



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

Trabajo de fin de Carrera titulado:

COMPARATIVA DE LOS FACTORES DE EMISIÓN ENTRE EL CICLO EUROPEO
Y EL FTP75 PARA UN VEHÍCULO DE CICLO OTTO CATEGORÍA M1

Realizado por:

Bryan Javier Zurita Aguiar

Director del proyecto:

Ing. Edilberto Antonio Llanes Cedeño, PhD.

Como requisito para la obtención del título de:

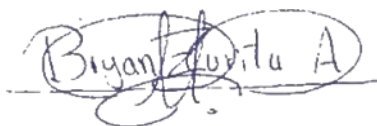
INGENIERO MECANICO AUTOMOTRIZ

QUITO, Octubre del 2022

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Bryan Javier Zurita Aguiar, ecuatoriano, con Cédula de ciudadanía N° 1750193219, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink, reading "Bryan Zurita A.", is written over a horizontal line. The signature is stylized with a large 'B' and 'Z'.

Bryan Javier Zurita Aguiar

C.I.: 1750193219

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.



Ing. Edilberto Antonio Llanes Cedeño, PhD.

LOS PROFESORES INFORMANTES:

Ing. Eli Benjamín Falcon Cárdenas

Ing. Jesús López Villada

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa
oral ante el tribunal examinador.

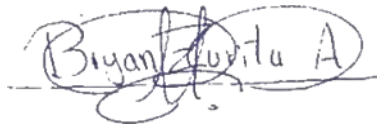
Ing. Eli Benjamín Falcon Cárdenas

Ing. Jesús López Villada

Quito, 17 de octubre de 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Bryan Zurita A.", is written over a horizontal line. The signature is stylized with loops and a large initial 'B'.

Bryan Javier Zurita Aguiar

C.I.: 1750193219

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a Dios, por permitirme llegar a este momento tan importante de mi vida, que es mi formación profesional.

A mis padres por ser un pilar fundamental, quienes con nobleza y entusiasmo depositaron en mí su apoyo y confianza, para ser útil en la sociedad y a la patria. Ellos hicieron posible la culminación de mi formación profesional.

A mis hermanos Celina Zurita y Mónica Zurita por su paciencia y apoyo incondicional y que son la razón por la cual estoy en este punto de mi vida, más que hermanos son mis mejores amigos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por haberme guiado por el camino del bien, brindándome sabiduría e inteligencia para culminar con éxito una etapa más de mi vida, y de esta manera servir a la humanidad con mis conocimientos para el mejoramiento de la patria, de mi familia y el mío.

Mi más eterna gratitud para quienes me apoyaron en todo momento, de manera especial a mis maestros y compañeros testigos de mis triunfos y fracasos y a mí del cual llevo las mejores enseñanzas.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	ii
DECLARATORIA.....	iii
PROFESORES INFORMANTES	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE DE CONTENIDO	vii
INDICE DE FIGURAS.....	xii
INDICE DE TABLAS.....	xiv
INDICE DE ECUACIONES	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY	xvii
1 Introducción.....	18
1.1 Planteamiento del problema	20
1.2 Hipótesis.....	23
1.3 Objetivos	23
General.....	23
Específicos	23
1.4 Estado del arte	23
1.4.1 Emisiones contaminantes	23
1.4.1.1 Clasificación de las emisiones contaminantes	24
1.4.1.1.1 Emisiones inofensivas de contaminantes	24
1.4.1.1.1.1 Nitrógeno (N_2)	24
1.4.1.1.1.2 Oxígeno (O_2).....	24
1.4.1.1.1.3 Agua (H_2O).....	25
1.4.1.1.1.4 Dióxido de carbono (CO_2)	25
1.4.1.1.2 Emisiones contaminantes tóxicas	25
1.4.1.1.2.1 Monóxido de carbono (CO).....	25
1.4.1.1.2.2 Óxidos de nitrógeno (NO_x).....	25
1.4.1.1.2.3 Hidrocarburo (HC)	26
1.4.2 Factores de emisión	26
1.4.2.1 Normativa de emisiones contaminantes vehiculares	26
1.4.2.1.1 Normas EURO.....	26
1.4.2.1.2 Normas EPA.....	27
1.4.3 Métodos de obtención de factores de emisión	27
1.4.3.1 Método directo	27

1.4.3.2	Método indirecto	28
1.4.3.3	Modelo simplificado de la combustión	28
1.4.4	Métodos para medir las emisiones de contaminantes	32
1.4.4.1	Método estático	33
1.4.4.2	Marcha ralentí mínimo / ralentí elevado	33
1.4.4.3	Prueba INCOLL / AUTONAT24	34
1.4.5	Método dinámico	35
1.4.5.1	Pruebas dinámicas estables contenido)	36
1.4.5.2	Ensayos de medición de <i>NOx</i> en Estados Unidos:	36
1.4.5.2.1	Procedimiento ASM (Modo Simulación Aceleración):	37
2.3.4.5	Pre acondicionamiento de equipo y vehículo:	37
1.4.5.2.1.1	Procedimiento de Prueba:	37
1.4.5.2.1.1.1	ASM Modo de prueba 50/15:	38
1.4.5.2.1.1.2	ASM Modo de prueba 25/25:	38
1.4.5.2.1.1.3	Límites del procedimiento ASM:	39
1.4.5.3	Pruebas dinámicas transitorias	39
1.4.5.3.1	Requerimientos:	40
1.4.5.3.2	Procedimiento FTP-75:	40
1.4.5.3.2.1	Fase de transición:	41
1.4.5.3.2.2	Fase estabilizada:	41
1.4.5.3.2.3	Fase en caliente:	41
1.4.5.3.2.4	US06	42
1.4.5.3.2.5	SC03	43
1.4.5.3.3	Límites de emisiones de <i>NOx</i> en Estados Unidos, para vehículos livianos: 44	
1.4.5.3.3.1	Límites de acuerdo con el ciclo de conducción FTP-75:	44
1.4.5.4	Ensayos de medición de <i>NOx</i> en Europa:	45
1.4.5.4.1	Requerimientos:	45
1.4.5.4.1.1	Procedimiento NEDC (Nuevo Ciclo de Conducción Europeo):	46
1.4.5.4.1.2	Procedimiento ECE o UDC (Ciclo urbano de conducción en un dinamómetro):	47
1.4.5.4.1.3	Procedimiento EUDC (Ciclo Extra Urbano de conducción):	48
1.4.5.4.1.4	Límites de emisiones de <i>NOx</i> en Europa, para vehículos livianos: ...	49
1.4.6	Método de medición de <i>NOx</i> Ecuador:	49
1.4.6.1	Normativas que se rigen en Ecuador:	49

1.4.6.1.1	“Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)” (NTE INEN 2204, 2017).	50
1.4.6.1.2	“Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclos FTP-75 (prueba dinámica)”	50
1.4.6.1.3	“Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. (prueba dinámica)”	51
1.4.7	Equipos y herramientas:	51
1.4.7.1	Analizador de Gases:	52
1.4.7.1.1	Tipos de analizadores:	52
1.4.7.1.1.1	Principio de Funcionamiento:	52
1.4.7.1.1.2	Especificaciones técnicas:	53
1.4.7.1.1.3	Calibración del Equipo:	53
1.4.7.2	Bancos Dinamométricos:	54
1.4.7.2.1	Tipos de Bancos Dinamométricos:	54
1.4.7.2.1.1	Bancos Dinamométricos de Chasis según tipo de freno:	54
1.4.7.2.1.2	Banco Dinamométrico de Chasis según tipo de rodillos:	54
1.4.7.2.1.3	Principio de Funcionamiento:	55
1.4.7.2.1.4	Especificaciones Técnicas:	55
1.4.7.2.1.5	Calibración:	56
1.4.7.2.1.5.1	Calibración estática:	56
1.4.7.2.1.5.2	Calibración dinámica:	56
1.4.7.3	Equipos de seguridad:	56
1.4.7.3.1	Correas de sujeción:	56
1.4.7.3.2	Ventiladores:	57
2	Metodología	58
2.1	Selección del vehículo	58
2.1.1	Especificaciones técnicas del vehículo.	58
2.2	Equipos utilizados:	59
2.2.1	Laboratorio de ensayo de emisiones CCICEV	59
2.2.1.1	Dinamómetro AIP ECDM-48L	60
2.2.1.1.1	Aplicaciones	60
2.2.1.1.2	Características	60
2.2.1.2	Low remote mix tee (LL-RMT)	61
2.2.1.3	Constant volume sampler(cvs-7400s)	62
2.2.1.4	Constant volume sampler(cvs-7400s)	63
2.2.1.5	Soplador de viento	64

2.2.1.6	Boquillas	65
2.2.1.7	Equipo de seguridad.....	65
2.3	Protocolo de pruebas con el ciclo Europeo y Americano	66
2.3.1	Ensayo europeo.....	66
2.3.2	Ensayo Americano	66
2.3.3	Acondicionamiento del vehículo.....	66
2.4	Configuración de equipos.....	68
2.4.1	Configurar de la consola del dinamómetro.....	68
2.4.2	Configuración de la consola del analizador de gases (ciclo Europeo EUDC).....	68
2.4.3	Configuración de la consola del analizador de gases (ciclo Americano EUDC) ...	70
2.4.4	Desarrollo de extracción de gases.....	72
3	Resultados y discusión de resultados	75
3.1	Resultado de pruebas con el ciclo Europeo NEDC	75
3.1.1	Ensayo 1 emisiones de gases dinámicos	75
3.2	Resultado de pruebas con el ciclo con el ciclo FTP 75	76
3.2.1	Ensayo 1 emisiones de gases dinámicos	76
3.3	Análisis de resultados.....	78
3.3.1	Análisis de resultados del ensayo Europeo (NEDC).....	78
3.3.1.1	Gráfica de concentración de emisiones de HC.....	78
3.3.1.2	Gráfica de concentraciones de emisiones de CO	80
3.3.1.3	Gráfica de concentración de emisiones de NO_x	81
3.3.1.4	Gráfica de concentraciones de emisiones de CO_2	83
3.3.1.5	Consumo de combustible.....	84
3.3.2	Análisis de resultados del ensayo Americano FTP 75	85
3.3.2.1	Gráfica de concentración de emisiones de HC.....	85
3.3.2.2	Gráfica de concentraciones de emisiones de CO	87
3.3.2.3	Gráfica de concentración de emisiones de NO_x	89
3.3.2.4	Gráfica de concentraciones de emisiones de CO_2	91
3.3.2.5	Consumo de combustible.....	93
3.3.3	Análisis comparativo entre los factores de emisión vehicular obtenidos con el ciclo Europeo NEDC y los límites máximos permitidos según NTE INEN 2204	94
3.3.4	Análisis comparativo entre los factores de emisión vehicular obtenidos con el ciclo FTP 75 y los límites máximos permitidos según NTE INEN 2204	96
3.3.5	Análisis comparativo entre los factores de emisión vehicular obtenidos con el ciclo Americano FTP 75 y Europeo NEDC.	99
4	Conclusiones y Recomendaciones	104
4.1	Recomendación.....	105

5	Bibliografía	106
6	Anexos	109
6.1	Norma de la EPA CFR.....	109
6.2	Ficha técnica del combustible Super.....	109
6.3	Tabla de Valores Prueba (5015 & 2525) ASM	110
6.4	Parámetros Europeos.....	111
6.5	Análisis de instrumentos	116
6.6	Requerimientos de dinamómetro.....	117
6.7	Ficha técnica de Aveo activo	118
6.8	Tabla de construcción del ciclo Europeo.....	120
6.8.1	Ciclo ECE	120
6.8.2	Ciclo EUDC	121
6.8.3	Ciclo FTP 75	123
6.9	Ensayo 2 Europeo NEDC.....	129
6.10	Ensayo 3 Europeo NEDC.....	130
6.11	Ensayo 2 Americano FTP75	131
6.12	Ensayo 3 Americano FTP75	132
6.13	Certificado y resultados entregados por laboratorio (CICCEV)	132

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Índice Quiteño de Calidad del Aire (IQCA)</i>	21
Figura 2.	<i>Concentración en N02 (Dióxido de nitrógeno)</i>	22
Figura 3.	<i>Cantidades aproximadas de los gases de escape (ciclo Otto.)</i>	24
Figura 4.	<i>Prueba estático analizador de gases</i>	33
Figura 5.	<i>Prueba estática en ralentí a 900 rpm y 2500 rpm</i>	34
Figura 6.	<i>Ciclo de prueba INCOLL-AUTONAT</i>	35
Figura 7.	<i>Método dinámico</i>	36
Figura 8.	<i>Grafica Velocidad-Tiempo Ciclo de Conducción Urbano FTP75</i>	41
Figura 9.	<i>Ciclo de rápida aceleración y alta velocidad (US06)</i>	43
Figura 10.	<i>Ciclo de prueba SC03</i>	44
Figura 11.	<i>Grafica Velocidad-Tiempo Ciclo de Conducción NEDC</i>	47
Figura 12.	<i>Grafica Velocidad-Tiempo Ciclo de Conducción ECE</i>	48
Figura 13.	<i>Grafica Velocidad-Tiempo Ciclo de Conducción EUDC</i>	48
Figura 14.	<i>Esquema principio de funcionamiento analizador de gases</i>	53
Figura 15.	<i>Banco Dinamométrico de Rodillos</i>	55
Figura 16.	<i>Correas de Sujeción</i>	57
Figura 17.	<i>Ventilador</i>	58
Figura 18.	<i>Chevrolet Aveo activo</i>	59
Figura 19.	<i>Diagrama de conexión del laboratorio</i>	60
Figura 20.	<i>Dinamómetro AIP ECDM-48L</i>	61
Figura 21.	<i>Low los remote mix tee (LL-RMT)</i>	62
Figura 22.	<i>Constant volume sampler(cvs-7400s)1</i>	62
Figura 23.	<i>Constant volume sampler(cvs-7400s)2</i>	63
Figura 24.	<i>Constant volume sampler(cvs-7400s)</i>	64
Figura 25.	<i>Soplador de viento</i>	64
Figura 26.	<i>Boquillas</i>	65
Figura 27.	<i>Correas y seguros</i>	65
Figura 28.	<i>Colocación de vehículo</i>	66
Figura 29.	<i>Puesta de seguros</i>	67
Figura 30.	<i>Instalación tubo de emisiones</i>	67
Figura 31.	<i>Alineación tunel de viento</i>	67
Figura 32.	<i>Configurar de la consola del dinamómetro</i>	68
Figura 33.	<i>Configuración de la consola del analizador (ciclo Europeo EUDC)</i>	69
Figura 34.	<i>Ciclo primera fase</i>	69
Figura 35.	<i>Ciclo segunda fase</i>	70
Figura 36.	<i>Configuración de la consola del analizador de gases (ciclo Americano EUDC)</i> ...	70

Figura 37. <i>Ciclo primera fase o arranque en frio</i>	71
Figura 38. <i>Ciclo segunda fase estabilizada.</i>	71
Figura 39. <i>Ciclo tercera fase o arranque en caliente</i>	72
Figura 40. <i>Paso de gases al mezclador</i>	72
Figura 41. <i>Primera parte de análisis (disolución)</i>	73
Figura 42. <i>Recolección de gases</i>	73
Figura 43. <i>Analizador de gases</i>	74
Figura 44. <i>Consumo de combustible del ensayo</i>	76
Figura 45. <i>Mediaciones de las concentraciones de HC con respecto al tiempo,</i>	79
Figura 46. <i>Media de las concentraciones de HC con respecto al tiempo,</i>	80
Figura 47. <i>Mediciones de las concentraciones de CO con respecto al tiempo,</i>	80
Figura 48. <i>Media de las concentraciones de CO con respecto al tiempo,</i>	81
Figura 49. <i>Mediaciones de las concentraciones de NOx con respecto al tiempo,</i>	82
Figura 50. <i>Media de las concentraciones de NOx con respecto al tiempo.</i>	83
Figura 51. <i>Mediaciones de las concentraciones de CO2 con respecto al tiempo.</i>	83
Figura 52. <i>Media de las concentraciones de CO2, con respecto al tiempo.</i>	84
Figura 53. <i>Consumo de combustible (Super).</i>	85
Figura 54. <i>Mediaciones de las concentraciones de HC con respecto al tiempo,</i>	86
Figura 55. <i>Media de las concentraciones de HC con respecto al tiempo</i>	87
Figura 56. <i>Mediaciones de las concentraciones de CO con respecto al tiempo.</i>	88
Figura 57. <i>Media de las concentraciones de CO con respecto al tiempo.</i>	89
Figura 58. <i>Mediaciones de las concentraciones de NOx Con respecto al tiempo,</i>	90
Figura 59. <i>Media de las concentraciones de NOx con respecto al tiempo.</i>	91
Figura 60. <i>Mediaciones de las concentraciones de CO2 con respecto al tiempo.</i>	92
Figura 61. <i>Media de las concentraciones de CO2 Con respecto al tiempo.</i>	93
Figura 62. <i>Consumo de combustible (Super).</i>	93
Figura 63. <i>Comparación entre resultados de factores de emisión de CO y NTE INEN 2204....</i>	94
Figura 64. <i>Comparación entre resultados de factores de emisión de HC y NTE INEN 2204....</i>	95
Figura 65. <i>Comparación entre resultados de factores de emisión de NOx y NTE INEN 2204.....</i>	95
Figura 66. <i>Comparación entre resultados de factores de emisión de CO y NTE INEN 2204....</i>	97
Figura 67. <i>Comparación entre resultados de factores de emisión de NMHC y NTE INEN 2204.....</i>	97
Figura 68. <i>Comparación entre resultados de factores de emisión de NOx y NTE INEN 2204.....</i>	98
Figura 69. <i>Ciclo Europeo y Ciclo Americano</i>	100
Figura 70. <i>Comparativa CO Americano y Europeo</i>	100
Figura 71. <i>Comparativa HC Americano y Europeo</i>	101

Figura 72. Comparativa NOx Americano y Europeo.....	102
Figura 73. Comparativa CO2 Americano y Europeo.....	102
Figura 74. Comparativa de consumo de combustible Americano y Europeo.....	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fórmula molecular equivalente para un combustible que contiene 80% peso carbono y 20% peso hidrogeno,.....	29
Tabla 2. Ecuaciones del balance de masa.....	31
Tabla 3. Parámetros de pruebas según cilindraje de motor	37
Tabla 4. límites de emisión del NOx	39
Tabla 5. LEV II normas de emisión para vehículos de pasajeros, FTP-75, g / mi.....	45
Tabla 6. Límites de Emisión Europa	49
Tabla 7. Límites máximos fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)	50
Tabla 8. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (ciclos americanos FTP-75, g/mi)	51
Tabla 9. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (Directiva de la UE 98/69/CE)	51
Tabla 10. Datos generales del automovil	59
Tabla 11. Resultados preliminares.....	75
Tabla 12. Consumo de combustible de prueba.....	75
Tabla 13. Resultados finales del ensayo.....	76
Tabla 14. Resultados preliminares.....	77
Tabla 15. Consumo de combustible de prueba.....	77
Tabla 16. Resultados finales del ensayo.....	78
Tabla 17. Consumo de combustible del ensayo.....	78

INDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación (1)Peso molecular del combustible</i>	<i>29</i>
<i>Ecuación (2) Balance de masa.....</i>	<i>30</i>
<i>Ecuación (3) Balance de masa del carbono.....</i>	<i>31</i>
<i>Ecuación (4) Balance de masa Hidrogeno.....</i>	<i>31</i>
<i>Ecuación (5) Balance de masa Oxigeno</i>	<i>31</i>
<i>Ecuación (6) Balance de masa Nitrogeno.....</i>	<i>31</i>
<i>Ecuación (7) Razones de % CO.....</i>	<i>31</i>
<i>Ecuación (8) Razones de % HC.....</i>	<i>31</i>
<i>Ecuación (9) Razones de % NO</i>	<i>31</i>
<i>Ecuación (10) Realacion de a</i>	<i>31</i>
<i>Ecuación (11) Realacion de c</i>	<i>31</i>
<i>Ecuación (12) Balance de masa Carbono sustituido</i>	<i>32</i>
<i>Ecuación (13) Factor de emisiones CO</i>	<i>32</i>
<i>Ecuación (14) Factor de emisiones HC</i>	<i>32</i>
<i>Ecuación (15) Factor de emisiones NO</i>	<i>32</i>
<i>Ecuación (16) Peso molecular del combustible).....</i>	<i>32</i>
<i>Ecuación (17) Factor de emisiones en gramos</i>	<i>32</i>

RESUMEN

En los últimos años se ha registrado un incremento en las emisiones contaminantes en las grandes ciudades del país, debido al crecimiento en la zona automotriz al ser una de las principales causas del alto porcentaje de los gases nocivos en el ambiente, se han planteado varias alternativas que ayuden a disminuir las emisiones contaminantes, en donde se destacan, las medidas de control de los factores de emisiones, basados en normas que delimitan la cantidad de gases nocivos expuestos al ambiente de acuerdo al año y lugar de procedencia del vehículo. Se plantea como objetivo la evaluación de los factores de emisión en dos ciclos de conducción, europeo NEDC y el Americano FTP 75 con sus respectivos protocolos por medio de dinamómetro automotriz y analizador de gases para su comparativa con la norma ecuatoriana vigente. Se lleva a cabo la determinación de los factores contaminantes en el laboratorio de emisiones CCICEV (centro de transferencia tecnológica para la capacitación e investigación en control de emisiones vehiculares), vinculado con la Escuela Politécnica Nacional. Con los resultados del laboratorio se obtuvo la medición de gases CO, HC, NO_x , y CO_2 de cada ciclo con los cuales se realiza un análisis gráfico en donde se muestra que el vehículo No supera las pruebas de emisiones por exceder los límites de NO_x , establecidos por la norma INEN 2204 el ciclo europeo presenta una mayor cantidad de emisiones emitidas y un consumo de combustible superior a el ciclo americano.

Palabras Clave

Ciclo europeo, ciclo americano, NTC INEN 2204, CO, HC, NO_x , CCICEV.

SUMMARY

In recent years there has been an increase in polluting emissions in the main cities of the country, this is due to the growth that the automotive area has presented, being one of the main causes of the high percentage of harmful gases, several alternatives that help reduce the percentage of emissions in the environment where the most outstanding are the emission control measures based on standards that propose emission limits according to the year and place of origin of the vehicle. The objective is the evaluation of the emission factors in two driving cycles, European NEDC and the American FTP 75 with their respective protocols by means of an automotive dynamometer and gas analyzer for comparison with the current Ecuadorian standard. The determination of the pollutant gas factors is carried out in the emissions laboratory linked to the National Polytechnic University (CCICEV). With the results of the laboratory, the measurement of CO, HC, NO_x , and CO₂, gases of each cycle was obtained, with which a graphic analysis was carried out showing that the vehicle cannot pass emissions due to exceeding the limits of $[(NO)]_{(X)}$ established by the INEN 2204 standard, the European cycle has a greater amount of emissions emitted and a higher fuel consumption than the American cycle.

Keywords

European cycle, American cycle, NTC INEN 2204, CO, HC, NO_x , CC

1 Introducción

Actualmente La zona automotriz ha desarrollado una amplia gama de vehículos como: camionetas, camiones, buses entre otros, los cuales son alimentados con combustible fósil y se ubican entre las principales fuentes de contaminación del aire, causando la mitad de los óxidos de nitrógeno de nuestro aire, y son una de las mayores emisiones de gases asociadas al calentamiento global en Latinoamérica. En los últimos estudios científicos se ha demostrado que los contaminantes tienen impactos negativos en la mayor parte de órganos del cuerpo humano. (UCSUSA, 2017)

El motor de combustión interna trabaja para convertir la energía química del Combustible, en energía térmica (Potencia), en energía mecánica (movimiento)se utiliza para dar energía a las máquinas o equipos de alto rendimiento. La ganancia de energía promueve de movimiento cualquier eje conectado al motor, en el caso de un automóvil este se desplaza, generando además gases nocivos al medio ambiente Los cuales son producidos por los cambios que ocurren durante el proceso de combustión, lo que dificulta tener una combustión ideal, Como consecuencia se generan el monóxido de carbono, hidrocarburos, óxido de nitrógeno, material particulado, dióxido de carbono y otros componentes minoritarios, que son expulsados a la atmosfera. (Rocha, y otros, 2018)

Durante años, los gases más preocupantes de las pruebas de emisiones eran los hidrocarburos y monóxido de carbono. En 1970, los óxidos de nitrógeno fueron los más destacados en la contaminación, igual que los niveles de bióxido, carbono y oxígeno en el tubo de escape fueron indicadores de las condiciones del motor. Se considera a cinco gases como base de las pruebas de control de emisión, Cada gas tiene una relación entre cada uno y responden a la efectividad del proceso de combustión (Rocha, y otros, 2018).

Una revisión a la literatura revela el alcance de certificación y divergencia de emisiones de CO_2 en el mundo. La reducción del consumo de combustible y los gases nocivos CO_2 son emitidos por informes, de las entidades de regulación y contaminación ambiental, logrando valores poco representativos, para la población. Las entidades que evalúan el cumplimiento de las normas a los fabricantes por el producto final se llevan a cabo en laboratorios donde los resultados se alejan con el tiempo, se estimaba entre un 15 a 20% aproximadamente, mientras que hoy en día alcanza valores de hasta 30 a 40%. (Rocha, y otros, 2018).

Se emplea alternativas de control para disminuir, la contaminación ambiental, entre las más conocidas tenemos: los controles por normas reguladas, como el euro y la americana, aquellas permiten evaluar los niveles de residuos expulsados por los vehículos. Es una medida que exige a los automóviles la asistencia a los mantenimientos preventivos para conservar el buen estado del motor y no tener repercusiones en el aire.

En Ecuador se aplica varias medidas principalmente en las grandes ciudades donde existe una gran afluencia de automóviles, debido al crecimiento del parque automotor. El aire se a visto afectado dando como resultado valores altos de contaminación, por lo tanto, se han designado días específicos para la circulación de vehículos según la terminación del último dígito de la placa, reduciendo el flujo de circulación en horas pico. (Abel, Santiago, & Adolfo, 2017).

La normativa NTE INEN 2204 rige en Ecuador desde el año 2002, el reglamento técnico se encarga de regular los límites permitidos de emisiones producidos por los motores de combustión que emplean gasolina. (NTE INEN 2204, 2017).

De acuerdo con los avances tecnológicos que han surgido en el ámbito automotriz el país mantiene un marco regulatorio obsoleto, en que los límites de emisiones no han

sido modificados y no están acordes con los aspectos técnicos, sociales, geográficos y características del medio. (UIDE, 2020)

Se requiere una evolución en el sistema de transporte público en Ecuador hacia medios más sustentables y amigables con el medio ambiente. Los límites actuales permiten un ingreso con un nivel bajo de restricciones para los vehículos importados, causando emisiones como, los autos europeos hace 20 años (UIDE, 2020).

1.1 Planteamiento del problema

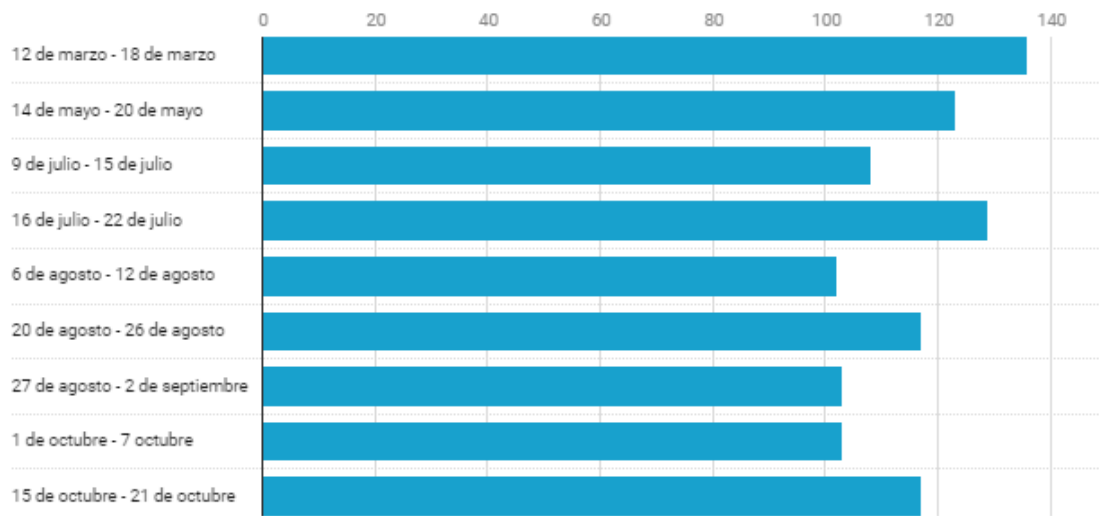
En estudios recientes, los factores de emisiones dependen de la calidad del combustible utilizado las tecnologías de control de gases nocivos que poseen los vehículos cada vez más modernos (Munguía, 2019).

Según Manchado (2019), En Europa se maneja estándares Euro 5 y Euro 6 que evalúan el contenido de azufre de combustible, varían entre 0 y 10 partes por millón. Mientras que en Ecuador, los combustibles fósiles como el diésel y la gasolina alcanzan una concentración de 60 partes por millón de azufre.

En Quito se supera los límites de emisiones, en su mayoría se debe a la mala calidad del combustible. “La contaminación es la causante de cuatro millones de muertes al año según la Organización mundial de la Salud” (Manchado, 2019). En Quito existe alrededor de 825,763 automóviles que circulan, razón principal del alto nivel de emisiones. Se ha registrado en el 2018 que existió 63 días en donde se alcanzaron cifras de alta contaminación, muy perjudiciales para la salud. (Manchado, 2019).

Figura 1.

Índice Quiteño de Calidad del Aire (IQCA)



Nota: Silvio Guerra – Primicias-Secretaría del Ambiente

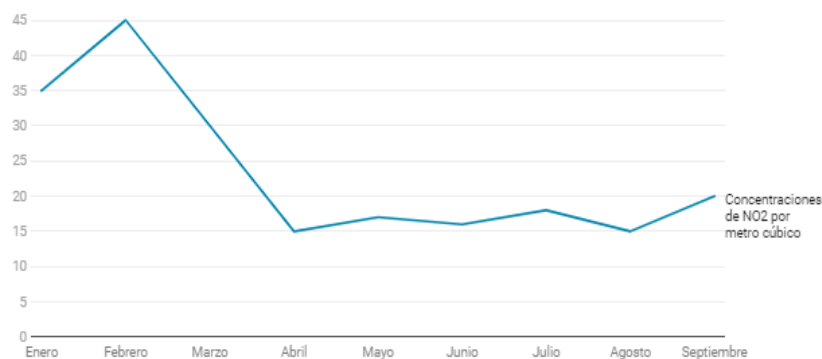
Según Manchado (2019), Carlos Páez, profesor de la Escuela Politécnica Nacional, dijo que la deplorable calidad del aire también se deben a tres condiciones que tienen: altura: 2,800 metros sobre el nivel del mar, los procesos de combustión no son apropiados, lo que causa una mayor contaminación, las montañas alrededor de la capital evitan que el aire fluya de manera mas efectiva y los contaminantes dispersen a otras áreas.

Las medidas que fueron aplicadas por el Covid-19 logró alcanzar un 70% de los contaminantes de tráfico de vehículos. Debido a la alta demanda de la población hacia el transporte público o privado, es el causante del 90% de emisiones emitidas al medio ambiente. “Un estudio reciente de la red de vigilancia Atmosférica de Quito publicó que, desde el mes de marzo hasta junio, los niveles de contaminación se redujeron” (Manchado, 2019).

En el estado de fin de excepción, los índices han comenzado a aumentar, pero no a niveles de los meses enero y febrero “No obstante ya se ve un aumento considerable de vehículos en las calles, mucha gente a optado por el uso de la bicicleta, un medio de transporte que no genera gas tóxico”, afirma la Secretaria de Ambiente. (Manchado, 2019).

Figura 2.

Concentración en NO_2 (Dióxido de nitrógeno)



Nota: Secretaría de Ambiente MDQ

En la actualidad es preocupante la contribución de la zona automotriz en los valores de emisiones para la ciudad Quito, debido a las características geográficas presenta una altura mayor a 2810m (Manchado, 2019).

Las medidas para reducir la contaminación por parte de los vehículos es la evaluación. Cada cierto tiempo del estado de los vehículos, para verificar que los sistemas y componentes que ayudan al control de los gases se encuentren en perfecto estado, así como también el resto del vehículo, Se logra gracias a los sofisticados equipos, dentro de los más comunes está el dinamómetro de chasis, sonda de muestreo y el software de control (Gestión de flotas, 2021).

1.2 Hipótesis

Si se evalúan los factores de emisión en dos ciclos de conducción europeo y el FTP75 por medio de dinamómetro automotriz y analizador de gases entonces se podrá designar el ciclo adecuado según la procedencia del vehículo para cumplir con la norma ecuatoriana.

1.3 Objetivos

General

Evaluar los factores de emisión en dos ciclos de conducción europeo y el ftp75 por medio de dinamómetro automotriz y analizador de gases para su comparativa con la norma ecuatoriana vigente.

Específicos

- Determinar la concentración de las emisiones y consumo de combustible mediante los ciclos de conducción en dinamómetro automotriz y equipamiento para el cálculo de los factores de emisión
- Calcular los factores de emisión de forma simplificada para su posterior comparativa
- Comparar los resultados de los factores de emisiones obtenidos con la norma vigente para identificación de diferencias significativa.

1.4 Estado del arte

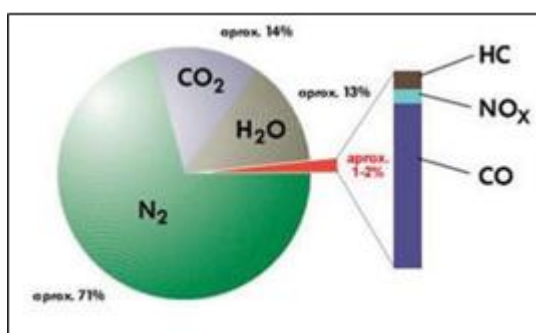
1.4.1 Emisiones contaminantes

El motor de combustión del ciclo Otto es incapaz de generar una combustión ideal, por lo tanto, la mezcla de aire-combustible dentro de los cilindros no se quema totalmente, en otras palabras es una combustión incompleta. Entre las sustancias expulsadas entre los gases de escape, encontramos monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2),

hidrocarburos (HC), óxido de nitrógeno (NO_x), entre otros, aquellos son una fracción de cantidad de gases combustionados (Urbina, 2016).

Figura 3.

Cantidades aproximadas de los gases de escape (ciclo Otto.)



Nota: Cantidades de los gases fuente: (Rocha-Hoyos 2018)

1.4.1.1 Clasificación de las emisiones contaminantes

Los gases de combustión se clasifican en:

- Inofensivos
- Tóxicos

1.4.1.1.1 Emisiones inofensivas de contaminantes

1.4.1.1.1.1 Nitrógeno (N_2)

El nitrógeno es primordial en el desarrollo de la combustión con el aire de entrada, la mayor parte del nitrógeno requerido es expulsado en los gases de escape, solo una pequeña cantidad se mezcla con el oxígeno (Urbina, 2016).

1.4.1.1.1.2 Oxígeno (O_2)

El principal gas del proceso de combustión y el consumo ideal del combustible debería ser total, pero en la parte de la combustión incompleta el oxígeno restante es expulsado por el tubo de escape. (Urbina, 2016).

1.4.1.1.1.3 *Agua (H_2O)*

Se crea en la combustión inicial también conocida como calentamiento de motor. Es un subproducto de la combustión y sale por el tubo de escape, siendo un componente inofensivo de los gases de escape. (Urbina, 2016)-

1.4.1.1.1.4 *Dióxido de carbono (CO_2)*

Es el resultado de un producto de una combustión eficiente, se produce al quemar los combustibles que poseen carbono al combinarse con el oxígeno aspirado, es un gas incoloro. (Urbina, 2016).

1.4.1.1.2 *Emisiones contaminantes tóxicas*

1.4.1.1.2.1 *Monóxido de carbono (CO)*

Ocurre en una combustión incompleta, las principales propiedades del gas es incoloro, inodoro, explosivo y demasiado tóxico, se produce en mayor cantidad cuando existe mezcla rica, el oxígeno existente en la mezcla no es suficiente para completar la combustión, aumentando los niveles de (CO) en los gases de escape. En cambio cuando existe aumento de oxígeno se denomina mezcla pobre, la combustión tiende a ser homogénea (estequiométrica), el nivel de (CO) es bajo en los gases de escape (Urbina, 2016).

1.4.1.1.2.2 *Óxidos de nitrógeno (NO_x)*

Es la combinación de nitrógeno (N_2) y oxígeno (O_2), dando paso a: (NO_x), (NO_2), (N_2O), etc. Los óxidos de nitrógeno se producen al sobrepasar altas temperaturas y presiones con un alto nivel de oxígeno durante la combustión en el motor (Urbina, 2016).

1.4.1.1.2.3 Hidrocarburo (HC)

Estos aparecen en los gases de escape, cuando existe una combustión incompleta, no son más que residuos no combustionados del combustible, la razón de la presencia de estos gases es debido a la mezcla rica (falta de oxígeno) o mezcla pobre (exceso de oxígeno). Es decir, para obtener niveles bajos de (HC) tiene que existir una mezcla estequiométrica (Urbina, 2016).

1.4.2 Factores de emisión

Los factores de emisión es la relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y la unidad de actividad “consumo de energía, unidades de producción, kilómetros recorridos, etc.” (Urbina, 2016).

1.4.2.1 Normativa de emisiones contaminantes vehiculares

Las emisiones que expulsan los vehículos son producidas por la combustión en los motores, los cuales deben someterse a los límites permitidos por las normas, en donde se indica los niveles de cada gas (óxido de nitrógeno, monóxido de carbono e hidrocarburos) (Vizuite, 2016).

Cada país del mundo establece normas para el control de emisiones vehiculares. Las normativas más destacadas son de la Unión Europea “Norma EURO” y de Estados Unidos (EPA) y las normas regionales: México (NOMS), Chile (DECRETO 211), Ecuador (INEN) (Vizuite, 2016).

1.4.2.1.1 Normas EURO

Los estándares EURO para las emisiones contaminantes se han aplicado en la Unión Europea desde 1988, para controlar los límites máximos de emisiones

producidos por los automóviles con combustibles (gasolina, diésel). Las normas se basan en directivas de la Unión Europea siendo progresivas y más restrictivas. (Vizuete, 2016).

1.4.2.1.2 Normas EPA

Las regulaciones de emisiones atmosféricas de fuentes fijas y móviles son establecidas por la ley del aire limpio (CAA), creada en 1970, Esta ley autoriza a la Agencia de Protección Medioambiental (EPA) que regulen las emisiones de contaminantes de los automóviles peligrosas para la salud. La EPA trabaja en conjunto con la aduana de Estados Unidos en la inspección de importaciones de vehículos recreativos (Scooter y motocicletas) provenientes de China entre otros países (Vizuete, 2016).

CCA restringe la importación o venta en los Estados Unidos, de cualquier motor que no cuente con una certificación de la EPA que justifique el cumplimiento de los estándares de emisiones (Vizuete, 2016).

1.4.3 Métodos de obtención de factores de emisión

1.4.3.1 Método directo

Permite evaluar las emisiones contaminantes de un automóvil simulando condiciones de funcionamiento real. Los costos son elevados por los equipos y recursos necesarios los ensayos, existen varios métodos de evaluación. (Vizuete, 2016)

- Sensor remoto
- Medición a bordo
- Prueba en dinamómetro

1.4.3.2 Método indirecto

La medición se basa en modelos internacionales que utilizan información de las condiciones teóricas de cada método (Urbina, 2016) entre los más destacados son:

- MOBILE 6
- MOVES
- IVE
- COPERT.

1.4.3.3 Modelo simplificado de la combustión

El modelo de combustión simplificada es la conversión de la mezcla (aire-combustible). Como resultado de la combustión tenemos (CO_2 , CO, HC), los cuales contienen carbono es posible desarrollar un balance de masa con respecto al nivel de carbono presente en el combustible como en los tres productos de la combustión. Por esta razón el número de átomos debería ser igual en cada caso (Urbina, 2016).

Con el conocimiento, de las especificaciones adjunto en (anexo 8,2) se emplea el peso molecular y la densidad del combustible utilizado, permite calcular la cantidad de (CO_2 , CO, HC), emitidos por cada galón de combustible quemado. Pero se debe tener en consideración que la mayor parte de emisiones se presenta en gramos por kilómetro recorrido por lo tanto, se necesita el consumo de combustible del vehículo de prueba (Urbina, 2016).

Para la obtención de la composición del combustible, se asume los puntos:

- Consumo de combustible

- El carbono es emitido CO_2 , CO o como un hidrocarburo no quemado C_3H_6 , propano.
- Se basa en la cantidad estequiométrica del aire, si se obtiene un adicional de oxígeno quemado, se produce un aumento de partículas de oxígeno en la combustión.
- Se tiene en cuenta N_2 y NO

Se dedujo que el peso molecular del combustible se obtiene por la formula molecular equivalente CH y de la cual se tiene la ecuación (Urbina, 2016).

Tabla 1.

Fórmula molecular equivalente para un combustible que contiene 80% peso carbono y 20% peso hidrógeno,

Componente	Lb por 100 lb de combustible	Peso molecular	Lb mol por 100 lb de combustible	Lb mol por lb mol de carbono
Carbono	80.0	12.0	6.7	1.0
Hidrógeno	20.0	1.0	20.0	3.0

Se dedujo que el peso molecular del combustible se obtiene por la fórmula molecular equivalente CH y de la cual se tiene la ecuación (Urbina, 2016).

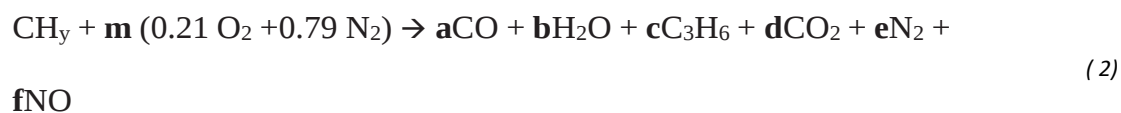
$$Y = \left(\frac{\% \text{ peso } H}{\% \text{ peso } C} \right) \left(\frac{MW_C}{MW_H} \right) \quad (1)$$

Donde:

MW_C : peso molecular del carbono

MW_H : peso molecular del hidrógeno

Producto de la combustión se obtiene (CO_2 , H_2O , C_3H_6 , CO), y (N_2 y NO) son muy importantes en la contaminación. El balance de masa de la combustión se basa en la depreciación el exceso de oxígeno, está dado por la ecuación. (Urbina, 2016).



las variables **a**, **b**, **c**, **d**, **e**, **f** y **m** son coeficientes estequiométricos desconocidos y definidos como:

m = moles de aire

a = moles de CO

b = moles de H_2O por mol de combustible consumido

c = moles de C_3H_6 por mol de combustible consumido

d = moles de CO_2 por mol de combustible consumido

e = moles de N_2 por mol de combustible consumido

f = moles de NO por mol de combustible consumido

Los átomos contenidos en la combustión no se crean ni se destruyen, las ecuaciones del balance de masas se escriben en la ecuación 3,4,5,6. (Urbina, 2016).

Tabla 2.*Ecuaciones del balance de masa*

Elemento	Reactantes		Productos	
Carbono	1	=	$a + 3c + d$	(3)
Hidrógeno	y	=	$2b + 6c$	(4)
Oxígeno	0.42 m	=	$a + b + 2d + f$	(5)
Nitrógeno	1.58 m	=	$2e + f$	(6)

Se resuelve el sistema de ecuaciones, con la medición de gases “concentración volumétrica” en las pruebas dinámicas, se resuelve las incógnitas de la ecuación 7,8,9 (Urbina, 2016).

$$R_{CO} = \left(\frac{CO}{CO_2} \right) = \frac{a}{d} \quad (7)$$

$$R_{HC} = \left(\frac{HC}{CO_2} \right) = \frac{c}{d} \quad (8)$$

$$R_{NO} = \left(\frac{NO}{CO_2} \right) = \frac{f}{d} \quad (9)$$

Donde:

R_{CO} , R_{HC} y R_{NO} son las razones de %CO a %CO₂; %HC a %CO₂ y %NO a %CO₂, posteriormente; obtenemos las ecuaciones 10,11 (Vizuite, 2016)

$$a = R_{CO}d \quad (10)$$

$$c = R_{HC}d \quad (11)$$

Reemplazar estas relaciones en la ecuación (1.15) se obtiene la fórmula 12 (Vizuite, 2016).

$$d = \frac{1}{R_{CO} + 3R_{HC} + 1} \quad (12)$$

Con los datos de a, c y f, se puede obtener los factores de emisión (EF') en gramos de contaminante por gramo de combustible consumido, de las ecuaciones 13,14,15 (Urbina, 2016).

$$EF'_{CO} = a * \frac{MW_{CO}}{MW_{Fuel}} = \frac{R_{CO}}{R_{CO} + 3R_{CH+1}} * \frac{MW_{CO}}{MW_{Fuel}} \quad (13)$$

$$EF'_{HC} = c * \frac{MW_{CO}}{MW_{Fuel}} = \frac{R_{CO}}{R_{CO} + 3R_{CH+1}} * \frac{MW_{CO}}{MW_{Fuel}} \quad (14)$$

$$EF'_{NO} = f * \frac{MW_{CO}}{MW_{Fuel}} = \frac{R_{CO}}{R_{CO} + 3R_{CH+1}} * \frac{MW_{CO}}{MW_{Fuel}} \quad (15)$$

Se conoce como base principal del combustible al octano C_8H_{18} (equivalente $CH_{2.25}$), se calcula el peso molecular del combustible en la ecuación 16 (Urbina, 2016).

$$\begin{aligned} MW_{Fuel} &= \frac{12g\ C}{mol\ C} * \left(\frac{1\ mol\ C}{mol\ Fuel} \right) + \frac{1\ g\ H}{mol\ H} * \left(\frac{2.25\ mol\ H}{mol\ Fuel} \right) \\ &= 14.25 \frac{g\ Fuel}{mol\ Fuel} \end{aligned} \quad (16)$$

se introduce la densidad del combustible “ $\delta_F\ Kg/m^3$ ” y el consumo de por la distancia “ $FC\ m^3/Km$ ”, se llega a obtener un factor de emisión en gramos por contaminante de kilómetro recorrido en la ecuación 17 (Urbina, 2016)

$$EF = EF' * \delta_F * FC \quad (17)$$

1.4.4 Métodos para medir las emisiones de contaminantes

- Estático
- Dinámico

1.4.4.1 Método estático

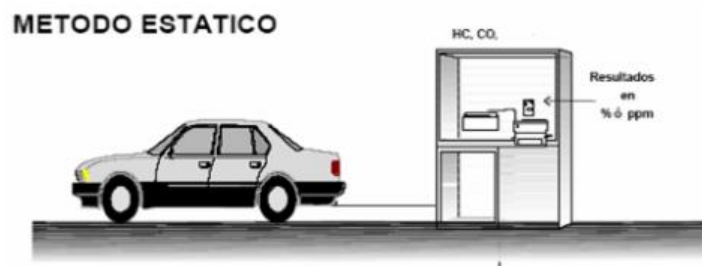
Los ensayos se realizan sin la aplicación de carga externa al motor. La prueba se lleva a cabo en el automóvil en posición neutral. El método utiliza un analizador de gas que toma mediciones de (CO_2 , HC, CO) a través del principio NDIR y por sensores se tiene lecturas de NO_x , y O_2 (Urbina, 2016).

Este método se clasifica en:

- Marcha ralentí mínimo / ralentí elevado
- Prueba INCOLL / AUTONAT.

Figura 4.

Prueba estático analizador de gases



Nota: Conexión de equipo fuente: Rocha-Hoyos (2018)

1.4.4.2 Marcha ralentí mínimo / ralentí elevado

En el ensayo se realiza los siguientes modos de efecto del motor:

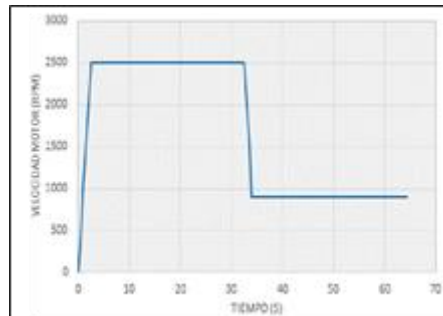
- Velocidad normal de Ralentí a 900 r.p.m.
- Velocidad mayor, entre 2000 y 3000 r.p.m.

Se realiza la evaluación, el motor se acelera entre 2000 y 3000 rpm durante 30s para la lectura de las emisiones (CO_2 , HC, CO), después colocar el auto en “ralentí” a 900 rpm, en vacío sin presionar el acelerador por 30s y por último se tienen las mediciones de (CO_2 ,

HC, CO), En la figura 5 se puede observar el proceso de la prueba estática considerando el motor en ralentí a 900 rpm y 2500 rpm (Urbina, 2016).

Figura 5.

Prueba estática en ralentí a 900 rpm y 2500 rpm



Nota: Prueba estática en ralentí / ralentí elevado fuente: /Users /CD-6584.pdf

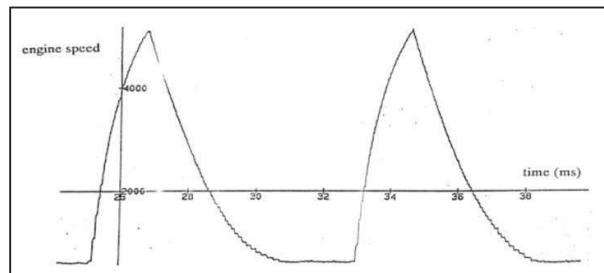
1.4.4.3 Prueba INCOLL / AUTONAT24

El ensayo INCOOL y AUTONAT se llevó a cabo en Suecia en el año (1985) y en Francia en 1994 sucesivamente, el funcionamiento es el mismo, el motor del auto actúa con la marcha en neutro, acelerando y desacelerando rápidamente. La carga aproximada durante el ciclo normal de manejo. De esta manera es posible realizar la prueba dinámica en estado transitorio sin carga externa. (Urbina, 2016).

El ciclo de aceleración a carga constante en desaceleración y ralentí dura aproximadamente 10 milisegundos y se repite progresivamente durante varias veces (Urbina, 2016).

Figura 6.

Ciclo de prueba INCOLL-AUTONAT



Nota: Secuencia de INCOLL / AUTONAT fuente: Users /CD-6584.pdf

El acelerador se mueve de forma correspondiente con el ciclo de manejo mediante un dispositivo electrónico. En base a que el motor no es operado en condiciones estables, pueden cambiar con el tiempo. Hay dos opciones para leer las concentraciones directamente en los gases de escape y los gases diluidos se recolectan para analizar la concentración de emisiones (Urbina, 2016).

1.4.5 Método dinámico

El método se realiza con una carga externa en el auto y se dividen en dos tipos de pruebas dinámicas (Urbina, 2016).

- Estables
- Transitorias

Figura 7.

Método dinámico



Nota: Dinamómetro 4x4 fuente: (Mein China 2009)

1.4.5.1 Pruebas dinámicas estables contenido)

Emisiones de óxido de nitrógeno (NO_x) de motor ciclo “OTTO” sin la aplicación de carga son despreciables. Es necesario realizar pruebas con carga para medir los niveles de emisiones de (NO_x) es un factor importante en emisiones del aire urbano por lo que no puede ser calculado para medir las mediciones de CO y HC (Urbina, 2016).

El estado estable se basa en emplear el dinamómetro, absorbiendo la energía en estado estable. No es indispensable una simulación del peso inercial del vehículo al no existir una fase transitoria durante la prueba. El auto se conduce en velocidades y cargas constante, y las concentraciones de contaminantes (CO_2 , HC, CO, NO_x) se leen en la fase de carga. (Urbina, 2016).

1.4.5.2 Ensayos de medición de NO_x en Estados Unidos:

En EE. UU. Existen distintos tipos de ensayos para el control de gases, entre los más conocidos tenemos; Los ciclos FTP 75, ASM (modo de aceleración simulada) y para los vehículos pesados se usa el USA-13, las pruebas varían según el estado, en Texas, se utiliza ASM. (Urbina, 2016).

1.4.5.2.1 Procedimiento ASM (Modo Simulación Aceleración):

El desarrollo ASM, esta normado en la EPA, en un documento conocido como” Procedimiento de prueba del método de simulación de aceleración, estándar de emisión, requisitos de control de calidad y especificaciones del equipo”, Guía técnica (Iñigues, 2017).

2.3.4.5 Pre acondicionamiento de equipo y vehículo:

Para controlar los gases durante el proceso se necesita de un pre acondicionamiento del automotor y una calibración de equipos para obtener una medición más exhaustiva al momento de finaliza con la prueba, se toma en cuenta que los autos denominados por los fabricantes como no aptos en pruebas para un dinamómetro, deben ser exentos de las pruebas (Iñigues, 2017).

1.4.5.2.1.1 Procedimiento de Prueba:

El acondicionamiento debe ser completado para dar inicio al modo ASM 50/15. El cronometro de pruebas ASM se inicia “t=0” en el momento que la velocidad del vehículo. El rpm del motor y la carga deben encontrarse dentro de los parámetros del banco de pruebas para cada tipo de auto, establecidos en la tabla 3 extraídos del documento EPA “Procedimiento de pruebas del modo de simulaciones aceleración estándar de emisión, requisitos del control de calidad y especificaciones del equipo”, Guía técnica (Iñigues, 2017).

Tabla 3.

Parámetros de pruebas según cilindraje de motor

	Cilindrada del Motor (cc)		
	<= 1000	1001 a 2000	> 2000
HP 50/15 (50/24)	7,0	8,5	11,5

1.4.5.2.1.1.1 ASM Modo de prueba 50/15:

El procedimiento 50/15 “Carga externa al motor equivalente al 50% de la potencia para acelerar el auto a una aceleración de 1.47 m/s^2 , velocidad baja de 15 mi/h ” el operador tiene que acelerar el vehículo sucesivamente hasta llegar a una velocidad de 15 mi/h “ 24 km/h ” $= \text{mi/h}$ y sostenerla por un tiempo límite de 90s, la carga que se obtiene por el dinamómetro no debe cambiar más de $0,25 \text{ hp}$ o 2% durante más de dos segundos consecutivos. Los límites de velocidad alcanzados en el tiempo de la prueba, así como las RPM del motor entre otros detalles de la prueba se encuentran en la consola de mando (Iñigues, 2017).

El auto aprobará la evaluación del modo ASM 50/15 si, en algún punto entre el tiempo acontecido de 15s y 90s, los valores leídos “10 segundos promedio” para cada contaminante es idéntico al tiempo menor o igual a las normas de prueba aplicable. Cuando es completado el análisis del gas, el método 50/15 termina y se pasa a la siguiente fase de la prueba, el método 25/25 (Iñigues, 2017).

1.4.5.2.1.1.2 ASM Modo de prueba 25/25:

El desarrollo del método de la evaluación 25/25 Carga externa al motor equivalente al 25% de la potencia requerida para hacer acelerar el vehículo a una aceleración de 1.47 m/s^2 de la velocidad moderada 25 mi/h se aparecen al modo de la evaluación de 50/15, la diferencia radica en que la velocidad en el caso de aumentar a 25 mi/h “ 40 km/h ” $= 1 \text{ mi/h}$, así como el par del dinamómetro cambia a la carga requerida del modo 25/25 (Iñigues, 2017).

El auto aprobará el método de la evaluación 25/25 si el tiempo de 10s de lectura medidos en los gases (HC , CO , NO_x) son todos iguales o inferiores a los controles aplicados para el auto establecida en la norma EPA “Procedimiento de pruebas del modo

de simulaciones aceleración estándar de emisión, requisitos del control de calidad y especificaciones del equipo”, Guía técnica (Iñigues, 2017).

1.4.5.2.1.1.3 Límites del procedimiento ASM:

Los límites de emisiones de, NO_x establecidos en la norma de la EPA conocido como “Procedimiento de pruebas del modo de simulaciones aceleración estándar de emisión, requisitos del control de calidad y especificaciones del equipo”, Guía técnica. Dónde establece, que, según el año de fabricación de los automóviles de livianos, los límites de contaminante de, NO_x se encuentran escritos en porcentaje, se debe identificar el año del auto en la tabla 4, se localiza, según el peso del automotor, los diferentes límites de, NO_x como el método 25/15 y el 25/15 descritos en el anexo 6.3 (Iñigues, 2017).

Tabla 4.

límites de emisión del NO_x

Año Modelo	Óxidos de Nitrógeno
1994+ Actualidad	41
1991-1995	42
1983-1990	43
1981-1982	43
1980	48
1977-1979	48
1975-1976	50
1973-1974	50
1968-1972	51

1.4.5.3 Pruebas dinámicas transitorias

Las evaluaciones dinámicas transitoria, los automóviles se manejan en el dinamómetro siguiendo el programa de conducción adecuado, la principal diferencia en las evaluaciones estables es la duración del ciclo. Teniendo en cuenta que las muestras de gases del escape se toman continuamente al transcurso de la duración de la prueba, las

cuales son expresadas en unidades de masa y consiguientemente es necesario un equipo que tenga un sistema de recolección a volumen constante. Además, se demanda analizadores del laboratorio con la única finalidad de manifestar bajas concentraciones contaminantes de las muestras diluidas en los gases. Es indispensable contar con dinamómetros de carga variable para simular carga instantánea que se da en la carreta y la potencia necesaria para acelerar la masa inercial de cada motor (Urbina, 2016).

1.4.5.3.1 Requerimientos:

Según el código de regulaciones federales establece los requisitos para llevar a cabo el ensayo FTP 75; Es indispensable contar con el banco dinamométrico, del misma manera con una analizador de gases, y además deben cumplir con las especificaciones constituidas por la EPA por medio de CFR, donde se aclara la necesidad de contar con un laboratorio capaz de poseer una temperatura ambiente controlada para la lectura correcta de las muestras de NO_x , es factible contar en lo posible con ventiladores para evitar el recalentamiento del motor del automóvil que se someta al ensayo (Iñigues, 2017).

1.4.5.3.2 Procedimiento FTP-75:

El desarrollo del ensayo FTP 75 se encuentra normado por la EPA indicado en la CFR la cual ha sido empleado por la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. y se utiliza en la certificación de las emisiones y consumo de combustible en las evaluaciones de conducción urbana de vehículos ligeros. (Iñigues, 2017)

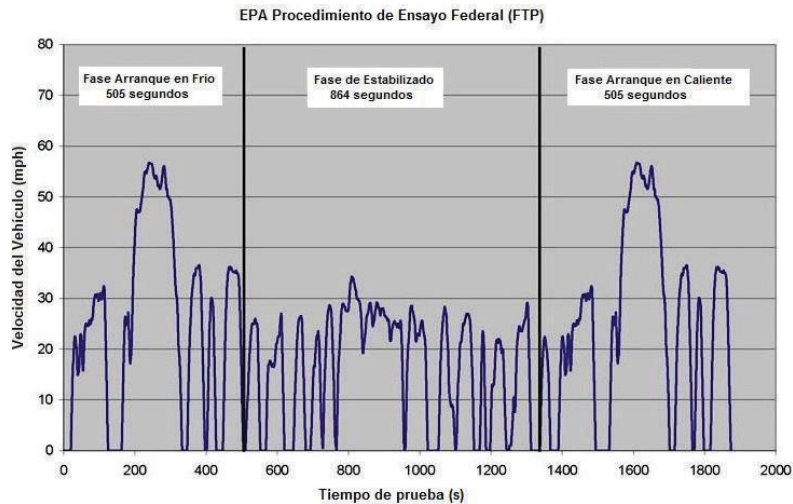
El ciclo FTP 75 se desarrolla mediante las fases mostradas en la figura 8.

- Fase transitoria de arranque en frío (temperatura ambiente 20-30 ° C), 0-505 s,
- Fase estabilizada, 506-1372 s,

- Parada en caliente (mínimo 540 s, máximo 660 s),
- Fase transitoria de arranque en caliente, 0-505 s.

Figura 8.

Grafica Velocidad-Tiempo Ciclo de Conducción Urbano FTP 75



Nota: (CFR, 2016) fuente: (EPA.2017)

1.4.5.3.2.1 Fase de transición:

Los gases que son expulsados por el tubo de escape de muy baja densidad durante la fase fría de transición se encuentran en la bolsa uno del equipo de comprobación. (Urbina, 2016).

1.4.5.3.2.2 Fase estabilizada:

Se pasa al cambio de muestra en la bolsa 2 al empezar la fase estable de tiempo 505s sin impedir la marcha de la evaluación. Cuando finaliza la fase, después de los 1365s se apaga el motor durante 600s (Urbina, 2016).

1.4.5.3.2.3 Fase en caliente:

Se enciende el auto para continuar con la prueba en caliente, en el transcurso de velocidad coincide con periodo frio de transición, los gases se recogen en la siguiente bolsa. (Urbina, 2016).

Cada muestra es recogida en bolsas de teflón independiente las cuales son analizadas en g/milla “g/km” (Vizuite, 2016).

La evolución del ciclo FTP 75 constan de una duración de 1874s y una distancia recorrida de 17.77 km a una velocidad de 34.12 km/h y se logra alcanzar una velocidad máxima de 91.25 km/h. (Vizuite, 2016).

Los gases de escape en cada periodo se tiene una bolsa para cada gas, son analizados y la medición es expresado en “g/ milla, g/km”. EE. UU. Se establece elementos de rangos de correcciones aplicados a la frecuencia en la que se lleva a cabo en la evaluación de las pruebas en la parte real. Cada elemento de ponderación es 0,43 para el periodo de arranque en frio 1.0 para la fase estable y 0,57 en el periodo de arranque en caliente (Vizuite, 2016).

Los autos a partir de los años 2000. Se debe evaluar en dos procesos de ensayos federales suplementarios conocido como “SFTP” se diseñaron con el fin de probar las deficiencias del FTP 75 los métodos a seguir son US06 Y SC03 (Vizuite, 2016).

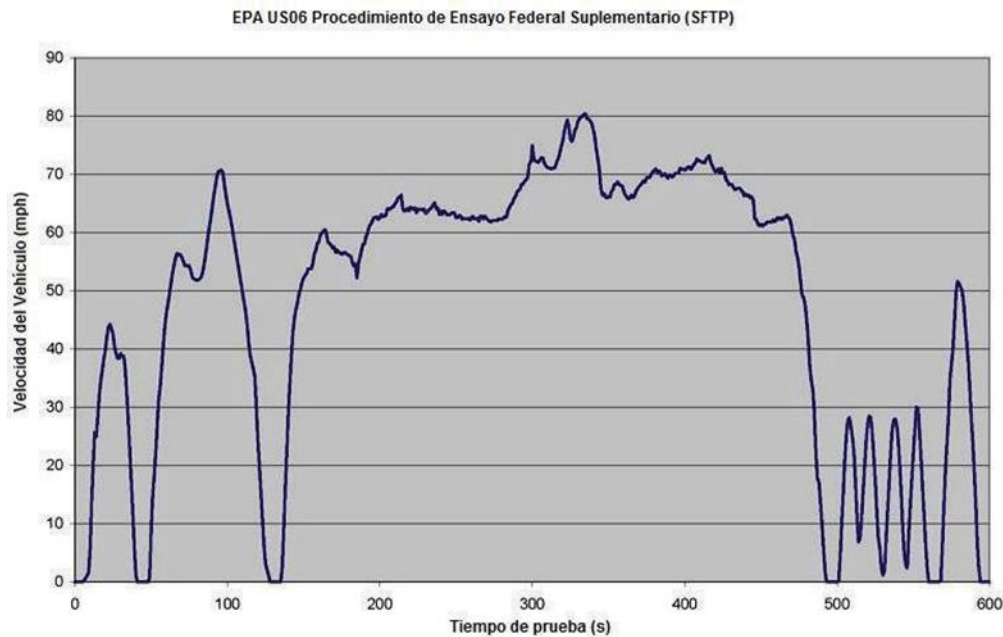
1.4.5.3.2.4 US06

El desarrollo de la evaluación se ha empleado para regular las falacias del FTP 75 conforma al comportamiento de las condiciones en niveles de altas aceleraciones y veloces vacilaciones de velocidad y comportamiento en conducción después del arranque (Vizuite, 2016).

El USTP consta en un ciclo rápido de aceleración y alta velocidad la cual tiene un tiempo de 596s con una distancia de 12.8 km con una velocidad semejante a 77,9 km/h y en velocidades altas de 129,2 km/h el periodo tiene cuatro paradas con una temperatura al ambiente de 20 °C a 30 °C (Vizuite, 2016).

Figura 9.

Ciclo de rápida aceleración y alta velocidad (US06)



Nota: (CFR, 2016) fuente: (EPA.2017)

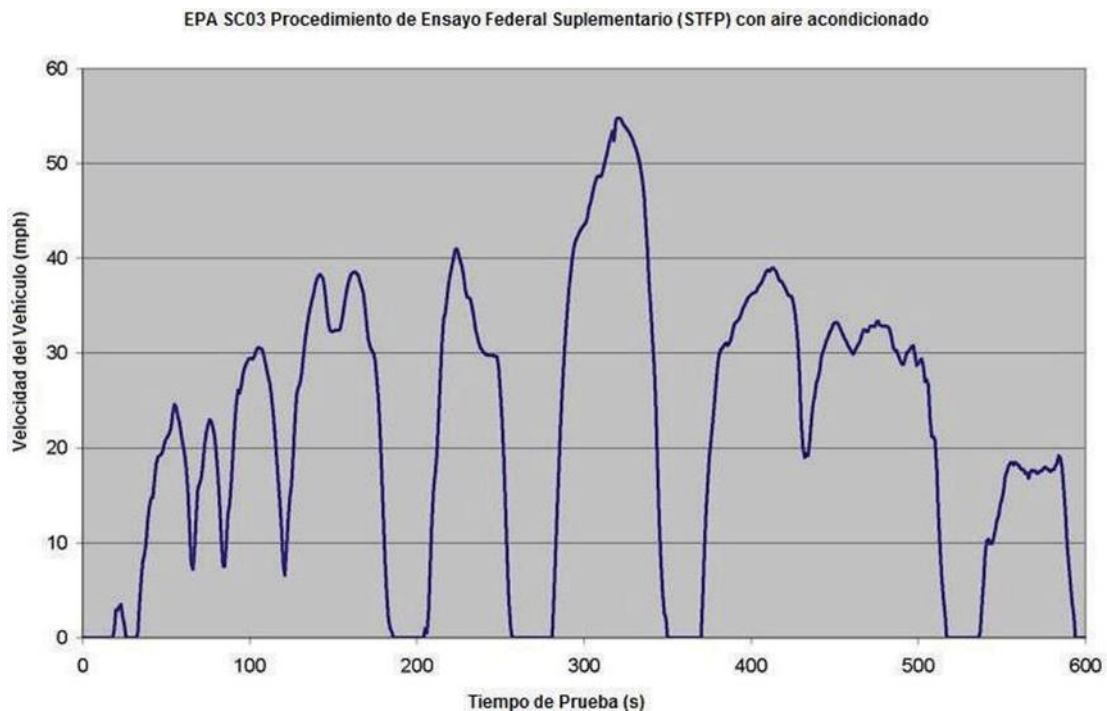
1.4.5.3.2.5 SC03

El desarrollo de la prueba SC03 se ha constituido para simular la carga del motor y juntamente con las emisiones coligadas con la utilización de las unidades del aire acondicionado en el auto durante la evaluación (Vizuite, 2016).

El SC03 tiene unas condiciones de temperaturas del ambiente en 35 °C, mediante la cual se pone en funcionamiento el aire acondicionado del auto en el periodo de evaluación. Cuenta con una duración de 596s y un recorrido de 5,8 km en una velocidad semejante 34,8 km/h y empleando velocidades altas de 88,2 km/h, el periodo tiene 5 paradas con una temperatura alta en el motor al iniciar el ciclo (Vizuite, 2016).

Figura 10.

Ciclo de prueba SC03



Nota: (CFR, 2016) fuente: (EPA.2017)

1.4.5.3.3 *Límites de emisiones de NO_x en Estados Unidos, para vehículos livianos:*

1.4.5.3.3.1 *Límites de acuerdo con el ciclo de conducción FTP-75:*

Se denota en la tabla 5 los límites de emisiones en los procesos de desarrollo de periodos de pruebas normadas por la EPA conocido como FTP 75 En noviembre de 1998, el ARB decidió adoptar normas de emisiones de Vehículo de bajas emisiones II que se establecieron en el año 2004 hasta el 2010. Los fabricantes pueden de los vehículos pueden ser certificado en la norma LEV II hasta el modelo 2019 (Iñigues, 2017).

Tabla 5.

LEV II normas de emisión para vehículos de pasajeros, FTP-75, g / mi.

Categoría	50.000 millas / 5 años	120.000 millas / 11 años
	<i>NO_x</i>	<i>NO_x</i>
LEV	0.05	0.07
ULEV	0.05	0.07
SULEV	-	0.02

Nota: (Abraczinskas, Jones, Chandler, & Bello, 2016)

1.4.5.4 Ensayos de medición de NO_x en Europa:

Se utiliza las regulaciones Euro, para el control de factores de emisiones de los automóviles, empleado en la aprobación y control de los centros evaluativos certificados de los automotores. Las regulaciones son establecidas por la Euro 6 con el objetivo principal de la disminución de emisiones de *NO_x* de “180 mg/km Euro 5, 80 mg/km y material particulado (PM) 5 mg/km Euro 5 a 4,5 mg/km en vehículos diésel”. Los vehículos de gasolina desde la implantación del Euro 5 los límites de los *NO_x* son iguales a 60 mg/km no ha sufrido modificaciones en la última regulación Euro 6 (Iñigues, 2017).

1.4.5.4.1 Requerimientos:

Los implementos necesarios para llevar a cabo los ensayos de gases en Europa se establecen en los “Administradores 70/220/CEE del consejo del 20 de marzo de 1970”. Se tiene como medida de la legislación de Estados participantes en la toma de decisiones de las restricciones contra la contaminación atmosférica que son causadas por: Los motores de combustión que poseen los automóviles, no se contempla un modelo en específico. Sin embargo, la regulación esta empleada en base al tiempo. Por lo tanto, no es necesario la reproducción de vibraciones en el vehículo comprometiendo el funcionamiento habitual. Se necesita un adaptador de

inercia que facilite la reproducción del funcionamiento del vehículo en carretera. El analizador de gases debe tener un infrarrojo esencial. El analizador de hidrocarburos debe ser sensible y confiable mediante un software para un mejor manejo de los equipos y del auto que se está evaluando en control de gases. El laboratorio debe contar con un sistema que permita manipular la temperatura ambiente para una mejor lectura de datos (anexo 6.4) (Iñigues, 2017).

Procedimientos:

Para la evaluación de gases NO_x de acuerdo con el periodo estandarizado por la Euro son:

- ✓ Procedimiento NEDC (Nuevo Ciclo de Conducción Europeo).
- ✓ Procedimiento UDC (Ciclo urbano de conducción en un dinamómetro).
- ✓ Procedimiento EUDC (Ciclo Extra Urbano de conducción).

1.4.5.4.1.1 Procedimiento NEDC (Nuevo Ciclo de Conducción Europeo):

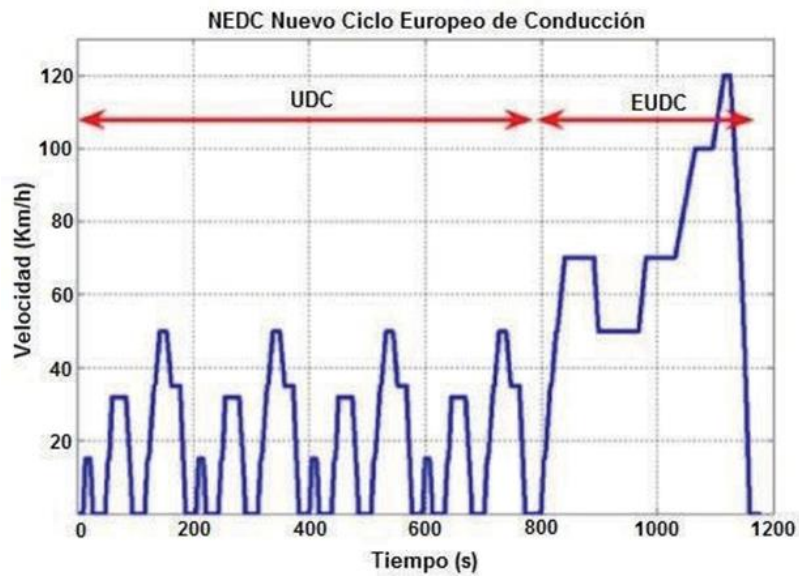
Se debe colocar el vehículo en un estacionamiento durante seis horas para una temperatura de prueba de 20 a 30 ° C antes de empezar la prueba (Iñigues, 2017).

Iniciando de los 2000, el tiempo se excluye cuando el auto debe estar inactivo, por lo tanto, el motor debe comenzar en 0s si se toma de muestra comienza simultáneamente. Los periodos de inicio en frío modificado tiene el nombre de “NEDC” o como el ciclo de prueba MVEG.B (Iñigues, 2017).

Figura 11.

Grafica Velocidad-Tiempo Ciclo de Conducción

NEDC



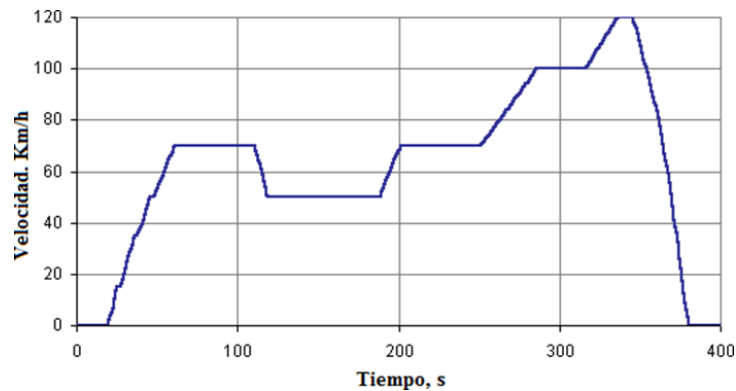
Nota: (EPA, 2016)

1.4.5.4.1.2 Procedimiento ECE o UDC (Ciclo urbano de conducción en un dinamómetro):

El ECE es un periodo urbano, que comúnmente se le conoce como UDC. Esta diseñado simular las condiciones de la ciudad en donde se evalúan bajas velocidades de los autos, esto se debe a la baja carga del motor y temperaturas de los gases expulsados del tubo de escape. En la figura 12 se aprecia el grafico de velocidad en el tiempo del periodo realizado en el banco dinamométrico (Iñigues, 2017).

Figura 12.

Grafica Velocidad-Tiempo Ciclo de Conducción ECE



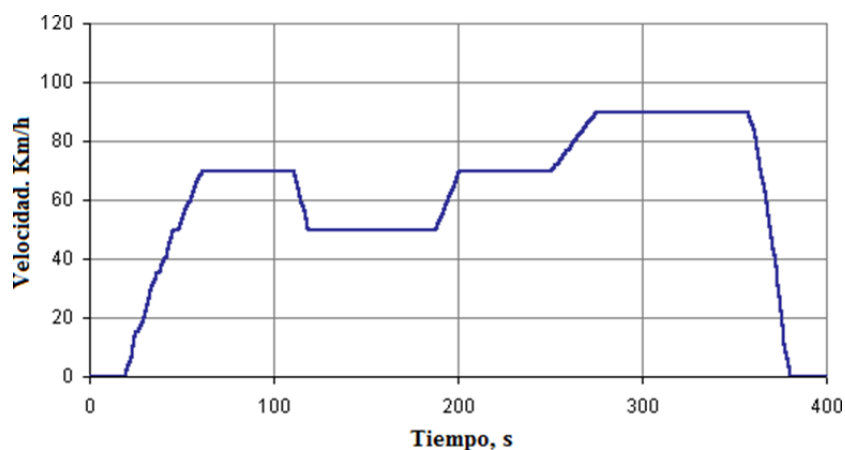
Nota: (EPA, 2016)

1.4.5.4.1.3 Procedimiento EUDC (Ciclo Extra Urbano de conducción):

El periodo EUDC se propuso luego del cuarto periodo ECE para la aplicación de los métodos de conducción agresiva y alta velocidad. La velocidad más alta del periodo es de 120 km/h. Además, se tiene un periodo alternativo EUDC para los vehículos de baja potencia a velocidad máxima de 90 km/h (Iñigues, 2017).

Figura 13.

Grafica Velocidad-Tiempo Ciclo de Conducción EUDC



Nota: (EPA, 2016)

1.4.5.4.1.4 Límites de emisiones de NO_x en Europa, para vehículos livianos:

Los estándares Euros se emplean en estandarizar los límites permitidos para el control de emisiones en los autos al transcurso del tiempo. En la tabla 6 se denotan las concentraciones representadas en unidades g/km desde la Euro uno hasta la actual Euro seis (Iñigues, 2017).

Tabla 6.

Límites de Emisión Europa

g/km	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6
CO	2,72	2,2	2,30	1	1	1
HC	-	-	0,20	0,20	0,10	0,10
NO_x	-	0,55	0,15	0,08	0,06	0,06
	-	0,08	-	-	0,068	0,068
NMHC						

Nota: (Comisión Europea, 2007)

1.4.6 Método de medición de NO_x Ecuador:

En los laboratorios de examen técnico del vehículo, los gases se miden en una condición mínima o «inactiva» con el motor con la temperatura de funcionamiento normal y no se realizan en un marco dinamométrico, por lo tanto, es una prueba de medición de gas estático. Esto significa que en RTV, no se realizan mediciones de NO_x , como se comentó que para la obtención de los valores reales se necesita que el motor tenga una carga (Iñigues, 2017).

1.4.6.1 Normativas que se rigen en Ecuador:

En Ecuador, hay varias regulaciones sobre la medición del gas en los centros de exámenes técnicos de los vehículos; Algunos de ellos describen los siguientes procedimientos para controlar las emisiones de las fuentes móviles, que trabajan con motores de encendido de cambio o compresión (Iñigues, 2017).

Se emplean las normativas que controla en el Ecuador, en base a las emisiones gases contaminantes expulsadas por el tubo de escape de fuentes móviles, es la norma NTC INEN 2204:2017 (Iñigues, 2017).

1.4.6.1.1 “Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)” (NTE INEN 2204, 2017).

“Toda fuente móvil con motor de gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas” en la Tabla 7 (NTE INEN 2204, 2017)

Tabla 7.

“Límites máximos fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)” (NTE INEN 2204, 2017)

Año modelo	% Co		ppm HC	
	0 - 1500b	1500 - 3000	0 - 1500	1500 - 3000
2000 y posteriores	1	1	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

1.4.6.1.2 “Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclos FTP-75 (prueba dinámica)”.

“Toda fuente móvil que emplea gasolina no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (THC), hidrocarburos diferentes al metano (NMHC), óxidos de nitrógeno (NO_x), en cantidades superiores a las indicadas” en la Tabla 8 (NTE INEN 2204, 2017).

Tabla 8.

“Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (ciclos americanos FTP-75, g/mi)” (NTE INEN 2204, 2017)

Categoría	50,000 millas/5 años				100,000 millas/10 años			
	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NO _x g/mi	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NO _x g/mi
Vehículos de pasajeros	3,4	0,41	0,25	0,4	4,2	--	0,31	0,6
LLDT, LVW < 3750 lbs	3,4	--	0,25	0,4	4,2	0,8	0,31	0,6
LLDT, LVW > 3750 lbs	4,4	--	0,25	0,7	5,5	0,8	0,4	0,97
HLDT, ALVW < 5750 lbs	4,4	0,32	--	0,7	6,4	0,8	0,46	0,98
HLDT, ALVW > 5750 lbs	5	0,39	--	1,1	7,3	0,8	0,56	1,53

1.4.6.1.3 *“Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. (prueba dinámica)”.*

“Toda fuente móvil con motor de gasolina no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x), y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas” en la Tabla 9 (NTE INEN 2204, 2017)

Tabla 9.

“Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (Directiva de la UE 98/69/CE)”. (NTE INEN 2204, 2017)

Categoría	Clase	Peso de referencia (PR) kg	CO g/km	HC g/km	HC + NO _x g/km	NO _x	Ciclo de prueba
M	---	Todas	2,3	0,2	---	0,15	ECE +EUDC (también conocido como MVEG-A)
	I	PR≤ 1305	2,3	0,2	---	0,15	
N1	II	1350 < PR≤1760	4,17	0,25	---	0,18	
	III	1760 < pr	5,22	0,29	-----	0,21	

1.4.7 Equipos y herramientas:

El equipo es esencial para la medida correcta de NO_x que emite vehículos, de modo que el principio de operación, tipo y calibración de cada uno de los equipos

utilizados para esta prueba, que cumple con los requisitos que dicta la EPA hechos en la guía del método de análisis de gas Aceleración Simulación Modo (Iñigues, 2017).

1.4.7.1 Analizador de Gases:

La EPA no establece un analizador en específico, pero menciona las características técnicas que este debe tener, como ser capaz de medir 4 gases mínimo “HC, CO, NO_x , y CO_2 ”, la exactitud del equipo para garantizar una buena lectura y recolección de los gases durante la prueba, donde hay que considerar los siguientes aspectos: las repeticiones, interferencias, tiempo de análisis de muestra (Iñigues, 2017).

1.4.7.1.1 Tipos de analizadores:

- “Analizador de gases de combustión portátil.”
- “Analizador de gases permanente.”
- “Analizador de gases de combustión infrarrojo.”
- “Analizador de gases de combustión Bacharach.”
- “Analizador de gases de combustión electroquímico.”
- “Analizador de gases de combustión multisensor.”

1.4.7.1.1.1 Principio de Funcionamiento:

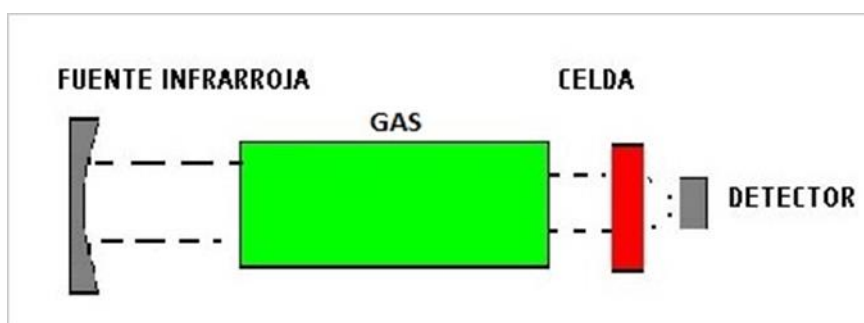
Las concentraciones de los gases producidos por la combustión deficiente de los motores de cada vehículo se pueden hallar con los analizadores de gases. El equipo permite medir la concentración de al menos cuatro a cinco gases los cuales pueden ser: “CO, HC, y CO_2 ”, empleado en el principio de medición infrarroja, también el NO_x , O_2 , basados en la medición electroquímica (Escobar, 2015).

Los analizadores son fundamentalmente dispositivos ópticos/químicos que calculan las concentraciones de gas, debido a las muestras obtenidas en el tubo de escape y son dirigidas hacia el medidor, lo cual hace circular por celdas de rayos infrarrojos y

por una celda electroquímica que tiene en cuenta la muestra y calcula el contenido de cada componente indicado en la consola de mando (Escobar, 2015).

Figura 14.

Esquema principio de funcionamiento analizador de gases



Nota: (Augeri, 2011)

1.4.7.1.1.2 Especificaciones técnicas:

EL dispositivo debe contar, con un analizador infrarrojo “NDIR” para gases “CO, HC, y CO₂”, debe tener por lómenos una celda estequiométrica la cual no debe ser distribuida para los NO_x, y debe tener una base de datos donde se llena las características según la prueba, y las condiciones ambientales como la humedad temperatura y presión (Iñigues, 2017).

1.4.7.1.1.3 Calibración del Equipo:

Se debe contar fundamentalmente con un equipo que se encuentre calibrado desde la fábrica, pero se entiende que puede existir una pérdida de precisión conforme al tiempo de uso, y por lo tanto se necesita una recalibración del equipo. La EPA establece que se debe realizar los mantenimientos cada 3 meses, dependiendo del uso y este proceso debe llevarse a cabo por un equipo calificado (Iñigues, 2017).

1.4.7.2 Bancos Dinamométricos:

Se conoce como banco dinamométrico a los patrones empleados para la absorción o disipación de potencia generado por un equipo basado en el cálculo de los parámetros como el par torsional y la velocidad angular. Se depende del principio de operación del dinamómetro se estima la potencia generada en el equipo, bajo las condiciones de funcionamientos (Iñigues, 2017).

1.4.7.2.1 Tipos de Bancos Dinamométricos:

1.4.7.2.1.1 Bancos Dinamométricos de Chasis según tipo de freno:

- “Banco dinamométrico con Frenos de fricción”.
- “Banco dinamométrico con frenos hidráulicos”:
- “Banco dinamométrico con frenos eléctricos”.
- “Banco dinamométrico con frenos de corriente continua”.

1.4.7.2.1.2 Banco Dinamométrico de Chasis según tipo de rodillos:

No se tiene una en cuenta un modelo específico de banco dinamométrico se da a conocer los bancos más comunes (Iñigues, 2017).

- “Bancos de rodillos estacionarios”.
- “Bancos de rodillos inerciales”.

Figura 15.

Banco Dinamométrico de Rodillos



Nota: (Lasheras, 2012)

1.4.7.2.1.3 Principio de Funcionamiento:

Se emplea en estimar el tiempo real, en que la energía entregada por el motor de automóvil para adelantar la masa de inercia. El proceso no desempeña evaluaciones estáticas por que se basa en función de periodos de aceleración y desaceleración (Iñigues, 2017).

1.4.7.2.1.4 Especificaciones Técnicas:

Posee una estructura que consiste en “rodamientos, rodillos, etc.” tiene que soportar automóviles livianos y medianos que puede llegar hasta un peso bruto de 3.600 kg. La potencia se debe seleccionar a partir de las características del vehículo (Iñigues, 2017).

El dinamómetro se encuentra diseñado para trabajar en una temperatura ambiente de 35 ° C a 43 ° C, además debe mantener su buen funcionamiento con la humedad del medio, también debe reflejar condiciones reales de prueba (Iñigues, 2017).

Los dinamómetros deben poseer una placa de identificación en la que conste, el nombre del fabricante, del dinamómetro, fecha de producción, número del modelo y serie, tipo de dinamómetro entre otros requisitos (anexo 6.6) (Iñigues, 2017).

1.4.7.2.1.5 Calibración:

Existen dos tipos de calibraciones que se le pueden realizar a un dinamómetro de chasis, los cuales tienen que ser realizados por un equipo especializado (Iñigues, 2017).

1.4.7.2.1.5.1 Calibración estática:

La solicitud es enviada desde el dinamómetro donde indica la realización de la calibración estática (Iñigues, 2017).

Si la calibración no arroja resultados satisfactorios el dinamómetro tendrá que ser revisado nuevamente, caso contrario no podrá ser utilizado (Iñigues, 2017).

1.4.7.2.1.5.2 Calibración dinámica:

El dinamómetro debe ser calibrado dinámicamente en un periodo de 30 días, el proceso se debe llevar a cabo con los parámetros establecidos por el fabricante. De ser el caso, que la calibración dinámica no arroje resultados satisfactorios no se podrá emplear el uso del dinamómetro (Iñigues, 2017).

1.4.7.3 Equipos de seguridad:

1.4.7.3.1 Correas de sujeción:

En las pruebas se debe incluir tres tipos de retención de automóvil entre los cuales pueden ser: sujeción de triquete, cuñas de las ruedas y las restricciones laterales (Iñigues, 2017).

La EPA establece que no se debe permitir el funcionamiento de un automóvil sin restricciones, en el dinamómetro de chasis, por precaución a cualquier accidente lateral provocado por el movimiento del auto (Iñigues, 2017).

Figura 16.

Correas de Sujeción



Nota: Las correas deben estar en buen estado para evitar accidentes fuente:

(MAHA, 2015)

1.4.7.3.2 Ventiladores:

La EPA menciona que los estándares de prueba deben realizarse con el uso de un ventilador, para evitar el calentamiento de auto, dependiendo de las pruebas de mayor régimen, las cuales producen el aumento de la temperatura y pueden ocasionar daños en el motor (Iñigues, 2017).

Figura 17.

Ventilador



Nota: (Lasheras, 2012)

2 Metodología

2.1 Selección del vehículo

Para la realización de esta prueba se escoge un vehículo con gran demanda comercial en el área automotriz. La marca Chevrolet a comercializado más de 70000 unidades de Aveo, desde su fabricación en el año 2009 hasta el año 2019, considerando un hito que ningún otro modelo ha logrado en el país.

2.1.1 Especificaciones técnicas del vehículo.

Descripción de las características generales del vehículo en la tabla 9 y la ficha técnica se adjunta en (Anexos 8,7)

Figura 18.

Chevrolet Aveo activo



Tabla 10.

Datos generales del automovil

Datos generales			
Marca	Chevrolet	Kilometraje	100806
Modelo	Aveo activo 1,6L 4P STO	VIN Chasis	8LATD5864CO117760
Fabricante	General Motors	Cilindros	4 cilindros en línea

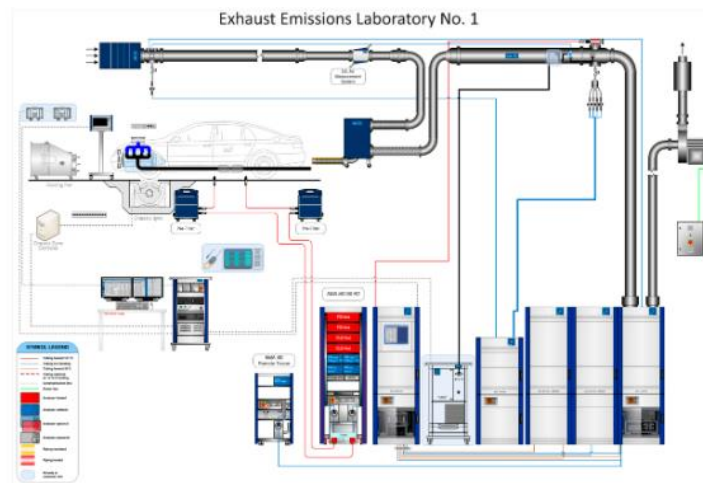
2.2 Equipos utilizados

2.2.1 Laboratorio de ensayo de emisiones CCICEV

El laboratorio se encuentra dividido por dos partes, la sala de control y la cabina de ensayo, donde se encuentra los equipos de mediciones como: el dinamómetro, tunel de viento, analizador de gases, aquellos se encuentran conectados con la sala de mando, encargada del manejo y la configuración de cada equipo.

Figura 19.

Diagrama de conexión del laboratorio



2.2.1.1 Dinamómetro AIP ECDM-48L

Emission Chassis Dynos para vehículos y motocicletas con tracción trasera, delantera o en todas las ruedas, etc. Cumple con las especificaciones de EE. UU. "EPA RFP C100081 T1", así como con los requisitos de las directrices europeas y japonesas actuales.

2.2.1.1.1 Aplicaciones

En investigación, centros de desarrollo, fabricantes de automóviles y sus proveedores (dos ruedas motrices o tracción total).

2.2.1.1.2 Características

- Juego de rodillos de 48" (1219 mm) con motor de CA para LDV y MDV
- Simulación de masa precisa y reproducible
- La precisión supera los requisitos de la EPA
- Diseño extremadamente compacto
 - Dimensiones de foso estrecho

- Construcción de bajo desgaste y bajo mantenimiento para múltiples turnos de operación
- Concepto de rodamiento inteligente
 - No se requiere calentamiento del banco de pruebas
- Concepto de banco de pruebas modular para diversas aplicaciones y presupuestos
- Rápida disponibilidad de datos
- Configuración y operación sencillas e intuitivas del banco de pruebas
- Interfaz con los sistemas estándar de medición de emisiones

Figura 20.

Dinamómetro AIP ECDM-48L



Nota:(Bosmal, 2019)

2.2.1.2 Low remote mix tee (LL-RMT)

Es un mezclador que está conformado por un tubo Venturi y un filtro cuya función es recoger los gases de escape provenientes del automóvil y además recoge el aire que se encuentra en la cabina de pruebas para obtener una mayor exactitud en los resultados.

Figura 21.

Low remote mix tee (LL-RMT)



Nota:(HORIBA ,2012)

2.2.1.3 Constant volume sampler(cvs-7400s)

En esta primera parte Ofrece una amplia gama de opciones de caudal de dilución y funcionalidad de línea de muestra principal independiente. Un sistema cubre las pruebas para una amplia variedad de aplicaciones, como diversas pruebas de motores/vehículos, y varios tipos de combustible (gasolina, diésel y combustible alternativo).

Figura 22.

Constant volume sampler(cvs-7400s)1



Nota: (HORIBA, 2012)

En esta segunda parte se recolecta los gases de escape, para posterior guardarse en bolsas según el análisis a requerir. Permitiendo tener una mayor precisión.

Figura 23.

Constant volume sampler(cvs-7400s)2



Nota: (HORIBA 2012)

2.2.1.4 Constant volume sampler(cvs-7400s)

Este analizador de gases es un sistema controlado por un ordenador de control y una serie de complejos sistemas de análisis y descomposición de gases a través de filtros y gases químicos que sirven para realizar la descomposición de la muestra recogida en los diferentes gases de los que se quiere obtener información.

El ordenador muestra en la pantalla la descomposición de la muestra en los diferentes gases al igual que las magnitudes en las que son medidos cada uno de los gases. Los gases que puede medir son los que se muestran a continuación y las magnitudes en las que los mide son partes por millón (ppm) de gas analizado y en tanto por cien de muestra evaluada. Por lo tanto, permite el análisis de motores a gasolina, DIESEL, y a gas natural.

- Monóxido de carbono
- Dióxido de carbono,
- Propano,
- Oxígeno

- Óxido de nitrógeno.

Figura 24.

Constant volume sampler(cvs-7400s)



Nota: (HORIBA 2012)

2.2.1.5 Soplador de viento

Ventilador de flujo de aire con distribución de descarga homogénea según WLTP, GTR15 y USS §1066. Regulación eléctrica de altura, y raíles telescópicos. El soplador de viento reemplaza el viento que falta en pruebas de rendimiento y simulaciones de conducción con vehículos de motor en dinamómetros de rodillos. El flujo de aire generado se inyecta en el radiador del vehículo debajo del vehículo

Figura 25. *Soplador de viento*



Nota: (WMB 1996)

2.2.1.6 Boquillas

Estas boquillas permiten tener un mejor acoplamiento al tubo de escape, y cuentan con varios tipos de media según sea el caso.

Figura 26.

Boquillas



2.2.1.7 Equipo de seguridad

Este equipo de seguridad consta de correas los cuales nos permiten tener un mejor control de cualquier movimiento brusco que pueda suscitarse, también se implementa seguros para las llantas posteriores garantizando que el vehículo no pueda salir proyectado hacia adelante.

Figura 27.

Correas y seguros



2.3 Protocolo de pruebas con el ciclo Europeo y Americano

2.3.1 Ensayo europeo

Para estas pruebas se ha escogido el procedimiento del ciclo ECE+EUDC y se utiliza combustible super para efectuar los ensayos, la configuración de los equipos debe realizarse de acuerdo con la norma Europea y INEN.

2.3.2 Ensayo Americano

Para estas pruebas se ha escogido el procedimiento del ciclo FTP 75 y se utiliza combustible super para efectuar los ensayos, la configuración de los equipos debe realizarse de acuerdo con la norma Americana y INEN.

2.3.3 Acondicionamiento del vehículo

posicionar las ruedas motrices del vehículo sobre los rodillos del dinamómetro de forma recta en dirección de marcha.

Figura 28.

Colocación de vehículo



Fijar el vehículo al dinamómetro por medio de correas de tensión al gancho de remolque, juntamente con los seguros de las ruedas posteriores.

Figura 29.

Puesta de seguros



Instalar la boquilla al final del tubo de escape y el colector de gases.

Figura 30.

Instalación tubo de emisiones



Verificar que el auto alineado con la salida de aire del ventilador

Figura 31.

Alineación tunel de viento



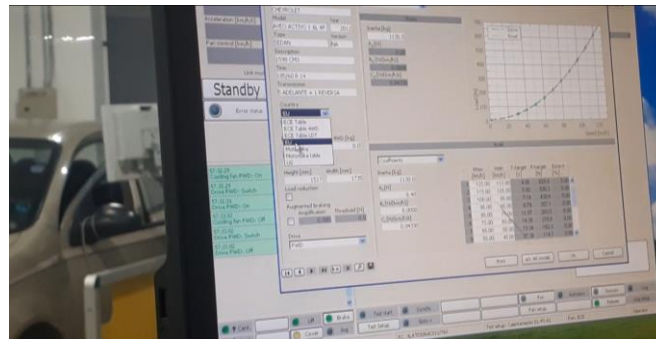
2.4 Configuración de equipos

2.4.1 Configurar de la consola del dinamómetro

Consiste en registrar el vehículo de prueba, donde se ubica los datos básicos que posee el auto, la normativa a utilizar (Europea y Americana), además se calcula el coeficiente de inercia, finalmente se activa el ventilador.

Figura 32.

Configurar de la consola del dinamómetro



Poner en marcha el analizador de gases y el recolector de datos(dinamómetro). El sistema debe calibrarse y esperar que los equipos tomen las temperaturas necesarias de funcionamiento, esto lo realiza automáticamente

2.4.2 Configuración de la consola del analizador de gases (ciclo Europeo EUDC)

Consiste en guardar especificaciones técnicas del vehículo en la base de datos y se pone en marcha la prueba dando paso a un nuevo menú en el cual se ingresa el flujo a evaluar y el ciclo (MVEG-A MANUAL) indicado por la norma INEN 2204, posteriormente inicia el ciclo.

Figura 33.

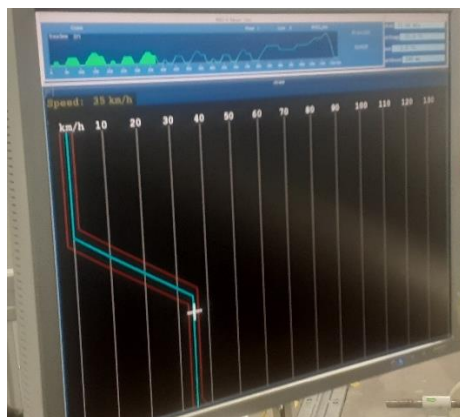
Configuración de la consola del analizador (ciclo Europeo EUDC)



8.-Se da paso a la conducción el vehículo siguiendo la ruta pre establecida por el equipo, procurando estar dentro de la zona de tolerancia de la prueba.

Figura 34.

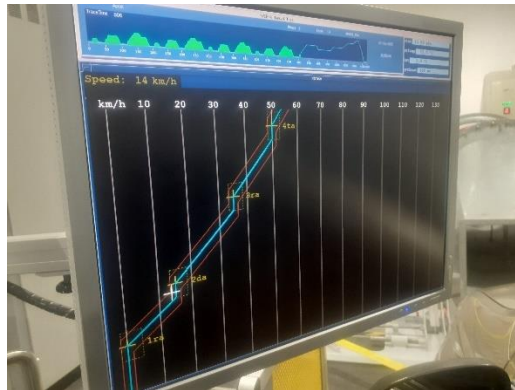
Ciclo primera fase.



Una vez finalizado la primera fase, continuamos con el ciclo extra urbano (carretera) fase 2.

Figura 35.

Ciclo segunda fase.



2.4.3 Configuración de la consola del analizador de gases (ciclo Americano EUDC)

Consiste en guardar especificaciones técnicas del vehículo en la base de datos y se pone en marcha la prueba dando paso a un nuevo menú en el cual se ingresa el flujo a evaluar y el ciclo (EUDC-A MANUAL) indicado por la norma INEN 2204, posteriormente inicia el ciclo.

Figura 36.

Configuración de la consola del analizador de gases (ciclo Americano EUDC)



Se da paso a la conducción el vehículo siguiendo la ruta pre establecida por el equipo, procurando estar dentro de la zona de tolerancia de la prueba.

Figura 37.

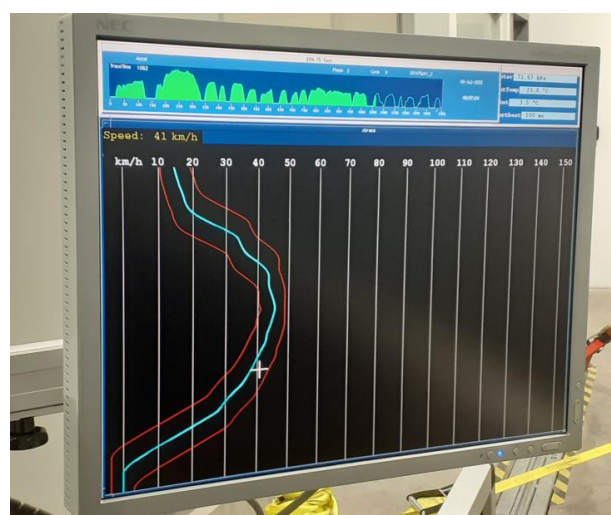
Ciclo primera fase o arranque en frio



Una vez finalizado la fase 1, continuamos con el ciclo en la fase 2 estabilizada (carretera) fase 2.

Figura 38.

Ciclo segunda fase estabilizada.



Finalizado la fase 2, se deja el vehículo en reposo por 10 minutos establecido por la norma, y se finaliza con la fase 3 o arranque en caliente.

Figura 39.

Ciclo tercera fase o arranque en caliente



Después de cada prueba realizada, se debe dejar el vehículo estacionado durante 6 horas para el ensayo siguiente, el tiempo está estipulado por norma y el sistema no permite realizar antes del tiempo previsto, al encontrarse configurado de este modo se respetan los parámetros establecidos por prueba de cada ensayo.

2.4.4 Desarrollo de extracción de gases

Una vez se encuentre ejecutándose el ciclo se comienza a recoger los gases a través del conducto para ser llevado al mezclador (LL-RMT) donde se mezcla el aire de la atmosfera de la cabina de ensayo con las emisiones provenientes del motor, con esto se asegura mayor exactitud en las mediciones.

Figura 40.

Paso de gases al mezclador



Los gases ya mezclados pasan a la primera etapa del equipo de disolución (CVS-7400S) mediante el cual son disueltos por el aire que entra de la atmosfera en una concentración específica (flujo constante) se obtiene una lectura correcta.

Figura 41.

Primera parte de análisis (disolución)



Ya diluidos los gases pasan a la fase de recolección en el muestreador de flujo constante, existe tres bolsas para cada gas, aire, gasolina, diésel.

Figura 42.

Recolección de gases



Los gases finalmente llegan al analizador, mediante una bomba de operación de los gases de referencia, son estos gases los encargados de garantizar los resultados, existen distintos tipos gases para cada rango que se desea verificar, estos pueden ser configurados manualmente en el equipo o desde la consola,

Figura 43.

Analizador de gases



Una vez analizados los gases, se obtienen los resultados en unidades de masa por kilómetro, esto debido a que el programa se encuentra configurado con las fórmulas según cada tipo de ensayo para obtener los factores de la muestra y el consumo de combustible, contemplando los rangos y correcciones automáticas que realiza el sistema

3 Resultados y discusión de resultados

3.1 Resultado de pruebas con el ciclo Europeo NEDC

3.1.1 Ensayo 1 emisiones de gases dinámicos

Se obtiene los valores de la primera medición, en los cuales se indica el comportamiento de los gases en ciclo dividido en fase 1(urbano) y fase 2(carretera) con la medida del ambiente de la sala y el consumo de combustible.

Tabla 11.

Resultados preliminares

Resultados	HC (ppm)	CO (ppm)	NO _x (ppm)	CO ₂ (%)	NMHC (ppm)	Gases analizados
Fase 1(Urbano)						Con los resultados de los gases del ambiente y muestra se hace una correlación, para la fase 1 y 2
Muestra	23.766	116.366	16.119	0,493	20,499	
Ambiente	3.781	0,304	0,049	0,044	1,799	
Net Concentración	20.128	116,074	16,071	0,452	18,768	
Fase 2(Carretera)						Se realiza una corrección según la norma Euro
Muestra	6,925	43,496	23,291	0,851	3,606	
Ambiente	3,518	0,401	0,075	0,044	1,554	
Net Concentración	3,632	43,121	23,221	0,811	2,151	
Masa Resultante(gramos)						Con los valores en unidad de masa se realiza una ponderación entre fase 1 y 2 obteniendo un dato por cada gas
Fase 1	1,13	13,147	2,674	804,267	1,054	
Fase 2	0,104	2,495	1,973	737,314	0,062	
Corrección masa (g)	0,002	0,017	0,004	1,187	0,002	
Corrección masa (g)	0	0,003	0,003	1,067	0	
Resultados Masa(g/km)						
Fase 1	0,282	3,282	0,668	200,777	0,263	
Fase 2	0,015	0,359	0,284	106,087	0,009	
(Fase 1,2) Ponderado	0,113	1,428	0,424	140,705	0,009	

Se conoce el consumo de combustible en función de las emisiones.

Tabla 12.

Consumo de combustible de prueba

Consumo de combustible(L/100km)	
Fase 1	8,817
Fase 2	4,549
(Fase 1,2) Ponderado	6,109

Se toma los resultados de las siguientes 2 mediciones aquellas detalladas en (Anexos,7.9, 7.10) para obtener los resultados del ensayo.

Tabla 13.

Resultados finales del ensayo

Parámetros	Secuencia de ensayo				
	CO(g/km)	HC(g/km)	NO _x (g/km)	CO ₂ (g/km)	NMHC(g/km)
Medición 1	1,428	0,113	0,424	140,705	0,102
Medición 2	0,911	0,101	0,362	141,666	0,092
Medición 3	0,701	0,087	0,376	144,657	0,079

Se conoce el consumo de combustible en función de las emisiones

Figura 44.

Consumo de combustible del ensayo

Consumo combustible (km/L)	
Medición 1	6.109
Medición 2	6.114
Medición 3	6.226

3.2 Resultado de pruebas con el ciclo con el ciclo FTP 75

3.2.1 Ensayo 1 emisiones de gases dinámicos

Se obtiene los valores de la primera medición, en los cuales se indica el comportamiento de los gases en ciclo dividido en fase 1(arranque frío), fase 2 (transitoria caliente), fase 3 (arranque caliente) y con la medida del ambiente de sala y el consumo de combustible.

Tabla 14.*Resultados preliminares*

Resudados	HC (ppm)	CO (ppm)	NO _x (ppm)	CO ₂ (%)	NMHC (ppm)
Fase 1(Arranque frio)					
Muestra	25,536	119,603	38.694	0,742	22,005
Ambiente	2,183	2,538	0,056	0,046	0,173
Net Concentración	23,477	117,208	38,641	0,698	21,876
Fase 2(Transitoria caliente)					
Muestra	5,157	38,403	12,431	0,580	2,189
Ambiente	2,647	2,398	0,031	0,046	0,610
Net Concentración	2,625	36,109	12,401	0,536	1,606
Fase 3(Arranque caliente)					
Muestra	12,571	110,686	21,446	0,663	9,035
Ambiente	2,618	2,398	0,035	0,047	0,599
Net Concentración	10,0,85	107,968	21,413	0,619	8,466
Masa Resultante(gramos)					
Fase 1	0,855	8,617	4,073	807,327	0,797
Fase 2	0,165	4,580	2,254	1068,418	0,101
Fase 3	0,364	7,861	2,234	708,206	0,306
Corrección masa (g)	0,001	0,011	0,006	1,166	0,001
Corrección masa (g)	0	0,007	0,003	1,569	0
Corrección masa (g)	0,001	0,010	0,003	1,035	0,001
Resultados Masa(g/km)					
Fase 1	0,148	1,486	0,703	139,264	0,138
Fase 2	0,026	0,730	0,359	170,198	0,016
Fase 3	0,063	1,357	0,386	122,220	0,053
(Fase 1,2) Ponderado	0,061	1,057	0,437	150,685	0,051

Gases analizados

Con los resultados de los gases del ambiente y muestra se hace una correlación, para la fase 1,2,2

Se realiza una corrección según la norma EPA

Con los valores en unidad de masa se realiza una ponderación entre fase 1 ,2, 3 obteniendo un dato por cada gas

Se conoce el consumo de combustible en función de las emisiones.

Tabla 15.*Consumo de combustible de prueba*

Consumo de combustible(L/100km)	
Fase 1	6,198
Fase 2	7,148
Fase 3	5,326
(Fase 1,2) Ponderado	6,45

Se toma los resultados de las siguientes 2 mediciones aquellas detalladas en (Anexos 7.11, 7.12), para obtener los resultados del ensayo.

Tabla 16.

Resultados finales del ensayo

Parámetros	Secuencia de ensayo				
	CO(g/km)	HC(g/km)	NO _x (g/km)	CO ₂ (g/km)	NMHC(g/km)
Medición 1	1,057	0,061	0,437	150,685	0,051
Medición 2	1,200	0,068	0,468	149,195	0,057
Medición 3	1,130	0,018	0,500	147,286	0,018

Resultados consumo de combustible de las mediciones del ensayo

Tabla 17.

Consumo de combustible del ensayo

Consumo combustible (km/L)	
Medición 1	6,503
Medición 2	6,450
Medición 3	6,357

3.3 Análisis de resultados

3.3.1 Análisis de resultados del ensayo Europeo (NEDC)

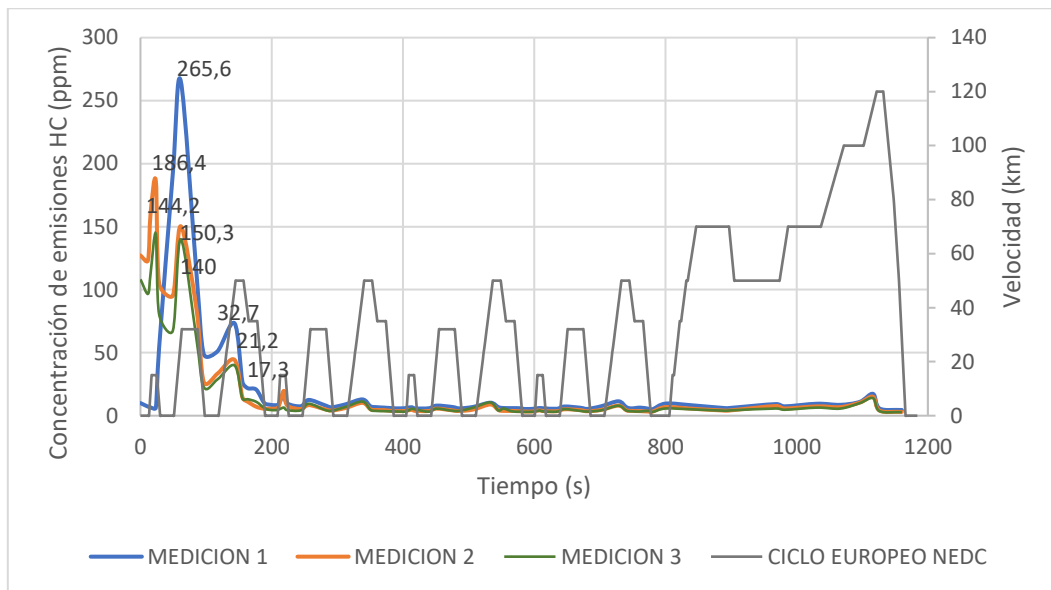
Se realiza un estudio con los datos obtenidos de las concentraciones de gases de CO, HC y NO_x, CO₂, mediante gráficas, las cuales muestran el comportamiento de cada uno de ellos durante todo el ciclo.

3.3.1.1 Gráfica de concentración de emisiones de HC

Se muestra los resultados obtenidos en las tres mediciones, aquellas se encuentran dentro del rango de tolerancia establecido por la norma Euro. En el caso que existe algún resultado fuera de los parámetros, se considera un dato atípico y la prueba tendrá que ser repetida.

Figura 45.

Mediciones de las concentraciones de HC con respecto al tiempo,

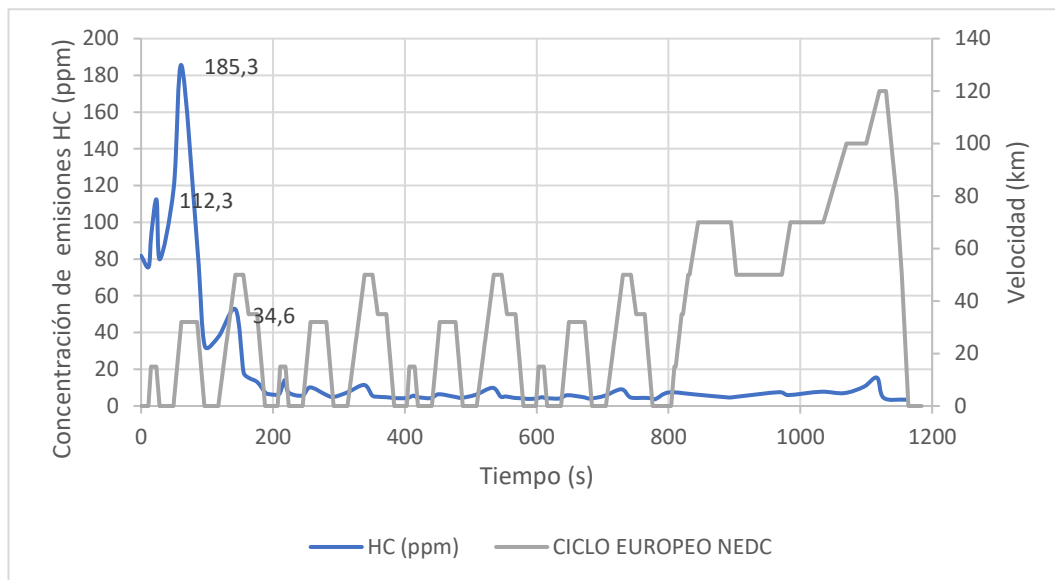


Se realiza una media de los resultados, para tener un valor específico de concentración de HC.

Al igual que en la figura 45 se muestra las concentraciones del HC elevada durante los primeros 200 segundos, esto se debe al arranque en frío, el catalizador no alcanza su temperatura de funcionamiento.

Figura 46.

Media de las concentraciones de HC con respecto al tiempo,

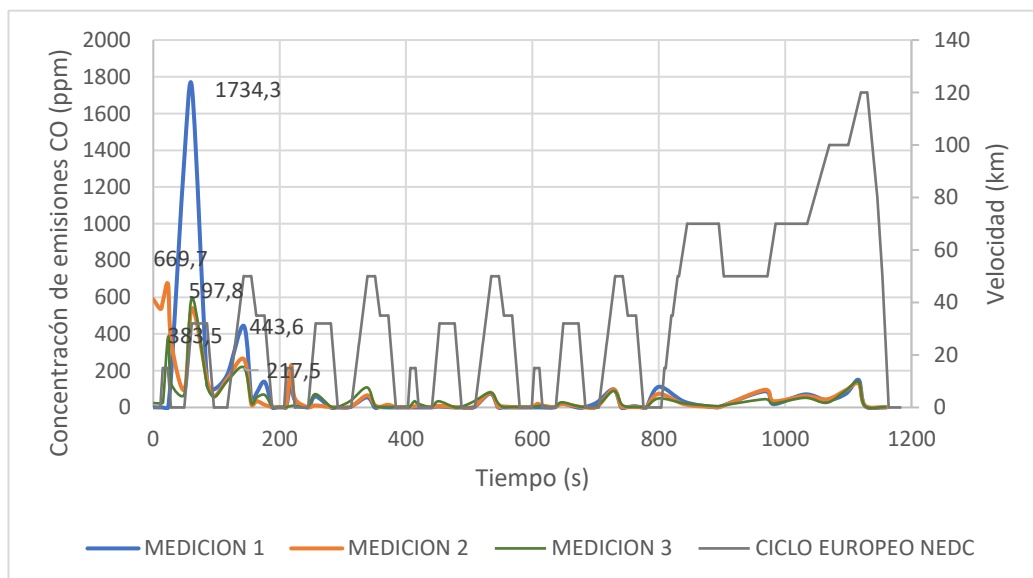


3.3.1.2 Gráfica de concentraciones de emisiones de CO

Se muestra los resultados obtenidos en las tres mediciones, aquellas se encuentran dentro del rango de tolerancia, se observa los puntos más altos al inicio de los 200 segundo (arranque en frío).

Figura 47.

Mediciones de las concentraciones de CO con respecto al tiempo,

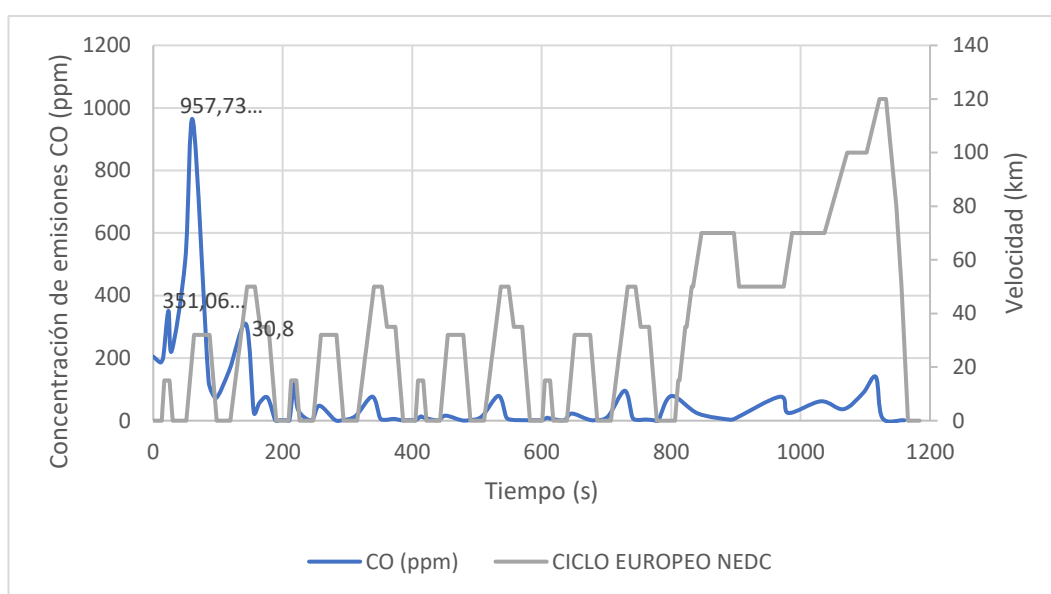


Se realiza una media de los resultados, para tener un valor específico de concentración de CO.

Al igual que en la figura 47 se muestra las concentraciones del CO elevadas durante los primeros 200 segundos, esto se debe al arranque en frío, el catalizador no alcanza su temperatura de funcionamiento.

Figura 48.

Media de las concentraciones de CO con respecto al tiempo,

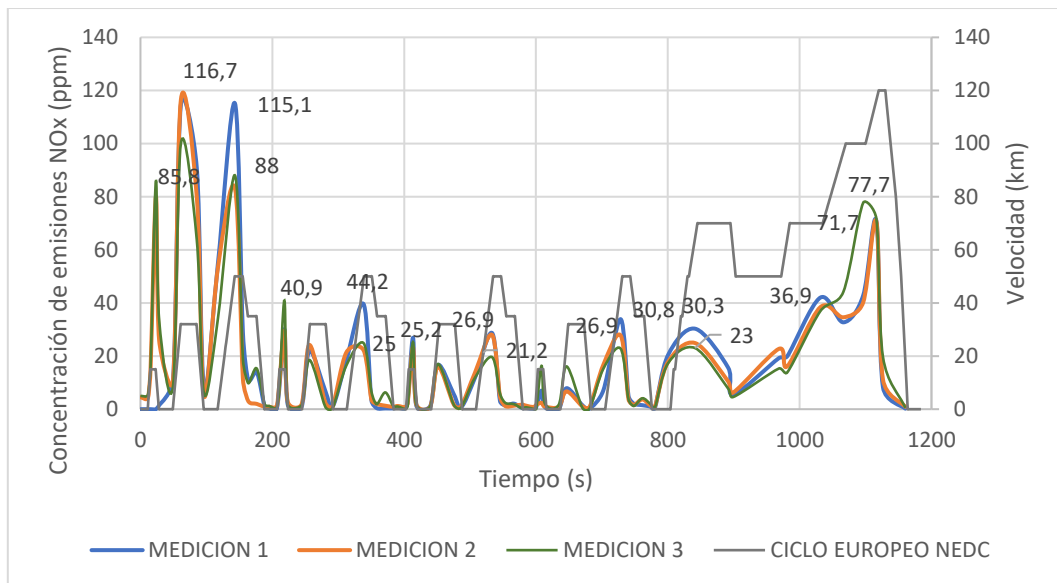


3.3.1.3 Gráfica de concentración de emisiones de NO_x

Se muestra los resultados obtenidos en las tres mediciones, aquellas se encuentran dentro del rango de tolerancia, se observa los picos más altos en los segundos en donde el ciclo demanda mayor aceleración.

Figura 49.

Mediciones de las concentraciones de NO_x con respecto al tiempo,

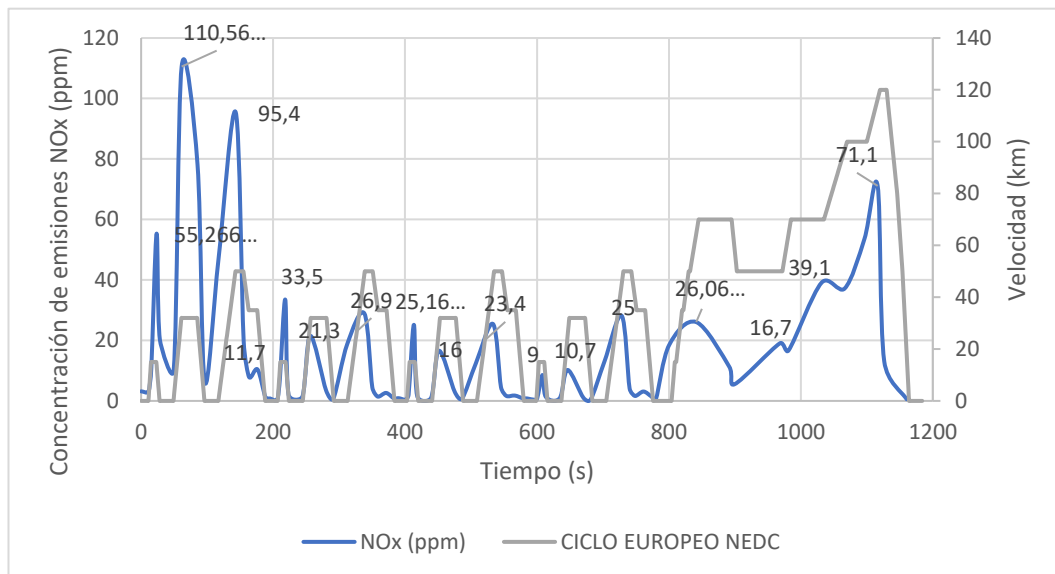


Se realiza una media de los resultados, para tener un valor específico de concentración de NO_x ,

Al igual que en la figura 49 se muestra la concentración de NO_x elevada durante los primeros 200 segundos, esto se debe al arranque en frío, y conforme avanza el ciclo en donde existe mayor aceleración se produce un incremento de gases quemados.

Figura 50.

Media de las concentraciones de NO_x con respecto al tiempo.

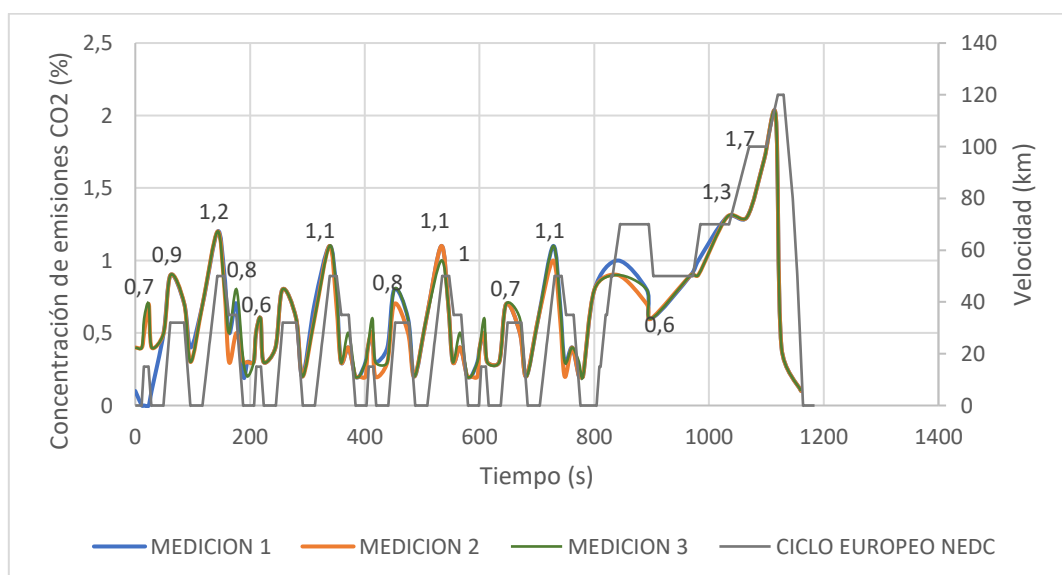


3.3.1.4 Gráfica de concentraciones de emisiones de CO_2 .

Se muestra los resultados obtenidos en las tres mediciones, aquellas se encuentran dentro del rango de tolerancia, se aprecia el comportamiento del gas el cual aumenta en los segundos de mayor aceleración

Figura 51.

Mediciones de las concentraciones de CO_2 con respecto al tiempo.

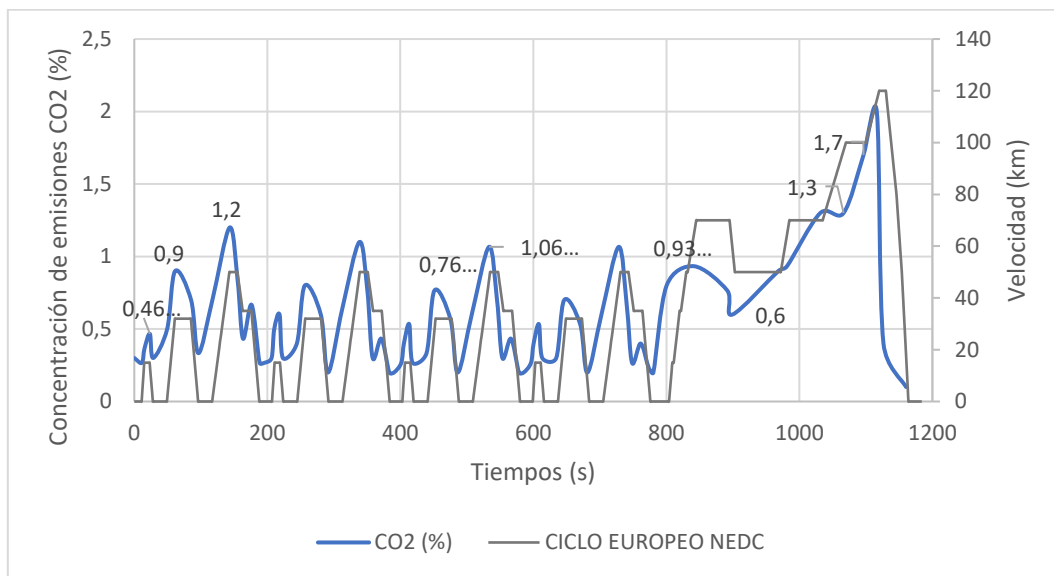


Se realiza una media de los resultados, para tener un valor específico de concentración de CO_2 .

Al igual que en la figura 51 se muestra las concentraciones de NO_x regular en el periodo de fase urbana, mientras que en la fase extra urbana tiene un crecimiento al aumentar la aceleración,

Figura 52.

Media de las concentraciones de CO_2 , con respecto al tiempo.

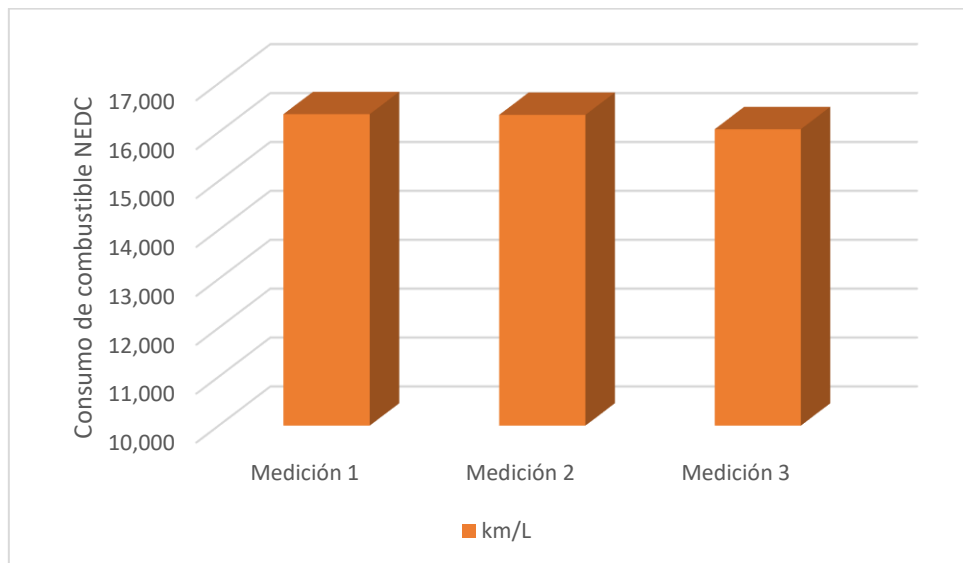


3.3.1.5 Consumo de combustible

Se obtiene el consumo de combustible en donde no existe una variación significativa entre las mediciones.

Figura 53.

Consumo de combustible (Super).



3.3.2 Análisis de resultados del ensayo Americano FTP 75

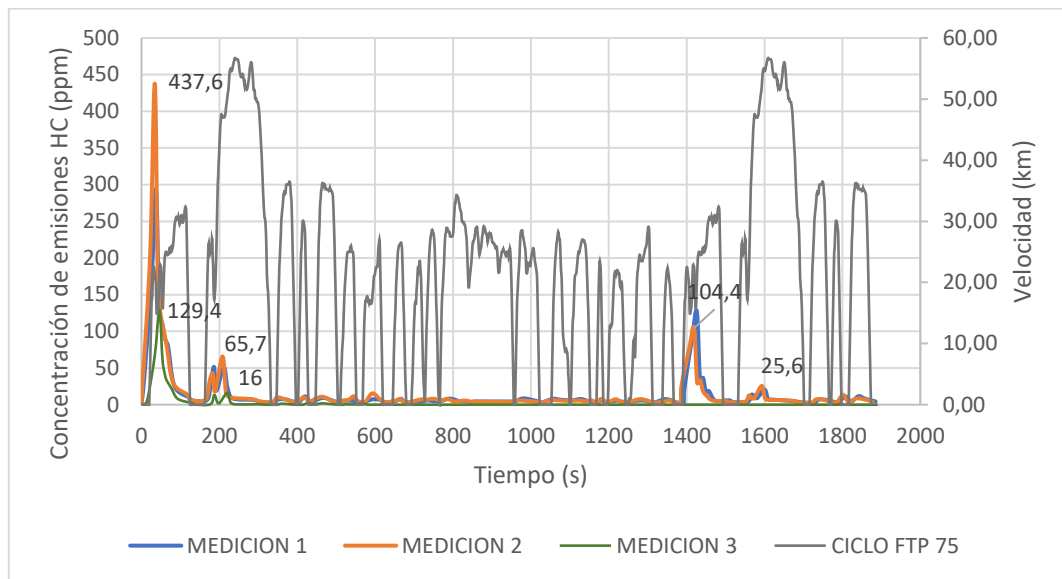
Se realiza un estudio con los datos obtenidos de las concentraciones de gases de CO, HC y NO_x , CO_2 mediante gráficas, las cuales muestran el comportamiento de cada uno de ellos durante todo el ciclo.

3.3.2.1 Gráfica de concentración de emisiones de HC

Se muestra los resultados obtenidos en las tres mediciones, aquellas se encuentran dentro del rango de tolerancia un incremento brusco del gas en arranque en frío y de igual forma un incremento menor en el arranque en caliente.

Figura 54.

Mediciones de las concentraciones de HC con respecto al tiempo,

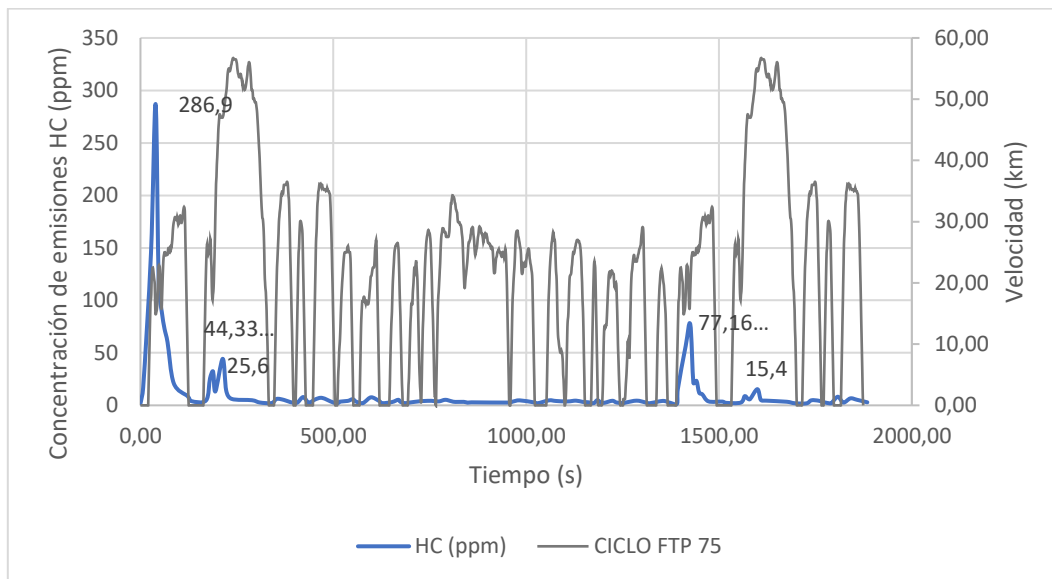


Se realiza una media de los resultados, para tener un valor específico de concentración de HC .

Al igual que en la figura 54 se muestra las concentraciones de HC elevado en el arranque frío y en menor porcentaje en arranque en caliente, esto se debe al tiempo de alcance de la temperatura de funcionamiento del catalizador.

Figura 55.

Media de las concentraciones de HC con respecto al tiempo

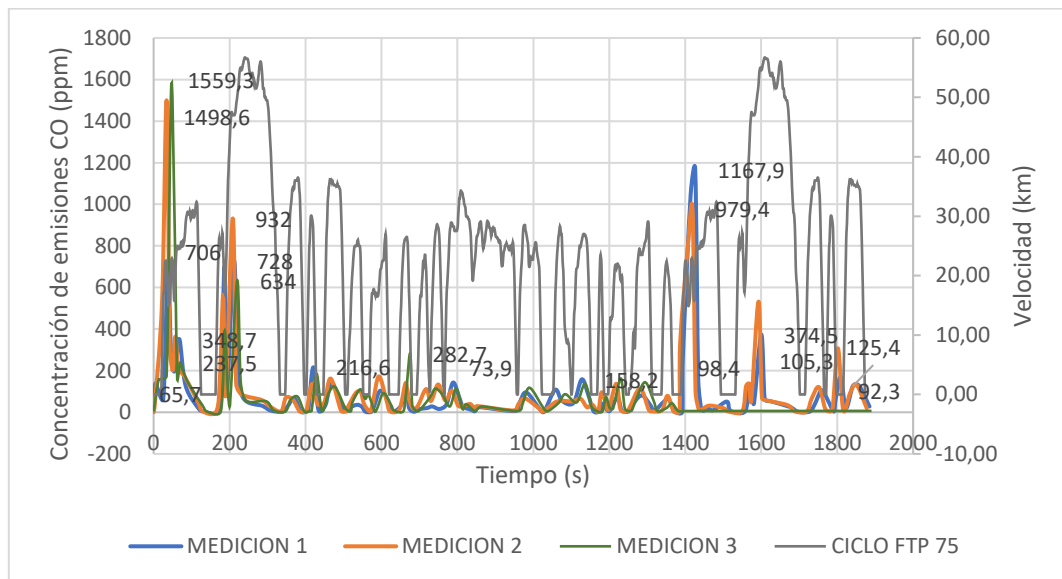


3.3.2.2 Gráfica de concentraciones de emisiones de CO

Se muestra los resultados obtenidos en las tres mediciones, aquellas se encuentran dentro del rango de tolerancia, se observa los puntos más altos al inicio de los 200 segundo (arranque en frío) y el punto de aceleración más alto de la fase 1. En la fase 3 existe un incremento en el arranque en caliente y disminución en el punto de aceleración más alto.

Figura 56.

Mediciones de las concentraciones de CO con respecto al tiempo.

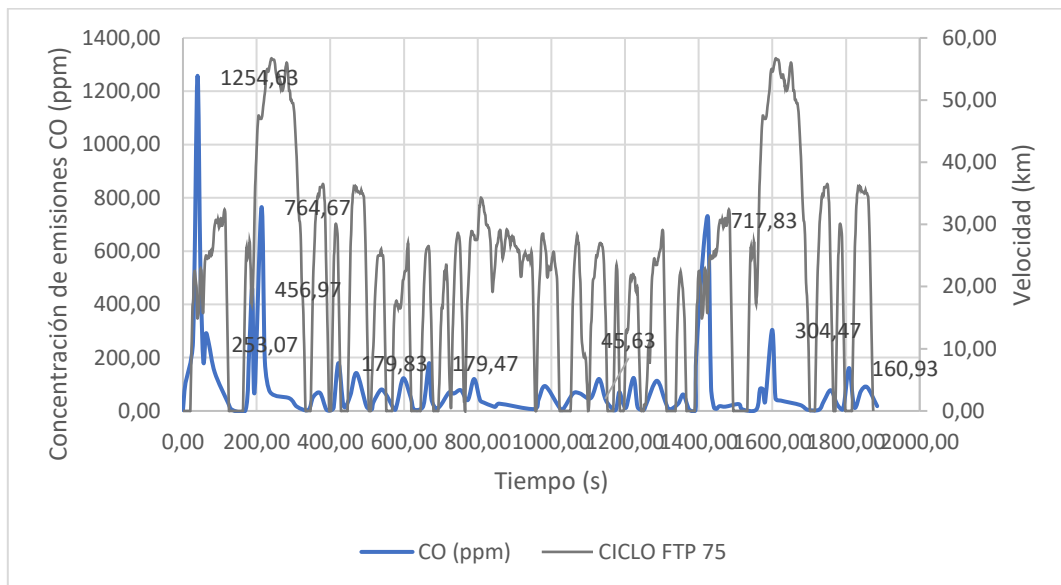


Se realiza una media de los resultados, para tener un valor específico de concentración de CO.

Al igual que en la figura 56 se muestra las concentraciones del CO elevadas durante los primeros 200 segundos, esto se debe al arranque en frío, el catalizador no alcanza su temperatura de funcionamiento.

Figura 57.

Media de las concentraciones de CO con respecto al tiempo.

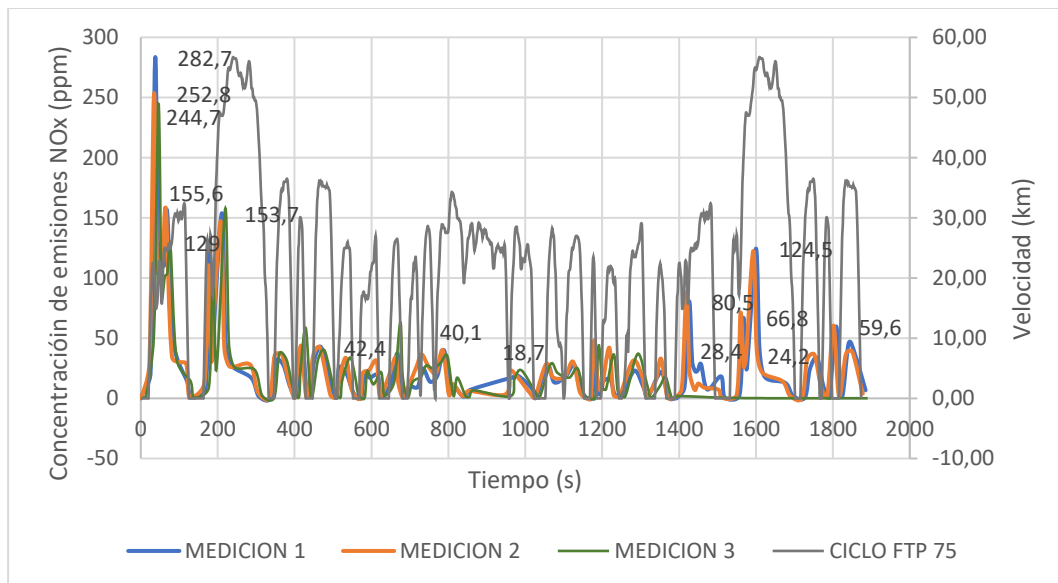


3.3.2.3 Gráfica de concentración de emisiones de NO_x

Se muestra los resultados obtenidos en las tres mediciones, aquellas se encuentran dentro del rango de tolerancia, se observa los picos más altos en los segundos en donde el ciclo demanda mayor aceleración.

Figura 58.

Mediciones de las concentraciones de NO_x Con respecto al tiempo,

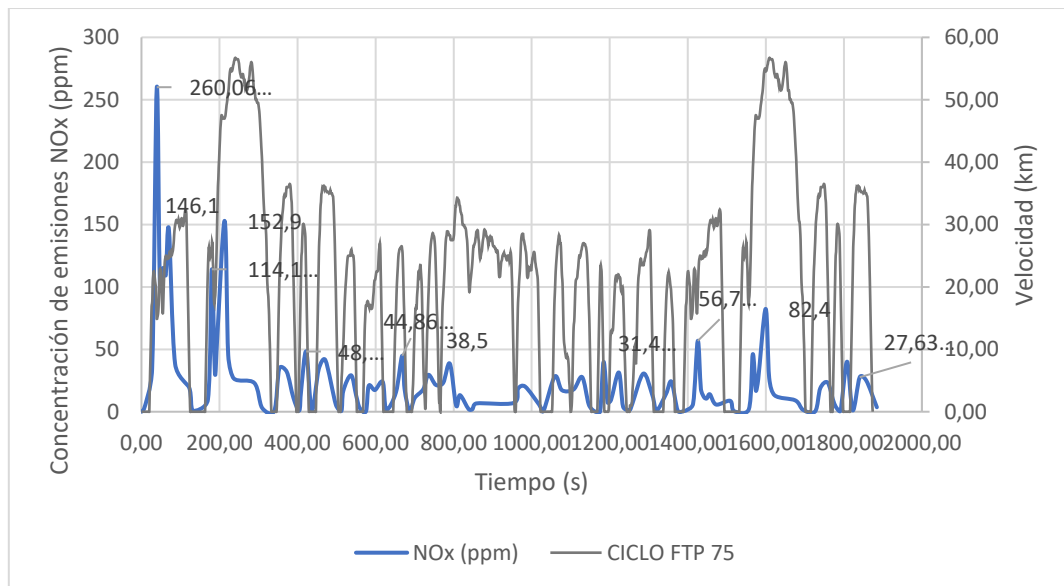


Se realiza una media de los resultados, para tener un valor específico de concentración de NO_x .

Al igual que en la figura 58 se muestra la concentración de NO_x elevada durante los primeros 200 segundos, esto se debe tanto arranque en frío, como el arranque en caliente, pero con una menor proporción.

Figura 59.

Media de las concentraciones de NO_x con respecto al tiempo.

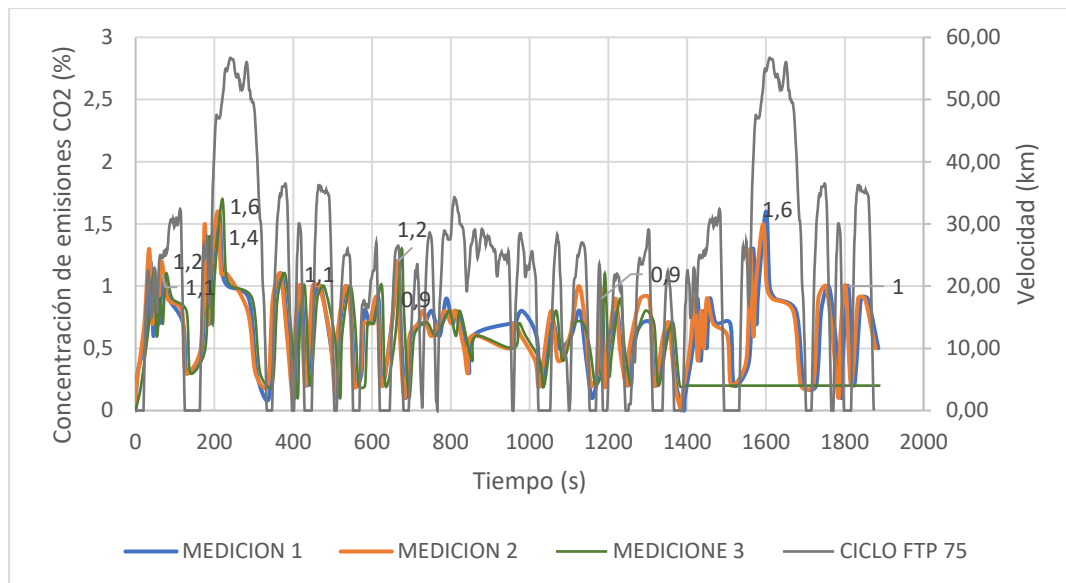


3.3.2.4 Gráfica de concentraciones de emisiones de CO_2

Se muestra los resultados obtenidos en las tres mediciones, aquellas se encuentran dentro del rango de tolerancia, se aprecia el comportamiento del gas el cual aumenta en los segundos de mayor aceleración

Figura 60.

Mediciones de las concentraciones de CO_2 con respecto al tiempo.

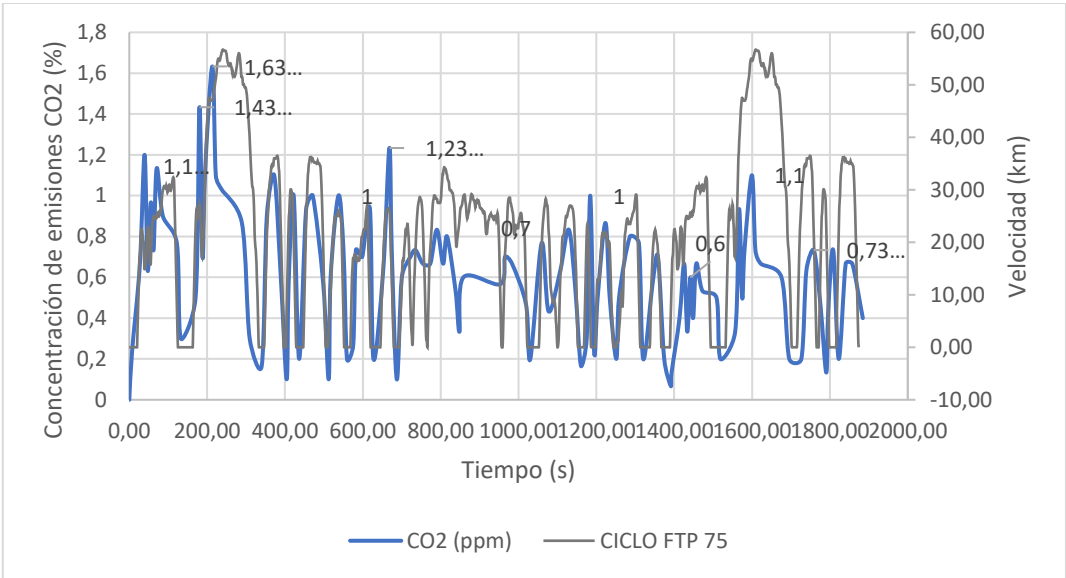


Se realiza una media de los resultados, para tener un valor específico de concentración de CO_2 .

Al igual que en la figura 60 se muestra las concentraciones de CO_2 irregular dependiendo de la demanda exigida por el ciclo, a mayor aceleración mayor gases quemados, independientemente de cada fase.

Figura 61.

Media de las concentraciones de CO_2 Con respecto al tiempo.

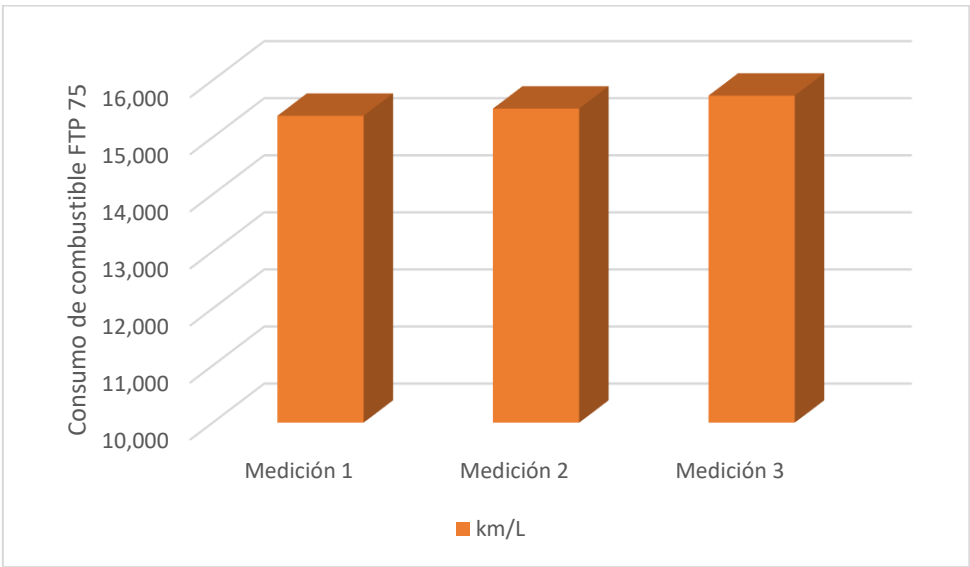


3.3.2.5 Consumo de combustible

Se obtiene el consumo de combustible en donde no existe una variación significativa entre las mediciones.

Figura 62.

Consumo de combustible (Super)



3.3.3 Análisis comparativo entre los factores de emisión vehicular obtenidos con el ciclo Europeo NEDC y los límites máximos permitidos según NTE INEN 2204

En las figuras siguiente se indican las comparaciones entre los resultados de los factores de emisión de CO, HC y NO_x al utilizar el ciclo Europeo NEDC, y los límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina, según NTE INEN 2204.

Figura 63.

Comparación entre resultados de factores de emisión de CO y NTE INEN 2204.

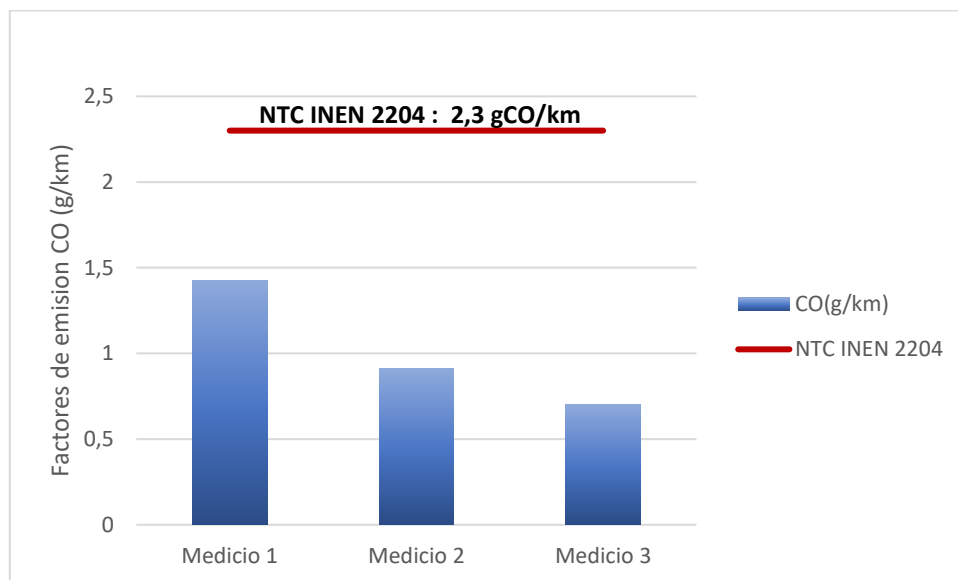


Figura 64.

Comparación entre resultados de factores de emisión de HC y NTE INEN 2204.

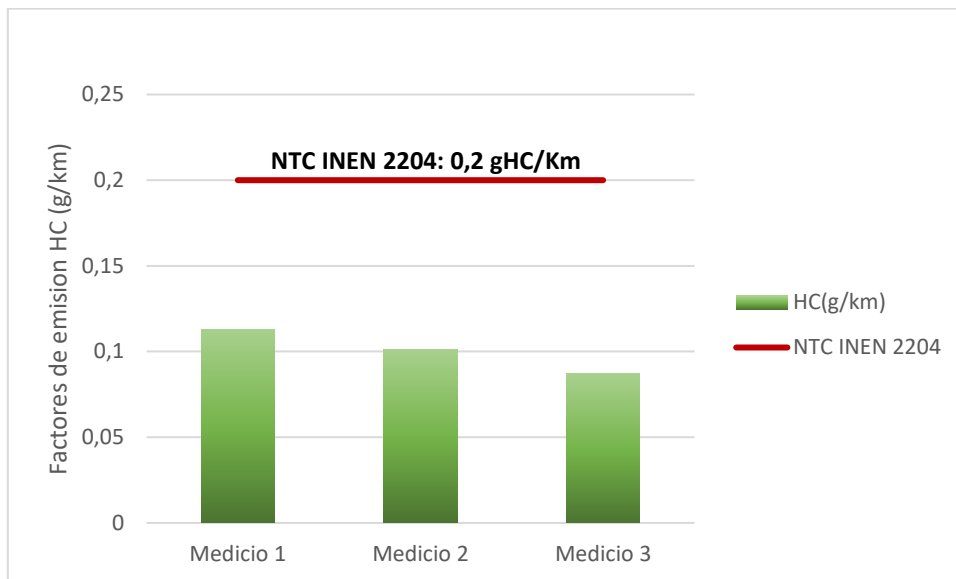
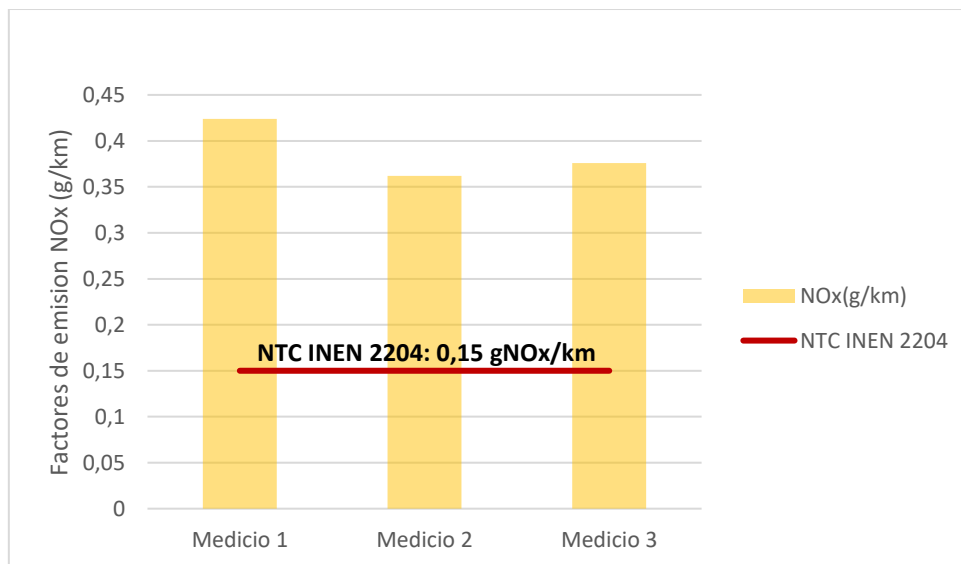


Figura 65.

Comparación entre resultados de factores de emisión de NO_x y NTE INEN 2204.



Al analizar las figuras 63,64 y 65 se puede obtener lo siguiente:

Los factores de emisión vehicular del CO, HC y NO_x obtenidos con el ciclo NEDC y comparados con los factores de la NTE INEN 2204, y para vehículos con tecnología EURO II,

Se aprecia que los valores de los gases CO y HC se encuentran por debajo de los límites de la norma, con excepción de los NO_x que se encuentran por encima de los parámetros establecidos. El contaminante se produce cuando se supera la temperatura dentro de la cámara de combustión excediendo los 2500 grados Fahrenheit (1300 grados centígrados) la principal causa es la relación de aire combustible en la cual intervienen el buen estado y funcionamiento de los componente que conforman el sistema de inyección existen, otros factores pueden ser: la calidad del combustible , la vida útil del catalizador, por lo tanto, no podrá ser aprobado en emisiones contaminantes en el ciclo Europeo NEDC.

3.3.4 Análisis comparativo entre los factores de emisión vehicular obtenidos con el ciclo FTP 75 y los límites máximos permitidos según NTE INEN 2204

En las figuras siguiente se indican las comparaciones entre los resultados de los factores de emisión de CO_2 , HC y NO_x al utilizar el ciclo FTP 75, y los límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina, según NTE INEN 2204.

Figura 66.

Comparación entre resultados de factores de emisión de CO y NTE INEN 2204.

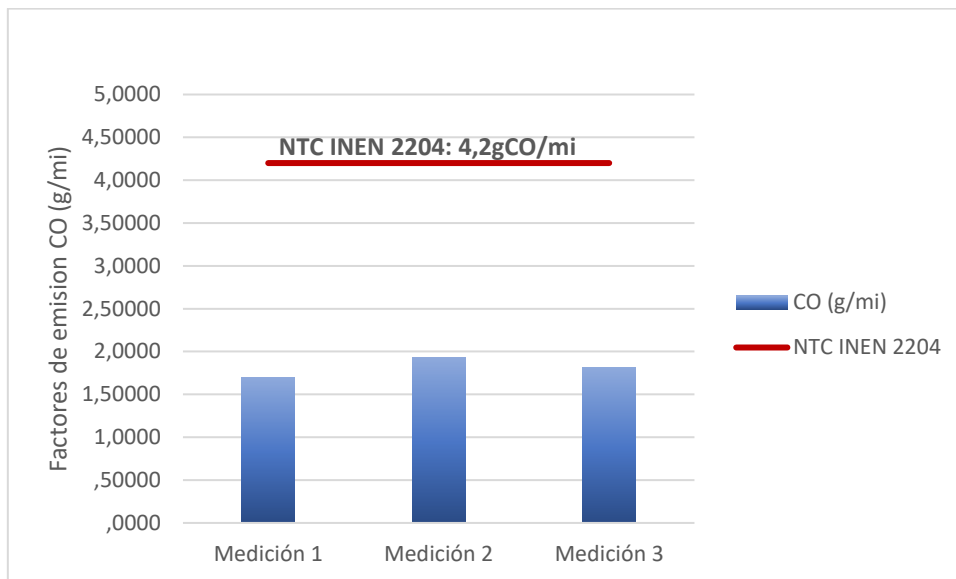


Figura 67.

Comparación entre resultados de factores de emisión de NMHC y NTE INEN 2204.

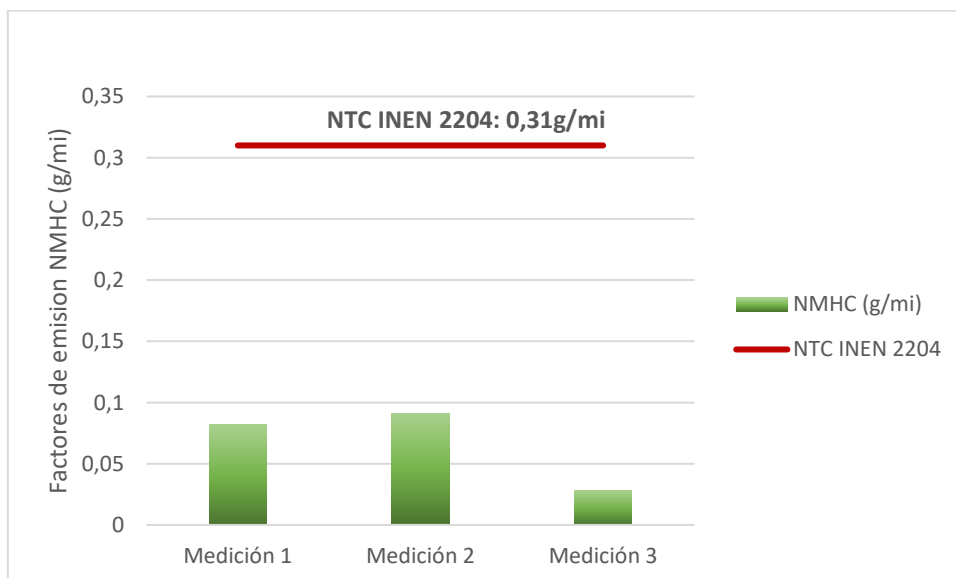
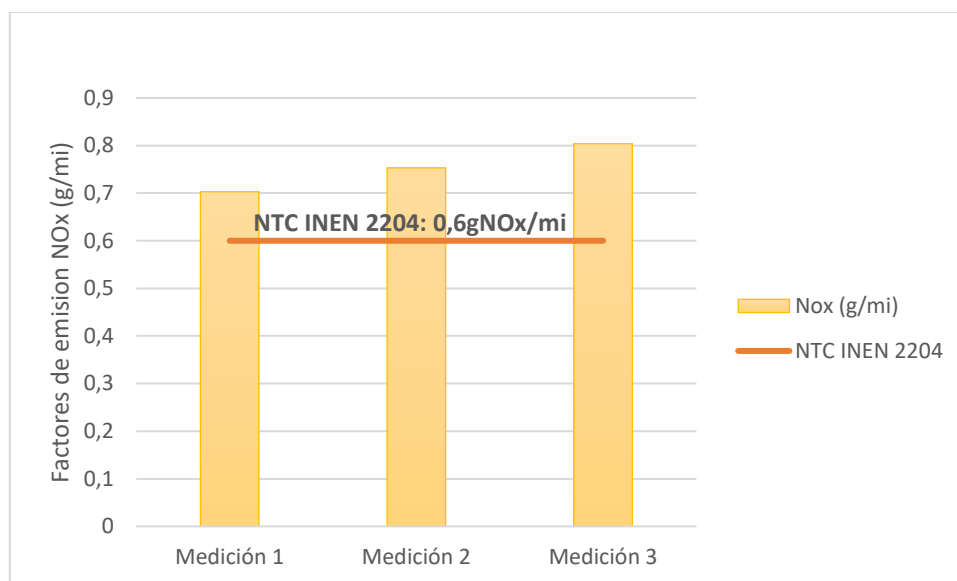


Figura 68.

Comparación entre resultados de factores de emisión de NO_x y NTE INEN 2204.



Al analizar las figuras 66,67 y 68 se puede obtener lo siguiente:

Los factores de emisión vehicular del CO, NMHC y NO_x obtenidos con el ciclo FTP 75 y comparados con los factores de la NTE INEN 2204, y para vehículos con tecnología EURO II,

Se aprecia que los valores de los gases CO y NMHC se encuentran por debajo de los límites de la norma, con excepción de los NO_x que se encuentran por encima de los parámetros establecidos, El contaminante se produce cuando se supera la temperatura dentro de la cámara de combustión excediendo los 2500 grados Fahrenheit(1300 grados centígrados) la principal causa es la relación de aire combustible en la cual intervienen el buen estado y funcionamiento de los componente que conforman el sistema de inyección existen, otros factores pueden ser: la calidad del combustible , la vida útil del catalizador, por lo tanto, no podrá ser aprobado en emisiones contaminantes en el ciclo FTP 75.

3.3.5 Análisis comparativo entre los factores de emisión vehicular obtenidos con el ciclo Americano FTP 75 y Europeo NEDC.

La norma europea y americana poseen diferentes parámetros de ensayos para cada ciclo(FTP75 Y NEDC) una de las principales diferencias está en la configuración de sus ciclos.

En el americano tenemos tres fases (arranque en frío, estado estable, arranque en caliente) y el europeo dos fases (urbano y carretera).

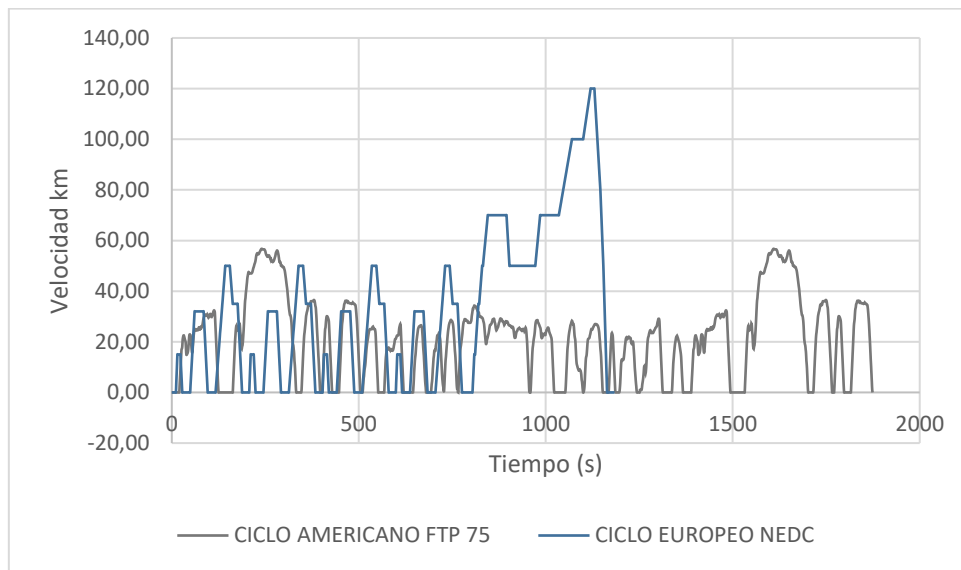
Cada ciclo tiene distintos tiempos de prueba, el americano con 17,77 km de recorrido en 1874 s con una velocidad máxima de 90 km/h a diferencia del europeo el cual tiene un recorrido de 11,12 km/h en 1200 s con una velocidad máxima de 120km/h.

Debido a las razones mencionadas no hay forma de comparar directamente entre ciclos como se puede ver en la figura 69.

Aunque no existe una relación directa, existe una correlación por parte de los factores de emisiones y consumo de combustible.

Figura 69.

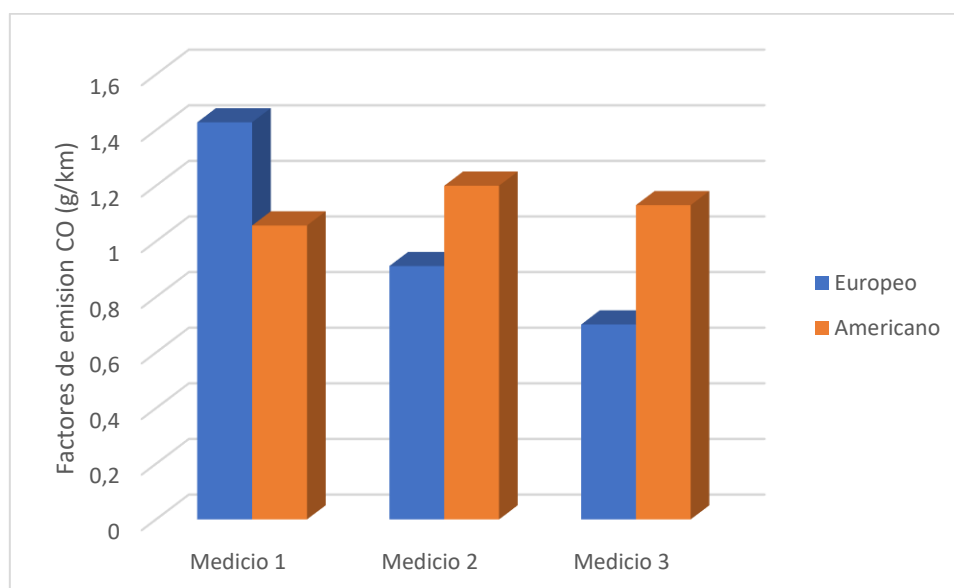
Ciclo Europeo y Ciclo Americano



Se observa en la figura 70 que en la primera medición el ciclo europeo supera al ciclo americano en CO mientras en las dos pruebas restantes el Americano es mayor que el europeo.

Figura 70.

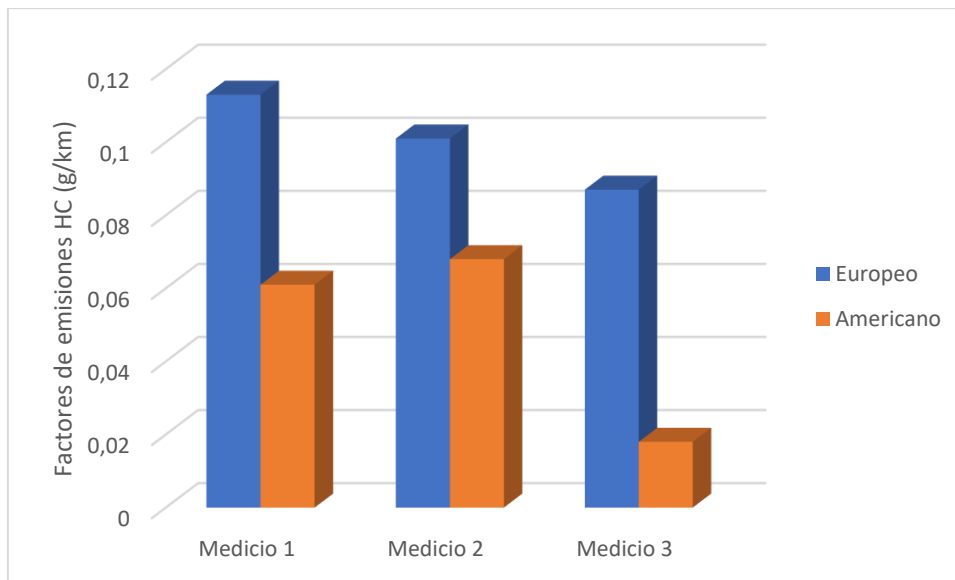
Comparativa CO Americano y Europeo



Se observa en la figura 71, el ciclo europeo supera al ciclo americano en HC en las tres mediciones

Figura 71.

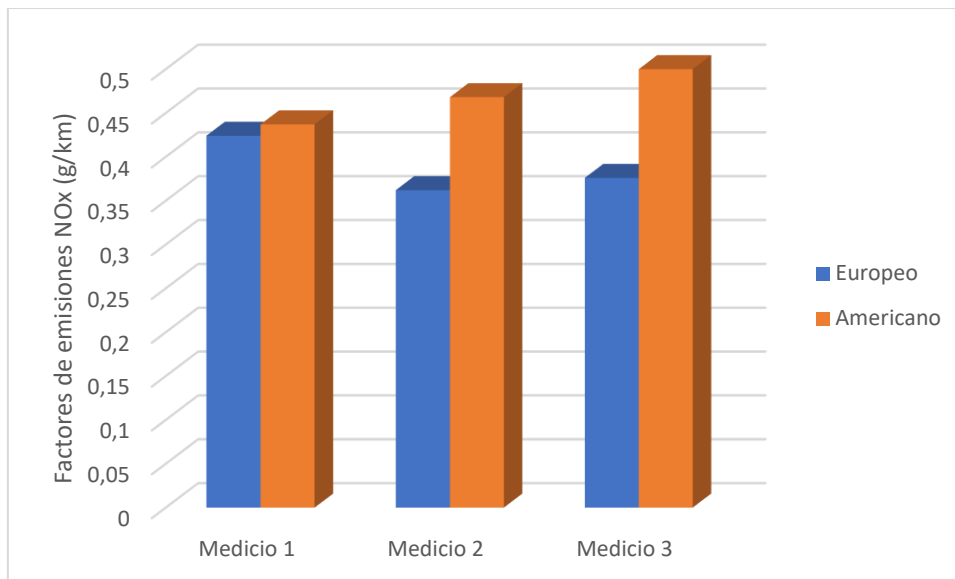
Comparativa HC Americano y Europeo



Se observa en la figura 72 en la primera medición, el ciclo americano es mayor que el ciclo europeo con un valor mínimo de diferencia, en las dos pruebas siguientes el americano es mucho más elevado que el europeo, pero a pesar de esta gran diferencia los valores más cercanos a cumplir los límites de la norma son del ciclo americano FTP75.

Figura 72.

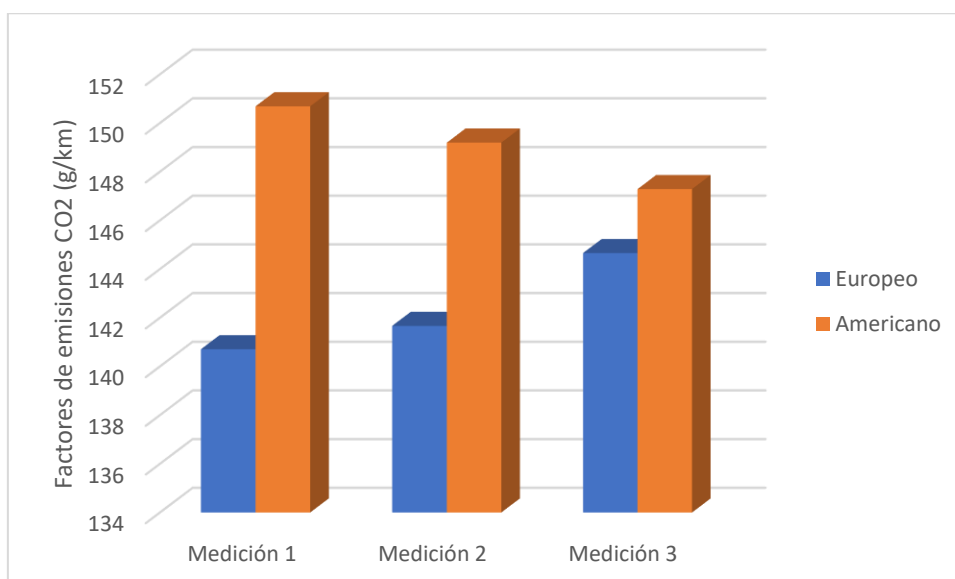
Comparativa NO_x Americano y Europeo



Se observa en la figura 73 que el ciclo americano FTP 75 es mayor en las tres mediciones realizadas esto se debe a las características de los ciclos donde en el FTP75 se muestra una aceleración muy brusca mientras que en el europeo es una aceleración más constante y estable.

Figura 73.

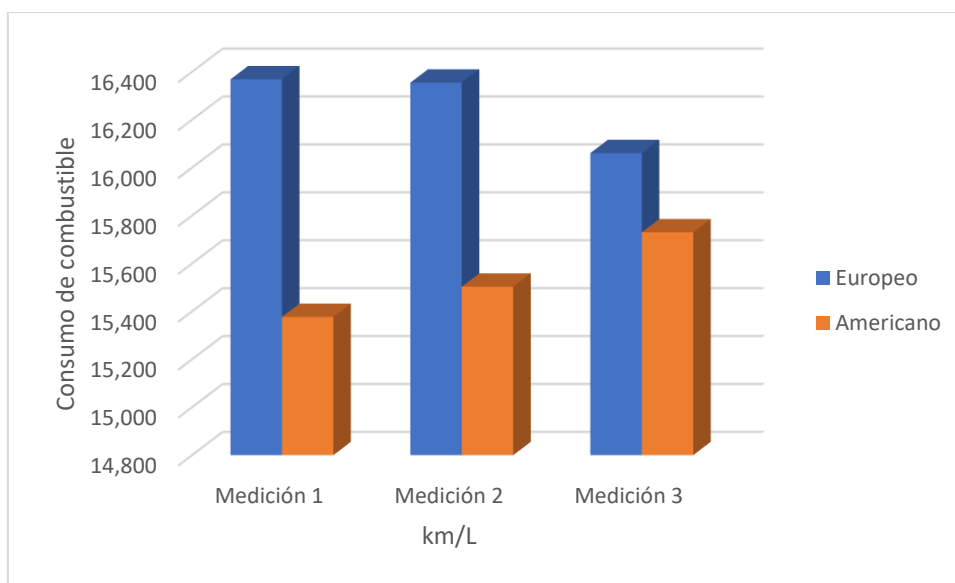
Comparativa CO_2 Americano y Europeo



Se observa en la figura 74, el ciclo que más consumo tubo fue el ciclo europeo a pesar de tener una diferencia menor de 7 km de recorrido al igual que la duración de 1200s el motivo por el cual el ciclo europeo supera en consumo es por el alcance velocidades altas por periodos cortos, a mayor velocidad mayor consumo. En cambio, el ciclo americano tiene más tiempo de ensayo, pero a velocidades que no superan los 90 km.

Figura 74.

Comparativa de consumo de combustible Americano y Europeo



4 Conclusiones y Recomendaciones

Se determinaron las concentraciones CO (1,817g/mi), HC (0,817g/mi), CO₂ (239,83g/mi) y NO_x (0,75g/mi), en el ciclo FTP 75, donde se puede observar un alto contenido de NO_x. Esto se produce debido a la excedencia de temperatura en el motor de 1300 grados centígrados, la cual supera los límites permitido 0,6 g/mi establecidos en la norma INEN 2204 para el ciclo Americano.

Se determinaron las concentraciones CO (0,10g/km), HC (1,01g/km), CO₂ (142,34g/km) y NO_x (0,38g/km), en el ciclo NEDC, donde se puede observar un alto contenido de NO_x. Esto se produce debido a la excedencia de temperatura en el motor de 1300 grados centígrados la cual supera los límites 0,15 g/km permitido en la norma INEN 2204 para el ciclo Europeo

Al evaluar ambos ciclos de conducción, en donde no se obtuvo una relación directa entre ellos, puesto que cada uno tiene protocolos diferentes de evaluación los cuales hacen referencia a los límites expuestos por la norma INEN 2204

El análisis de las gráficas de emisiones tanto en el ciclo americano como europeo los puntos más críticos de emisiones de HC y CO se producían en los arranques en frío y caliente.

El consumo de combustible fue mayor en el ciclo europeo NEDC debido a una mayor aceleración para alcanzar altas velocidades en el ciclo en la fase de carretera, independientemente que el ciclo es de menor duración recorrido que el ciclo americano FTP75 .

4.1 Recomendación

Es sumamente importante respetar los protocolos que tiene cada ciclo para obtener una lectura correcta de cada medición las cuales no salgan de los rangos establecidos entre prueba y prueba de cada ensayo caso contrario habría que repetir la prueba.

Realizar los ensayos en equipos que se encuentren correctamente calibrados y logran alcanzar las temperaturas de funcionamiento adecuadas en cada intervalo de mediciones por ensayo.

Como una medida precautelar de evaluación para un vehículo debe tomar en cuenta el lugar de procedencia o fabricante para asignar el ciclo.

Es necesario contar con un combustible de acuerdo con las normas de cada ciclo ya que los resultados podrían verse afectados

5 Bibliografía

Abel, R., Santiago, C., & Adolfo, P. (4 de Marzo de 2017). Análisis de la aplicación del pico en la ciudad de Quito. *INNOVA Research Journal*. Obtenido de INNOVA Research Journal: <http://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/index>

Escobar, A. (Enero de 2015). *Diseño y Construcción de un opacímetro para motores Diesel*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/625/1/T-UIDE-0575.pdf>

Gestion de flotas. (22 de Julio de 2021). *Cómo reducir la contaminación de tu flota de vehículos*. Obtenido de Asiro GPS: <https://asiro.com/como-reducir-la-contaminacion-del-sector-transporte/#:~:text=Medidas%20para%20reducir%20la%20contaminaci%C3%B3n%3A%20Sustituir%20camiones%20antiguos,40%25%20y%20un%2060%25%20menos%20de%20emisiones%20contaminantes.>

Iñigues, J. (2017). *El acondicionamiento debe ser completado para dar inicio al modo ASM 50/15. El cronometro de pruebas ASM se inicia “t=0” en el momento que la velocidad del vehículo. Las rpm del motor y la carga deben encontrarse dentro de los parámetros del banco de prue*. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7305/1/13248.pdf>

Manchado, J. (19 de Julio de 2019). *El aire de Quito supera los límites permitidos de contaminación*. Obtenido de PRIMICIAS: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/aire-quito-contaminacion-salud/>

Munguía, T. (23 de Octubre de 2019). *Factores de Emisiones*. Obtenido de SCRIBD:
<https://es.scribd.com/document/476163411/FACTORES-DE-EMISION>

NTE INEN 2204, N. (Enero de 2017). *GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/359560136/nte-inen-2204-2-pdf>

Rocha, J., Zambrano, D., Portilla, Á., Erazo, G., Torres, G., & Llanes, E. (30 de Agosto de 2018). *Análisis de Gases del Motor de un Vehículo a través de Pruebas Estáticas y Dinámicas*. Obtenido de Course Hero:
<https://www.coursehero.com/file/97580990/Dialnet-AnalisisDeGasesDelMotorDeUnVehiculoATravesDePrueba-6895263pdf/>

UCSUSA. (23 de Julio de 2017). *Carros, camiones, buses y la contaminación del aire*. Obtenido de Union de científicos conscientes:
<https://es.ucsusa.org/recursos/carros-camiones-buses-contaminacion#:~:text=Los%20carros%2C%20camiones%20y%20buses,global%20en%20los%20Estados%20Unidos.>

UIDE. (15 de 2020). *Normativa que rige límites permitidos de emisiones contaminantes es obsoleta*. Obtenido de <https://www.uide.edu.ec/normativa-que-rige-limites-permitidos-de-emisiones-contaminantes-es-obsoleta/>

Urbina, A. (Marzo de 2016). *COMPARACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN VEHICULAR AL UTILIZAR CICLOS DE CONDUCCIÓN IM240 Y ON BOARD EN LA CIUDAD DE QUITO*. Obtenido de MANOPDF:
https://nanopdf.com/download/cd-6909pdf_pdf

Vizuite, D. (Abril de 2016). *Aparecen en los gases de escape, cuando existe una combustión incompleta, no son más que residuos no combustionados del combustible, La razón de la presencia de estos gases es debido a la mezcla rica (falta de oxígeno) o mezcla pobre (exceso de oxígeno).* . Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16499/1/CD-7176.pdf>

6 Anexos

6.1 Norma de la EPA CFR

siguiente link:” http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr86_main_02.tpl “Ya que esta norma es totalmente electrónica.

6.2 Ficha técnica del combustible Super

Gasolina (SUPER) especificaciones técnicas	
Producto Específico:	Gasolina súper 90 octanos o más.
Nombre Comercial:	Gasolina súper
Código CPC V.2:	33310.01.01
Código CIU 4.0:	C1920.01
Código Arancel 2007:	2710.11.13.30
Código Arancel 2012:	2710.12.13.30
PROPIEDADES GENERALES	
Descripción:	Es una mezcla de hidrocarburos derivada del petróleo que se utiliza como combustible en motores de combustión interna
Usos:	Es utilizada en vehículos cuyos motores tienen una relación de compresión alta, los hidrocarburos, especialmente iso parafínicos y aromáticos presentes en este tipo de gasolina, resisten altas presiones y temperaturas sin llegar al rompimiento de moléculas.
Magnitud:	Volumen
Unidad de Medida:	Galones
Presentación Comercial:	Tanques
PROPIEDADES ESPECÍFICAS	
Origen del Compuesto:	Orgánico
Nombre Químico:	N/A
Sinónimo de Nombre Químico:	Gasolina 90 octanos o más
Fórmula:	N/D
Estado:	Líquido
Densidad:	761,7 Kg/m ³
Composición Química:	Mezcla compleja de 200 a 300 hidrocarburos como butano, nafta ligera, nafta pesada, nafta debutan izada, nafta tratada, etc.
Vías de Administración:	N/A

6.3 Tabla de Valores Prueba (5015 & 2525) ASM

(iii) ASM2525 and ASM5015 Nitric Oxide (ppm NO) Table

Columna #	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51
ETW	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525
1750	1212	1095	1819	1642	2272	2114	2725	2587	3178	3060	3631	3532	4084	4005	4990	4950	4990	4960	4990	4980	4990	4990
1875	1142	1031	1713	1547	2181	1991	2649	2435	3117	2879	3586	3323	4054	3767	4990	4655	4990	4738	4990	4906	4990	4990
2000	1077	973	1616	1460	2058	1877	2499	2295	2941	2713	3383	3131	3824	3548	4707	4384	4778	4535	4919	4838	4990	4990
2125	1018	920	1527	1380	1944	1774	2360	2167	2776	2561	3192	2955	3609	3348	4441	4136	4578	4349	4853	4776	4990	4990
2250	964	871	1446	1307	1839	1678	2232	2050	2625	2422	3018	2794	3411	3165	4197	3909	4395	4179	4792	4720	4990	4990
2375	915	827	1372	1240	1744	1592	2115	1943	2487	2295	2859	2646	3231	2998	3974	3701	4228	4024	4736	4668	4990	4990
2500	869	786	1304	1179	1657	1512	2009	1845	2361	2179	2714	2512	3066	2845	3771	3512	4076	3881	4685	4620	4990	4990
2625	828	749	1242	1123	1577	1440	1912	1756	2246	2073	2581	2389	2916	2706	3585	3339	3936	3752	4639	4577	4990	4990
2750	791	715	1186	1072	1504	1374	1823	1675	2142	1976	2460	2277	2779	2579	3416	3181	3809	3579	4596	4374	4990	4772
2875	756	684	1134	1026	1438	1313	1742	1601	2046	1888	2350	2175	2654	2463	3261	3037	3669	3417	4484	4176	4892	4556
3000	725	656	1088	984	1378	1258	1668	1533	1959	1808	2249	2082	2539	2357	3120	2906	3510	3270	4290	3996	4680	4359
3125	696	630	1045	945	1323	1208	1601	1471	1879	1734	2157	1997	2435	2260	2992	2787	3366	3135	4114	3832	4488	4180
3250	670	607	1006	910	1273	1163	1539	1415	1806	1667	2073	1920	2340	2172	2874	2677	3234	3012	3952	3681	4311	4016
3375	647	585	970	878	1227	1121	1483	1363	1740	1606	1997	1849	2253	2092	2767	2577	3113	2899	3804	3544	4150	3866
3500	625	566	937	848	1184	1082	1432	1316	1679	1550	1926	1784	2174	2018	2668	2486	3002	2796	3669	3418	4002	3728
3625	605	547	907	821	1146	1047	1384	1273	1623	1498	1862	1724	2100	1950	2578	2401	2900	2701	3544	3302	3867	3602
3750	586	531	879	796	1110	1014	1340	1233	1571	1451	1802	1669	2033	1887	2494	2323	2806	2614	3429	3195	3741	3485
3875	569	515	853	773	1077	984	1300	1195	1523	1407	1747	1618	1970	1829	2417	2251	2719	2533	3323	3096	3625	3377
4000	553	501	829	751	1046	956	1262	1161	1479	1365	1695	1570	1912	1775	2345	2184	2638	2457	3224	3003	3517	3276
4125	538	487	807	731	1017	930	1227	1128	1437	1327	1647	1526	1857	1724	2277	2122	2562	2387	3131	2917	3416	3182
4250	524	475	786	712	990	905	1194	1098	1398	1291	1602	1484	1806	1677	2214	2063	2490	2320	3044	2836	3321	3094
4375	510	463	766	694	964	882	1162	1069	1360	1257	1559	1444	1757	1632	2154	2007	2423	2258	2961	2759	3230	3010
4500	498	451	747	677	939	859	1132	1042	1325	1224	1518	1406	1711	1589	2096	1953	2359	2198	2883	2686	3145	2930
4625	486	440	728	661	916	838	1104	1015	1291	1193	1479	1370	1666	1548	2042	1903	2297	2140	2807	2616	3063	2854
4750	474	430	711	645	893	818	1076	990	1259	1163	1441	1336	1624	1508	1989	1854	2238	2085	2735	2549	2983	2780
4875	463	420	694	630	872	798	1049	966	1227	1134	1405	1302	1583	1470	1938	1806	2180	2032	2665	2483	2907	2709
5000	452	410	677	615	850	778	1023	942	1196	1106	1369	1269	1542	1433	1889	1760	2125	1980	2597	2420	2833	2640
5125	441	400	661	600	830	760	998	919	1167	1078	1335	1237	1503	1397	1840	1715	2070	1930	2530	2359	2760	2573
5250	431	391	646	586	810	741	974	896	1138	1051	1301	1206	1465	1362	1793	1672	2017	1881	2466	2298	2690	2507
5375	420	382	631	573	790	723	950	874	1109	1025	1269	1176	1428	1327	1747	1629	1966	1833	2403	2240	2621	2443
5500	410	373	616	559	771	706	926	853	1082	1000	1237	1147	1392	1294	1703	1587	1916	1786	2341	2183	2554	2381
5625	401	364	601	546	752	689	904	832	1055	975	1206	1118	1357	1261	1659	1547	1867	1740	2282	2127	2489	2321
5750	391	356	587	534	734	673	882	812	1029	951	1176	1090	1323	1230	1617	1508	1820	1697	2224	2074	2426	2262
5875	383	348	574	522	717	657	860	793	1004	928	1147	1064	1290	1199	1577	1471	1774	1654	2168	2022	2366	2206
6000	374	340	561	510	701	642	840	774	980	906	1120	1039	1259	1171	1539	1435	1731	1614	2116	1973	2308	2152
6125	366	333	549	499	685	628	822	757	958	886	1094	1015	1230	1144	1503	1401	1690	1577	2066	1927	2254	2102
6250	359	326	538	489	671	615	804	741	937	867	1070	993	1203	1119	1469	1371	1653	1542	2020	1884	2204	2056
6375	352	320	528	480	658	604	788	727	919	850	1049	973	1179	1096	1439	1343	1619	1510	1979	1846	2159	2014
6500	346	315	519	473	647	593	775	714	902	835	1030	956	1158	1077	1413	1318	1590	1483	1943	1813	2119	1977
6625	341	311	512	466	638	585	763	704	889	823	1014	941	1140	1060	1391	1298	1565	1460	1913	1785	2087	1947
6750	338	307	507	461	631	578	755	696	879	813	1003	931	1127	1048	1374	1283	1546	1443	1890	1764	2062	1924
6875	335	305	503	458	626	574	749	691	872	807	995	924	1118	1040	1364	1273	1534	1432	1875	1750	2046	1909
7000	335	305	502	457	624	573	747	689	870	805	992	921	1115	1037	1360	1269	1530	1428	1870	1745	2040	1904
7125	335	305	502	457	625	573	747	689	870	805	992	921	1115	1037	1360	1269	1531	1428	1874	1745	2045	1904
7250	335	305	502	457	625	573	747	689	870	805	992	921	1115	1037	1360	1269	1531	1428	1874	1745	2045	1904
7375	335	305	502	457	625	573	747	689	870	805	992	921	1115	1037	1360	1269	1531	1428	1874	1745	2045	1904
7500	335	305	502	457	625	573	747	689	870	805	992	921	1115	1037	1360	1269	1531	1428	1874	1745	2045	1904

6.4 Parámetros Europeos

3.3. Material de análisis

- 3.3.1. La sonda podrá consistir en un tubo de toma que vaya al dispositivo de recogida o en un tubo de vaciado de la bolsa. También puede ser independiente, pero en ningún caso tendrá su orificio en el fondo de la bolsa.
- 3.3.2. Los analizadores serán del tipo no dispersivo de absorción en el infrarrojo. El analizador de hidrocarburos será sensibilizado al n-hexano.

3.4. Material de medición del volumen

- 3.4.1. Se utilizará un contador volumétrico.
- 3.4.2. Las mediciones de la presión y de la temperatura que permitan considerar el volumen en condiciones normales se efectuarán en puntos elegidos en función del tipo de contador utilizado. El laboratorio indicará cuales deben ser esos puntos.
- 3.4.3. El dispositivo de extracción de gases podrá estar constituido por una bomba u otro sistema que mantenga constante la presión medida en el contador.

3.5. Precisión de los aparatos

- 3.5.1. No se indicará la precisión del dinamómetro, al ser el freno calibrado en una prueba complementaria. La inercia total de las masas en rotación, comprendida la de los rodillos y la del rotor del freno (véase número 4.2), se dará con tolerancia de ± 20 kg.
- 3.5.2. La velocidad del vehículo deberá medirse a partir de la velocidad de rotación de los rodillos unidos a los volantes de inercia del freno, admitiéndose una tolerancia de ± 2 km/h en la gama de 0 a 10 km/h y de ± 1 km/h por encima de 10 km/h.
- 3.5.3. Las temperaturas consideradas en los números 5.1.1 y 6.3.3 se medirán con una tolerancia de ± 2 °C.
- 3.5.4. La presión atmosférica se medirá con una tolerancia de ± 1 mm de columna de mercurio.
- 3.5.5. La depresión en el sistema de admisión del vehículo deberá medirse con una tolerancia de ± 5 mm de columna de mercurio. Las demás presiones (contrapresión an del dispositivo de toma de muestra, presión para la corrección del volumen, etc.) deberán medirse con una tolerancia de ± 5 mm de columna de agua.
- 3.5.6. La dimensión y la precisión del contador deberán estar en relación con el volumen del gas que debe medirse de forma que la precisión de la medida del volumen sea de ± 2 %.
- 3.5.7. Los analizadores deberán tener una amplitud de medida compatible con la precisión requerida para la medición de los contenidos de los diversos elementos integrantes, que será de ± 3 %, sin tener en cuenta la precisión de los gases-patrón. La respuesta global del circuito de análisis deberá ser inferior a un minuto.
- 3.5.8. El contenido de los gases-patrón no se diferenciará en más de ± 2 % del valor de referencia de cada uno de ellos. El gas diluyente será el nitrógeno.

4. PREPARACIÓN DE LA PRUEBA

4.1. Regulación del freno

- 4.1.1. El freno se regulará de modo que permita reproducir el funcionamiento del vehículo en llano a la velocidad constante de 50 km/h.
- 4.1.2. Para ello, se medirá la depresión en la admisión del motor en una prueba en carretera y a 50 km/h, en tercera o utilizando las marchas indicadas en el número 1.3, con el vehículo cargado con su peso de referencia y con la presión de los neumáticos indicada por el constructor. La depresión se medirá cuando la velocidad se haya estabilizado en llano durante quince segundos como mínimo. Para tener en cuenta la influencia del viento se tomará la media de las mediciones efectuados dos veces en cada sentido.
- 4.1.3. A continuación se instalará el vehículo sobre el banco dinamométrico con el freno regulado de manera que se obtenga la misma depresión en la admisión que la determinada en la prueba en carretera, definida en el número 4.1.2. Esta regulación del freno se mantendrá durante toda la prueba.

- 4.1.4. Dicha regulación es válida para los frenos de tipo hidráulico. Para otros tipos, podrá ser necesario comprobar que la regulación así obtenida es válida para otras condiciones intermedias comprendidas entre el ralenti y la velocidad máxima del ciclo. Si fuese necesario, se adoptará una regulación media.

4.2. Adaptación de las inercias equivalentes a las de traslación del vehículo

Se utilizará un volante de inercia que permita obtener una inercia total de las masas en rotación, proporcional al peso de referencia, dentro de los límites siguientes:

<i>Peso de referencia del vehículo Pr en kg</i>	<i>Inercias equivalentes en kg</i>
$Pr \leq 750$	680
$750 < Pr \leq 850$	800
$850 < Pr \leq 1\,020$	910
$1\,020 < Pr \leq 1\,250$	1\,130
$1\,250 < Pr \leq 1\,470$	1\,360
$1\,470 < Pr \leq 1\,700$	1\,590
$1\,700 < Pr \leq 1\,930$	1\,810
$1\,930 < Pr \leq 2\,150$	2\,040
$2\,150 < Pr$	2\,270

4.3. Acondicionamiento del vehículo

- 4.3.1. Antes de la prueba, el vehículo se mantendrá, durante seis horas como mínimo, a una temperatura comprendida entre 20° y 30 °C. Además se comprobará si las temperaturas del agua de refrigeración y del aceite del motor están comprendidas entre 20° y 30 °C.

- 4.3.2. La presión de los neumáticos será la indicada por el constructor, como en la ejecución de la prueba preliminar en carretera para la regulación del freno. Sin embargo, si el diámetro de los rodillos es inferior a 50 cms se aumentará la presión de los neumáticos de un 30% a un 50%, para evitar su deterioro.

4.4. Control de la contrapresión

En el curso de las pruebas preliminares se comprobará que la contrapresión creada por el dispositivo de recogida no pase de 75 mm de columna de agua, efectuándose la medición a las diferentes velocidades constantes previstas en el ciclo.

4.5. Acondicionamiento de las bolsas

- 4.5.1. En lo que se refiere a los hidrocarburos en particular, las bolsas se acondicionarán de manera que las pérdidas de hidrocarburos sean inferiores al 2% de su contenido de origen, durante un periodo de almacenamiento de 20 minutos. Este acondicionamiento se llevará a cabo en pruebas preliminares realizadas en condiciones de temperatura próximas a las temperaturas extremas registradas en las distintas pruebas.

- 4.5.2. Para la medición de las pérdidas se utilizará el siguiente procedimiento: cuando el motor gire a velocidad constante, se medirá permanentemente el contenido de hidrocarburos de los gases que entren en la bolsa, hasta que ésta se llene. El contenido al final del llenado será el contenido medio obtenido durante la medición. Se vaciará la bolsa por medio de las bombas de los analizadores y se registrará el contenido en forma continua o a intervalos de tiempo dados. Si al cabo de 20 minutos el contenido ha variado más del 2% se procederá al vaciado y llenado de la bolsa para una segunda medición. Esto se realizará tantas veces como sea necesario para que las paredes queden saturadas.

4.6. Regulación de los apartatos de análisis

4.6.1. Calibrado de los analizadores

Por medio del medidor de caudal y del descompresor montado en cada botella, se inyectará en el analizador la cantidad de gas a la presión indicada compatible con el buen funcionamiento de los aparatos. Se regulará el aparato para que indique, en valor estable, el valor inscrito sobre la botella-patrón. Partiendo de la regulación obtenida con la botella de contenido máximo, se trazará la curva de las desviaciones del analizador en función del contenido de las diversas botellas de gases-patrón utilizadas.

4.6.2. Respuesta global de los aparatos

En el extremo de la sonda se inyectará el gas de la botella de contenido máximo. Se comprobará que el valor indicado correspondiente a la desviación máxima se alcanza en menos de un minuto. Si este valor no se alcanzara, se buscarán las posibles fugas en el circuito de análisis procediendo punto por punto.

4.7. Regulación del dispositivo de medición del volumen

Se llenará la bolsa en el curso de las pruebas preliminares, y se comprobará que la medición del volumen puede efectuarse con la precisión indicada. Si fuese necesario, se elegirá un contador adecuado para cada caso.

5. FORMA DE REALIZAR LAS PRUEBAS EN EL BLANCO**5.1. Condiciones particulares para la ejecución del ciclo**

5.1.1. La temperatura del local donde se encuentre el banco de rodillos estará comprendida, durante toda la prueba, entre 20° y 30 °C y será lo más aproximada posible a la del lugar donde se preparó el vehículo para la prueba.

5.1.2. El vehículo deberá estar más o menos horizontal en el curso de la prueba para evitar cualquier distribución anormal del carburante.

5.1.3. La prueba deberá efectuarse con el capot levantado. Podrá instalarse, si fuese necesario, un dispositivo auxiliar de ventilación que actúe sobre el radiador (refrigeración por agua) o a la entrada del aire (refrigeración por aire), para mantener normal la temperatura del motor.

5.1.4. Para la ejecución del ciclo, se considerará la velocidad de los rodillos unidos al volante de inercia del freno. Durante la prueba se registrará la velocidad en función del tiempo para determinar la validez de los ciclos efectuados.

5.1.5. El registro de la depresión será facultativo; sin embargo, si se efectúa al mismo tiempo que el de la velocidad, se podrá juzgar si la ejecución de las aceleraciones ha sido correcta.

5.1.6. Asimismo, podrán registrarse, si se desea, las temperaturas del agua de refrigeración y del aceite del cárter del motor.

5.2. Puesta en marcha del motor

5.2.1. El motor se pondrá en marcha, siguiendo las instrucciones de constructor, utilizando los medios previstos para este fin: «starter», estrangulador de arranque, etc.

5.2.2. El motor se mantendrá al ralenti con el «starter» durante 40 segundos. El primer ciclo de la prueba se iniciará cuando se accione la válvula del dispositivo de recogida de gases al terminar el período de 40 segundos antes indicado.

5.3. Utilización del «starter» manual

El «starter» quedará fuera de acción lo más pronto posible y en principio antes de la aceleración de 0 a 50 km/h. Si esta prescripción no pudiera cumplirse, se indicará el momento efectivo del cierre. El método de regulación del «starter» será el indicado por el constructor.

5.4. Ralenti**5.4.1. Caja de cambios manual:**

5.4.1. Los períodos de ralenti se efectuarán con motor embragado y caja de cambios en punto muerto.

5.4.1.2. Para efectuar las aceleraciones siguiendo el ciclo normal, se meterá la primera marcha, con el motor desembragado, cinco segundos antes de la aceleración que sigue al período de ralenti considerado.

5.4.1.3. El primer ralenti del comienzo del ciclo comprenderá seis segundos, con la caja en punto muerto y el motor embragado, y cinco segundos en primera y el motor desembragado.

5.4.1.4. Para los períodos de ralenti dentro de cada ciclo, los tiempos correspondientes serán, respectivamente, de 16 segundos en punto muerto y de 5 segundos en primera, con el motor desembragado.

5.4.1.5. El último ralenti del ciclo durará siete segundos, en punto muerto y con el motor embragado.

5.4.2. Caja de cambios semiautomática:

Se aplicarán las indicaciones del constructor para la conducción en ciudad, o en su defecto, las prescripciones relativas a las cajas de cambios de mando manual.

- 5.4.3. Caja de cambios automática:
El selector no deberá manejarse en ningún momento de la prueba, salvo indicaciones contrarias del constructor, en cuyo caso, se aplicará el proceso previsto para las cajas de cambios manuales.
- 5.5. Aceleraciones
- 5.5.1. Las aceleraciones se efectuarán de manera que su valor sea lo más constante posible mientras dure la secuencia.
- 5.5.3. Si no pudiera efectuarse una aceleración en el tiempo prescrito, el exceso de tiempo empleado se descontará, si fuese posible, de la duración del cambio de marcha y, en todo caso, del periodo de velocidad constante siguiente.
- 5.6. Deceleraciones
- 5.6.1. Todas las deceleraciones se efectuarán levantando del todo el pie del acelerador, quedando embragado el motor. El desembragado del motor se efectuará sin tocar la palanca de cambios, a la velocidad de 10 km/h.
- 5.6.2. Si la deceleración durara más de lo previsto en la operación correspondiente, se utilizarán los frenos del vehículo para ajustarse al ciclo.
- 5.6.3. Si la deceleración durara menos de lo previsto en la operación correspondiente, se restablecerá la concordancia con el ciclo teórico mediante un periodo de ralentí que se una con la siguiente secuencia de ralentí.
- 5.6.4. Al final del periodo de deceleración (parada del vehículo sobre los rodillos) la caja de cambios se pondrá en punto muerto y el motor quedará embragado.
- 5.7. Velocidades constantes
- 5.7.1. Se evitará el «bombeo» o el cierre de la mariposa de los gases al pasar de la aceleración a la velocidad constante siguiente.
- 5.7.2. Los periodos de velocidad constante se efectuarán manteniendo fija la posición del acelerador.
6. FORMA DE EFECTUAR LA TOMA DE MUESTRAS Y EL ANÁLISIS
- 6.1. Toma de muestra
- 6.1.1. La toma de muestra comenzará al abrirse la válvula, como se indica en el número 5.2.2.
- 6.1.2. Si se utilizan varias bolsas se pasará de una a otra al principio del primer periodo de ralentí de un ciclo.
- 6.1.3. La bolsa se cerrará herméticamente tan pronto como esté llena.
- 6.1.4. Al final del último ciclo, se accionará la válvula para evacuar a la atmósfera los gases producidos por el motor.
- 6.2. Análisis
- 6.2.1. El análisis de los gases contenidos en cada bolsa se efectuará tan pronto como sea posible y, en todo caso, antes de los veinte minutos siguientes al comienzo de su llenado.
- 6.2.2. Si la sonda no quedase fija en la bolsa, convendrá evitar entradas de aire en el momento de su introducción y fugas de gas en el momento de su extracción.
- 6.2.3. El analizador quedará estabilizado un minuto después de haber sido conectado con la bolsa.
- 6.2.4. El valor del contenido de los gases en cada una de las emanaciones medidas que se tendrá en cuenta será el valor leído después de la estabilización del aparato de medición.
- 6.3. Medición del volumen
- 6.3.1. Para evitar variaciones importantes de la temperatura, se procederá a la medición del volumen del o de las bolsas desde el momento en que los gases hayan alcanzado la temperatura ambiente.
- 6.3.2. Se procederá al vaciado de las bolsas haciendo pasar los gases por el contador.
- 6.3.3. La temperatura que se considerará en los cálculos (t_m), será la media aritmética de las temperaturas obtenidas al principio y al final del vaciado, con una desviación máxima tolerada entre los dos valores inferior a 5 °C.
- 6.3.4. La presión que se considerará en los cálculos (P_m) será la media aritmética de las presiones absolutas registradas al principio y al final del vaciado, con desviación máxima tolerada entre los dos valores inferior a 4 mm de mercurio.
- 6.3.5. Al volumen medido por el contador se sumará el de los gases tomados para el análisis, si éste excediera del 1% del volumen medido. El resultado se designará por V_m .

7. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE GASES CONTAMINANTES EMITIDOS**7.1. Corrección de los volúmenes de gas medidos**

El volumen de los gases contenidos en cada bolsa deberá referirse a las condiciones normales de temperatura y de presión mediante la fórmula:

$$V = V_m \frac{273}{273 + t_m} \times \frac{P_m - P_H}{760}$$

donde las cantidades V_m , t_m , P_m y P_H se definen como sigue:

V_m : volumen medido, expresado en litros, como se indica en el número 6.3.5;

t_m : media aritmética de las temperaturas extremas registradas, como se indica en el número 6.3.3, expresada en grados Celsius;

P_m : media aritmética de las presiones absolutas extremas registrada, como se indica en el número 6.3.4, expresada en milímetros de mercurio;

7.2. Masa de gases contaminantes contenida en cada bolsa

La masa de gases contaminantes contenida en cada bolsa se determinará por el producto dCV , donde C es el contenido en volumen y d la masa volúmica del gas contaminante considerado, que será:

— para el monóxido de carbono: $d = 11,250$

— para los hidrocarburos: $d = 3,844$ (n-hexano).

7.3. Masa total de gases contaminantes emitidos

La masa M de cada gas contaminante emitido por el vehículo en el curso de la prueba se obtendrá sumando las masas de gases contaminantes contenidas en cada saco, calculada como se indica en el número 7.2.

Nota: Se recomienda a los laboratorios comprobar la validez de los análisis midiendo igualmente la cantidad de gas carbónico producido.

6.5 Análisis de instrumentos

(d) Analytic Instruments.

- (1) General Requirements. The analyzer shall, to the extent possible, maintain accuracy between gas calibrations taking into account all errors, including noise, repeatability, drift, linearity, temperature, and barometric pressure.
- (2) Two-Point Gas Calibration and Low-Range Audit.
 - (i) Analyzers shall automatically require a zero gas calibration and a high-range gas calibration for HC, CO, NO, and CO₂. The system shall also use a low-range gas to check the calibration in the range of vehicle emission standards. In high volume stations (4000 or more tests per year), analyzers shall be calibrated within four hours before each test. In low volume stations (below 4000 tests per year), analyzers shall be calibrated within 72 hours before each test. If the system does not calibrate or is not calibrated, the analyzer shall lock out from testing until corrective action is taken.
 - (ii) Gas Calibration and Check Procedure. Gas calibration shall be accomplished by introducing span gases that meet the requirements of 85.4(d)(2)(iii) into the calibration port. The pressure in the sample cell shall be the same with the calibration gas flowing as with the sample flowing during testing. The analyzer channels shall be adjusted to the center of the allowable tolerance range as a result of the calibration. The system shall record the gas reading data from before the adjustment and other data pertinent to control charting analyzer performance.
 - (A) Zero the analyzer and perform a leak check.
 - (B) Calibrate the analyzer using the high-range calibration gas specified in §85.4(d)(2)(iii).
 - (C) Introduce the low-range check gas specified in §85.4(d)(2)(iii). If the low-range check gas readings differ from the label value by more than $\pm 2\%$, the analyzer shall be locked out from testing.

6.6 Requerimientos de dinamómetro

§85.3

§85.3

§85.3 Test Equipment Specifications

(a) Dynamometer Specifications.

(1) General Requirements

- (i) Only one diameter of dynamometer shall be used in a program.
- (ii) The dynamometer structure (e.g., bearings, rollers, pit plates, etc.) shall accommodate all light-duty vehicles and light-duty trucks up to 8500 pounds GVWR.
- (iii) Dynamometer ASM load horsepower (HP5015 or HP2525) shall be automatically selected based on the vehicle parameters in the test record.
- (iv) All dynamometers shall have an identification plate permanently affixed showing at a minimum, the dynamometer manufacturers name, the system provider's name, production date, model number, serial number, dynamometer type, maximum axle weight, maximum HP absorbed, roll diameter, roll width, base inertia weight, and electrical requirements.
- (v) Alternative dynamometer specifications or designs may be allowed if proposed by a state and upon a determination by the Administrator that, for the purpose of properly conducting an approved short test, the evidence supporting such deviations show that proper vehicle loading will be applied.

6.7 Ficha técnica de Aveo activo

Motor	1.6	1.6 A/C
Alimentación	MPI	MPI
Alternador	85 Amp	85 Amp
Amortiguadores (del./post.)	Hidráulicos telescópicos	Hidráulicos telescópicos
Batería	12V / 60AH	12V / 60AH
Bomba de gasolina	Eléctrica	Eléctrica
Calidad de Gasolina	>87RON	>87RON
Cauchos	Radiales	Radiales
Desplazamiento (cc)	1.598	1.598
Diámetro x Carrera (mm)	79 x 81.5	79 x 81.5
Frenos Delanteros	Disco Ventilado (256mm)	Disco Ventilado (256mm)
Frenos Posteriores	Tambor	Tambor
Medidas	185 / 60R14	185 / 60R14
Nro. cilindros	4 en Línea	4 en Línea
Nro. válvulas	16	16
Palanca de cambios	Al piso	Al piso
Posición	Transversal	Transversal
Potencia (Hp @ RPM)	103 @ 6000	103 @ 6000
Radio de giro mínimo/pared a pared (m)	4.89 / 5.12	4.89 / 5.12
Relación compresión	9.5:1	9.5:1
Relación Final del eje	4.176	4,176
Relaciones 1º	3.545	3,545
Relaciones 2º	1.952	1,952
Relaciones 3º	1.276	1,276
Relaciones 4º	0.971	0,971
Relaciones 5º	0.763	0,763
Reversa	3.333	3,333
Rines	5.5Jx14	5.5Jx14 Acero
Sistema de encendido	Electrónico	Electrónico
Suspensión delantera	Independiente McPherson	Independiente McPherson
Suspensión posterior	Eje de torsión	Eje de torsión
Tipo	4CIL DOHC 16V	4CIL DOHC 16V
Torque Kg-m (Nm) @ RPM	14.7 @ 3600	14.7 @ 3600
Dimensiones y Capacidades	1.6	1.6 A/C
Capacidad de Carga (kg)	410	410
Motor (Its.)	3.75	3.75
Peso Bruto Vehicular (kg)	1.535	1.535
Peso Vacío (kg)	1.125	1.125
Sistema de enfriamiento (Its.)	7	7
Tanque de Combustible (litros)	45	45

Transmisión (lts.)	1.8	1.8
Volumen en área de carga (lts.)	375	375
Equipamiento Interior	1.6	1.6 A/C
Air Bag	SI	SI
Aire acondicionado (versión A/C)	NO	SI
Ajuste espaldar asientos delanteros con palanca	SI	SI
Asientos delanteros tipo butaca abatibles con apoya cabeza	SI	SI
Asientos posteriores con espaldar abatible en proporción 60/40 con apoya cabeza	SI	SI
Baja presión de aceite	SI	SI
Bloqueo central	SI	SI
Carga de batería	SI	SI
Cenicero delantero	SI	SI
Consola central con compartimientos	SI	SI
Controles de aire acondicionado y ventilador (versión A/C)	NO	SI
Controles de calefacción y ventilador	SI	SI
Doble porta vasos delantero	SI	SI
Encendedor de cigarrillos	SI	SI
Filtro de aire para la cabina (versión A/C)	NO	SI
Freno de estacionamiento y de fallas en sistema hidráulico	SI	SI
Interruptor de luces de estacionamiento	SI	SI
Interruptor de luces delanteras	SI	SI
Interruptor desempañador de vidrio posterior	SI	SI
Interruptor en la columna de dirección para limpiar el parabrisas	SI	SI
Interruptor en la columna de dirección para luces altas, bajas y direccionales	SI	SI
Luces altas	SI	SI
Luz indicadora de bajo nivel de combustible	SI	SI
Luz indicadora de cinturón de seguridad	SI	SI

6.8 Tabla de construcción del ciclo Europeo

6.8.1 Ciclo ECE

CICLO EUROPEO ECE									
Tiempo (s)	Velocidad km	Tiempo (s)	Velocidad km	Tiempo (s)	Velocidad km	Tiempo (s)	Velocidad km	Tiempo (s)	Velocidad km
0	0	41	0	82	32	123	11,5	164	35
1	0	42	0	83	32	124	13,5	165	35
2	0	43	0	84	32	125	15,4	166	35
3	0	44	0	85	32	126	17,3	167	35
4	0	45	0	86	29,1	127	19,2	168	35
5	0	46	0	87	26,2	128	21,2	169	35
6	0	47	0	88	23,3	129	23,4	170	35
7	0	48	0	89	20,4	130	25	171	35
8	0	49	0	90	17,5	131	26,9	172	35
9	0	50	2,7	91	14,5	132	28,8	173	35
10	0	51	5,3	92	11,6	133	30,8	174	35
11	0	52	8	93	8,7	134	32,7	175	35
12	3,8	53	10,7	94	5,8	135	34,6	176	35
13	7,5	54	13,3	95	2,9	136	36,5	177	32,1
14	11,3	55	16	96	0	137	38,5	178	29,2
15	15	56	18,7	97	0	138	40,4	179	26,2
16	15	57	21,3	98	0	139	42,3	180	23,3
17	15	58	24	99	0	140	44,2	181	20,4
18	15	59	26,7	100	0	141	46,2	182	17,5
19	15	60	29,3	101	0	142	48,1	183	14,6
20	15	61	32	102	0	143	50	184	11,7
21	15	62	32	103	0	144	50	185	8,7
22	15	63	32	104	0	145	50	186	5,8
23	15	64	32	105	0	146	50	187	2,9
24	12	65	32	106	0	147	50	188	0
25	9	66	32	107	0	148	50	189	0
26	6	67	32	108	0	149	50	190	0
27	3	68	32	109	0	150	50	191	0
28	0	69	32	110	0	151	50	192	0
29	0	70	32	111	0	152	50	193	0
30	0	71	32	112	0	153	50	194	0
31	0	72	32	113	0	154	50	195	0
32	0	73	32	114	0	155	50		
33	0	74	32	115	0	156	48,1		
34	0	75	32	116	0	157	46,2		
35	0	76	32	117	0	158	44,4		
36	0	77	32	118	1,9	159	42,5		
37	0	78	32	119	3,8	160	40,6		
38	0	79	32	120	5,8	161	38,8		
39	0	80	32	121	7,7	162	36,9		
40	0	81	32	122	9,6	163	35		

6.8.2 Ciclo EUDC

CICLO EUROPEO EUDC													
Tmp. (s)	V. (km)	Tmp. (s)	V. (km)	Tmp. (s)	V. (km)	Tmp. (s)	V. (km)	Tmp. (s)	V. (km)	Tmp. (s)	V. (km)	Tmp. (s)	V. (km)
0.0	0	41.0	40,6	121.0	50	123.0	50	164.0	50	205.0	70	286.0	100
1.0	0	42.0	42,5	122.0	50	124.0	50	165.0	50	206.0	70	246.0	70
2.0	0	43.0	44,4	82.0	70	125.0	50	166.0	50	207.0	70	247.0	70
3.0	0	44.0	46,3	83.0	70	126.0	50	167.0	50	208.0	70	248.0	70
4.0	0	45.0	48,1	84.0	70	127.0	50	168.0	50	209.0	70	249.0	70
5.0	0	46.0	50	85.0	70	128.0	50	169.0	50	210.0	70	250.0	70
6.0	0	47.0	50	86.0	70	129.0	50	170.0	50	211.0	70	251.0	70
7.0	0	48.0	50	87.0	70	130.0	50	171.0	50	212.0	70	252.0	70,9
8.0	0	49.0	51,5	88.0	70	131.0	50	172.0	50	213.0	70	253.0	71,7
9.0	0	50.0	53,1	89.0	70	132.0	50	173.0	50	214.0	70	254.0	72,6
10.0	0	51.0	54,6	90.0	70	133.0	50	174.0	50	215.0	70	255.0	73,4
11.0	0	52.0	56,2	91.0	70	134.0	50	175.0	50	216.0	70	256.0	74,3
12.0	0	53.0	57,7	92.0	70	135.0	50	176.0	50	217.0	70	257.0	75,1
13.0	0	54.0	59,2	93.0	70	136.0	50	177.0	50	218.0	70	258.0	76
14.0	0	55.0	60,8	94.0	70	137.0	50	178.0	50	219.0	70	259.0	76,9
15.0	0	56.0	62,3	95.0	70	138.0	50	179.0	50	220.0	70	260.0	77,7
16.0	0	57.0	63,8	96.0	70	139.0	50	180.0	50	221.0	70	261.0	78,6
17.0	0	58.0	65,4	97.0	70	140.0	50	181.0	50	222.0	70	262.0	79,4
18.0	0	59.0	66,9	98.0	70	141.0	50	182.0	50	223.0	70	263.0	80,3
19.0	0	60.0	68,5	99.0	70	142.0	50	183.0	50	224.0	70	264.0	81,1
20.0	0	61.0	70	100.0	70	143.0	50	184.0	50	225.0	70	265.0	82
21.0	3	62.0	70	101.0	70	144.0	50	185.0	50	226.0	70	266.0	82,9
22.0	6	63.0	70	102.0	70	145.0	50	186.0	50	227.0	70	267.0	83,7
23.0	9	64.0	70	103.0	70	146.0	50	187.0	50	228.0	70	268.0	84,6
24.0	12	65.0	70	104.0	70	147.0	50	188.0	50	229.0	70	269.0	85,4
25.0	15	66.0	70	105.0	70	148.0	50	189.0	51,5	230.0	70	270.0	86,3
26.0	15	67.0	70	106.0	70	149.0	50	190.0	53,1	231.0	70	271.0	87,1
27.0	15	68.0	70	107.0	70	150.0	50	191.0	54,6	232.0	70	272.0	88
28.0	17,2	69.0	70	108.0	70	151.0	50	192.0	56,2	233.0	70	273.0	88,9
29.0	19,4	70.0	70	109.0	70	152.0	50	193.0	57,7	234.0	70	274.0	89,7
30.0	21,7	71.0	70	110.0	70	153.0	50	194.0	59,2	235.0	70	275.0	90,6
31.0	23,9	72.0	70	111.0	70	154.0	50	195.0	60,8	236.0	70	276.0	91,4
32.0	26,1	73.0	70	112.0	67,5	155.0	50	196.0	62,3	237.0	70	277.0	92,3
33.0	28,3	74.0	70	113.0	65	156.0	50	197.0	63,8	238.0	70	278.0	93,1
34.0	30,6	75.0	70	114.0	62,5	157.0	50	198.0	65,4	239.0	70	279.0	94
35.0	32,8	76.0	70	115.0	60	158.0	50	199.0	66,9	240.0	70	280.0	94,9
36.0	35	77.0	70	116.0	57,5	159.0	50	200.0	68,5	241.0	70	281.0	95,7
37.0	35	78.0	70	117.0	55	160.0	50	201.0	70	242.0	70	282.0	96,6
38.0	35	79.0	70	118.0	52,5	161.0	50	202.0	70	243.0	70	283.0	97,4
39.0	36,9	80.0	70	119.0	50	162.0	50	203.0	70	244.0	70	284.0	98,3
40.0	38,8	81.0	70	120.0	50	163.0	50	204.0	70	245.0	70	285.0	99,1

CICLO EUROPEO EUDC					
Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)
326.0	110	328.0	112	369.0	53,8
327.0	111	329.0	113	370.0	50
287.0	100	330.0	114	371.0	45
288.0	100	331.0	115	372.0	40
289.0	100	332.0	116	373.0	35
290.0	100	333.0	117	374.0	30
291.0	100	334.0	118	375.0	25
292.0	100	335.0	119	376.0	20
293.0	100	336.0	120	377.0	15
294.0	100	337.0	120	378.0	10
295.0	100	338.0	120	379.0	5
296.0	100	339.0	120	380.0	0
297.0	100	340.0	120	381.0	0
298.0	100	341.0	120	382.0	0
299.0	100	342.0	120	383.0	0
300.0	100	343.0	120	384.0	0
301.0	100	344.0	120	385.0	0
302.0	100	345.0	120	386.0	0
303.0	100	346.0	120	387.0	0
304.0	100	347.0	117,5	388.0	0
305.0	100	348.0	115	389.0	0
306.0	100	349.0	112,5	390.0	0
307.0	100	350.0	110	391.0	0
308.0	100	351.0	107,5	392.0	0
309.0	100	352.0	105	393.0	0
310.0	100	353.0	102,5	394.0	0
311.0	100	354.0	100	395.0	0
312.0	100	355.0	97,5	396.0	0
313.0	100	356.0	95	397.0	0
314.0	100	357.0	92,5	398.0	0
315.0	100	358.0	90	399.0	0
316.0	100	359.0	87,5	400.0	0
317.0	101	360.0	85		
318.0	102	361.0	82,5		
319.0	103	362.0	80		
320.0	104	363.0	76,3		
321.0	105	364.0	72,5		
322.0	106	365.0	68,8		
323.0	107	366.0	65		
324.0	108	367.0	61,3		
325.0	109	368.0	57,5		

6.8.3 Ciclo FTP 75

CICLO AMERICANO FTP 75													
Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)
0	0	41	15,2	82	26,7	123	5,5	164	3,3	205	47,5	247	56,5
1	0	42	15,5	83	27,5	124	2,2	165	6,6	206	47,5	248	56,4
2	0	43	16	84	28,6	125	0	166	9,9	207	47,3	249	56,1
3	0	44	17,1	85	29,3	126	0	167	13,2	208	47,2	250	55,8
4	0	45	19,1	86	29,8	127	0	168	16,5	209	47	251	55,1
5	0	46	21,1	87	30,1	128	0	169	19,8	210	47	252	54,6
6	0	47	22,7	88	30,4	129	0	170	22,2	211	47	253	54,2
7	0	48	22,9	89	30,7	130	0	171	24,3	212	47	254	54
8	0	49	22,7	90	30,7	131	0	172	25,8	213	47	255	53,7
9	0	50	22,6	91	30,5	132	0	173	26,4	214	47,2	256	53,6
10	0	51	21,3	92	30,4	133	0	174	25,7	215	47,4	257	53,9
11	0	52	19	93	30,3	134	0	175	25,1	216	47,9	258	54
12	0	53	17,1	94	30,4	135	0	176	24,7	217	48,5	259	54,1
13	0	54	15,8	95	30,8	136	0	177	25	218	49,1	260	54,1
14	0	55	15,8	96	30,4	137	0	178	25,2	219	49,5	261	53,8
15	0	56	17,7	97	29,9	138	0	179	25,4	220	50	262	53,4
16	0	57	19,8	98	29,5	139	0	180	25,8	221	50,6	263	53
17	0	58	21,6	99	29,8	140	0	181	27,2	222	51	264	52,6
18	0	59	23,2	100	30,3	141	0	182	26,5	223	51,5	265	52,1
19	0	60	24,2	101	30,7	142	0	183	24	224	52,2	266	52,4
20	0	61	24,6	102	30,9	143	0	184	22,7	225	53,2	267	52
21	3	62	24,9	103	31	144	0	185	19,4	226	54,1	268	51,9
22	5,9	63	25	104	30,9	145	0	186	17,7	227	54,6	269	51,7
23	8,6	64	24,6	105	30,4	146	0	187	17,2	228	54,9	270	51,5
24	11,5	65	24,5	106	29,8	147	0	188	18,1	229	55	271	51,6
25	14,3	66	24,7	107	29,9	148	0	189	18,6	230	54,9	272	51,8
26	16,9	67	24,8	108	30,2	149	0	190	20	231	54,6	273	52,1
27	17,3	68	24,7	109	30,7	150	0	191	22,2	232	54,6	274	52,5
28	18,1	69	24,6	110	31,2	151	0	192	24,5	233	54,8	275	53
29	20,7	70	24,6	111	31,8	152	0	193	27,3	234	55,1	276	53,5
30	21,7	71	25,1	112	32,2	153	0	194	30,5	235	55,5	277	54
31	22,4	72	25,6	113	32,4	154	0	195	33,5	236	55,7	278	54,9
32	22,5	73	25,7	114	32,2	155	0	196	36,2	237	56,1	279	55,4
33	22,1	74	25,4	115	31,7	156	0	197	37,3	238	56,3	280	55,6
34	21,5	75	24,9	116	28,6	157	0	198	39,3	239	56,6	281	56
35	20,9	76	25	117	25,3	158	0	199	40,5	240	56,7	282	56
36	20,4	77	25,4	118	22	159	0	200	42,1	241	56,7	283	55,8
37	19,8	78	26	119	18,7	160	0	201	43,5	242	56,5	284	55,2
38	17	79	26	120	15,4	161	0	202	45,1	243	56,5	285	54,5
39	14,9	80	25,7	121	12,1	162	0	203	46	244	56,5	286	53,6
40	14,9	81	26,1	122	8,8	163	0	204	46,8	245	56,5	287	52,5

Tmp(S)	v(km)	Tmp(S)	v (km)	Tmp(S)	v(km)	Tmp(S)	v(km)	Tmp(S)	v(km)	Tmp(S)	v(km)	Tmp(S)	v(km)
288	51,5	329	10,8	370	34,7	411	25,6	452	16,5	493	32	534	25
289	51,5	330	8	371	35,5	412	27,5	453	19,8	494	30,1	535	25
290	51,5	331	4,7	372	36	413	29	454	23,1	495	28	536	25,6
291	51,1	332	1,4	373	36	414	30	455	26,4	496	25,5	537	25,8
292	50,1	333	0	374	36	415	30,1	456	27,8	497	22,5	538	26
293	50	334	0	375	36	416	30	457	29,1	498	19,8	539	25,6
294	50,1	335	0	376	36	417	29,7	458	31,5	499	16,5	540	25,2
295	50	336	0	377	36	418	29,3	459	33	500	13,2	541	25
296	49,6	337	0	378	36,1	419	28,8	460	33,6	501	10,3	542	25
297	49,5	338	0	379	36,4	420	28	461	34,8	502	7,2	543	25
298	49,5	339	0	380	36,5	421	25	462	35,1	503	4	544	24,4
299	49,5	340	0	381	36,4	422	21,7	463	35,6	504	1	545	23,1
300	49,1	341	0	382	36	423	18,4	464	36,1	505	0	546	19,8
301	48,6	342	0	383	35,1	424	15,1	465	36	506	0	547	16,5
302	48,1	343	0	384	34,1	425	11,8	466	36,1	507	0	548	13,2
303	47,2	344	0	385	33,5	426	8,5	467	36,2	508	0	549	9,9
304	46,1	345	0	386	31,4	427	5,2	468	36	509	0	550	6,6
305	45	346	0	387	29	428	1,9	469	35,7	510	0	551	3,3
306	43,8	347	1	388	25,7	429	0	470	36	511	1,2	552	0
307	42,6	348	4,3	389	23	430	0	471	36	512	3,5	553	0
308	41,5	349	7,6	390	20,3	431	0	472	35,6	513	5,5	554	0
309	40,3	350	10,9	391	17,5	432	0	473	35,5	514	6,5	555	0
310	38,5	351	14,2	392	14,5	433	0	474	35,4	515	8,5	556	0
311	37	352	17,3	393	12	434	0	475	35,2	516	9,6	557	0
312	35,2	353	20	394	8,7	435	0	476	35,2	517	10,5	558	0
313	33,8	354	22,5	395	5,4	436	0	477	35,2	518	11,9	559	0
314	32,5	355	23,7	396	2,1	437	0	478	35,2	519	14	560	0
315	31,5	356	25,2	397	0	438	0	479	35,2	520	16	561	0
316	30,6	357	26,6	398	0	439	0	480	35,2	521	17,7	562	0
317	30,5	358	28,1	399	0	440	0	481	35	522	19	563	0
318	30	359	30	400	0	441	0	482	35,1	523	20,1	564	0
319	29	360	30,8	401	0	442	0	483	35,2	524	21	565	0
320	27,5	361	31,6	402	0	443	0	484	35,5	525	22	566	0
321	24,8	362	32,1	403	2,6	444	0	485	35,2	526	23	567	0
322	21,5	363	32,8	404	5,9	445	0	486	35	527	23,8	568	0
323	20,1	364	33,6	405	9,2	446	0	487	35	528	24,5	569	3,3
324	19,1	365	34,5	406	12,5	447	0	488	35	529	24,9	570	6,6
325	18,5	366	34,6	407	15,8	448	3,3	489	34,8	530	25	571	9,9
326	17	367	34,9	408	19,1	449	6,6	490	34,6	531	25	572	13
327	15,5	368	34,8	409	22,4	450	9,9	491	34,5	532	25	573	14,6
328	12,5	369	34,5	410	25	451	13,2	492	33,5	533	25	574	16

Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)
575	17	616	12,9	657	23,3	698	9,2	739	24,5	780	27,5	821	31,5		
576	17	617	9,6	658	24,5	699	11,3	740	25,5	781	28	822	30,6		
577	17	618	6,3	659	25,3	700	13,5	741	26,5	782	28,3	823	30		
578	17,5	619	3	660	25,6	701	14,6	742	27,1	783	28,9	824	29,9		
579	17,7	620	0	661	26	702	16,4	743	27,6	784	28,9	825	29,9		
580	17,7	621	0	662	26,1	703	16,7	744	27,9	785	28,9	826	29,9		
581	17,5	622	0	663	26,2	704	16,5	745	28,3	786	28,8	827	29,9		
582	17	623	0	664	26,2	705	16,5	746	28,6	787	28,5	828	29,6		
583	16,9	624	0	665	26,4	706	18,2	747	28,6	788	28,3	829	29,5		
584	16,6	625	0	666	26,5	707	19,2	748	28,3	789	28,3	830	29,5		
585	17	626	0	667	26,5	708	20,1	749	28,2	790	28,3	831	29,3		
586	17,1	627	0	668	26	709	21,5	750	28	791	28,2	832	28,9		
587	17	628	0	669	25,5	710	22,5	751	27,5	792	27,6	833	28,2		
588	16,6	629	0	670	23,6	711	22,5	752	26,8	793	27,5	834	27,7		
589	16,5	630	0	671	21,4	712	22,1	753	25,5	794	27,5	835	27		
590	16,5	631	0	672	18,5	713	22,7	754	23,5	795	27,5	836	25,5		
591	16,6	632	0	673	16,4	714	23,3	755	21,5	796	27,5	837	23,7		
592	17	633	0	674	14,5	715	23,5	756	19	797	27,5	838	22		
593	17,6	634	0	675	11,6	716	22,5	757	16,5	798	27,5	839	20,5		
594	18,5	635	0	676	8,7	717	21,6	758	14,9	799	27,6	840	19,2		
595	19,2	636	0	677	5,8	718	20,5	759	12,5	800	28	841	19,2		
596	20,2	637	0	678	3,5	719	18	760	9,4	801	28,5	842	20,1		
597	21	638	0	679	2	720	15	761	6,2	802	30	843	20,9		
598	21,1	639	0	680	0	721	12	762	3	803	31	844	21,4		
599	21,2	640	0	681	0	722	9	763	1,5	804	32	845	22		
600	21,6	641	0	682	0	723	6,2	764	1,5	805	33	846	22,6		
601	22	642	0	683	0	724	4,5	765	0,5	806	33	847	23,2		
602	22,4	643	0	684	0	725	3	766	0	807	33,6	848	24		
603	22,5	644	0	685	0	726	2,1	767	3	808	34	849	25		
604	22,5	645	0	686	0	727	0,5	768	6,3	809	34,3	850	26		
605	22,5	646	2	687	0	728	0,5	769	9,6	810	34,2	851	26,6		
606	22,7	647	4,5	688	0	729	3,2	770	12,9	811	34	852	26,6		
607	23,7	648	7,8	689	0	730	6,5	771	15,8	812	34	853	26,8		
608	25,1	649	10,2	690	0	731	9,6	772	17,5	813	33,9	854	27		
609	26	650	12,5	691	0	732	12,5	773	18,4	814	33,6	855	27,2		
610	26,5	651	14	692	0	733	14	774	19,5	815	33,1	856	27,8		
611	27	652	15,3	693	0	734	16	775	20,7	816	33	857	28,1		
612	26,1	653	17,5	694	1,4	735	18	776	22	817	32,5	858	28,8		
613	22,8	654	19,6	695	3,3	736	19,6	777	23,2	818	32	859	28,9		
614	19,5	655	21	696	4,4	737	21,5	778	25	819	31,9	860	29		
615	16,2	656	22,2	697	6,5	738	23,1	779	26,5	820	31,6	861	29,1		

Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)
862	29	903	26,5	944	24,5	985	25,7	1026	0	1067	26,8	1108	14
863	28,1	904	26,5	945	25,1	986	25,2	1027	0	1068	27,4	1109	14,5
864	27,5	905	26,3	946	25,6	987	24	1028	0	1069	27,9	1110	16
865	27	906	26,2	947	25,1	988	22	1029	0	1070	28,3	1111	18,1
866	25,8	907	26,2	948	24	989	21,5	1030	0	1071	28	1112	20
867	25	908	25,9	949	22	990	21,5	1031	0	1072	27,5	1113	21
868	24,5	909	25,6	950	20,1	991	21,8	1032	0	1073	27	1114	21,2
869	24,8	910	25,6	951	16,9	992	22,5	1033	0	1074	27	1115	21,3
870	25,1	911	25,9	952	13,6	993	23	1034	0	1075	26,3	1116	21,4
871	25,5	912	25,8	953	10,3	994	22,8	1035	0	1076	24,5	1117	21,7
872	25,7	913	25,5	954	7	995	22,8	1036	0	1077	22,5	1118	22,5
873	26,2	914	24,6	955	3,7	996	23	1037	0	1078	21,5	1119	23
874	26,9	915	23,5	956	0,4	997	22,7	1038	0	1079	20,6	1120	23,8
875	27,5	916	22,2	957	0	998	22,7	1039	0	1080	18	1121	24,5
876	27,8	917	21,6	958	0	999	22,7	1040	0	1081	15	1122	25
877	28,4	918	21,6	959	0	1000	23,5	1041	0	1082	12,3	1123	24,9
878	29	919	21,7	960	2	1001	24	1042	0	1083	11,1	1124	24,8
879	29,2	920	22,6	961	5,3	1002	24,6	1043	0	1084	10,6	1125	25
880	29,1	921	23,4	962	8,6	1003	24,8	1044	0	1085	10	1126	25,4
881	29	922	24	963	11,9	1004	25,1	1045	0	1086	9,5	1127	25,8
882	28,9	923	24,2	964	15,2	1005	25,5	1046	0	1087	9,1	1128	26
883	28,5	924	24,4	965	17,5	1006	25,6	1047	0	1088	8,7	1129	26,4
884	28,1	925	24,9	966	18,6	1007	25,5	1048	0	1089	8,6	1130	26,6
885	28	926	25,1	967	20	1008	25	1049	0	1090	8,8	1131	26,9
886	28	927	25,2	968	21,1	1009	24,1	1050	0	1091	9	1132	27
887	27,6	928	25,3	969	22	1010	23,7	1051	0	1092	8,7	1133	27
888	27,2	929	25,5	970	23	1011	23,2	1052	0	1093	8,6	1134	27
889	26,6	930	25,2	971	24,5	1012	22,9	1053	1,2	1094	8	1135	26,9
890	27	931	25	972	26,3	1013	22,5	1054	4	1095	7	1136	26,8
891	27,5	932	25	973	27,5	1014	22	1055	7,3	1096	5	1137	26,8
892	27,8	933	25	974	28,1	1015	21,6	1056	10,6	1097	4,2	1138	26,5
893	28	934	24,7	975	28,4	1016	20,5	1057	13,9	1098	2,6	1139	26,4
894	27,8	935	24,5	976	28,5	1017	17,5	1058	17	1099	1	1140	26
895	28	936	24,3	977	28,5	1018	14,2	1059	18,5	1100	0	1141	25,5
896	28	937	24,3	978	28,5	1019	10,9	1060	20	1101	0,1	1142	24,6
897	28	938	24,5	979	27,7	1020	7,6	1061	21,8	1102	0,6	1143	23,5
898	27,7	939	25	980	27,5	1021	4,3	1062	23	1103	1,6	1144	21,5
899	27,4	940	25	981	27,2	1022	1	1063	24	1104	3,6	1145	20
900	26,9	941	24,6	982	26,8	1023	0	1064	24,8	1105	6,9	1146	17,5
901	26,6	942	24,6	983	26,5	1024	0	1065	25,6	1106	10	1147	16
902	26,5	943	24,1	984	26	1025	0	1066	26,5	1107	12,8	1148	14

Ll

Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)
1149	10,7	1190	0	1231	19,6	1272	19,5	1313	0	1354	21,1	1395	16,9
1150	7,4	1191	0	1232	19,8	1273	21	1314	0	1355	20,5	1396	17,3
1151	4,1	1192	0	1233	20	1274	21,8	1315	0	1356	20	1397	18,1
1152	0,8	1193	0	1234	19,5	1275	22,2	1316	0	1357	19,6	1398	20,7
1153	0	1194	0	1235	17,5	1276	23	1317	0	1358	18,5	1399	21,7
1154	0	1195	0	1236	15,5	1277	23,6	1318	0	1359	17,5	1400	22,4
1155	0	1196	0	1237	13	1278	24,1	1319	0	1360	16,5	1401	22,5
1156	0	1197	0,2	1238	10	1279	24,5	1320	0	1361	15,5	1402	22,1
1157	0	1198	1,5	1239	8	1280	24,5	1321	0	1362	14	1403	21,5
1158	0	1199	3,5	1240	6	1281	24	1322	0	1363	11	1404	20,9
1159	0	1200	6,5	1241	4	1282	23,5	1323	0	1364	8	1405	20,4
1160	0	1201	9,8	1242	2,5	1283	23,5	1324	0	1365	5,2	1406	19,8
1161	0	1202	12	1243	0,7	1284	23,5	1325	0	1366	2,5	1407	17
1162	0	1203	12,9	1244	0	1285	23,5	1326	0	1367	0	1408	14,9
1163	0	1204	13	1245	0	1286	23,5	1327	0	1368	0	1409	14,9
1164	0	1205	12,6	1246	0	1287	23,5	1328	0	1369	0	1410	15,2
1165	0	1206	12,8	1247	0	1288	24	1329	0	1370	0	1411	15,5
1166	0	1207	13,1	1248	0	1289	24,1	1330	0	1371	0	1412	16
1167	0	1208	13,1	1249	0	1290	24,5	1331	0	1372	0	1413	17,1
1168	0	1209	14	1250	0	1291	24,7	1332	0	1373	0	1414	19,1
1169	2,1	1210	15,5	1251	0	1292	25	1333	0	1374	0	1415	21,1
1170	5,4	1211	17	1252	1	1293	25,4	1334	0	1375	0	1416	22,7
1171	8,7	1212	18,6	1253	1	1294	25,6	1335	0	1376	0	1417	22,9
1172	12	1213	19,7	1254	1	1295	25,7	1336	0	1377	0	1418	22,7
1173	15,3	1214	21	1255	1	1296	26	1337	0	1378	0	1419	22,6
1174	18,6	1215	21,5	1256	1	1297	26,2	1338	1,5	1379	0	1420	21,3
1175	21,1	1216	21,8	1257	1,6	1298	27	1339	4,8	1380	0	1421	19
1176	23	1217	21,8	1258	3	1299	27,8	1340	8,1	1381	0	1422	17,1
1177	23,5	1218	21,5	1259	4	1300	28,3	1341	11,4	1382	0	1423	15,8
1178	23	1219	21,2	1260	5	1301	29	1342	13,2	1383	0	1424	15,8
1179	22,5	1220	21,5	1261	6,3	1302	29,1	1343	15,1	1384	0	1425	17,7
1180	20	1221	21,8	1262	8	1303	29	1344	16,8	1385	0	1426	19,8
1181	16,7	1222	22	1263	10	1304	28	1345	18,3	1386	0	1427	21,6
1182	13,4	1223	21,9	1264	10,5	1305	24,7	1346	19,5	1387	0	1428	23,2
1183	10,1	1224	21,7	1265	9,5	1306	21,4	1347	20,3	1388	0	1429	24,2
1184	6,8	1225	21,5	1266	8,5	1307	18,1	1348	21,3	1389	0	1430	24,6
1185	3,5	1226	21,5	1267	7,6	1308	14,8	1349	21,9	1390	3	1431	24,9
1186	0,2	1227	21,4	1268	8,8	1309	11,5	1350	22,1	1391	5,9	1432	25
1187	0	1228	20,1	1269	11	1310	8,2	1351	22,4	1392	8,6	1433	24,6
1188	0	1229	19,5	1270	14	1311	4,9	1352	22	1393	11,5	1434	24,5
1189	0	1230	19,2	1271	17	1312	1,6	1353	21,6	1394	14,3	1435	24,7

Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)	Tmp (s)	V (km)
1436	24,8	1477	30,2	1518	0	1559	20	1600	54,6	1641	51,8	1682	33,8
1437	24,7	1478	30,7	1519	0	1560	22,2	1601	54,6	1642	52,1	1683	32,5
1438	24,6	1479	31,2	1520	0	1561	24,5	1602	54,8	1643	52,5	1684	31,5
1439	24,6	1480	31,8	1521	0	1562	27,3	1603	55,1	1644	53	1685	30,6
1440	25,1	1481	32,2	1522	0	1563	30,5	1604	55,5	1645	53,5	1686	30,5
1441	25,6	1482	32,4	1523	0	1564	33,5	1605	55,7	1646	54	1687	30
1442	25,7	1483	32,2	1524	0	1565	36,2	1606	56,1	1647	54,9	1688	29
1443	25,4	1484	31,7	1525	0	1566	37,3	1607	56,3	1648	55,4	1689	27,5
1444	24,9	1485	28,6	1526	0	1567	39,3	1608	56,6	1649	55,6	1690	24,8
1445	25	1486	25,3	1527	0	1568	40,5	1609	56,7	1650	56	1691	21,5
1446	25,4	1487	22	1528	0	1569	42,1	1610	56,7	1651	56	1692	20,1
1447	26	1488	18,7	1529	0	1570	43,5	1611	56,5	1652	55,8	1693	19,1
1448	26	1489	15,4	1530	0	1571	45,1	1612	56,5	1653	55,2	1694	18,5
1449	25,7	1490	12,1	1531	0	1572	46	1613	56,5	1654	54,5	1695	17
1450	26,1	1491	8,8	1532	0	1573	46,8	1614	56,5	1655	53,6	1696	15,5
1451	26,7	1492	5,5	1533	3,3	1574	47,5	1615	56,5	1656	52,5	1697	12,5
1452	27,5	1493	2,2	1534	6,6	1575	47,5	1616	56,5	1657	51,5	1698	10,8
1453	28,6	1494	0	1535	9,9	1576	47,3	1617	56,4	1658	51,5	1699	8
1454	29,3	1495	0	1536	13,2	1577	47,2	1618	56,1	1659	51,5	1700	4,7
1455	29,8	1496	0	1537	16,5	1578	47	1619	55,8	1660	51,1	1701	1,4
1456	30,1	1497	0	1538	19,8	1579	47	1620	55,1	1661	50,1	1702	0
1457	30,4	1498	0	1539	22,2	1580	47	1621	54,6	1662	50	1703	0
1458	30,7	1499	0	1540	24,3	1581	47	1622	54,2	1663	50,1	1704	0
1459	30,7	1500	0	1541	25,8	1582	47	1623	54	1664	50	1705	0
1460	30,5	1501	0	1542	26,4	1583	47,2	1624	53,7	1665	49,6	1706	0
1461	30,4	1502	0	1543	25,7	1584	47,4	1625	53,6	1666	49,5	1707	0
1462	30,3	1503	0	1544	25,1	1585	47,9	1626	53,9	1667	49,5	1708	0
1463	30,4	1504	0	1545	24,7	1586	48,5	1627	54	1668	49,5	1709	0
1464	30,8	1505	0	1546	25	1587	49,1	1628	54,1	1669	49,1	1710	0
1465	30,4	1506	0	1547	25,2	1588	49,5	1629	54,1	1670	48,6	1711	0
1466	29,9	1507	0	1548	25,4	1589	50	1630	53,8	1671	48,1	1712	0
1467	29,5	1508	0	1549	25,8	1590	50,6	1631	53,4	1672	47,2	1713	0
1468	29,8	1509	0	1550	27,2	1591	51	1632	53	1673	46,1	1714	0
1469	30,3	1510	0	1551	26,5	1592	51,5	1633	52,6	1674	45	1715	0
1470	30,7	1511	0	1552	24	1593	52,2	1634	52,1	1675	43,8	1716	1
1471	30,9	1512	0	1553	22,7	1594	53,2	1635	52,4	1676	42,6	1717	4,3
1472	31	1513	0	1554	19,4	1595	54,1	1636	52	1677	41,5	1718	7,6
1473	30,9	1514	0	1555	17,7	1596	54,6	1637	51,9	1678	40,3	1719	10,9
1474	30,4	1515	0	1556	17,2	1597	54,9	1638	51,7	1679	38,5	1720	14,2
1475	29,8	1516	0	1557	18,1	1598	55	1639	51,5	1680	37	1721	17,3
1476	29,9	1517	0	1558	18,6	1599	54,9	1640	51,6	1681	35,2	1722	20

6.9 Ensayo 2 Europeo NEDC

Resudados	HC (ppm)	CO (ppm)	NO _x (ppm)	CO ₂ (%)	NMHC (ppm)
Fase 1(Urbano)					
Muestra	21,445	72,392	14,297	0,511	18,392
Ambiente	3,397	1,36	0,118	0,048	1,342
Net Concentración	18,181	71,085	14,184	0,465	17,102
Fase 2(Carretera)					
Muestra	6,461	43,701	17,265	0,855	3,151
Ambiente	3,374	1,206	0,173	0,050	1,324
Net Concentración	3,304	34,573	17,137	0,808	1,912
Masa Resultante(gramos)					
Fase 1	1,018	8,028	2,465	825,732	0,957
Fase 2	0,095	1,995	1,52	733,495	0,055
Corrección masa (g.)	0,002	0,011	0,004	1,171	0,002
Corrección masa (g.)	0	0,003	0,003	1,037	0
Resultados Masa(g/km)					
Fase 1	0,251	1,978	0,608	203,473	0,236
Fase 2	0,014	0,287	0,219	105,567	0,008
(Fase 1,2) Ponderado	0,101	0,911	0,362	141,666	0,092

Consumo de combustible

Consumo de combustible(L/100km)	
Fase 1	8,841
Fase 2	4,521
(Fase 1,2) Ponderado	6,114

6.10 Ensayo 3 Europeo NEDC

Resudados	HC (ppm)	CO (ppm)	NO _x (ppm)	CO ₂ (%)	NMHC (ppm)
Fase 1(Urbano)					
Muestra	17,583	56,214	14,580	0,521	14,665
Ambiente	2,062	2,089	0,02	0,047	0,061
Net Concentración	15,603	54,208	14,561	0,475	14,606
Fase 2(Carretera)					
Muestra	5,350	29,193	21,706	0,864	2,22
Ambiente	2,615	1,996	0,025	0,047	0,607
Net Concentración	2,904	27,326	21,683	0,82	1,652
Masa Resultante(gramos)					
Fase 1	0,873	6,12	2,346	843,843	0,817
Fase 2	0,083	1,579	1,787	745,495	0,047
Corrección masa (g.)	0,008	0,008	0,004	1,252	0,001
Corrección masa (g.)	0	0,002	0,003	1,06	0
Resultados Masa(g/km)					
Fase 1	0,215	1,51	0,579	208,194	0,202
Fase 2	0,012	0,228	0,258	107,516	0,007
(Fase 1,2) Ponderado	0,087	0,701	0,376	144,657	0,079

Consumo de combustible

Consumo de combustible(L/100km)	
Fase 1	9,006
Fase 2	4,6
(Fase 1,2) Ponderado	6,226

6.11 Ensayo 2 Americano FTP75

Resudados	HC (ppm)	CO (ppm)	NO _x (ppm)	CO ₂ (%)	NMHC (ppm)
Fase 1(Arranque frio)					
Muestra	30,309	146,84	38,368	0,762	26,512
Ambiente	4,141	4,141	0,038	0,048	-0,003
Net Concentración	142,94	142,94	38,332	0,717	26,515
Fase 2(Transitoria caliente)					
Muestra	5,3	47,640	14,404	0,569	2,337
Ambiente	2,433	3,927	0,023	0,05	0,431
Net Concentración	2,972	43,882	14,382	0,522	1,924
Fase 3(Arranque caliente)					
Muestra	11,639	110,203	20,536	0,669	8,127
Ambiente	2,493	4,165	0,019	0,049	0,486
Net Concentración	9,272	106,25	20,519	0,622	7,665
Masa Resultante(gramos)					
Fase 1	1,034	10,492	4,088	826,945	0,965
Fase 2	0,187	5,563	2,653	1040,125	0,121
Fase 3	0,336	7,774	2,188	715,8	0,278
Corrección masa (g)	0,002	0,014	0,006	1,189	0,002
Corrección masa (g)	0	0,008	0,004	1,533	0
Corrección masa (g)	0,001	0,01	0,003	1,042	0,001
Resultados Masa(g/km)					
Fase 1	0,178	1,802	0,702	141,993	0,166
Fase 2	0,03	0,889	0,424	166,174	0,019
Fase 3	0,058	1,332	0,375	122,658	0,048
(Fase 1,2) Ponderado	0,068	1,2	0,468	149,195	0,057

Consumo de combustible

Consumo de combustible (L/100km)	
Fase 1	6,198
Fase 2	7,148
Fase 3	5,326
(Fase 1,2) Ponderado	6,45

6.12 Ensayo 3 Americano FTP75

Resudados	HC (ppm)	CO (ppm)	<i>NO_x</i> (ppm)	<i>CO₂</i> (%)	NMHC (ppm)
Fase 1(Arranque frio)					
Muestra	-3	131,36	34,880	0,731	-3,02
Ambiente	0	4,488	0,018	0,048	-0,019
Net Concentración	0	127,121	34,863	0,686	0
Fase 2(Transitoria caliente)					
Muestra	-3,005	50,571	14,081	0,559	-3,024
Ambiente	0	4,427	0	0,049	-0,019
Net Concentración	0	46,331	14,081	0,512	0
Fase 3(Arranque caliente)					
Muestra	13,193	93,649	29,237	0,684	13,173
Ambiente	2,507	4,485	0,007	0,05	2,488
Net Concentración	10,816	89,397	29,231	0,637	10,815
Masa Resultante(gramos)					
Fase 1	0	9,508	3,83	806,67	0
Fase 2	0	5,856	2,608	1017,346	0
Fase 3	0,39	6,51	3,126	729,121	0,39
Corrección masa (g)	0	0,013	0,006	1,168	0
Corrección masa (g)	0	0,008	0,004	1,505	0
Corrección masa (g)	0	0,001	0	0,316	0
Resultados Masa(g/km)					
Fase 1	0	1,635	0,659	138,697	0
Fase 2	0	0,932	0,415	161,912	0
Fase 3	0,067	1,125	0,54	125,957	0,067
(Fase 1,2) Ponderado	0,018	1,13	0,5	147,286	0,018

Consumo de combustible

Consumo de combustible(L/100km)	
Fase 1	6,022
Fase 2	6,965
Fase 3	5,454
(Fase 1,2) Ponderado	6,357

6.13 Certificado y resultados entregados por laboratorio (CICCEV)

Quito, 12 de julio de 2022
CCICEV-CER-TESIS22 - 008

CERTIFICADO

El Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares – CCICEV, mediante solicitud de ensayos SPE-032 presentada por parte del señor BRYAN JAVIER ZURITA AGUIAR, estudiante de la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, certifica que el vehículo detallado a continuación fue evaluado en los ensayos de:

- DETERMINACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN DINAMÓMETRO DE CHASIS MEDIANTE EL USO DE CICLO FTP 75 y EUROPEO NEDC

El combustible fue proporcionado por el solicitante.

DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO			
Marca	CHEVROLET	VN Chasis / Placa:	8LATD5864C0117760 / PBU6800
Modelo:	AVEO ACTIVO 1.6L 4P STD	Versión	N/D
Fabricante	GENERAL MOTORS	Kilometraje:	100806
MOTOR (Datos del fabricante)**			
Fabricante	N/D	Modelo/Tipo	N/D
Posición de motor	DELANTERO TRANSVERSAL	No. Motor	F16D39307341
No. de cilindros y disposición	4 CILINDROS EN LÍNEA	Cilindrada [cm3]	1598
Potencia Máxima	76,8 kW @ 6000 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	144,2 Nm @ 3600 RPM
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO
Combustible/Fuente de energía	GASOLINA	Tipo (NTE INEN 2656)	SEDÁN
Subcategoría (NTE INEN 2656)	M_1	Año modelo vehículo	2012
Tonelaje (t)	15,35	País de origen	ECUADOR
TRANSMISIÓN /CAMBIO DE VELOCIDADES			
Tipo	MANUAL	Nro. De marchas	5 MARCHAS + 1 REVERSA
Relación marcha directa	4TA MARCHA /0,971	Neumáticos (dimensiones)	185/60 R14

Fecha de ejecución del ensayo: del 05 al 08 de julio de 2022

Los informes técnicos de resultados de evaluación de los ensayos han sido remitidos al solicitante, pudiendo este utilizarlos dentro de su investigación.

El CCICEV no se hace responsable por el mal uso de la documentación entregada y que motivo de esto ocasione repercusiones en el ámbito en que se dé uso.

Es todo cuanto se puede indicar en honor a la verdad.

Atentamente,

Ing. Diego Lincango

RESPONSABLE TÉCNICO DE LA UNIDAD DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
CCICEV

REGISTRO DE DATOS DE PRUEBAS DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES MÉTODO DINÁMICO - VEHÍCULOS DE MAS DE TRES RUEDAS

CODIGO: CCICEV-04-00-03-GDSBA	Revisión 2	N°	CCICEV-04-00-03-2022-GDSBA- 032 P1
	Página 1 / 1	FECHA:	5 de julio de 2022

TÉCNICOS RESPONSABLES	Diego Lincango	Fabián Iza
-----------------------	----------------	------------

OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN
Evaluación Inicial ☒	Evaluación Regular ☐
Reevaluación ☐	Evaluación RTV*4 _{re} ☐
No. Visitas 1	Otros
	Prechequeo RTV* ☐
	Evaluación Tesis ☒

*RTV: Revisión Técnica Vehicular ** Los resultados expresados en el presente documento no pueden ser utilizados para aprobar ningún proceso de RTV

DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO

Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LATD5864C0117760 / PBU6800
Modelo:	AVEO ACTIVO 1.6L 4P STD	Version	N/D
Fabricante	GENERAL MOTORS	Kilometraje:	100752

MOTOR (Datos del fabricante)**

Fabricante	N/D	Modelo/Tipo	N/D
Posición de motor	DELANTERO TRANSVERSAL	No. Motor	F16D39307341
No. de cilindros y disposición	4 CILINDROS EN LÍNEA	Cilindrada [cm3]	1598
Maxima Potencia (kw/rpm)	76,8 KW @ 6000 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	144,2 Nm @ 3600 RPM
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO
Combustible/Fuente de energía	GASOLINA	Tipo (NTE INEN 2656)	SEDÁN
Subcategoría (NTE INEN 2656)	M_1	Año modelo vehiculo	2012
Tonelaje (t)	15,35	País de origen	ECUADOR

TRANSMISIÓN /CAMBIO DE VELOCIDADES

Tipo	MANUAL	Nro. De marchas	5 MARCHAS + 1 REVERSA
Relación marcha directa	4TA MARCHA /0,971	Neumáticos (dimensiones)	185/60 R14

**Opcional en RTV

Fecha ingreso a laboratorio	05/07/2022	Hora ingreso a laboratorio	08 h 30	Tiempo de acondicionamiento	9 horas/ 15 horas/ 27 horas
Hora de inicio de prueba 1	17 h 22 min	Hora final de prueba 1	17 h 42 min	Ciclo de prueba	ECE + EUDC
Hora de inicio de prueba 2	08 h 47 min	Hora final de prueba 2	09 h 07 min		
Hora de inicio de prueba 3	11 h 37 min	Hora final de prueba 3	11 h 57 min		
Temperatura ambiente °C	21,3 23,5 22,4	Humedad Relativa (%)	32,3 34,3 26,1	Presión Atmosférica (hPa)	724,6

RESULTADOS DE EMISIONES - PRUEBA DINÁMICA

Parámetros	PRUEBAS DINÁMICAS NTE INEN 2204						
	SECUENCIA ENSAYO TIPO 1						
	CO [g/km]	HC [g/km]	NOx [g/km]	CO2 [g/km]	NMHC [g/km]	HC +NOX	CONSUMO DE COMBUSTIBLE (L/100KM)
MEDICIÓN 1	1,428	0,113	0,424	140,705	0,102	0,537	6,109
MEDICIÓN 2	0,911	0,101	0,362	141,666	0,092	0,463	6,114
MEDICIÓN 3	0,701	0,087	0,376	144,657	0,079	0,463	6,226

OBSERVACION El combustible fue proporcionado por el solicitante

Las pruebas se ejecutaron con el combustible Super

Firma Responsables:  Técnico No 1
 Técnico No 2
 Firma Responsable de Unidad: 
 Nombres: Diego Lincango Fabián Iza Nombre: Ing. Diego Lincango

REGISTRO DE DATOS DE PRUEBAS DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES METODO DINÁMICO - VEHÍCULOS DE MAS DE TRES RUEDAS

CODIGO: CCICEV-04-00-03-GDSBA	Revisión 2	N°	CCICEV-04-00-03-2022-GDSBA- 032 - P2
	Página 1 / 1	FECHA:	7 de julio de 2022
TÉCNICOS RESPONSABLES	Diego Lincango		Fabián Iza
OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN		TIPO DE EVALUACIÓN	
Evaluación Inicial ☐	Evaluación Regular ☐	Prechequeo RTV* ☐	
Reevaluación ☒	Evaluación RTV* _{4ta rev} ☐	Evaluación Tesis ☒	
No. Visi 2	Otros ☐		

*RTV: Revisión Técnica Vehicular ** Los resultados expresados en el presente documento no pueden ser utilizados para aprobar ningún proceso de RTV

DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO

Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LATD5864C0117760 / PBU6800
Modelo:	AVEO ACTIVO 1.6L 4P STD	Versión	N/D
Fabricante	GENERAL MOTORS	Kilometraje:	100806

MOTOR (Datos del fabricante)**

Fabricante	N/D	Modelo/Tipo	N/D
Posición de motor	DELANTERO TRANSVERSAL	No. Motor	F16D39307341
No. de cilindros y disposición	4 CILINDROS EN LÍNEA	Cilindrada [cm3]	1598
Maxima Potencia (kw/rpm)	76,8 KW @ 6000 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	144,2 Nm @ 3600 RPM
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO
Combustible/Fuente de energía	GASOLINA	Tipo (NTE INEN 2856)	SEDÁN
Subcategoría (NTE INEN 2856)	M_1	Año modelo vehículo	2012
Tonelaje (t)	15,35	País de origen	ECUADOR

TRANSMISIÓN /CAMBIO DE VELOCIDADES

Tipo	MANUAL	Nro. De marchas	5 MARCHAS + 1 REVERSA
Relación marcha directa	4TA MARCHA /0,971	Neumáticos (dimensiones)	185/60 R14

** Opcional en RTV

Fecha ingreso a laboratorio	07/07/2022	Hora ingreso a laboratorio	08 h 00	Tiempo de acondicionamiento	11 horas/ 13 horas/6 horas
Hora de inicio de prueba 1	19 h 08 min	Hora final de prueba 1	19 h 48 min	Ciclo de prueba	CICLO AMERICANO FTP-75
Hora de inicio de prueba 2	08 h 39 min	Hora final de prueba 2	09 h 19 min		
Hora de inicio de prueba 3	15 h 43 min	Hora final de prueba 3	16 h 13 min		
Temperatura ambiente °C	23,4 22,2 22,8	Humedad Relativa (%)	25,2 29,1 29,5	Presión Atmosférica (hPa)	724,6

RESULTADOS DE EMISIONES - PRUEBA DINÁMICA

Parámetros	PRUEBAS DINÁMICAS NTE INEN 2204						
	SECUENCIA ENSAYO TIPO 1				REGLA DE DECISIÓN		
	CO [g/km]	HC [g/km]	NOx [g/km]	CO2 [g/km]	NMHC [g/km]	HC + NOX	CONSUMO DE COMBUSTIBLE (L/100KM)
MEDICIÓN 1	1,057	0,061	0,437	150,685	0,051	-	6,503
MEDICIÓN 2	1,200	0,068	0,468	149,195	0,057	-	6,450
MEDICIÓN 3	1,130	0,018	0,500	147,286	0,018	-	6,357

OBSERVACION: El combustible fue proporcionado por el solicitante

Las pruebas se ejecutaron con el combustible Super

Firma Responsables:  Técnico No 1  Técnico No 2  Firma Responsable de Unidad:

Nombres: Diego Lincango Fabián Iza Nombre: Ing. Diego Lincango

