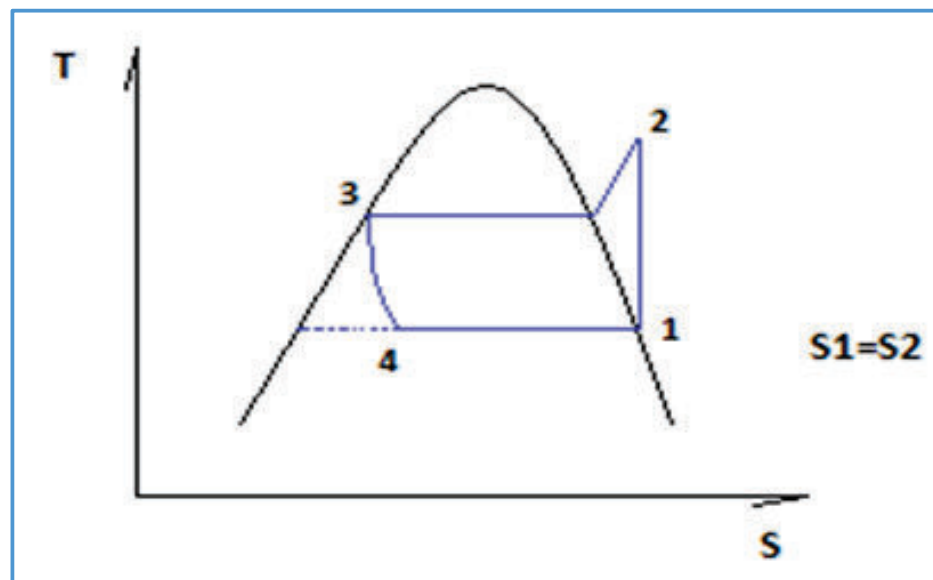


Figura 36. Ciclo termodinámico del sistema de aire acondicionado.

Se tiene las presiones del sistema de aire acondicionado que son medidos con el manómetro:

Presión manométrica de baja= 35[psi]=241.3 [kPa]

Presión manométrica de alta= 125[psi]=861.8 [kPa]

Presión atmosférica en Quito (2800 msnm)= 71.7 [kPa]

Presión Absoluta de baja= 241.3 [kPa] + 71.7 [kPa]= 313. [kPa]

Presión Absoluta de alta= 861.8 [kPa] + 71.7 [kPa]= 933.6 [kPa]

**Datos Línea de Alta Presión**

Líquido saturado Tabla A-12<sup>22</sup>

$P_1=900$  [kPa],  $h_f=101.61$  [kJ/kg]

$P_2=950$  [kPa],  $h_f=104.51$  [kJ/kg]

Por interpolación se obtiene:

A Presión absoluta de alta= $933.6$  [kPa],  $h_f=103.56$  [kJ/kg]

Donde  $h_f=103.56$  [kJ/kg] =  $h_3=h_4$

**Datos Línea de Baja Presión**

Vapor saturado Tabla A-12<sup>23</sup>

$P_1=280$  [kPa],  $h_g=249.72$  [kJ/kg]

$P_2=320$  [kPa],  $h_g=251.88$  [kJ/kg]

Por interpolación se obtiene:

A Presión absoluta de baja= $313$  [kPa],  $h_g=251.50$  [kJ/kg]

Donde  $h_g=251.50$  [kJ/kg] =  $h_1$

Se obtiene la entropía en 1:

Vapor saturado Tabla A-1211<sup>24</sup>

$P=280$  [kPa],  $s_g=0.93210$  [kJ/kg K] y

$P=320$  [kPa],  $s_g=0.93006$  [kJ/kg K]

Por interpolación se obtiene:

A Presión absoluta de baja= $313$  [kPa],  $s_g=0.93042$  [kJ/kg K]

En el compresor  $s_1=s_2$ , entonces:

Refrigerante 134a sobrecalentado Tabla A-13<sup>25</sup>

A  $900$  [kPa],  $s=0.9169$  [kJ/kg K],  $h_g=269.26$  [kJ/kg] y  $s=0.9327$  [kJ/kg K],  
 $h_g=274.17$  [kJ/kg],

Interpolando: a  $s_2=0.93042$  [kJ/kg K],  $h=273.4615$  [kJ/kg];

A  $1000$  [kPa],  $s=0.9179$  [kJ/kg K],  $h_g=271.71$  [kJ/kg] y  $s=0.9525$  [kJ/kg K],  
 $h_g=282.74$  [kJ/kg],

Interpolando: a  $s_2=0.93042$  [kJ/kg K],  $h=275.70$  [kJ/kg];

<sup>22</sup>Cengel A Yunos, Boles Michael; Termodinámica; Séptima Edición; México; 2012, página 928.

<sup>23</sup>Cengel A Yunos, Boles Michael; Termodinámica; Séptima Edición; México; 2012, página 928.

<sup>24</sup>Cengel A Yunos, Boles Michael; Termodinámica; Séptima Edición; México; 2012, página 928.

<sup>25</sup>Cengel A Yunos, Boles Michael; Termodinámica; Séptima Edición; México; 2012, página 930.

Se interpola nuevamente:

A, P= 900 [kPa], h=273.46 [kJ/kg] y P= 1000 [kPa], h=275.70 [kJ/kg],

Interpolando: A, P= 933.6 [kPa], h=274.21 [kJ/kg]

h2=274.21 [kJ/kg]

Se obtiene la temperatura del Evaporador Tabla A-12<sup>26</sup>:

A 280 [kPa], T=-1.25 [°C] y 320 [kPa], T=2.46 [°C]

Interpolando: A, P= 313 [kPa], T=1.813 [°C]

Trabajo del compresor

Wcomp= h2-h1

Wcomp=274.21 [kJ/kg] - 251.50 [kJ/kg] =22.708 [kJ/kg]

Se calcula la densidad del refrigerante en la línea de baja presión:

v1= 0.064612 Tabla A-11<sup>27</sup>

$$\rho_1 = \frac{1}{v_1}$$

$\rho_1 = 15.48 \text{ [kg/m}^3\text{]}$

Volumen de 1 cilindro del compresor

Diámetro cilindro= 0.0279 [m]

Carrera cilindro= 0.019 [m]

V1= 1.1616 x 10<sup>-5</sup>[m<sup>3</sup>]

m1=  $\rho_1 \times V_1 = 0.0001798 \text{ [kg]}$

Número de revoluciones del compresor



Figura 37. Diámetros de polea del cilindro y el cigüeñal

<sup>26</sup>Cengel A Yunos, Boles Michael; Termodinámica; Séptima Edición; México; 2012, página 928.

<sup>27</sup>Cengel A Yunos, Boles Michael; Termodinámica; Séptima Edición; México; 2012, página 908

Diámetro polea cigüeñal=150 [mm]

Diámetro polea compresor=110 [mm]

rpm cigüeñal=2500 [rpm]

rpm compresor= 3409 rpm

$$\dot{m} = \frac{m1 \times rpm \text{ compresor}}{60 s}$$

$\dot{m} = 0.01022 \text{ kg/s}$  (Por cilindro)

$$\dot{W} = W \times \dot{m}$$

$\dot{W}_1 = 0.2321 \text{ [kW]}$  Potencia de 1 pistón (sistema A/C encendido)

$\dot{W}_{10} = 2,321 \text{ [kW]} = 3.11 \text{ [HP]}$  Potencia de 10 pistones (sistema A/C encendido),

### Promedio de tiempos de encendido y apagado del compresor en Quito

Tiempo encendido aire acondicionado=6.36 [s]

Tiempo apagado aire acondicionado=15.79 [s]

Porcentaje tiempo encendido=  $6.36 \times 100 / (6.36 + 15.79) = 28.71\%$

$\dot{W}_{\text{potencia media consumida por A/C}} = 3.11 \text{ [HP]} \times 28.71\% = 0.89 \text{ [HP]}$

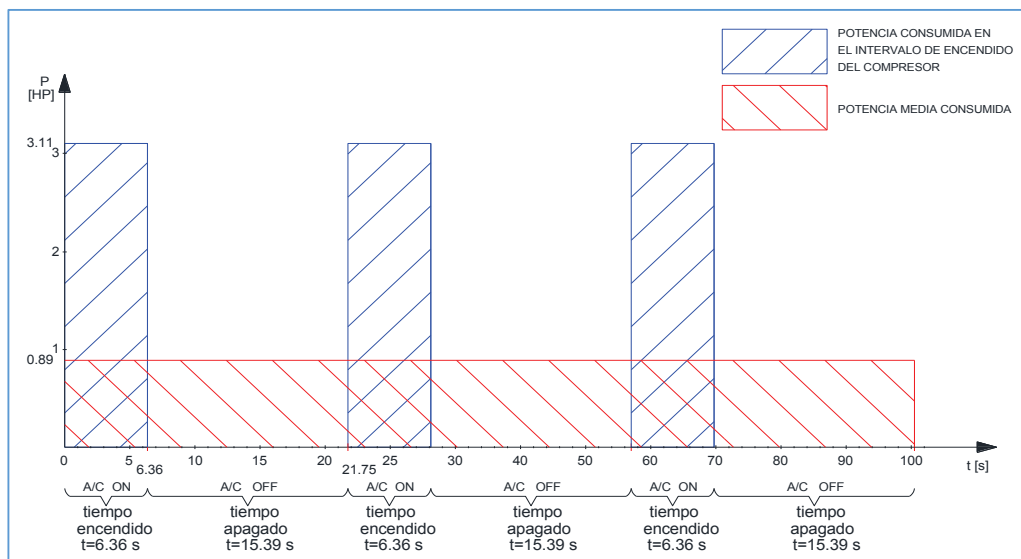


Figura 38. Ciclo de encendido y apagado del compresor en Quito.

La Potencia media consumida por el A/C ( $\dot{W}$ ) se refiere a la potencia consumida por el compresor en Quito durante los intervalos de tiempo en los que se acciona el clutch (embrague del compresor).

La Potencia media consumida por el A/C de 0.89 [HP] al ser comparada con la Potencia extra consumida por el combustible en Quito de la tabla 22 de 2.56 [HP], mantiene una diferencia 1.67 [HP]. Esta diferencia debe corresponder a los siguientes factores:

- En el ciclo de refrigeración, el compresor no es isentrópico.
- Pérdidas en la banda de las poleas (tensión en poleas).
- Enfriamiento combinado, el condensador se encuentra muy cercano al radiador, por lo tanto el ventilador del radiador del motor abastece aire de enfriamiento para los dos intercambiadores; el enfriamiento es insuficiente y el motor debe entregar más combustible para poder bajar la temperatura.
- Cambios de aceleración que se traduce directamente al consumo de combustible al momento de encender el aire acondicionado mientras se activa y desactiva el clutch.

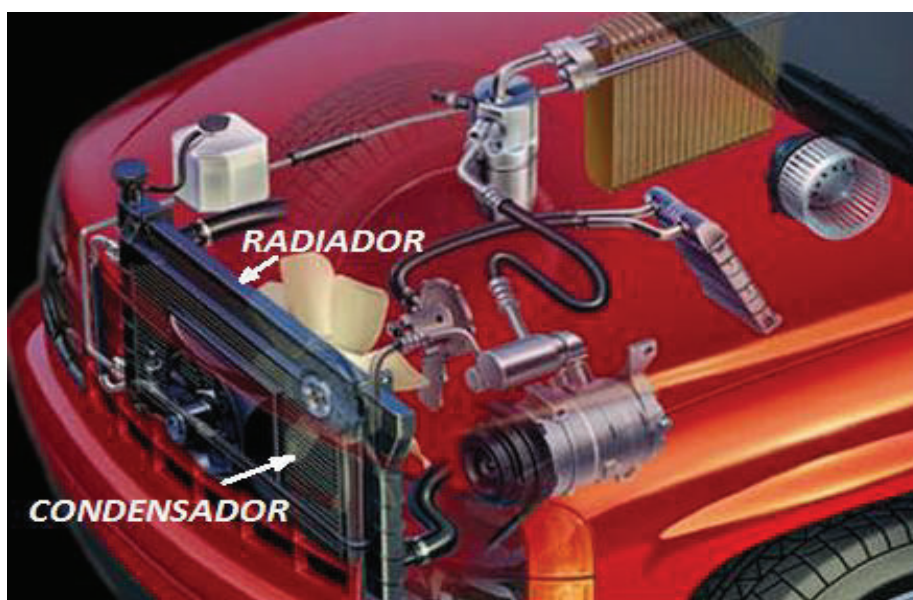


Figura 39. Posición real de condensador y radiador en el vehículo.<sup>28</sup>

<sup>28</sup><http://www.enfrio.com.co/servicios/aire-acondicionado-automotriz/>

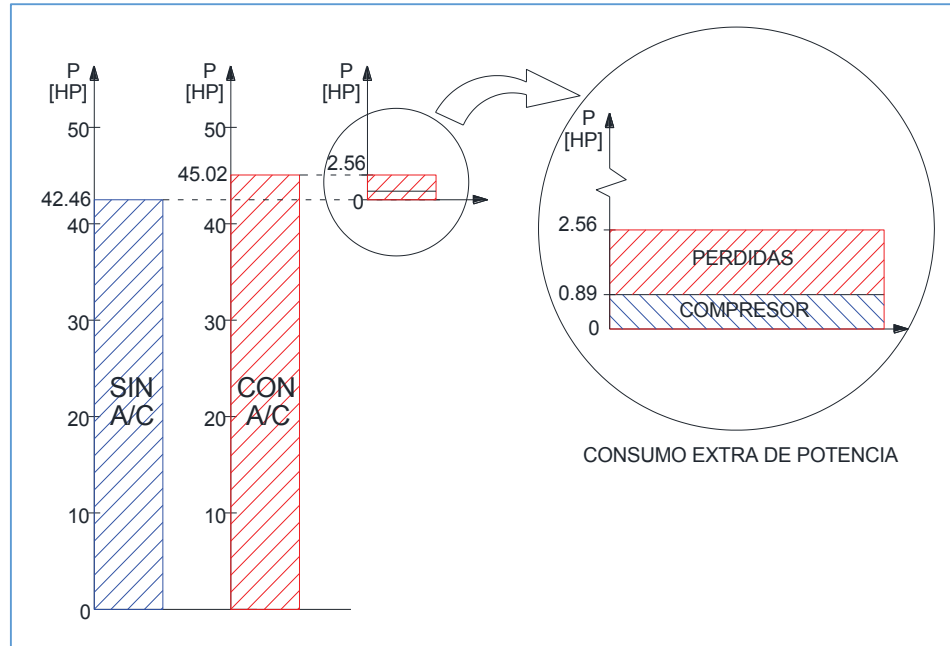


Figura 40. Consumo real de potencia del compresor

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES.

- De las pruebas realizadas se concluye que el confort térmico en la cabina se sitúa entre 22 y 27°C, con una humedad relativa entre 45% y 65%, para cualquier zona. Estos valores de temperatura y humedad relativa son compatibles con los que muestra la norma ASHRAE.
- La carga térmica del vehículo está influenciada por el área de incidencia a la radiación solar, sin embargo esta área de incidencia depende a su vez de la superficie acristalada. Bajo esta premisa el consumo de combustible cuando se activa el A/C es menor en vehículos con un área de incidencia disminuida. También influye el número de ocupantes, por lo que se eleva la humedad relativa de la cabina, generando una sensación térmica de mayor temperatura.
- La activación del sistema de aire acondicionado está a cargo de los ocupantes de la cabina, que actúan según la temperatura de sensación, sin importar las condiciones de humedad relativa, debido a que estos sistemas no tienen control sobre esa variable.
- El clima y la temperatura dentro de la cabina influye mucho en los resultados, debido a que la activación y desactivación del clutch del compresor depende del sensor de temperatura del evaporador (termistor), lo que a su vez interviene en el consumo de combustible.
- Los valores obtenidos durante pruebas con o sin A/C en ruta urbana en Quito dependen bastante de ciertos factores como: el flujo de tráfico, semáforos y otras señalizaciones, rebasamientos, pendientes, tipo de calzada, etc. Sin embargo estos factores se compensan con el número de pruebas realizadas en cada ruta y manteniendo el mismo estilo de manejo en las mismas.
- No se tomaron en consideración otros factores que influyen en el consumo de combustible tales como presión en los neumáticos, peso



de los ocupantes, ya que en las pruebas realizadas el vehículo mantenía las mismas condiciones con la única diferencia de la activación o no del aire acondicionado.

- En ambientes secos, el mantener mucho tiempo activado el aire acondicionado reduce la humedad relativa en la cabina, lo cual ocasiona lo que se conoce como garganta seca durante el tiempo de transporte.
- La activación y desactivación del compresor del aire acondicionado es similar al fenómeno de cambios de aceleración durante el manejo, por ende influye en el consumo de combustible y a su vez en la potencia.
- La potencia adicional que requiere el motor cuando se activa el aire acondicionado está situada entre 1.87 HP en Otavalo y 5.56 HP en Tonsupa.
- Los mayores valores de consumo de combustible se produjeron durante las pruebas en carretera, debido que la sensación de incomodidad térmica es más recurrente en estas circunstancias, lo que requiere el uso del aire acondicionado durante más tiempo.
- La potencia adicional para el funcionamiento del A/C es consumida en parte por el compresor y la potencia restante se disipa en las pérdidas del sistema (ver figura 38).
- En Ecuador cuando el vehículo va descendiendo al nivel del mar, aumenta el consumo de combustible por la corrección que hace la computadora por la mayor presencia de oxígeno, a este consumo se le suma el gasto por el uso del aire acondicionado (ver tabla 22).
- El uso del aire acondicionado en el vehículo de prueba a las altitudes de las rutas seleccionadas aumenta el consumo del combustible en 3.38% hasta 6.83%, este consumo puede variar de acuerdo a las condiciones climatológicas, el número de ocupantes y el confort térmico preferido de los mismos, el tráfico y el estado de las vías.

## 5.2 RECOMENDACIONES.

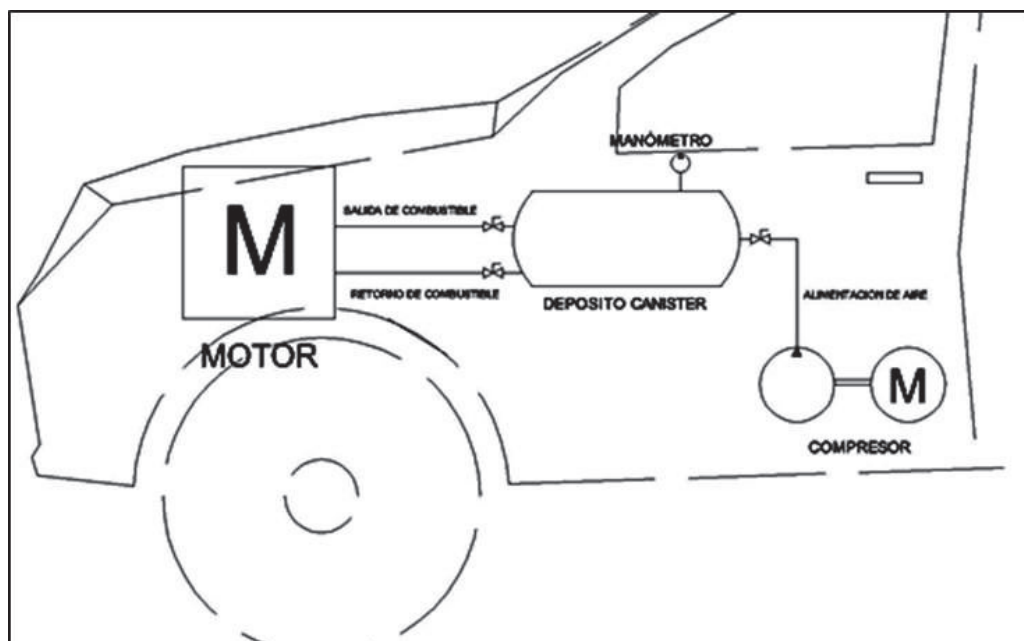
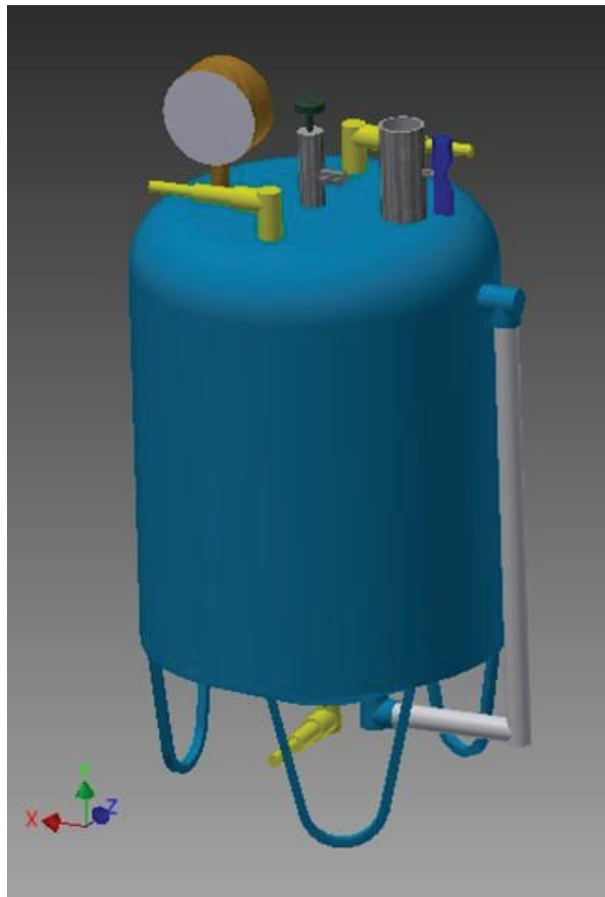
- En circuitos urbanos, es preferible circular con los vidrios bajos, si la seguridad y la contaminación lo permiten.
- En Quito para evitar que la temperatura de sensación se eleve en el interior de la cabina, se recomienda abrir las ventanas durante un breve tiempo, para que haya un intercambio de aire, refrescando la cabina y mejorando la comodidad térmica de los ocupantes. Esta simple acción optimiza el uso del aire acondicionado y evita la intolerancia térmica.
- Se recomienda que el recorrido que se realiza con o sin la activación del aire acondicionado se lo haga bajo condiciones idénticas para una toma de datos confiable.
- Se recomienda que conductor mantenga la mayor parte del tiempo las revoluciones del motor constantes, para que la toma de datos sea lo más estable.
- Se recomienda, durante la toma de datos con aire acondicionado, evitar el ingreso de aire desde el exterior ya que esto provocaría una variación en la toma de datos de temperatura y aumento en el consumo de combustible.
- Se recomienda hacer un recorrido previo de las rutas seleccionadas para evitar cualquier inconveniente o variación que pueda afectar la toma de datos.
- En ambientes secos durante el uso habitual de un vehículo cuando se usa el aire acondicionado se recomienda tomar periódicamente sorbos de agua o activar la circulación del aire exterior para evitar la resequedad de la garganta.
- Para conocer más sobre el uso correcto del aire acondicionado se recomienda revisar el anexo 18, donde se encuentra un manual de uso de aire acondicionado.
- Se recomienda colocar el selector de entrada de aire del panel de control en recirculación para un enfriamiento más rápido.
- Se recomienda realizar las pruebas desde las 10:00 am hasta las 15:00 porque son las horas de mayor calor en el día.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Mitchell Information Services, 2011, *Manual de reparación de sistemas de aire acondicionado automotrices*, México, Prentice Hall, pagina 12.
- ASHRAE, 2013, *Part 55-103: Thermal enviromental conditions for human occupancy*.
- Cengel Y., Boles M., 2009, *Termodinámica*, 7ma edición, México, McGraw Hill, paginas 747-749.
- Brich T., 2011, *NATEF Correlated Tasks Sheets for automotive heating and air conditioning*, Boston, Prentice Hall, página 52, 55.
- INEN, 2014, *NTE 028 Parte 2: Requisitos de gasolina extra y súper*.
- Incropera, F; *Fundamentos de Transferencia de Calor*; 4ta edición; Prentice Hall; 1999; Tabla A-3, página 838.
- Escuela Politécnica Nacional, 2015, *Guía de prácticas de laboratorio de termodinámica*, Quito.
- Ortega M., Peña A., 1998, *Cartas Psicrométricas*, Quito, Escuela Politécnica Nacional.
- [http://conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/6401/2/guia\\_automovilista\\_08.pdf](http://conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/6401/2/guia_automovilista_08.pdf)
- [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642006000500005](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642006000500005)
- <http://metodologia02.blogspot.com/p/metodos-de-la-investigacion.html>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. ESQUEMA DEL CANISTER



## Anexo 2. HOJA DE DATOS

**PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN UNA RUTA EN VEHÍCULOS LIVIANOS BASADO EN EL USO DE AIRE ACONDICIONADO****HOJA DE DATOS****DATOS DEL VEHÍCULO**

MARCA Y MODELO:	
PLACA:	
AÑO:	
CILINDRADA:	
POTENCIA MÁXIMA:	
TORQUE MÁXIMO:	
TIPO DE COMBUSTIBLE:	

**DATOS DEL ENSAYO**

N° ENSAYO:	
FECHA D/M/A:	____/____/____
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI                      NO
HORA INICIO:	
HORA DE FINALIZACIÓN:	
RUTA:	
RECORRIDO [km]:	

**DATOS AMBIENTALES**

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:		°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:		°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:		°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:		°C

**DATOS DE CABINA**

Temperatura bulbo seco cabina inicial:		°C
Temperatura bulbo seco cabina final:		°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:		°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:		°C

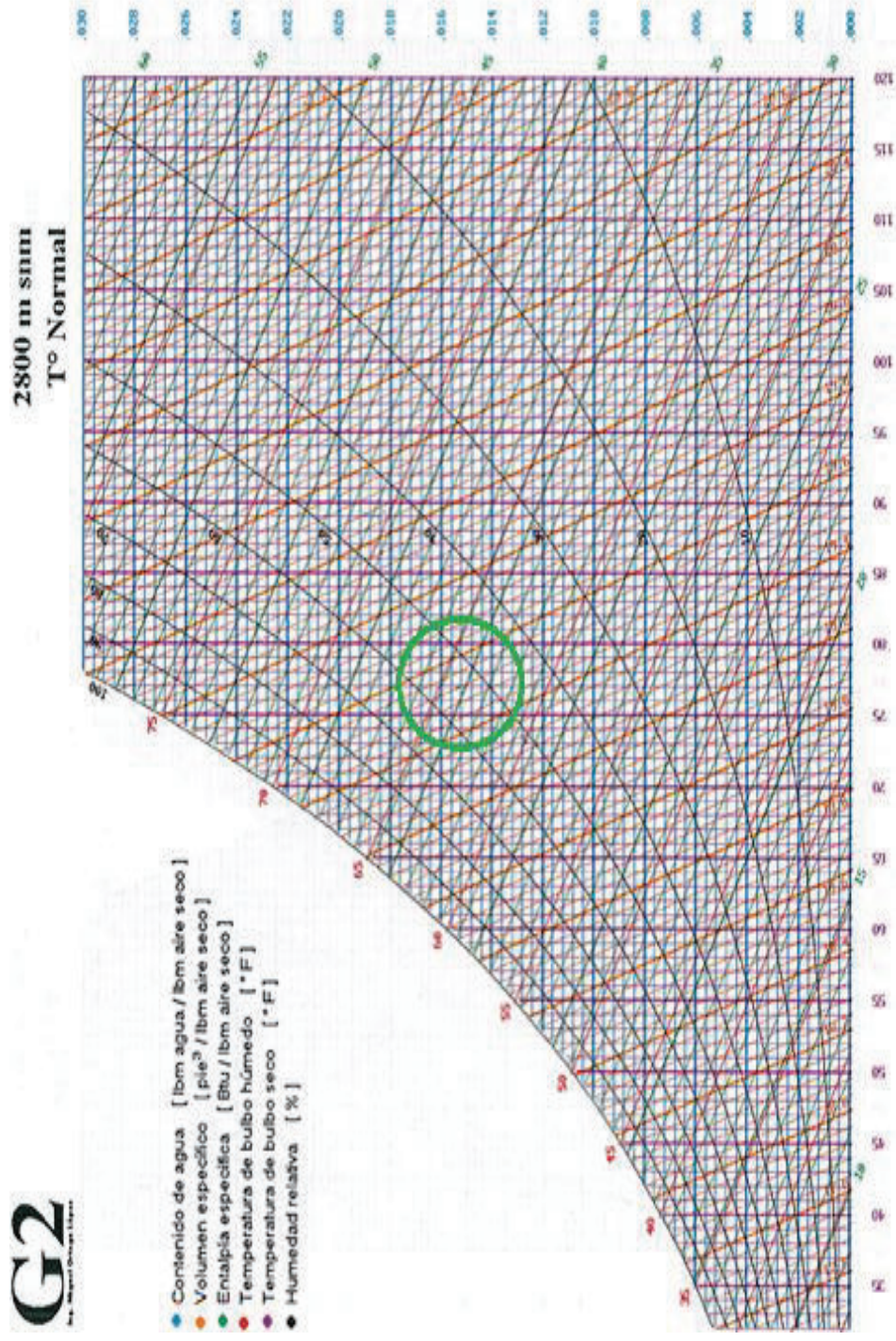
**DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE**

Volumen inicial de combustible <b>Vi</b> :		mililitros
Volumen final de combustible <b>Vf</b> :		mililitros
Volumen consumo combustible <b>Vi-Vf</b> :		mililitros

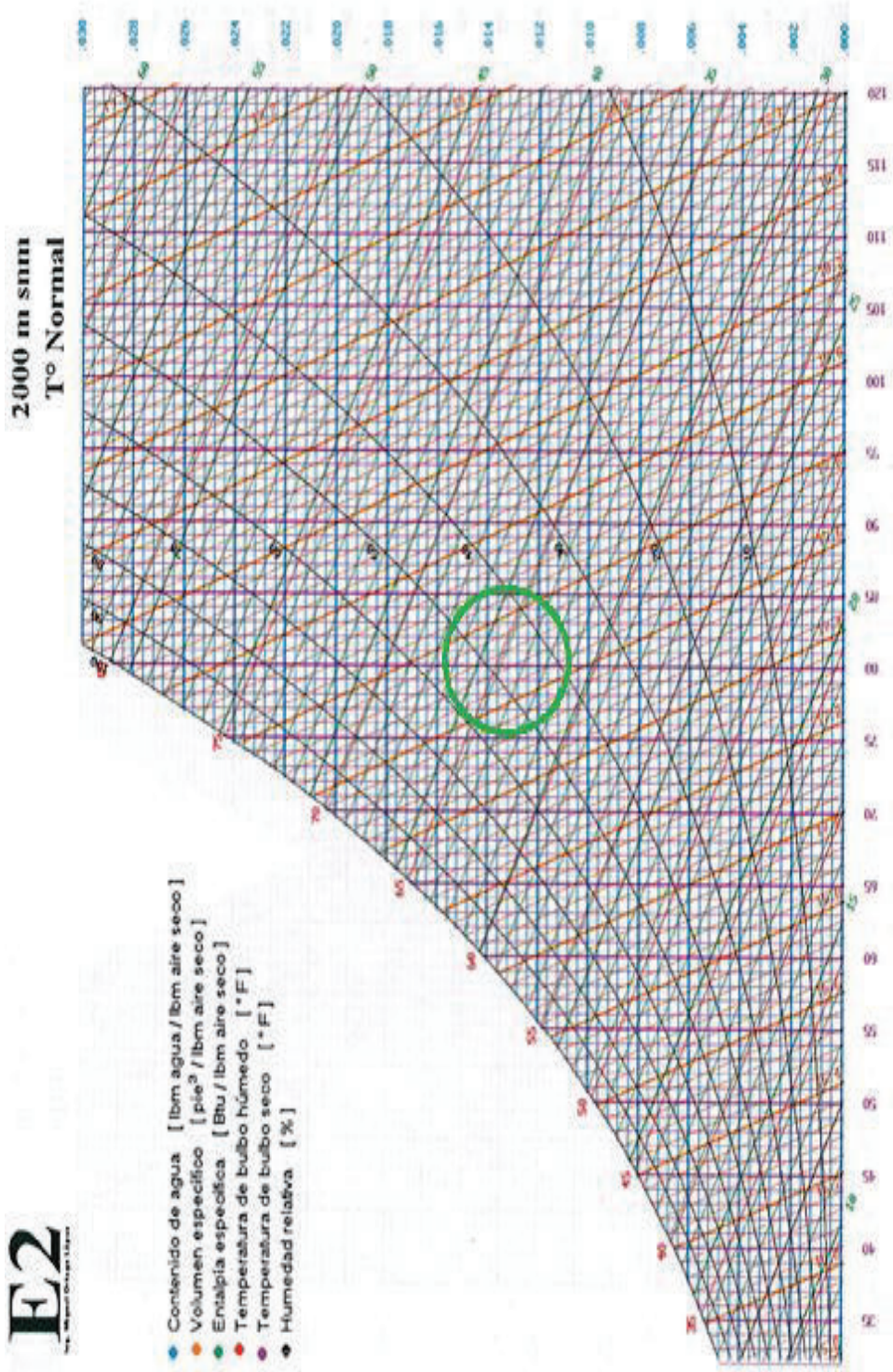
**NOTAS:**

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

### Anexo 3. CARTA PSICROMÉTRICA DE QUITO

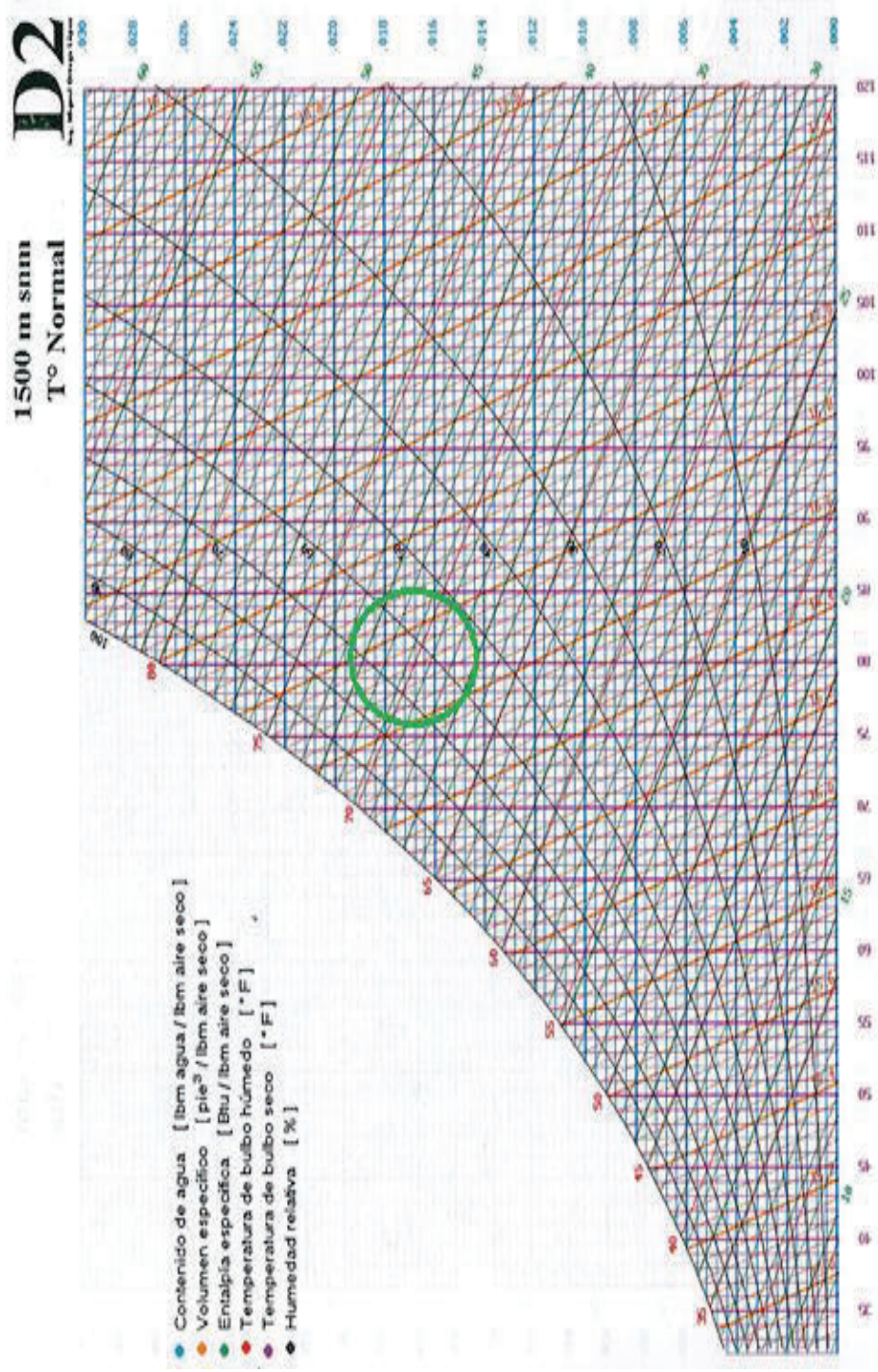


### Anexo 4. CARTA PSICROMÉTRICA DE IBARRA



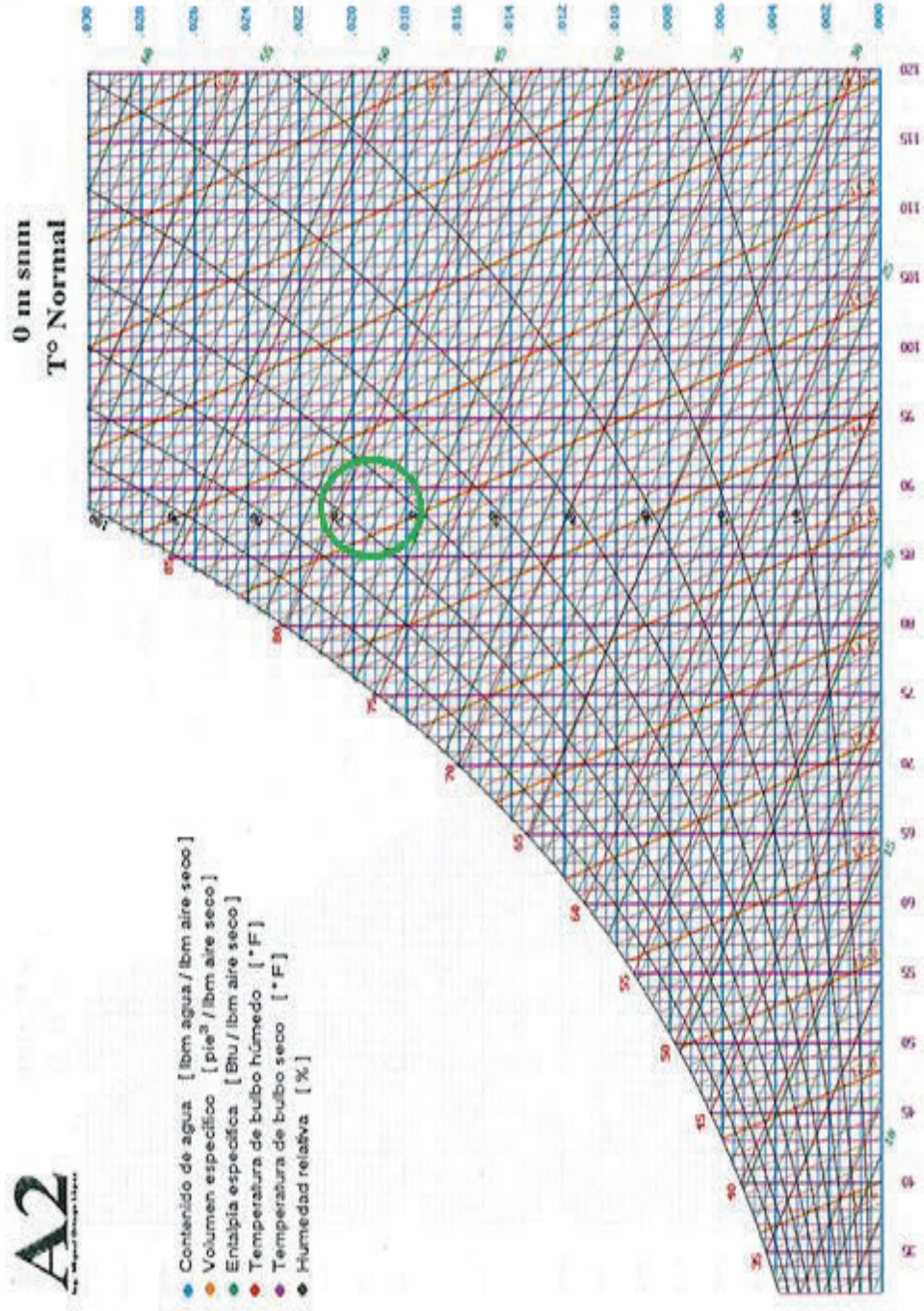


Anexo 5. PSICROMÉTRICA DE EL JUNCAL



**A2**  
The McGraw-Hill Companies

### Anexo 6. CARTA PSICROMÉTRICA DE ESMERALDAS



## Anexo 7. CUADRO COMPARATIVO DE RESISTENCIA TÉRMICA DE DIFERENTES MATERIALES

Apéndice A • *Propiedades termo-físicas de la materia*

837

Tabla A.3 *Continuación*

*Otros materiales*

Descripción/ composición	Temperatura (K)	Densidad $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Conductividad térmica, $k$ (W/m · K)	Calor específico, $c_p$ (J/kg · K)
Asfalto	300	2115	0.062	920
Baquelita	300	1300	1.4	1465
Ladrillo refractario				
Carbonundo	872	—	18.5	—
	1672	—	11.0	—
Ladrillo de cromita	473	3010	2.3	835
	823		2.5	
	1173		2.0	
Óxido de silicio diatomáceo, refractario	478	—	0.25	—
	1145	—	0.30	—
Arcilla refractaria, cocida a 1600 K	773	2050	1.0	960
	1073	—	1.1	
	1373	—	1.1	
Arcilla refractaria, cocida a 1725 K	773	2325	1.3	960
	1073		1.4	
	1373		1.4	
Ladrillo de arcilla refractaria	478	2645	1.0	960
	922		1.5	
	1478		1.8	
Magnesita	478	—	3.8	1130
	922	—	2.8	
	1478		1.9	
Arcilla	300	1460	1.3	880
Carbón, antracita	300	1350	0.26	1260
Concreto (piedra mezclada)	300	2300	1.4	880
Algodón	300	80	0.06	1300
Productos alimenticios				
Plátano (75.7% de contenido de agua)	300	980	0.481	3350
Manzana, roja (75% de contenido de agua)	300	840	0.513	3600
Pan, batido	300	720	0.223	—
Pan, completamente horneado	300	280	0.121	—
Carne de pollo, blanca (74.4% de contenido de agua)	198	—	1.60	—
	233	—	1.49	
	253		1.35	
	263		1.20	
	273		0.476	
	283		0.480	
	293		0.489	
Vidrio				
Píata (cul de sosa)	300	2500	1.4	750
Pyrex	300	2225	1.4	835

## Anexo 8. TABLAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS

### *GPS Garmin e-trex 20*

Dimensiones de la unidad (Ancho/Alto/Profundidad):	2,1" x 4" x 1,3" (5,4 x 10,3 x 3,3 cm)
Tamaño de la pantalla (Ancho/Alto):	1,4" x 1,7" (3,5 x 4,4 cm); 2,2" en diagonal (5,6 cm)
Resolución de pantalla (Ancho/Alto):	176 x 220 píxeles
Tipo de pantalla:	TFT transreflectiva de 65.000 colores
Peso:	5 oz (141,7 g) con pilas
Batería:	2 pilas AA (no incluidas); se recomienda NIMH o litio
Duración de la batería:	25 horas
Resistente al agua:	Sí (IPX7)
Flotante:	No
Receptor de alta sensibilidad:	Sí
Interfaz del equipo:	USB

#### Cartografía y Memoria:

Mapa base:	Sí
Preloaded maps:	no
Posibilidad de agregar mapas:	Sí
Memoria interna:	1,7 GB
Admite tarjetas de datos:	Tarjeta microSD™ (no incluida)
Waypoints:	2000
Rutas:	200
Track log:	10.000 puntos, 200 tracks guardados

## Termómetro Digital Digi-Thermo WT 2



Instrumentación

### Termómetro Digital- Digi-Thermo Ref. WT2

Termómetro Digital. Modelo Digi-Thermo Ref. WT2

Termómetro Digital Digi-Thermo con sonda de pincho y gran precisión.

Está equipado con una sonda inoxidable de 100 mm de longitud y cable de 1 m. Además, consta de pinza de sujeción y un soporte de sobremesa.

Sus alarmas acústicas para máximo y mínimo son configurables. También tiene indicación de temperaturas máxima y mínima registradas. Se puede seleccionar la unidad de medida de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$  o  $^{\circ}\text{F}$ ).

- Otras características técnicas del termómetro digital Digi-Thermo:
  - Resolución:  $0,1^{\circ}\text{C}$
  - Precisión:  $\pm 1^{\circ}\text{C}$
  - Alimentación: 1 pila AAA 1,5 V
  - Dimensiones: 107 x 59 x 19 mm

## Termómetro digital pequeño



- Termómetro Digital con LCD y Sonda que permite obtener lecturas precisas de temperatura
- Pantalla LCD grande, precisa y fácil de leer.
- Se trata de un termómetro miniatura digital con un diseño sencillo, discreto y fácil de leer Ideal para usar en refrigeradores, terrarios, acuarios, coches, depósitos, congeladores...
- Rango de medición:  $-50^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$
- Longitud cable: 1.0 m

## Compresor TKC Max Power Air

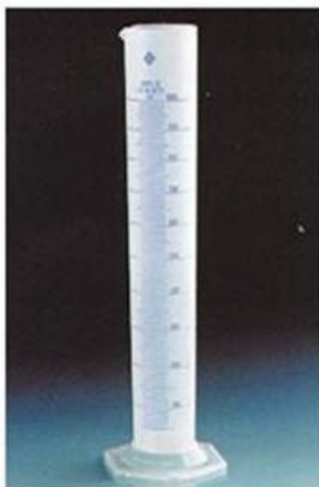


- 10 bar / 140 psi máximo
- Corriente de funcionamiento 15 000 mA
- 35 litros de presión de descarga por minuto
- Incluye 4 adaptadores para: Ruedas de bicicleta, colchones de aire, etc.
- Funcionamiento del encendedor sobre 12 voltios

Peso del producto	2,3 Kg
Dimensiones del producto	22 x 20 x 14 cm
Número de modelo del producto	M01790
Número de productos	1
Incluye baterías	No
Necesita baterías	No
Peso	2.3 kilogramos

## Probeta Graduada

### PROBETA GRADUADA, CLASE B, PP, IMPRE. AZUL VITLAB®



## CARACTERISTICAS

**Probeta graduada, clase B, PP, Vitlab®**  
 PP, translúcida, alta, autoclavable, clase B  
 Base hexagonal, con pico  
 Graduación con marcas circulares en azul  
 DIN 12 681 e ISO 6706

Código	Capacidad (mL)	División (mL)	Tolerancia (+/- mL)	Altura (mm)	Cantidad
20446124302	10	0,2	0,2	140	1
20446123788	50	1	1	199	1
20446123790	250	2	2	315	1
20446123787	25	0,5	0,5	169	1
20446124314	1000	10	10	415	1
20446123789	100	1	1	260	1
20446124316	2000	20	20	482	1
20446124312	500	5	5	350	1

**Canister****ESPECIFICACIONES**

<b>Capacidad</b>	<b>3,7</b>	<b>(gal)</b>
<b>Altura total</b>	<b>47</b>	<b>(cm)</b>
<b>Ancho total</b>	<b>30</b>	<b>(cm)</b>
<b>Presión Max</b>	<b>160</b>	<b>(psi)</b>
<b>Tomas acople rápido</b>	<b>3/8"</b>	
<b>Mangueras (entrada y salida)</b>	<b>300</b>	<b>(cm)</b>



## Anexo 9. HOJAS DE REGISTRO DEL CCICEV

	LABORATORIO DE PRUEBAS	<b>CCICEV</b>	Código: CCICEV/LP/RCC
	REGISTRO DE DATOS DE CONSUMO COMBUSTIBLE EN RUTA		Rev. 1/1 Página 1 de 2

Solicitud	N°
Fecha:	08/06/2015

Nombre de Solicitante / Empresa	TESIS
Técnico Responsable CCICEV	A. UGA

DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO		
MARCA	TOYOTA	
MODELO	AUT FORTUNER TR	
Chasis (VIN) / PLACA N°	YR4YX5760G3103768	
Motor N°	STR5125223	
Año	2012	
<b>Motor</b> (Datos del fabricante)	Posición	Delantero longitudinal
	Cilindrada - N° Cilindros	2300cc - 4 en línea
	Max. Potencia (HP/rpm)	160hp @ 3400rpm
	Max Torque (N.m/rpm)	343 lbft @ 1800 - 3200rpm
	Combustible	Gasolina sin Ate Aumentado
Transmisión (manual/automática) [N°]	Manual (5A+1R)	
Kilometraje inicio - final	33557/33578 / 33598	
Neumáticos (marca, denominación, presión)		

Hora inicio		Hora final							
Altura inicio (CCICEV)		Altura final (Guápulo)							
TRAMOS	INICIO	FINAL	CONSUMO DE COMBUSTIBLE (l)		DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (km/h)	VELOCIDAD (km/h)	TIEMPO (min)	
			INICIO	FINAL				TOTAL	MÁXIMA
A	CCICEV	Subida a Guápulo	5		16,4	92,1	54,2	18,08	0,50
B	Subida a Guápulo	CCICEV		2,740	4,77	37,5	21,2	13,36	0,38
C	CCICEV	Subida a Guápulo	5		16,4	91,1	47,3	20,46	1,27
D	Subida a Guápulo	CCICEV		2,780	4,77	37,4	23,2	12,21	2,02

Observaciones:

TECNICO 1	TECNICO 2	REV. JEFE LAB.
Nombre: A. UGA	Nombre:	Nombre: <i>Anexo UGA</i>
f) <i>[Signature]</i>	f)	f) <i>[Signature]</i>

	<b>LABORATORIO DE PRUEBAS</b>	<b>CCICEV</b>	Código: CCICEV/LP/RCC
	REGISTRO DE DATOS DE CONSUMO COMBUSTIBLE EN RUTA		Rev. 1/1 Página 2 de 2

Solicitud	N°
Fecha:	08/06/2015

Nombre de Solicitante / Empresa	TESIS
Técnico Responsable CCICEV	K VEGA

DATOS GENERALES DEL VEHICULO		
MARCA	TOYOTA	
MODELO	AWT FORTUNER TI	
Chasis (VIN) / PLACA N°	MR1YX5960C3103268	
Motor N°	2TR5125223	
Año	2012	
<b>Motor</b> (Datos del fabricante)	Posición	Delantero longitudinal
	Cilindrada - N° Cilindros	2700cc - 4 en línea
	Max. Potencia (HP/rpm)	160 HP @ 3400rpm
	Max Torque (N.m/rpm)	343 lbft @ 1400-3200rpm
	Combustible	Gasolina con 110 Aromatizada
Transmisión (manual/automática) [N°]		Manual (5A+1R)
Kilometraje inicio - final		33516 / 33537 / 33557
Neumáticos (marca, denominación, presión)		

Hora inicio		Hora final							
10:07	11:10	10:48	11:46						
Altura inicio (CCICEV)		Altura final (Guápulo)							
2821	2821	2586	2546						
TRAMOS	INICIO	FINAL	CONSUMO DE COMBUSTIBLE [l]		DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (km/h)	VELOCIDAD (km/h)	TIEMPO (min)	
			INICIO	FINAL				TOTAL	MÁXIMA
A	CCICEV	Subida a Guápulo	5		16,4	90,0	53,3	17,45	0,50
B	Subida a Guápulo	CCICEV		2,600	4,73	40	18	15,45	4,06
C	CCICEV	Subida a Guápulo	5		16,4	86,5	52,7	18,38	0,21
D	Subida a Guápulo	CCICEV		2,740	4,76	34,9	20,2	14,06	0,48

Observaciones:

TECNICO 1	TECNICO 2	REV. JEFE LAB.
Nombre: K Vega	Nombre:	Nombre:
f)	f)	f)

## Anexo 10. CUADRO DE COMPARACIÓN DE DATOS PARA VALIDACIÓN DEL CANISTER

PRUEBAS	A/C	RUTA	VOLUMEN INICIAL ml	VOLUMEN FINAL ml	CONSUMO ml	DISTANCIA [km]	CONSUMO Km/gal
<b>PRUEBA # 1 CCICEV</b>	Con A/C	Quito ruta periférica	5000	2600	2400	21,17	33,60
	Sin A/C	Quito ruta periférica	5000	2780	2220	21,17	35,88
<b>PRUEBA # 2 CCICEV</b>	Con A/C	Quito ruta periférica	5000	2770	2230	21,17	35,88
	Sin A/C	Quito ruta periférica	5000	2940	2060	21,17	39,20
<b>PRUEBA # 3 CANISTER FABRICADO</b>	Con A/C	Quito ruta periférica	5000	2700	2300	21,17	34,70
	Sin A/C	Quito ruta periférica	5000	2830	2170	21,17	37,14
<b>PRUEBA # 4 CANISTER FABRICADO</b>	Con A/C	Quito ruta periférica	5000	2740	2260	21,17	35,28
	Sin A/C	Quito ruta periférica	5000	2870	2130	21,17	37,80

El Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) de la Escuela Politécnica Nacional de Quito dispone de un canister para realizar pruebas de consumo de combustible, se puede fabricar un equipo muy similar para realizar las

pruebas en las rutas más alejadas con componentes que se encuentran en el mercado local. Los datos obtenidos en la misma ruta y a la misma hora se encuentran en la tabla 23, los datos pueden variar de acuerdo al modo de conducción y tráfico presente en la ruta.

*Tabla 23*

Datos para validación de canister fabricado.

RUTA	RENDIMIENTO COMBUSTIBLE CON A/C CCICEV (km/lt)	RENDIMIENTO COMBUSTIBLE CON A/C CANISTER FABRICADO (km/lt)	RENDIMIENTO COMBUSTIBLE SIN A/C CCICEV (km/lt)	RENDIMIENTO COMBUSTIBLE SIN A/C CANISTER FABRICADO (km/lt)
Quito ruta periférica	8,88	9,17	9,48	9,81
Quito ruta periférica	9,48	9,32	10,36	9,99
<b>PROMEDIO RENDIMIENTO</b>	9,18	9,24	9,92	9,90
<b>% DIFERENCIA RESULTADOS</b>	0,72%		0,19%	

Se puede observar que los resultados tienen un pequeño margen de diferencia que no llega ni al 1%, por lo tanto el equipo puede ser validado para realizar las mismas pruebas de consumo de combustible

## Anexo 11. REGISTRO DE DATOS

**HOJA DE DATOS****DATOS DEL VEHÍCULO**

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

**DATOS DEL ENSAYO**

N° ENSAYO:	RQ - 1 - 2
FECHA D/M/A:	30 / 10 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	11:10
HORA DE FINALIZACIÓN:	12:03
RUTA:	Quito ruta urbana
RECORRIDO [km]:	

**DATOS AMBIENTALES**

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	25,0	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	27,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	18,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	16,9	°C

**DATOS DE CABINA**

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	33,6	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	32,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	25,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	26,4	°C

**DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE**

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2000	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	3000	mililitros

**NOTAS:**

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	RQ - 1 - 1
FECHA D/M/A:	30 / 10 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	10 : 05
HORA DE FINALIZACIÓN:	10 : 58
RUTA:	Quilo ruta urbana
RECORRIDO [km]:	23,6

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	24,0	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	26,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	18,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	19,8	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	18,5	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	19,7	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	11,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	13,1	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf :	1820	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	3180	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	0.I - 1 - 1
FECHA D/M/A:	04 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	10:13
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:38
RUTA:	OTAVALO - Ibarra
RECORRIDO [km]:	24,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	23,5	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	20,7	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	21,8	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	17	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	22,9	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	23,7	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	12,6	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	13,4	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2810	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2190	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	O.I - 1 - 2
FECHA D/M/A:	04 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	10:50
HORA DE FINALIZACIÓN:	11:16
RUTA:	Otavalo - Ibarra
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	28,2	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	27,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	23,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	23,3	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	33,5	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	34,1	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	26,4	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	27,0	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2870	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2130	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina



## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A. J - 1 - 1
FECHA D/M/A:	05 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	10:02
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:24
RUTA:	Ambuqui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	29,6	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	21,7	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	22,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	18,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	19,4	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	20,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	17,1	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	16,5	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2920	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2080	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A.J - 1 - 2
FECHA D/M/A:	05 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO <input checked="" type="checkbox"/>
HORA INICIO:	10:34
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:56
RUTA:	Ambuqui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	27,8	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	25,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	24,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	22,1	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	26,9	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	27,7	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	25,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	24,8	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	3020	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	1980	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	T.5 - 1 - 1
FECHA D/M/A:	08 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	10:00
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:22
RUTA:	Tonsupa - Sua
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	32,3	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	32,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	27,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	21,7	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	20,4	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	19,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	15,3	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	14,7	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2305	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2695	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	7-5-1-2
FECHA D/M/A:	08 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI            NO <input checked="" type="checkbox"/>
HORA INICIO:	10:33
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:54
RUTA:	Tamsupa - Sua
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	30,4	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	29,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	26,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	29,2	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	34,6	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	33,6	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	28,7	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	27,7	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2490	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2510	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	RQ - 1 - 1
FECHA D/M/A:	30 / 10 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	10:05
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:59
RUTA:	Quito ruta urbana
RECORRIDO [km]:	23,6

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	24,0	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	26,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	18,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	19,8	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	18,5	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	19,7	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	11,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	13,1	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	1820	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	3180	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	RQ - 1 - 2
FECHA D/M/A:	30 / 10 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	11:10
HORA DE FINALIZACIÓN:	12:03
RUTA:	Quito ruta urbana
RECORRIDO [km]:	

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	25,0	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	27,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	18,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	16,3	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	33,6	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	32,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	25,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	26,4	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf :	2000	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	3000	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	RQ - 2 - 1
FECHA D/M/A:	31 / 10 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	10:11
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:55
RUTA:	Quito ruta urbana.
RECORRIDO [km]:	23,6

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	26,0	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	26,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	20,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	21,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	18,7	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	19,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	12,0	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	13,3	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf :	1905	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	3095	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	RQ - 2-2
FECHA D/M/A:	31 / 10 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	11:02
HORA DE FINALIZACIÓN:	11:41
RUTA:	Quito ruta urbana.
RECORRIDO [km]:	23,6

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	25,2	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	25,8	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	18,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	17,5	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	30,1	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	28,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	23,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	25,1	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2065	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2935	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina



## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	RQ - 3 - 1
FECHA D/M/A:	31 / 10 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	12:01
HORA DE FINALIZACIÓN:	12:55
RUTA:	Quito ruta urbana.
RECORRIDO [km]:	23,6

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	25,0	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	20,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	17,7	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	14,4	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	18,5	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	19,5	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	12,1	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	10,9	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	1948	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	3052	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	RQ - 3-2
FECHA D/M/A:	21 / 10 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	13:09
HORA DE FINALIZACIÓN:	14:02
RUTA:	Quito ruta urbana.
RECORRIDO [km]:	23,6

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	24,0	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	21,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	17,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	16,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	29,3	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	28,1	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	24,4	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	25,2	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2160	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2840	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	EQ - 9 - 1
FECHA D/M/A:	02 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	10:05
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:49
RUTA:	Quito ruta urbana
RECORRIDO [km]:	23,6

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	18,8	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	16,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	14,8	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	13,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	16,7	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	17,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	10,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	12,0	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf :	1905	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	3095	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	EQ - 9 - 1
FECHA D/M/A:	02 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
HORA INICIO:	10:05
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:49
RUTA:	Quito ruta urbana
RECORRIDO [km]:	23,6

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	18,8	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	16,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	14,8	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	13,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	16,7	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	17,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	10,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	12,0	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf :	1905	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	3095	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	RQ - 4 - 2
FECHA D/M/A:	02 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	10:59
HORA DE FINALIZACIÓN:	11:38
RUTA:	Quito ruta urbana.
RECORRIDO [km]:	23,6

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	23,5	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	29,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	18,3	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	20,1	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	34,1	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	32,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	26,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	25,6	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2110	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2890	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	RQ - S - 1
FECHA D/M/A:	03 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	10:15
HORA DE FINALIZACIÓN:	11:01
RUTA:	Quito ruta urbana
RECORRIDO [km]:	23,6

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	23,9	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	30,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	14,4	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	19,2	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	19,0	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	20,2	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	10,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	12,1	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	1930	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	3070	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	RQ-5-2
FECHA D/M/A:	03 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	11:14
HORA DE FINALIZACIÓN:	12:00
RUTA:	Quito ruta urbana
RECORRIDO [km]:	23,6

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	21,5 °C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	24,5 °C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	17,7 °C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	14,9 °C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	32,4 °C
Temperatura bulbo seco cabina final:	32,0 °C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	26,0 °C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	24,8 °C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf :	2100	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2900	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	RQ - G - 1
FECHA D/M/A:	03 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	12:10
HORA DE FINALIZACIÓN:	12:59
RUTA:	Quito ruta urbana
RECORRIDO [km]:	23.6

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	26,5	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	28,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	18,6	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	19,5	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	18,3	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	19,5	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	11,3	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	12,1	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	1920	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	3080	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina



## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	RQ - G - 2
FECHA D/M/A:	03 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	13:05
HORA DE FINALIZACIÓN:	13:51
RUTA:	Quito ruta urbana.
RECORRIDO [km]:	

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	28,7	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	30,8	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	19,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	20,2	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	34,8	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	33,6	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	25,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	27,1	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2050	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2950	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	0.I - 1 - 1
FECHA D/M/A:	04 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	10:13
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:38
RUTA:	STAVALO - Ibarra
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	23,5	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	20,7	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	21,8	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	17	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	22,9	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	23,7	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	12,6	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	13,4	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf :	2810	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2190	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	0.I - 1 - 2
FECHA D/M/A:	04 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	10:50
HORA DE FINALIZACIÓN:	11:16
RUTA:	Otavalo - Ibarra
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	28,2	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	27,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	23,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	23,3	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	33,5	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	34,1	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	26,4	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	27,0	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2870	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2130	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	01 - 2 - 1
FECHA D/M/A:	04 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
HORA INICIO:	11:25
HORA DE FINALIZACIÓN:	11:52
RUTA:	Otavaló - Ibarra.
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	24,1	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	26,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	13,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	16,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	19,5	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	20,5	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	13,4	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	14,0	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2820	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2180	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	0. I - 2-2
FECHA D/M/A:	04 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	12:01
HORA DE FINALIZACIÓN:	12:27
RUTA:	Otavalo - Ibarra
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	22,0	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	25,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	17,4	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	20,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	29,3	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	29,7	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	23,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	24,2	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf :	2900	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2100	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	0.5. 3-1
FECHA D/M/A:	04 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	12:37
HORA DE FINALIZACIÓN:	13:03
RUTA:	Otavalo - Ibarra
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	24,1	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	23,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	17,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	15,9	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	20,0	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	20,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	13,6	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	15,9	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2850	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2150	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	0.5 - 3-2
FECHA D/M/A:	04 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	13:12
HORA DE FINALIZACIÓN:	13:39
RUTA:	Otavalo - Ibarra
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	24,3 °C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	25,2 °C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	19,0 °C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	20,5 °C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	30,6 °C
Temperatura bulbo seco cabina final:	31,2 °C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	24,2 °C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	24,8 °C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf :	2910	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2090	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	0.I-9-1
FECHA D/M/A:	04 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	13:48
HORA DE FINALIZACIÓN:	14:14
RUTA:	Otavaló - Ibarra
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	26,4	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	22,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	18,3	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	17,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	18,8	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	19,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	13,1	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	14,3	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2800	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2200	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina



## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	0. I - 4-2
FECHA D/M/A:	04 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI            NO X
HORA INICIO:	14:23
HORA DE FINALIZACIÓN:	14:50
RUTA:	Otavalo - Ibarra.
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	25,0	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	21,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	18,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	17,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	28,1	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	28,3	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	23,0	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	23,4	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2840	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2130	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	0.I - 5.1
FECHA D/M/A:	05 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI X NO
HORA INICIO:	10:20
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:46
RUTA:	Otaavalo - Ibarra
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	24,3	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	25,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	16,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	18,1	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	19,2	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	20,0	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	11,6	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	12,4	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2810	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2190	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	0.7-5-2
FECHA D/M/A:	05 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	11:01
HORA DE FINALIZACIÓN:	11:28
RUTA:	Otavallo - Ibarra .
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	24,6 °C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	25,8 °C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	17,1 °C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	18,5 °C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	28,7 °C
Temperatura bulbo seco cabina final:	29,3 °C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	23,7 °C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	24,7 °C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2880	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2120	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	0.I - 6 - 1
FECHA D/M/A:	05 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	12:01
HORA DE FINALIZACIÓN:	12:28
RUTA:	Otavalo - Ibarra
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	25,1	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	24,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	17,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	17,6	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	19,0	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	20,0	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	10,5	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	11,5	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2760	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2240	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	0. I - G - 2
FECHA D/M/A:	05 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	12:39
HORA DE FINALIZACIÓN:	13:07
RUTA:	Otavalo - Ibarra
RECORRIDO [km]:	21,8

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	24,9	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	25,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	13,3	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	18,3	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	29,8	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	30,2	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	22,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	23,2	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2850	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2150	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A.5 - 1 - 1
FECHA D/M/A:	06 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	10:02
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:24
RUTA:	Ambuqui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	29,6	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	21,7	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	22,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	18,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	19,4	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	20,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	17,1	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	16,5	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2920	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2080	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A.J - 1 - 2
FECHA D/M/A:	06 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	10:34
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:56
RUTA:	Ambuqui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	27,8	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	25,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	24,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	22,1	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	26,9	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	27,7	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	25,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	24,8	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	3020	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	1980	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A.5 - 2 - 1
FECHA D/M/A:	06 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	11:04
HORA DE FINALIZACIÓN:	11:25
RUTA:	Ambuqui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	30,6	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	20,6	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	21,6	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	17,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	22,4	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	21,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	16,1	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	15,5	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2870	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2130	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina



## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A. J - 2 - 2
FECHA D/M/A:	06 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	11:33
HORA DE FINALIZACIÓN:	11:54
RUTA:	Ambuqui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	28,9	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	35,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	23,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	30,5	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	33,0	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	34,0	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	24,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	25,7	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	3005	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	1995	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A. J - 3 - 1
FECHA D/M/A:	06 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	12:03
HORA DE FINALIZACIÓN:	12:23
RUTA:	Ambuqui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	26,1	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	25,6	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	21,3	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	19,7	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	20,5	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	20,1	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	14,1	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	13,5	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2870	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2130	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A. J - 3 - 2
FECHA D/M/A:	06 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO <input checked="" type="checkbox"/>
HORA INICIO:	12:31
HORA DE FINALIZACIÓN:	12:51
RUTA:	Ambuqui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	23,0	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	23,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	18,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	21,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	25,7	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	25,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	21,3	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	22,3	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	3000	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2000	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A.5 - 4 - 1
FECHA D/M/A:	06 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	13:01
HORA DE FINALIZACIÓN:	13:21
RUTA:	Ambugui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	25,9	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	23,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	22,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	16,8	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	17,6	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	17,0	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	13,6	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	13,0	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2880	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2120	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A.5 - 4 - 2
FECHA D/M/A:	06 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	13:30
HORA DE FINALIZACIÓN:	13:51
RUTA:	Ambuqui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	24,0	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	23,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	18,6	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	17,0	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	23,9	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	25,1	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	20,4	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	19,6	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf :	3020	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	1980	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A.J - 5 - 1
FECHA D/M/A:	___/___/___
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	14:00
HORA DE FINALIZACIÓN:	14:23
RUTA:	Ambugui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	27,0	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	25,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	22,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	17,5	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	20,6	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	22,0	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	15,4	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	14,8	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2910	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2090	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A. J - 5 - 2
FECHA D/M/A:	06 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	14:29
HORA DE FINALIZACIÓN:	14:52
RUTA:	Ambuqui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	26,4	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	26,8	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	20,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	20,7	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	27,6	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	28,4	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	23,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	23,1	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	3050	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	1950	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A.J - 6 - 1
FECHA D/M/A:	06 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	14:58
HORA DE FINALIZACIÓN:	15:18
RUTA:	Ambuqui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	26,1	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	24,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	22,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	22,2	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	18,4	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	18,0	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	14,6	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	14,0	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2950	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2050	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina



## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	A.5-6-2
FECHA D/M/A:	06 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	15:23
HORA DE FINALIZACIÓN:	15:45
RUTA:	Ambuqui - Juncal
RECORRIDO [km]:	20,2

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	25,2	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	23,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	22,3	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	20,1	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	27,1	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	26,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	24,5	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	23,5	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	3070	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	1930	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	T. 5 - 1 - 1
FECHA D/M/A:	08 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	10:00
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:22
RUTA:	Tomsupa - Sua
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	32,3	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	32,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	27,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	21,7	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	20,4	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	19,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	15,3	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	14,7	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2305	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2695	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	T. 5 - 1 - 2
FECHA D/M/A:	08 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI            NO <input checked="" type="checkbox"/>
HORA INICIO:	10 : 33
HORA DE FINALIZACIÓN:	10 : 54
RUTA:	Tonsupa - Sva
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	30,4	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	29,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	26,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	29,2	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	34,6	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	33,6	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	28,7	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	27,7	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2490	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2510	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	T. 5 - 2 - 1
FECHA D/M/A:	08 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	11:06
HORA DE FINALIZACIÓN:	11:26
RUTA:	Tomsupa - Sua
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	32,3	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	32,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	27,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	21,7	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	29,4	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	19,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	15,3	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	14,7	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2190	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2810	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	T. S - 2 - 2
FECHA D/M/A:	08 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	11:39
HORA DE FINALIZACIÓN:	12:00
RUTA:	Tonsupa - SUA
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	30,4	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	29,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	26,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	29,2	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	34,3	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	33,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	28,4	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	28,0	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2430	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2570	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	T.S - 3 - 1
FECHA D/M/A:	08 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	12:16
HORA DE FINALIZACIÓN:	12:37
RUTA:	Tonsuya - Suq
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	31,7	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	31,7	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	26,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	24,4	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	19,3	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	18,7	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	15,2	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	14,6	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2330	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2670	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	T.5 - 3 - 2
FECHA D/M/A:	08 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	12:51
HORA DE FINALIZACIÓN:	13:16
RUTA:	Tensupa - Sua
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	30,8	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	31,4	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	25,8	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	26,5	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	32,9	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	31,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	27,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	26,8	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2510	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2490	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	T. 5 - 4 - 1
FECHA D/M/A:	08 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	13:32
HORA DE FINALIZACIÓN:	13:52
RUTA:	Tamsupa - Sja
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	31,9	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	30,0	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	26,2	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	25,4	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	19,2	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	18,6	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	15,4	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	14,8	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2318	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2682	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina



## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	T.5 - 4-2
FECHA D/M/A:	08 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	14:08
HORA DE FINALIZACIÓN:	14:30
RUTA:	Tonsuya - Sua
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	31,4	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	32,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	26,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	27,4	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	33,8	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	32,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	28,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	27,8	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2470	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2530	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	7.5 - 5 - 1
FECHA D/M/A:	09 / 21 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
HORA INICIO:	10:06
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:27
RUTA:	Tensura - Sua
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	30,8	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	30,8	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	25,1	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	25,8	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	18,1	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	17,5	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	14,8	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	14,2	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2350	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2650	mililitros

#### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	T.S - 5 - 2
FECHA D/M/A:	09 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	10:35
HORA DE FINALIZACIÓN:	10:57
RUTA:	Tensupa - Súa
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	32,1	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	30,8	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	27,4	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	27,2	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	32,3	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	33,2	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	28,4	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	28,2	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2475	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2525	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB-1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L-4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343lb.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	T.5 - 6 - 1
FECHA D/M/A:	09 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI X NO
HORA INICIO:	11 : 08
HORA DE FINALIZACIÓN:	11 : 30
RUTA:	Tatsupa - Sua
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	31,6	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	31,5	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	25,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	24,6	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	19,2	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	18,6	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	15,1	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	14,5	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible $V_i$ :	5000	mililitros
Volumen final de combustible $V_f$ :	2365	mililitros
Volumen consumo combustible $V_i - V_f$ :	2635	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

## HOJA DE DATOS

### DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO:	TOYOTA FORTUNER TM
PLACA:	LBB - 1387
AÑO:	2012
CILINDRADA:	2.7 L - 4 en línea
POTENCIA MÁXIMA:	160 HP @ 3400 rpm
TORQUE MÁXIMO:	343 lbf.in @ 1400-3200 rpm
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina super

### DATOS DEL ENSAYO

N° ENSAYO:	T. 5 - 6 - 2
FECHA D/M/A:	09 / 11 / 2015
USO AIRE ACONDICIONADO:	SI NO X
HORA INICIO:	11:51
HORA DE FINALIZACIÓN:	12:13
RUTA:	Tiensupa - Sua
RECORRIDO [km]:	21,1

### DATOS AMBIENTALES

Temperatura bulbo seco ambiente inicial:	31,3	°C
Temperatura bulbo seco ambiente final:	31,9	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente inicial:	26,6	°C
Temperatura bulbo húmedo ambiente final:	27,2	°C

### DATOS DE CABINA

Temperatura bulbo seco cabina inicial:	33,9	°C
Temperatura bulbo seco cabina final:	32,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina inicial:	28,9	°C
Temperatura bulbo húmedo cabina final:	27,9	°C

### DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi:	5000	mililitros
Volumen final de combustible Vf:	2520	mililitros
Volumen consumo combustible Vi-Vf:	2480	mililitros

### NOTAS:

- 1.- Mantener las ventanas cerradas mientras dure la prueba
- 2.- Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
- 3.- Mantener la velocidad de ventilador del aire a velocidad media.
- 4.- Tomar las temperaturas iniciales de cabina 10 min después de iniciada la prueba.
- 5.- Colocar los termómetros en la parte central de cabina

**Anexo 12. CUADRO DE TEMPERATURAS**  
**PROMEDIO TEMPERATURAS QUITO RUTA URBANA**

TEMP. BULBO SECO PROMEDIO CABINA SIN A/C [°C]	TEMP. BULBO HÚMEDO PROMEDIO CABINA SIN A/C [°C]	HUMEDAD RELATIVA HR SIN A/C [%]	SENSACIÓN TÉRMICA SIN A/C [°C]	TEMP. BULBO SECO PROMEDIO CABINA CON A/C [°C]	TEMP. BULBO HÚMEDO PROMEDIO CABINA CON A/C [°C]	HUMEDAD RELATIVA HR CON A/C [%]	SENSACIÓN TÉRMICA CON A/C [°C]
33,20	26,10	57,00	27,88	19,10	12,50	51,00	19,12
29,50	24,50	66,00	25,58	19,30	12,60	51,00	19,24
28,70	24,80	71,00	25,09	19,00	11,50	41,00	19,06
33,50	26,20	59,00	28,07	17,30	11,40	51,00	18,00
32,20	25,40	61,00	27,26	19,60	11,50	42,00	19,43
34,20	26,50	59,00	28,50	18,90	11,70	49,00	18,99
<b>31,88</b>	<b>25,58</b>	<b>62,17</b>	<b>27,06</b>	<b>18,87</b>	<b>11,87</b>	<b>47,50</b>	<b>18,97</b>

**PROMEDIO TEMPERATURAS OTAVALO-IBARRA**

TEMP. BULBO SECO PROMEDIO CABINA SIN A/C [°C]	TEMP. BULBO HÚMEDO PROMEDIO CABINA SIN A/C [°C]	HUMEDAD RELATIVA HR SIN A/C [%]	SENSACIÓN TÉRMICA SIN A/C [°C]	TEMP. BULBO SECO PROMEDIO CABINA CON A/C [°C]	TEMP. BULBO HÚMEDO PROMEDIO CABINA CON A/C [°C]	HUMEDAD RELATIVA HR CON A/C [%]	SENSACIÓN TÉRMICA CON A/C [°C]
33,80	26,70	59,00	28,25	23,30	13,00	35,00	21,73
29,50	24,00	66,00	25,58	20,00	13,70	54,00	19,68
30,90	24,50	62,00	26,45	20,40	14,00	52,00	19,93
28,20	23,20	68,00	24,77	19,30	13,70	59,00	19,24
29,00	24,20	69,00	25,27	19,60	12,00	46,00	19,43
30,00	23,00	56,00	25,89	19,50	11,00	37,00	19,37
<b>30,23</b>	<b>24,27</b>	<b>63,33</b>	<b>26,04</b>	<b>20,35</b>	<b>12,90</b>	<b>47,17</b>	<b>19,90</b>

**PROMEDIO TEMPERATURAS AMBUQUI-JUNCAL**

TEMP. BULBO SECO PROMEDIO CABINA SIN A/C [°C]	TEMP. BULBO HÚMEDO PROMEDIO CABINA SIN A/C [°C]	HUMEDAD RELATIVA HR SIN A/C [%]	SENSACIÓN TÉRMICA SIN A/C [°C]	TEMP. BULBO SECO PROMEDIO CABINA CON A/C [°C]	TEMP. BULBO HÚMEDO PROMEDIO CABINA CON A/C [°C]	HUMEDAD RELATIVA HR CON A/C [%]	SENSACIÓN TÉRMICA CON A/C [°C]
27,30	25,30	83,00	24,21	20,10	16,80	73,00	19,74
33,50	25,30	56,00	28,07	22,10	15,80	53,00	20,98
25,80	21,80	72,00	23,28	20,30	13,80	49,00	19,86
24,50	20,00	73,00	22,47	17,30	13,30	68,00	18,00
28,00	23,50	72,00	24,65	21,30	15,10	58,00	20,49
27,00	24,00	79,00	24,03	18,20	14,30	68,00	18,56
<b>27,68</b>	<b>23,32</b>	<b>72,50</b>	<b>24,45</b>	<b>19,88</b>	<b>14,85</b>	<b>61,50</b>	<b>19,61</b>

**PROMEDIO TEMPERATURAS TONSUPA-SUA**

TEMP. BULBO SECO PROMEDIO CABINA SIN A/C [°C]	TEMP. BULBO HÚMEDO PROMEDIO CABINA SIN A/C [°C]	HUMEDAD RELATIVA HR SIN A/C [%]	SENSACIÓN TÉRMICA SIN A/C[°C]	TEMP. BULBO SECO PROMEDIO CABINA CON A/C [°C]	TEMP. BULBO HÚMEDO PROMEDIO CABINA CON A/C [°C]	HUMEDAD RELATIVA HR CON A/C [%]	SENSACIÓN TÉRMICA CON A/C [°C]
34,10	28,20	66,00	28,44	20,10	15,00	61,00	19,74
34,10	28,20	67,00	28,44	20,10	15,00	61,00	19,74
32,40	27,30	70,00	27,38	19,00	14,90	68,00	19,06
33,30	28,30	71,00	27,94	18,90	15,10	68,00	18,99
32,75	28,30	73,00	27,60	17,80	14,50	71,00	18,31
33,40	28,40	73,00	28,01	18,90	14,80	71,00	18,99
<b>33,34</b>	<b>28,12</b>	<b>70,00</b>	<b>27,97</b>	<b>19,13</b>	<b>14,88</b>	<b>66,67</b>	<b>19,14</b>

## Anexo 13. CUADRO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

	A/C	RUTA	VOLUMEN INICIAL ml	VOLUMEN FINAL ml	CONSUMO ml
PRUEBA # 1	ON	Quito ruta urbana	5000	1820	3180
	OFF	Quito ruta urbana	5000	2000	3000
PRUEBA # 2	ON	Quito ruta urbana	5000	1905	3095
	OFF	Quito ruta urbana	5000	2065	2935
PRUEBA # 3	ON	Quito ruta urbana	5000	1948	3052
	OFF	Quito ruta urbana	5000	2160	2840
PRUEBA # 4	ON	Quito ruta urbana	5000	1905	3095
	OFF	Quito ruta urbana	5000	2110	2890
PRUEBA # 5	ON	Quito ruta urbana	5000	1930	3070
	OFF	Quito ruta urbana	5000	2100	2900
PRUEBA # 6	ON	Quito ruta urbana	5000	1920	3080
	OFF	Quito ruta urbana	5000	2050	2950

	A/C	RUTA	VOLUMEN INICIAL ml	VOLUMEN FINAL ml	CONSUMO ml
PRUEBA # 1	ON	Otavallo-Ibarra	5000	2810	2190
	OFF	Otavallo-Ibarra	5000	2870	2130
PRUEBA # 2	ON	Otavallo-Ibarra	5000	2820	2180
	OFF	Otavallo-Ibarra	5000	2900	2100
PRUEBA # 3	ON	Otavallo-Ibarra	5000	2850	2150
	OFF	Otavallo-Ibarra	5000	2910	2090
PRUEBA # 4	ON	Otavallo-Ibarra	5000	2800	2200
	OFF	Otavallo-Ibarra	5000	2870	2130
PRUEBA # 5	ON	Otavallo-Ibarra	5000	2810	2190
	OFF	Otavallo-Ibarra	5000	2880	2120
PRUEBA # 6	ON	Otavallo-Ibarra	5000	2760	2240
	OFF	Otavallo-Ibarra	5000	2850	2150



	A/C	RUTA	VOLUMEN INICIAL ml	VOLUMEN FINAL ml	CONSUMO ml
PRUEBA # 1	ON	Ambuquí-Juncal	5000	2920	2080
	OFF	Ambuquí-Juncal	5000	3020	1980
PRUEBA # 2	ON	Ambuquí-Juncal	5000	2870	2130
	OFF	Ambuquí-Juncal	5000	3005	1995
PRUEBA # 3	ON	Ambuquí-Juncal	5000	2870	2130
	OFF	Ambuquí-Juncal	5000	3000	2000
PRUEBA # 4	ON	Ambuquí-Juncal	5000	2880	2120
	OFF	Ambuquí-Juncal	5000	3020	1980
PRUEBA # 5	ON	Ambuquí-Juncal	5000	2910	2090
	OFF	Ambuquí-Juncal	5000	3050	1950
PRUEBA # 6	ON	Ambuquí-Juncal	5000	2950	2050
	OFF	Ambuquí-Juncal	5000	3070	1930

	A/C	RUTA	VOLUMEN INICIAL ml	VOLUMEN FINAL ml	CONSUMO ml
PRUEBA # 1	ON	Tonsupa- Súa	5000	2305	2695
	OFF	Tonsupa- Súa	5000	2490	2510
PRUEBA # 2	ON	Tonsupa- Súa	5000	2190	2810
	OFF	Tonsupa- Súa	5000	2430	2570
PRUEBA # 3	ON	Tonsupa- Súa	5000	2330	2670
	OFF	Tonsupa- Súa	5000	2510	2490
PRUEBA # 4	ON	Tonsupa- Súa	5000	2318	2682
	OFF	Tonsupa- Súa	5000	2470	2530
PRUEBA # 5	ON	Tonsupa- Súa	5000	2350	2650
	OFF	Tonsupa- Súa	5000	2475	2525
PRUEBA # 6	ON	Tonsupa- Súa	5000	2365	2635
	OFF	Tonsupa- Súa	5000	2520	2480

**Anexo 14. REGISTRO DE TIEMPOS DE ENCENDIDO Y APAGADO DEL CLUTCH DEL COMPRESOR**

#	TIEMPOS		#	TIEMPOS	
	ENCENDIDO	APAGADO		ENCENDIDO	APAGADO
1	7,38	14,69	40	5,07	16,02
2	7,24	15,37	41	8,03	15,08
3	6,24	14,24	42	6,17	14,48
4	7,02	15,28	43	6,58	16,65
5	5,52	14,22	44	6,72	17,1
6	6,45	13,39	45	6,59	16,44
7	6	17,22	46	6,47	15,79
8	5,38	14,39	<b>PROMEDIO</b>	<b>6,36</b>	<b>71,287</b>
9	7,77	16,1	<b>PORCENTAJE</b>	<b>28,713</b>	
10	4,94	16,55			
11	6,24	15,39			
12	7,3	14,63			
13	8,57	16,67			
14	6,47	17,09			
15	5,52	15,99			
16	6,64	14,06			
17	6,9	15,58			
18	5,31	15,48			
19	6,24	14,45			
20	6,62	19,96			
21	5,54	17,2			
22	6,33	15,07			
23	5,77	16,5			
24	5,09	17,04			
25	6,68	17,52			
26	6,57	14,89			
27	6,03	15,54			
28	7,09	14,76			
29	5,51	17,3			
30	5,28	18,08			
31	6,19	16,53			
32	6,34	17,98			
33	5,82	16,25			
34	6,13	17,18			
35	5,61	15,06			
36	5,53	18,37			
37	5,73	15,07			
38	7,13	15,08			
39	5,62	16,49			


### Anexo 15. REGISTRO DE RADIACIÓN PARA LA CIUDAD DE QUITO

DIA - HORA	RAD GLOB.PROM [W/m <sup>2</sup> ]	RAD GLOB.MAX [W/m <sup>2</sup> ]	T. AMB. PROM [°C]	VEL. VIENT. PROM. [m/s]	VEL. VIENT. MAX. [m/s]	HUM. REL
2015-07-16T10:30:00	947.54	976.73	18.29	1.68	2.72	45.51
2015-07-16T10:31:00	892.42	909.01	19.00	1.55	2.50	44.15
2015-07-16T10:32:00	941.20	982.41	19.45	3.28	5.05	42.48
2015-07-16T10:34:00	949.03	958.08	19.53	1.43	2.27	42.68
2015-07-16T11:06:00	451.80	525.83	18.88	1.54	2.83	44.22
2015-07-16T11:07:00	359.97	396.47	19.04	1.09	1.60	43.95
2015-07-16T11:08:00	330.15	332.24	19.36	1.56	2.72	43.39
2015-07-16T11:09:00	342.13	354.88	19.34	3.43	4.60	42.54
2015-07-16T11:10:00	366.94	376.92	19.10	3.15	4.60	43.14
2015-07-16T11:41:00	1010.15	1219.79	20.25	1.92	2.72	38.84
2015-07-16T11:42:00	1243.24	1253.40	20.18	1.75	2.83	37.65
2015-07-16T11:43:00	1238.77	1258.58	20.50	1.32	1.83	38.06
2015-07-16T11:44:00	773.01	1238.04	20.86	0.62	1.15	36.49
2015-07-16T11:45:00	464.48	541.98	20.94	1.17	2.05	36.13
2015-07-16T12:28:00	386.77	396.67	18.84	1.53	1.94	40.46
2015-07-16T12:29:00	393.81	421.50	18.80	4.28	6.36	40.18
2015-07-16T12:30:00	451.79	459.60	18.68	5.29	8.40	40.69

	Valor mínimo de radiación global máxima
	Valor máximo de radiación global máxima

## Anexo 16. FORMULAS PARA EL CALCULO DE CONSUMO DE POTENCIA

BALANCE ENERGÉTICO DEL MOTOR		
Potencia Calórica	$\dot{Q}_c$	$\dot{Q}_c = \dot{m}_{comb} \times PC_{comb}$
Potencia al freno	$P_f$	$P_f = T \times \omega$ $\omega = 2\pi \times \eta$ $T = F \times r$
Pérdidas en el sistema de refrigeración	$\dot{Q}_v$	$\dot{Q}_v = \dot{m}_{agua} \times Cp_{agua} \times \Delta T_{agua}$
Calor perdido por gases de escape	$\dot{Q}_e$	$\dot{Q}_e = \dot{m}_{gases} \times Cp_{gases} \times \Delta T_{gases}$
Otras pérdidas	$\dot{Q}_m$	$\dot{Q}_m = \dot{Q}_c - \dot{Q}_v - \dot{Q}_e - P_f$
FLUJOS MÁSICOS		
Flujo másico de combustible	$\dot{m}_{comb}$	$\dot{m}_{comb} = C.C = \frac{V_{50}}{t} \times \rho_{comb}$
Flujo másico de aire	$\dot{m}_{aire}$	$\dot{m}_{aire} = 3.079 \times d^2 \sqrt{\frac{h_2 \times H}{T_0}} \text{ (lbm/min)}$
Flujo másico de gases	$\dot{m}_{gases}$	$\dot{m}_{gases} = \dot{m}_{comb} + \dot{m}_{aire}$
Flujo másico de agua	$\dot{m}_{agua}$	$\dot{m}_{agua} = 8.8817 H_{ca}^{0.5562} \text{ (lbm/min)}$
CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR		
Potencia al freno	$P_f$	$P_f = T \times \omega$ $\omega = 2\pi \times \eta$
Torque	$T$	$T = F \times r$
Eficiencia Térmica	$\eta_c$	$Pot. Calorica = PC_{comb} \times C.C$ $\eta_c = \frac{P_f}{Pot. Calorica}$
Consumo de combustible	$C.C$	$C.C = \frac{V_{50}}{t} \times \rho_{comb}$
Consumo específico de combustible	$cec$	$cec = \frac{C.C}{P_f}$



$PC_{comb}$  = Poder calórico combustible = 18932 (BTU/lbm)  
 $\dot{Q}_c$  = Potencia calórica (BTU/h)  
 $\dot{m}_{comb}$  = Flujo másico de combustible  
 $P_f$  = Potencia al freno  
 $T$  = Torque  
 $\omega$  = Velocidad angular  
 $r$  = Brazo  
 $\eta$  = rpm  
 $V_{50}$  = Volumen consumido en 50 cc  
 $t$  = Tiempo en que se consumen 50 cc  
 $\rho_{comb}$  = Densidad del combustible = 0,842 (gr/cm<sup>3</sup>)  
 $\dot{Q}_v$  = Pérdidas en el sistema de refrigeración (BTU/h)  
 $\dot{m}_{agua}$  = Flujo másico de agua  
 $Cp_{agua}$  = 1 (BTU/lb<sub>agua</sub> °F)  
 $\Delta T_{agua}$  = Diferencia de Temperatura de agua (°F)  
 $\dot{Q}_e$  = Calor perdido por gases de escape (BTU/h)  
 $\dot{m}_{gases}$  = Flujo másico de gases  
 $Cp_{gases}$  = 0,24 (BTU/lb<sub>gases</sub> °F)  
 $\Delta T_{gases}$  = Diferencia de Temperatura de gases (°F)  
 $\dot{Q}_m$  = Otras Pérdidas (BTU/h)  
 $H_{ca}$  = Altura de la columna Reynolds (pulg)  
 $d$  = Diámetro de la placa orificio (pulg)  
 $h_2$  = Altura del manómetro inclinado (pulg)  
 $H$  = Presión atmosférica (pulgHg)  
 $T_0$  = Temperatura en K

## Anexo 17. MEMORIA DE CÁLCULO

### A.- COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR.

Se disponen de los siguientes datos:

MAGNITUD	VALOR
Temperatura ambiental promedio	26.1 °C
Temperatura de cabina promedio	42.7 °C
Temperatura superficial externa promedio	35.5 °C
Temperatura superficial interna promedio	38 °C
Radiación promedio	795.41 W/m <sup>2</sup>
Emisividad (pintura blanca)	0.90
Área de incidencia	3.48 m <sup>2</sup>
Tiempo de duración	120 minutos

Se calcula el área equivalente de las ventanas, que es el área perpendicular a la radiación. Las ventanas tienen un ángulo de inclinación de 15.3° respecto a la vertical, mientras que el parabrisas delantero tiene un ángulo de 60°.

#### **-Cálculo de áreas:**

$$\text{Área equivalente parabrisas: } A_1 = 0.824 \times \text{sen}(57.6^\circ) = 0.6957 \text{ m}^2$$

$$\text{Área equivalente ventanas laterales: } A_2 = (0.65 \times 2) \times \text{sen}(15.3^\circ) = 0.3430 \text{ m}^2$$

$$\text{Suma de Áreas: } A = 2.445 + 0.6957 + 0.3430 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Área total de incidencia} = 3.4837 \text{ m}^2$$

#### **-Calculo potencia calórica disponible:**

$$Q = R_g \times A$$

$Q$  = Potencia calórica disponible

$R_g$  = Radiación global máxima promedio, dato Politécnica Nacional

$A$  = Área total de incidencia

$$Q = 795.41 \text{ W/m}^2 \times 3.4837 \text{ m}^2$$

$$Q = 2770.97 \text{ W}$$

Las pérdidas se reducen a la producida por radiación. Las pérdidas por convección son despreciables debido que la velocidad del viento en la zona del ensayo es menor a 1 m/s.

Las temperaturas utilizadas son:

Temperatura ambiental promedio absoluta:  $26.1 + 273.05 = 299.15 \text{ K}$

Temperatura superficial externa promedio absoluta:  $35.5 + 273.05 = 308.55$

K

**-Cálculo pérdida por radiación:**

$$P = \epsilon \sigma A t (T^4 - T_{amb}^4)$$

$P =$  Pérdida por radiación

$\epsilon =$  Constante Boltzman  $= 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$

$\sigma =$  Coeficiente de Emisividad  $= 0.90$  (Pintura Blanca acrílica)

$A t =$  Área del techo

$T =$  Temperatura superficial

$T_{amb} =$  Temperatura Ambiental

$$P = 0.90 \times 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \times 2.445 \text{ m}^2 \times (308.55^4 - 299.15^4) \text{ K}^4$$

$$P = 131.64 \text{ W}$$

**-Potencia transmitida al interior de la cabina:**

$$Q_t = 2770.97 - 131.64 = 2639.33 \text{ W}$$

**-Coeficiente de transferencia de calor:**

$$Q_t = U A \Delta T, \text{ donde } U = Q_t / A \Delta T$$

$Q_t =$  Potencia transmitida

$U =$  Coeficiente global de transferencia de calor

$A =$  Área total de incidencia

$\Delta T =$  Gradiente de temperatura entre la superficie interior y exterior de la cabina

$$U = 2639.33 \text{ W} / (3.4837 \text{ m}^2 \times (38 - 35.5)^\circ\text{C})$$

$$U = 303.05 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

**-Cálculo del Coeficiente de Conductividad térmica (k)**

$$U = (R.A)^{-1} \text{ donde } R = 1 / U.A$$

$R =$  Resistencia térmica equivalente

$A =$  Área total de incidencia

$$R = 1 / 303.05 \times 3.4837$$

$$R = 9.472 \times 10^{-4} \text{ K/W.}$$

La resistencia térmica R tiene 2 componentes, una debido al vidrio de las ventanas y parabrisas y otra relativa al techo de la carrocería. Estas resistencias están en paralelo:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{ventanas}} + \frac{1}{R_{techo}}$$

Se considera que la transferencia de calor se produce en estado estable y sentido unidimensional para una placa. La resistencia térmica es:

$$R = \frac{L}{k * A}$$

Por lo que, reemplazando en la ecuación anterior, se tiene:

$$\frac{1}{R} = \frac{k_{ventanas} * A_{ventanas}}{L_{ventanas}} + \frac{k_{techo} * A_{techo}}{L_{techo}}$$

R = resistencia térmica total

A<sub>ventanas</sub> = área equivalente total de las ventanas

A<sub>techo</sub> = área del techo

K<sub>ventanas</sub> = coeficiente de conductividad térmica de las ventanas = 1.4 W/m.K  
(Incropera, 4ta edición, Tabla A.3, página 837)

K<sub>techo</sub> = coeficiente de conductividad térmica del techo

L<sub>ventanas</sub> = espesor del vidrio de las ventanas = 5 mm.

L<sub>techo</sub> = espesor del techo = 35 mm

Despejando k<sub>techo</sub> se obtiene que el coeficiente de transferencia de calor del techo es 10.9 W/m.K.

### **B.1 TEMPERATURA DE INTOLERANCIA TÉRMICA.**

Se utiliza la Figura 3, llamado Índice Humidex. Los datos de entrada son la temperatura de cabina y la humedad relativa de cabina. Donde se cruza los datos se obtiene la temperatura de intolerancia térmica. Los colores indican la severidad del índice.

Se toma los datos de Quito que se encuentran en la tabla 14:

La temperatura final de cabina: 29.6 °C,

La humedad relativa final de cabina: 65%.

Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
20	16	16	17	17	17	18	18	19	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	21	21
21	18	18	18	19	19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	22	22
22	19	19	19	20	20	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	24
23	20	20	20	20	21	21	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	25
24	21	21	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24	24	25	25	25	25	26	26	26	26
25	22	23	23	23	24	24	24	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	27	28
26	24	24	24	24	25	25	25	26	26	26	26	26	27	27	27	28	28	28	28	29	29
27	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28	29	29	29	29	30	30	30
28	26	26	26	26	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	30	30	31	31	31	31	32
29	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33	34	34
30	27	27	28	28	28	29	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	36
31	28	28	29	29	29	29	30	31	31	31	32	32	33	34	34	35	35	36	36	37	37
32	29	29	29	29	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38
33	29	29	30	30	31	32	32	33	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	39
34	30	30	31	31	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40
35	31	32	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40	41
36	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42
37	32	33	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42	43
38	33	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42	43	43	44
39	34	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45
40	35	36	37	37	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46

Por lo que el índice Humidex da una temperatura de 34°C, que cae en zona amarilla, lo que indica intolerancia térmica.

## B.2 TEMPERATURA CRÍTICA O DE SENSACIÓN.

Se emplea la fórmula:  $13.12 + 0.6215T - 11.37V^{0.16} + 0.3965T (V^{0.16})$ , donde T es la temperatura de cabina (°C) y V es la velocidad del viento en (Km/h) sin aire acondicionado, con las ventanas cerradas y con el ventilador encendido. Con aire acondicionado se toma en cuenta la velocidad de salida del aire por las ventoleras, con el selector en velocidad 3 cuyo valor es 0.8 m/s, que equivale a 2.88 Km/h que se necesita para reemplazar en la fórmula.

Para obtener el dato de la velocidad se divide la distancia recorrida para el intervalo de tiempo realizado.

Tomando los datos de la ruta Otavalo-Ibarra, se tiene que la distancia 20.9 Km, con un tiempo de duración de 22 min.

*Sin aire acondicionado*

Temperatura promedio de cabina = 28 °C.

Entonces  $V = (20.9 \times 60) / (22) = 57 \text{ Km/h}$ .

Aplicando la fórmula:  $T_s = 13.12 + (0.6215 \times 28) - (11.37 \times 57^{0.16}) + (0.3965 \times 28 \times 57^{0.16}) = 30.01 \text{ °C}$ .

*Con aire acondicionado.*

Se toma la temperatura de cabina promedio con aire acondicionado.

$T_s = 13.12 + (0.6215 \times 20.5) - (11.37 \times 2.88^{0.16}) + (0.3965 \times 20.5 \times 2.88^{0.16}) = 22.02 \text{ °C}$



## Anexo 18. MANUAL DE USO DEL AIRE ACONDICIONADO

### Operación para enfriar la cabina

#### *Para encender*

- Dejar entrar aire limpio a la cabina con las ventanas abiertas,
- Cerrar todas las ventanas,
- Colocar la perilla de selección de temperatura en el lado de frío,
- Presionar el botón de ON/OFF del aire acondicionado para encender.



*Botón ON/OFF.*

- Graduar la velocidad del ventilador (LO-HI) dependiendo del ambiente y de la comodidad del operador,



*Perilla de velocidad del ventilador.*

- En el panel de instrumentos seleccione la opción de recirculación interna del aire.

*Selector de recirculación.*

*Durante el funcionamiento*

- Mantener las ventanas cerradas,
- Mantener la recirculación del aire dentro de la cabina,
- De acuerdo al confort del operador puede variar la velocidad del ventilador,

*Para apagar*

- Presionar el botón de ON/OFF del aire acondicionado para apagar,
- Se puede mantener la recirculación del aire o no de acuerdo a las condiciones del aire exterior (polvo, smog, olores de alcantarillado, etc.)
- Después de dos (2) minutos apagar el ventilador, esto permite que el evaporador se seque, se evite condensado y malos olores en el sistema. En climas húmedos se recomienda prolongar el tiempo de funcionamiento del ventilador.

**Operación para desempañar el parabrisas:**

Se realiza los mismos pasos, con el selector de aire en ingreso del exterior y la perilla de envío del aire hacia la posición de desempañador.



*Selector de ingreso de aire.*



*Perilla de envío de aire.*