

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE
VEHÍCULOS LIVIANOS EN EL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO.**

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER
(MSc) EN SISTEMAS AUTOMOTRICES.

JORGE LUIS LÓPEZ TERÁN

jorge_13lopez@yahoo.com

DIRECTOR: MSc. ING. JORGE MARTÍNEZ.

mcjorge7@hotmail.com

Quito, Octubre 2013.

DECLARACIÓN

Yo, **JORGE LUIS LÓPEZ TERÁN**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por su normatividad institucional vigente.

Jorge Luis López Terán.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **JORGE LUIS LÓPEZ TERÁN**, bajo mi supervisión.

MSc. Ing. Jorge Martínez.

DIRECTOR DE TESIS.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios y a la Virgen María, por darme una guía espiritual, a lo largo de mi vida.

A mi padre, madre, hermana y toda mi familia por haberme apoyado durante esta fase de complemento en mi carrera profesional.

Al MSc. Ing. Jorge Martínez por su amistad, guía y predisposición a la solución de mis inquietudes ingenieriles.

Jorge Luis.

DEDICATORIA.

A mis padres: Lida y Leonardo, que supieron formarme como una persona justa y honorable, con principios bien fundamentados.

A mi sobrino: Sebastián, por su luz de sinceridad, lealtad y sobre todo por estar presente en mi vida.

Jorge Luis.

RESUMEN.

En la siguiente investigación se logra cuantificar y analizar los datos del consumo de combustible, costo y tiempo de recorrido, obtenidos usando dos vehículos livianos circulando en tres tramos de las vías principales de Quito, estableciendo condiciones de carga y tráfico diferentes.

Se encuentra una breve descripción de la geografía de la ciudad de Quito, algunas características de los sistemas viales de la urbe, las características del combustible utilizado y las distancias promedio recorridas por los vehículos.

Se puede apreciar la evolución de la planificación apta para la obtención de resultados concretos y veraces, se comienza por determinar un método adecuado de investigación para luego en base a la tecnología actual seleccionar los automóviles, instrumentos electrónicos y mecánicos idóneos para la realización de las pruebas.

Siguiendo con el proceso investigativo se analiza y determina las rutas adecuadas, a su vez mediante las pruebas preliminares se establece el protocolo de pruebas, aplicando este protocolo se obtiene los datos del consumo de combustible y con estos datos recolectados se realiza el análisis de resultados finalizando el proceso de investigación.

PRESENTACIÓN.

Esta investigación brinda un aporte respecto a la determinación de la cantidad de combustible consumido en los vehículos del distrito metropolitano de Quito.

La aplicación de nuevas tecnologías en los motores genera menor consumo de combustible considerado en la presente investigación, el consumo de combustible varía en base a las condiciones de altura presentes a lo largo de las ciudades, obteniendo como resultado en la ciudad de Quito un incremento del consumo de combustible ocasionado por la altura presente en el recorrido (2800 metros sobre el nivel del mar, promedio) con respecto al consumo de combustible sobre el nivel del mar, que se obtienen como especificación del fabricante de cada vehículo.

Para llevar a cabo la presente investigación en cada automóvil se recorrió aproximadamente 600 kilómetros, realizando evaluación de rutas idóneas, funcionamiento adecuado del receptor electrónico de datos, pruebas preliminares y pruebas finales. Las pruebas se las realiza en tres tramos de las avenidas de mayor afluencia de vehículos a lo largo de la ciudad (norte-sur).

La presente investigación asegura su cometido y brinda datos reales del consumo de combustible generado por los vehículos livianos dentro del Distrito Metropolitano de Quito.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Introducción.	1
1.2. Planteamiento del problema.....	1
1.3. Formulación y sistematización del problema.	2
1.4. Justificación.	2
1.5. Objetivos.....	3
1.5.1. Objetivo General.....	3
1.5.2. Objetivos Específicos.	3
1.6. Geografía del Distrito Metropolitano de Quito.....	4
1.7. Propiedades y consumo del combustible en la ciudad de Quito.	6
1.7.1. Propiedades del combustible.....	6
1.7.2. Consumo de combustible.	7
1.8. Distancia y tiempo promedio recorrido por los conductores en la ciudad.....	9
1.8.1. Distancia promedio recorrido por los conductores en la ciudad.	9
1.8.2. Tiempo promedio recorrido por los conductores en la ciudad.	10
2. PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	12
2.1. Método de investigación.	12
2.1.1. Ciclo básico de investigación experimental.....	12
2.1.2. Vehículos aptos para la investigación.	15
2.1.2.1. Hyundai i10.....	15

2.1.2.2. Hyundai New Accent 1.6.....	15
2.2. Instrumentos para la medición.	19
2.2.1. Tablero de control.....	20
2.2.2. Termohigrómetro.	20
2.2.3. Altímetro.	22
2.2.4. Receptor electrónico de datos.	23
2.3. Rutas.	25
2.4. Pruebas.	35
2.4.1. Pruebas preliminares.....	35
2.4.1.1. Condicionantes para el receptor electrónico de datos.....	35
2.4.1.2. Parámetros de conducción.	35
2.4.2. Pruebas definitivas.	40
2.4.2.1. Pruebas sin carga.....	40
2.4.2.1.1. Protocolo de pruebas sin carga.....	40
2.4.2.2. Pruebas con carga.....	40
2.4.2.2.1. Protocolo de pruebas con carga.....	40
3. APLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.1. Obtención de datos referentes al consumo de combustible vehículo sin carga, con tráfico y sin tráfico (Hyundai i10).	44
3.2. Obtención de datos referentes al consumo de combustible vehículo con carga, con tráfico y sin tráfico (Hyundai i10).	48
3.3. Obtención de datos referentes al consumo de combustible vehículo sin carga, con tráfico y sin tráfico (Hyundai New Accent).	53

3.4. Obtención de datos referentes al consumo de combustible vehículo con carga, con tráfico y sin tráfico (Hyundai New Accent).	57
3.5. Resumen del consumo de combustible y tiempo de recorrido, en los Ejes.....	62
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.	64
4.1. Análisis del consumo de combustible en el vehículo Hyundai i 10	64
4.1.1. Eje oriental – Ruta 1 (i 10).	64
4.1.2. Eje central - Ruta 2 (i 10).	70
4.1.3. Eje occidental - Ruta 3 (i 10).....	77
4.1.4. Ejes- Rutas (i10).	82
4.2. Análisis del consumo de combustible en el vehículo Hyundai New Accent.....	88
4.2.1. Eje Oriental - Ruta 1 (New Accent).	88
4.2.2. Eje Central – Ruta 2 (New Accent).	93
4.2.3. Eje Occidental – Ruta 3 (New Accent).	98
4.2.4. Ejes – Rutas (New Accent).	103
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	110
5.1. Conclusiones.	110
5.2. Recomendaciones.	113
6. BIBLIOGRAFIA.....	114
ANEXOS.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Flujograma del Ciclo Básico de investigación experimental (Carles Riva).....	13
Figura 2.2 Flujograma del ciclo básico de investigación experimental propuesto.	14
Figura 2.3 Vehículo Hyundai i10.	16
Figura 2.4 Vehículo New Accent.	18
Figura 2.5 Tableros de control de los vehículos: Hyundai i10 (izq.); Hyundai New Accent (der.).	20
Figura 2.6 Termohigrómetro.....	21
Figura 2.7 Altimetro.....	22
Figura 2.8 Receptor electrónico de datos (Turbo Gauge).....	24
Figura 2.9 Variación de altura en el Eje Oriental.	27
Figura 2.10 Altitud vs kilómetros presentes en el Eje Central.....	29
Figura 2.11 Altura vs kilómetros a los largo del Eje Occidental.	31
Figura 2.12 Altura vs Kilómetros de la Ruta 1(Eje Oriental).....	32
Figura 2.13 Altura vs Kilómetros de la Ruta 2 (Eje Central).....	33
Figura 2.14 Altura vs Kilómetros de la Ruta 3 (Eje Occidental)	33
Figura 2.15 Rutas seleccionadas para la investigación.	34
Figura 4.1 Consumo de combustible en Eje Oriental, vehículo i 10.....	65
Figura 4.2 Costo del combustible consumido en Eje Oriental, vehículo i 10.....	66
Figura 4.3 Tiempo de recorrido en Eje Oriental, vehículo i 10.....	67

Figura 4.4 Resumen del consumo de combustible en Eje Oriental, vehículo i 10	68
Figura 4.5 Datos adicionales obtenidos en pruebas realizadas en Eje Oriental, vehículo i 10.....	70
Figura 4.6 Consumo de combustible en Eje Oriental, vehículo i 10.....	72
Figura 4.7 Costo del combustible consumido en Eje Central, vehículo i 10.....	73
Figura 4.8 Tiempo de recorrido en Eje Central, vehículo i 10.....	74
Figura 4.9 Resumen del consumo de combustible en Eje Central, vehículo i 10	75
Figura 4.10 Datos adicionales obtenidos en pruebas realizadas en Eje Central, vehículo i 10.....	76
Figura 4.11 Consumo de combustible en Eje Occidental, vehículo i 10.....	78
Figura 4.12 Costo del combustible consumido en Eje Occidental, vehículo i 10	79
Figura 4.13 Tiempo de recorrido en Eje Occidental, vehículo i 10.....	80
Figura 4.14 Resumen del consumo de combustible en Eje Occidental, vehículo i 10.....	81
Figura 4.15 Datos adicionales obtenidos en pruebas realizadas en Eje Occidental, vehículo i 10.....	82
Figura 4.16 Resumen general del consumo de combustible, vehículo i 10.....	83
Figura 4.17 Promedio total del consumo de combustible, vehículo i10.....	84
Figura 4.18 Resumen general del costo del combustible consumido, vehículo i 10.....	85
Figura 4.19 Promedio total de costo del combustible consumido, vehículo i10.	85

Figura 4.20 Resumen general del tiempo de recorrido, vehículo i 10	86
Figura 4.21 Promedio total del tiempo de recorrido, vehículo i10	87
Figura 4.22 Consumo de combustible en Eje Oriental, vehículo New Accent...89	
Figura 4.23 Costo del combustible consumido en Eje Oriental, vehículo New Accent.....90	
Figura 4.24 Tiempo de recorrido en Eje Oriental, vehículo New Accent.....91	
Figura 4.25 Resumen del consumo de combustible en Eje Oriental, vehículo New Accent.....92	
Figura 4.26 Datos adicionales obtenidos en pruebas realizadas en Eje Oriental, vehículo New Accent.....93	
Figura 4.27 Consumo de combustible en Eje Central, vehículo New Accent....94	
Figura 4.28 Costo del combustible consumido en Eje Central, vehículo New Accent.....95	
Figura 4.29 Tiempo de recorrido en Eje Central, vehículo New Accent.....96	
Figura 4.30 Resumen del consumo de combustible en Eje Central, vehículo New Accent.....97	
Figura 4.31 Datos adicionales obtenidos en pruebas realizadas en Eje Central, vehículo New Accent.....98	
Figura 4.32 Consumo de combustible en Eje Occidental, vehículo New Accent	99
Figura 4.33 Costo del combustible en Eje Occidental, vehículo New Accent .100	
Figura 4.34 Tiempo de recorrido en Eje Occidental, vehículo New Accent.....101	
Figura 4.35 Resumen del consumo de combustible en Eje Occidental, vehículo New Accent.....102	

Figura 4.36 Datos adicionales obtenidos en pruebas realizadas en Eje Occidental, vehículo New Accent	103
Figura 4.37 Resumen general del consumo de combustible, vehículo New Accent.....	104
Figura 4.38 Promedio total del consumo de combustible, vehículo New Accent	105
Figura 4.39 Resumen general del costo de combustible consumido, vehículo New Accent.....	106
Figura 4.40 Promedio total de costo del combustible consumido, vehículo New Accent.....	107
Figura 4.41 Resumen general del tiempo de recorrido, vehículo New Accent	108
Figura 4.42 Promedio total del tiempo de recorrido, vehículo New Accent	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características Técnicas De La Gasolina Extra.....	7
Tabla 1.2 Tiempo promedio ideal de recorrido promedio empleado en la ciudad.....	10
Tabla 2.1 Características Técnicas, i10.....	17
Tabla 2.2 Características Técnicas, New Accent	19
Tabla 2.3 Altura presente en el Eje Oriental.....	26
Tabla 2.4 Alturas presentes a lo largo del Eje Central.....	28
Tabla 2.5 Alturas presentes a lo largo del Eje Occidental.....	30
Tabla 2.6 Rutas seleccionadas para la investigación.....	32
Tabla 2.7 Lista de chequeo.....	32
Tabla 2.8 Lista de datos recolectados.....	32
Tabla 3.1 Datos promedio obtenidos en la ruta 1, realizados en el vehículo i10 (sin carga).....	44
Tabla 3.2 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, sin carga – sin tráfico, i 10.....	45
Tabla 3.3 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, sin carga – con tráfico, i 10.....	45
Tabla 3.4 Datos promedio obtenidos en la ruta 2, realizados en el vehículo i10 (sin carga).....	46
Tabla 3.5 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, sin carga – sin tráfico, i 10.....	46
Tabla 3.6 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, sin carga – con tráfico, i 10.....	47

Tabla 3.7 Datos promedio obtenidos en la ruta 3, realizados en el vehículo i10 (sin carga).....	47
Tabla 3.8 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, sin carga – sin tráfico, i 10.....	48
Tabla 3.9 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, sin carga – con tráfico, i 10.....	48
Tabla 3.10 Datos promedio obtenidos en la ruta 1, realizados en el vehículo i10 (con carga).....	49
Tabla 3.11 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, con carga – sin tráfico, i10.....	49
Tabla 3.12 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, con carga – con tráfico, i10.....	50
Tabla 3.13 Datos promedio obtenidos en la ruta 2, realizados en el vehículo i10 (con carga).....	50
Tabla 3.14 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, con carga – sin tráfico, i10.....	51
Tabla 3.15 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, con carga – con tráfico, i 10.....	51
Tabla 3.16 Datos promedio obtenidos en la ruta 3, realizados en el vehículo i10 (con carga).....	52
Tabla 3.17 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, con carga – sin tráfico, i10.....	52
Tabla 3.18 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, con carga – con tráfico, i10.	53
Tabla 3.19 Datos promedio obtenidos en la ruta 1, realizados en el vehículo New Accent (sin carga)	53

Tabla 3.20 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, sin carga – sin tráfico, New Accent.	54
Tabla 3.21 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, sin carga – con tráfico, New Accent.	54
Tabla 3.22 Datos promedio obtenidos en la ruta 2, realizados en el vehículo New Accent (sin carga)	55
Tabla 3.23 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, sin carga – sin tráfico, New Accent.	55
Tabla 3.24 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, sin carga – con tráfico, New Accent.	56
Tabla 3.25 Datos promedio obtenidos en la ruta 3, realizados en el vehículo New Accent (sin carga).	56
Tabla 3.26 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, sin carga – sin tráfico, New Accent.	57
Tabla 3.27 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, sin carga – con tráfico, New Accent.	57
Tabla 3.28 Datos promedio obtenidos en la ruta 1, realizados en el vehículo New Accent (con carga).	58
Tabla 3.29 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros de recorrido, Eje Oriental, con carga – sin tráfico, New Accent.	58
Tabla 3.30 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, con carga – con tráfico, New Accent.	59
Tabla 3.31 Datos promedio obtenidos en la ruta 2, realizados en el vehículo New Accent (con carga).	59
Tabla 3.32 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, con carga – sin tráfico, New Accent.	60

Tabla 3.33 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, con carga – con tráfico, New Accent.....	60
Tabla 3.34 Datos promedio obtenidos en la ruta 3, realizados en el vehículo New Accent (con carga).....	61
Tabla 3.35 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, con carga – sin tráfico, New Accent.	61
Tabla 3.36 Datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, con carga – con tráfico, New Accent.	62
Tabla 3.37 Datos del consumo de combustible en los Ejes, i10.....	62
Tabla 3.38 Datos del tiempo de recorrido en los Ejes, i10.....	63
Tabla 3.39 Datos del consumo de combustible en los Ejes, New Accent.....	63
Tabla 3.40 Datos del tiempo de recorrido en los ejes, New Accent.....	63
Tabla 4.1 Equivalencias del promedio de combustible consumido, vehículo i10.....	87
Tabla 4.2 Equivalencias del promedio de combustible consumido, vehículo New Accent	109

1. MARCO TEÓRICO.

1.1. Introducción.

En el Distrito Metropolitano de Quito se han realizado algunas investigaciones relacionadas al campo automotriz, pero pocas de estas investigaciones enfocadas a la evaluación del consumo de combustible en vehículos livianos. Por tal razón, esta investigación genera un aporte a la sociedad en cuanto se refiera a la información y análisis brindados, acerca del consumo de combustible generado al moverse por la ciudad.

Esta investigación buscará cuantificar y analizar el consumo de combustible en dos vehículos livianos expuestos a distintas condiciones de recorrido y carga, simulando así las condiciones típicas de uso en automóviles realizadas por los ciudadanos de Quito.

Los tramos de las rutas para la investigación serán seleccionados en base a las características promedio presentes en la ciudad de Quito, características previamente analizadas como: tráfico, velocidad reglamentaria establecida, irregularidad geográfica, distancia promedio recorrida.

1.2. Planteamiento del problema.

En base al incremento del parque automotor cada año y por ende el mayor consumo de combustible en la ciudad de Quito, se genera la necesidad de optimizar dicho consumo en los vehículos, ya sea buscando alternativas de transporte o identificando las vías que generen menor consumo de combustible. Debido a lo mencionado anteriormente es necesario realizar una investigación que contenga la cuantificación y análisis del combustible consumido en los vehículos por las vías de la ciudad en distintas condiciones.

Mediante la recopilación de información previa, se determina que esta investigación es la primera en su género por tal motivo no se presenta bibliografía específica, con esta consideración se llega a establecer que la investigación presenta una viabilidad aceptable.

Cabe resaltar que esta investigación es de gran importancia por la cuantificación y análisis de datos obtenidos, llegando a determinar qué tan factible o viable es transportarse con el vehículo liviano sin carga en relación a que el vehículo se encuentre con su capacidad de carga completa.

1.3. Formulación y sistematización del problema.

Para el presente estudio se debe realizar el análisis de las vías en la ciudad de Quito tanto en movilidad como características geográficas, con el objeto de una adecuada selección de las rutas de la investigación y a su vez se analiza la distancia promedio de recorrido por las personas durante su vida cotidiana (movilización casa-trabajo-casa), para que el kilometraje de cada tramo adoptado en la investigación se asemeje a la realidad; otros análisis importantes son: la determinación de los parámetros utilizados en cuanto a carga presente en los vehículos de la investigación, horas de tráfico presente en la ciudad y hora de inicio para cada prueba.

1.4. Justificación.

La difícil movilización de los vehículos en las vías genera uno de los problemas críticos en la ciudad de Quito, ocasionado por: la geografía, vehículos de gran tamaño, inutilización de las vías alternas, incremento del parque automotor, uso ineficiente del vehículo. Con el transcurso del tiempo se empeora la movilización por la ciudad. En tal razón por lo mencionado anteriormente con esta investigación se está buscando aportar con información relacionada al consumo de combustible y tiempos de recorrido, que ayude a disminuir o resolver este tipo de problema.

Mediante la presente investigación se propone determinar y analizar la cantidad de combustible consumido en dos vehículos cuando transitan las rutas establecidas en diferentes condiciones.

Uno de los beneficios de este trabajo será el de proporcionar datos de la cantidad de combustible que se está consumiendo al transportar el vehículo con la capacidad mínima y máxima de carga. Además, con esta cuantificación los usuarios de los vehículos podrán seleccionar de mejor manera las vías para la movilización, generando ahorro de combustible y por ende ahorro económico.

Otro beneficio será la disminución de los niveles de emisión de gases contaminantes que vienen asociados al consumo de combustible, debido a que los ciudadanos con los datos mostrados en la investigación podrán tomar medidas para la reducción de combustible en sus vehículos.

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo General.

Evaluar el consumo de combustible de vehículos livianos en el Distrito Metropolitano de Quito.

1.5.2. Objetivos Específicos.

Realizar una investigación acerca del consumo de combustible de dos vehículos livianos con carga y sin carga, en el Distrito Metropolitano de Quito.

Instaurar el método de investigación adecuado, con el fin de obtener los mejores resultados.

Establecer las constantes y determinar los parámetros de carga, en los dos vehículos livianos de la investigación.

Determinar tres rutas de la ciudad de Quito donde se puede aplicar la investigación del consumo de combustible.

Proponer una ruta adecuada para la movilización por la ciudad en base a la cuantificación de datos obtenidos mediante el receptor electrónico de datos, con el fin de conseguir mayor ahorro de combustible.

Determinar los beneficios de la aplicación de la investigación en cuanto se refiere al consumo de combustible.

1.6. Geografía del Distrito Metropolitano de Quito.

La geografía de la ciudad de Quito conlleva a que los vehículos presenten distinto comportamiento al movilizarse por esta ciudad, en relación al comportamiento obtenido cuando la movilización es realizada en ciudades que se encuentran a nivel del mar.

A lo largo del distrito metropolitano de Quito se presenta una altitud promedio de 2800 metros sobre el nivel del mar (msnm), la ciudad de Quito se encuentra rodeada por elevaciones montañosas las cuales encierran a la ciudad en un valle alargado; La urbe está delimitada al norte por el volcán Casitagua, al este por la falla geológica EC-31 (conocida como *Falla de Quito-Ilumbisi* o *Falla de Quito*), al oeste por las faldas orientales del volcán Pichincha y al sur por el Volcán Atacazo. Sus dimensiones aproximadas son de 50 km de longitud en dirección Norte-Sur y 4 km de ancho de este a oeste.¹

La irregularidad del valle de Quito (12.000 km²) perteneciente a la hoya de Guayllabamba genera un sistema vial con variaciones significativas de altura (de 2680 msnm hasta 3200 msnm aproximadamente) y a su vez con una gran

¹ [http:// www.wikipedia.org/wiki/Quito](http://www.wikipedia.org/wiki/Quito)

variedad de pendientes, creando un tema de gran importancia para el estudio, análisis y selección de rutas adecuadas.

Entre las avenidas longitudinales más importantes de Quito se tienen:

Avenida 10 de Agosto, Avenida Occidental o Mariscal Sucre, Avenida Oriental o Simón Bolívar, Avenida Velasco Ibarra, Avenida Río Amazonas, Avenida de la Prensa, Avenida 6 de Diciembre, Avenida Eloy Alfaro, Avenida América, Avenida 12 de Octubre, Avenida Galo Plaza, Avenida Río Napo, Avenida Pedro Vicente Maldonado.

La avenida perimetral Simón Bolívar es la más grande de la ciudad. Aproximadamente posee unos 43.1 kilómetros de longitud, con seis carriles, tres por sentido, esta avenida perimetral se extiende desde la curva de Santa Rosa (a la altura de Tambillo) hasta la Panamericana Norte a la altura de Carapungo.

Debido a la geografía de Quito y como también en la búsqueda de avenidas aptas para realizar la investigación, a continuación se analiza tres principales avenidas:

- La avenida perimetral que cruza en el sector oriental de norte a sur es la avenida Simón Bolívar.
- La avenida que cruza de norte a sur por el centro de la ciudad, es la unión de: la avenida Galo Plaza al norte y al sur por la avenida Pedro Vicente Maldonado, antes pasando por la calle Guayaquil.
- La avenida que cruza la ciudad de norte a sur en el lado occidental es: la avenida Mariscal Sucre.

1.7. Propiedades y consumo del combustible en la ciudad de Quito.

En la ciudad de Quito las propiedades de combustible durante el transcurso del tiempo han ido mejorando en relación a la calidad de los combustibles, esta mejora e incremento de calidad de los combustibles está dado por el implemento de nuevas tecnologías en las refinerías y la importación de gasolinas de alto octanaje.

En esta ciudad en base a ordenanzas de comercialización y calidad del medio ambiente se ha instaurado mayor control en lo referente a la calidad de combustible, dando como resultado combustible de mejor calidad y generando así en el parque automotor la disminución de gases contaminantes, cabe señalar que la ciudad de Quito cuenta con un moderno parque automotor que va en incremento cada año.

1.7.1. Propiedades del combustible.

En el Ecuador se generan nuevos programas para mejorar la calidad del combustible, como: la gasolina Extra elevó su calidad de 81 a 87 octanos y la Súper, de 90 a 92 octanos. Además, se redujo el contenido de azufre, de 2000 a 650 partes por millón (ppm), tanto en la gasolina Extra como en la Súper. En el país alrededor del 75% son usuarios de la actual gasolina Extra y el 25 por ciento restante, de gasolina Súper.² También en la ciudad de Quito la mayoría de ciudadanos utilizan gasolina extra (75%)³.

La presente investigación utiliza gasolina Extra (tabla 1.1) para el funcionamiento de los vehículos utilizados, este combustible tiene una compleja mezcla compuesta de naftas de todos los grupos como: butano, nafta ligera, nafta pesada, nafta debutanizada, nafta tratada y nafta reformada, productos

² http://www.eppetroecuador.ec/idc/groups/public/documents/peh_boletines/000833.pdf

³ Yáñez Iván; Análisis de factibilidad técnica y ambiental para la propulsión eléctrica de autos particulares en la ciudad de Quito; Capítulo 1, pág. 29.

obtenidos en procesos de destilación atmosférica, craqueo catalítico y reformación catalítica.⁴

Tabla 1.1 Propiedades de la gasolina Extra.

Requisitos	Unidad	Mínimo*	Máximo	Método
Número de Octano research	RON	80	--	*
Punto Final	°C	--	220	INEN 926
Residuo	% en V	--	2	INEN 926
Relación vapor líquido 60°C	--	--	20	INEN 932
Corrosión lámina de Cobre	--	--	Nº1	INEN 927
Presión de Vapor REID	kPa**	--	62	INEN 928
Contenido de Gomas	mg/100 cm	--	35	INEN 933
Contenido de Azufre	% en peso	--	0.20	INEN 929
Estabilidad de la Oxidación	min	240	--	INEN 934

* Hasta que se emita la NTE INEN, usar las normas ASTM D 2699
 ** 1 kPa = 0.01 kgf/cm² = 0.10 N/cm² = 0.145 ibf/pilg²

Fuente: Petroecuador.

1.7.2. Consumo de combustible.

La cantidad de vehículos presentes en la ciudad es aproximadamente 410 000 a inicios del año 2012, estos vehículos generan alrededor del 70% de la contaminación del aire y el consumo de 230 millones de galones de combustible, de los cuales 150 millones corresponden a gasolina y 80 millones a diesel automotor⁵.

⁴<http://www.petrocomercial.com/wps/portal/!ut/p/c1/04>

⁵http://www.lahora.com.ec/index.php/movil/noticia/1101359213/La_poluci%C3%B3n_asfixia_a_habitantes_de_Quito.html

El Distrito Metropolitano de Quito presenta un promedio de altura de 2800 msnm, por este motivo la cantidad de oxígeno es menor y por ende los procesos de combustión interna son diferentes en estas circunstancias. Lo mencionado anteriormente genera diferente consumo de combustible en los vehículos que transitan por Quito, en relación a otros vehículos que circulan en las ciudades que se encuentran a nivel del mar.

En base al análisis de datos tomados en diferentes puntos de altura mediante un medidor de altura y presión barométrica, se determina que cuando la altura aumenta la presión del aire disminuye junto a la densidad, este fenómeno físico afecta directamente la relación aire combustible que ingresa en el motor de los vehículos cuando se encuentran a mayor altura, en teoría generando un mayor consumo de combustible porque el aire que ingresa a la cámara de combustión presenta densidad menor.

En el mercado existen un sin número de equipos que sirven para medir el consumo de combustible, entre los cuales se encuentran algunos que se basan en el principio de cuantificación del flujo de combustible que pasa por las cañerías, estos aparatos son muy costosos y además se debe adaptar el equipo al sistema de combustible del vehículo.

Otra de las formas para medir el consumo de combustible es por medio de un indicador de la cantidad de combustible presente en el tanque, si el conductor quiere obtener una cantidad estimada de combustible consumido por el vehículo es necesario que recopile datos brindados por el indicador y analice los mismos, con el objeto de que pueda tener un valor aproximado de consumo.

Por lo mencionado anteriormente en la investigación se busca obtener datos reales y no aproximados del consumo de combustible, esto se lo logra por medio de un receptor electrónico de datos (toma los datos del sistema indicador de combustible y los transforma en consumo durante el recorrido) que cumple con los requerimientos de la investigación, para la conexión de este

receptor no se necesita hacer ningún tipo de adaptación en el vehículo y a la vez tiene bajo costo en relación a otros equipos de medición.

1.8. Distancia y tiempo promedio recorrido por los conductores en la ciudad.

Las personas que conducen los vehículos en la ciudad de Quito los utilizan para transportarse de la casa al trabajo y del trabajo a la casa en días laborables, por consiguiente se debe analizar el promedio recorrido en la transportación diaria.

1.8.1. Distancia promedio recorrido por los conductores en la ciudad.

En vista de la disposición geográfica presente en la ciudad (Largo 50 Km y ancho 4 Km aproximadamente) los conductores se movilizan hacia su trabajo en su gran mayoría en el trayecto norte – sur, como también entre los sectores sur, centro y norte cotidianamente.

Para determinar la distancia promedio recorrida se debe tener presente las siguientes consideraciones: el largo aproximado de la ciudad entre extremos norte - sur, la ubicación de los parques industriales situados en los extremos de la ciudad, el sector económico ubicado en el norte, varias instituciones de gobierno y municipio en el centro, la zona turística de la ciudad al norte, los valles colindantes de Tumbaco y Los Chillos.

Mediante el análisis previo mostrado anteriormente y al análisis estadístico realizado en relación a la distancia promedio recorrida de los ciudadanos en sus vehículos cada día en el Distrito Metropolitano de Quito, se concluye que los conductores se transportan 20 Km diarios⁶.

⁶ Yáñez Iván; Análisis de factibilidad técnica y ambiental para la propulsión eléctrica de autos particulares en la ciudad de Quito; Capítulo 1, pág. 17.

Para el análisis de la investigación se usarán los 20 kilómetros recorridos con el objeto de obtener datos reales en las rutas de la investigación.

1.8.2. Tiempo promedio recorrido por los conductores en la ciudad.

Se debe tener presente los límites de velocidad establecidos en el reglamento de tránsito dispuesto por la ley de tránsito, estos límites aplicados a vehículos livianos son: en la ciudad la velocidad máxima 50 Km/h y en vías perimetrales la velocidad máxima es de 90 Km/h.

Basándose en los límites de velocidad y en el promedio recorrido de 20 Km, se determina en la siguiente tabla el tiempo promedio ideal de recorrido aplicando la velocidad máxima permitida.

Tabla 1.2 Tiempo promedio ideal de recorrido promedio empleado en la ciudad.

Recorrido.	Distancia Promedio	Velocidad Permitida	Tiempo promedio (ideal).
Ciudad.	20 Km	0.83 Km/min (50 Km/h)	24.09 min
Perimetrales	20 Km	1.50 Km/min (90 Km/h)	13.33 min

Cabe resaltar que la consideración del tiempo promedio de recorrido es ideal, ya que se presenta una velocidad constante y sin detenciones (semáforos, tráfico, curvas, etc.), por tal motivo el tiempo real se obtendrá con los datos obtenidos en la investigación.

Una estimación del tiempo de recorrido a lo largo de la ciudad (norte a sur) es obtenida mediante las conversaciones y comentarios de ciudadanos que se transportan a menudo por los sistemas viales, y gracias a esto se obtiene un tiempo estimado de recorrido para 20 kilómetros de: 30 minutos sin tráfico y una hora con tráfico.

Al transportarse por la ciudad, las vías presentan distintos escenarios que se deben tomar en cuenta para el análisis de la investigación, en lo referente al tiempo real obtenido, a continuación se despliega factores que cambian los escenarios viales de la ciudad:

- Las Infraestructuras viales y equipamientos del transporte en el Distrito Metropolitano de Quito permiten aplacar en cierta forma el tráfico: ejes viales, intercambiadores, pasos a desnivel, puentes, y túneles que constituyen elementos importantes para la circulación urbana, ya que permiten disminuir localmente la congestión vehicular en intersecciones, distribuir los flujos hacia los barrios, acceder a ciertas zonas y facilitar el acceso a diferentes sectores urbanos.
- Todas las infraestructuras viales facilitan la movilidad en un porcentaje relativamente bajo, por tal motivo las vías perimetrales de la ciudad generan una alternativa para la movilización de vehículos evitando la congestión, sin embargo el crecimiento del parque automotor ha obligado a seguir haciendo cambios en avenidas, eliminando redondeles y generando obras nuevas que hasta la fecha actual no se han concluido, como por ejemplo varios pasos deprimidos o intercambiadores en la avenida Occidental.

2. PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Para una adecuada investigación se necesita aplicar una metodología acorde a las circunstancias presentes en la realidad ecuatoriana, esto permite optimizar la investigación y crear un método particular que genere beneficios.

2.1. Método de investigación.

El estudio es pionero en su género, debido a las circunstancias geográficas y a la altura promedio singular del Distrito Metropolitano de Quito, en tal razón se utiliza un método de investigación experimental. El método de investigación usado ayudará en el transcurso del tiempo a la realización de nuevas investigaciones relacionadas a este tema.

2.1.1. Ciclo básico de investigación experimental.

Para usar el ciclo primero es necesario tener presente el problema, la necesidad o el desconocimiento que se desea abordar para fundamentar la observación realizada y optimizar las variables analizadas.⁷

En base a lo dicho en el párrafo anterior se analiza el problema, necesidad y el desconocimiento presentado en la realización de la presente investigación, este análisis complementado con lo planteado por Carles Rivas en su texto de Diseño Concurrente (ciclo básico de investigación experimental), permite la creación del ciclo básico de investigación para esta tesis.

A continuación se presenta en la figura 2.1 el flujograma establecido por Carles Riba perteneciente al ciclo básico de investigación experimental.

⁷ Riba Charles; Diseño Concurrente; Capítulo 2; pág. 7

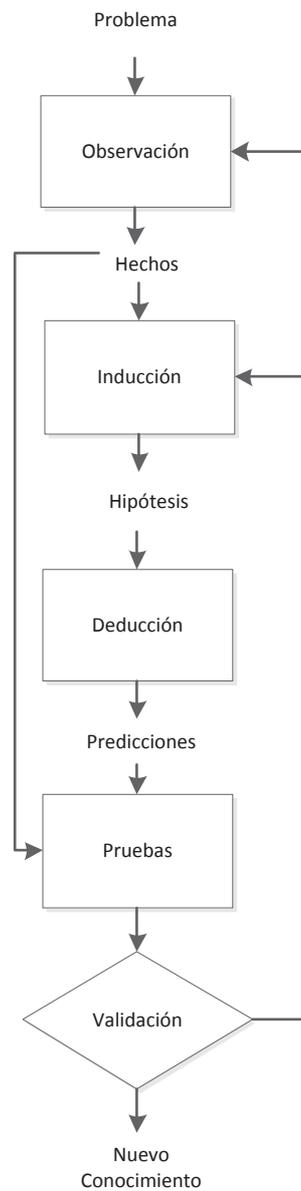


Figura 2.1 Flujograma del Ciclo Básico de investigación experimental (Carles Riva).

Mediante el estudio y análisis del flujograma anterior se puede llegar a establecer el flujograma del ciclo básico de investigación experimental para esta investigación (figura 2.2).

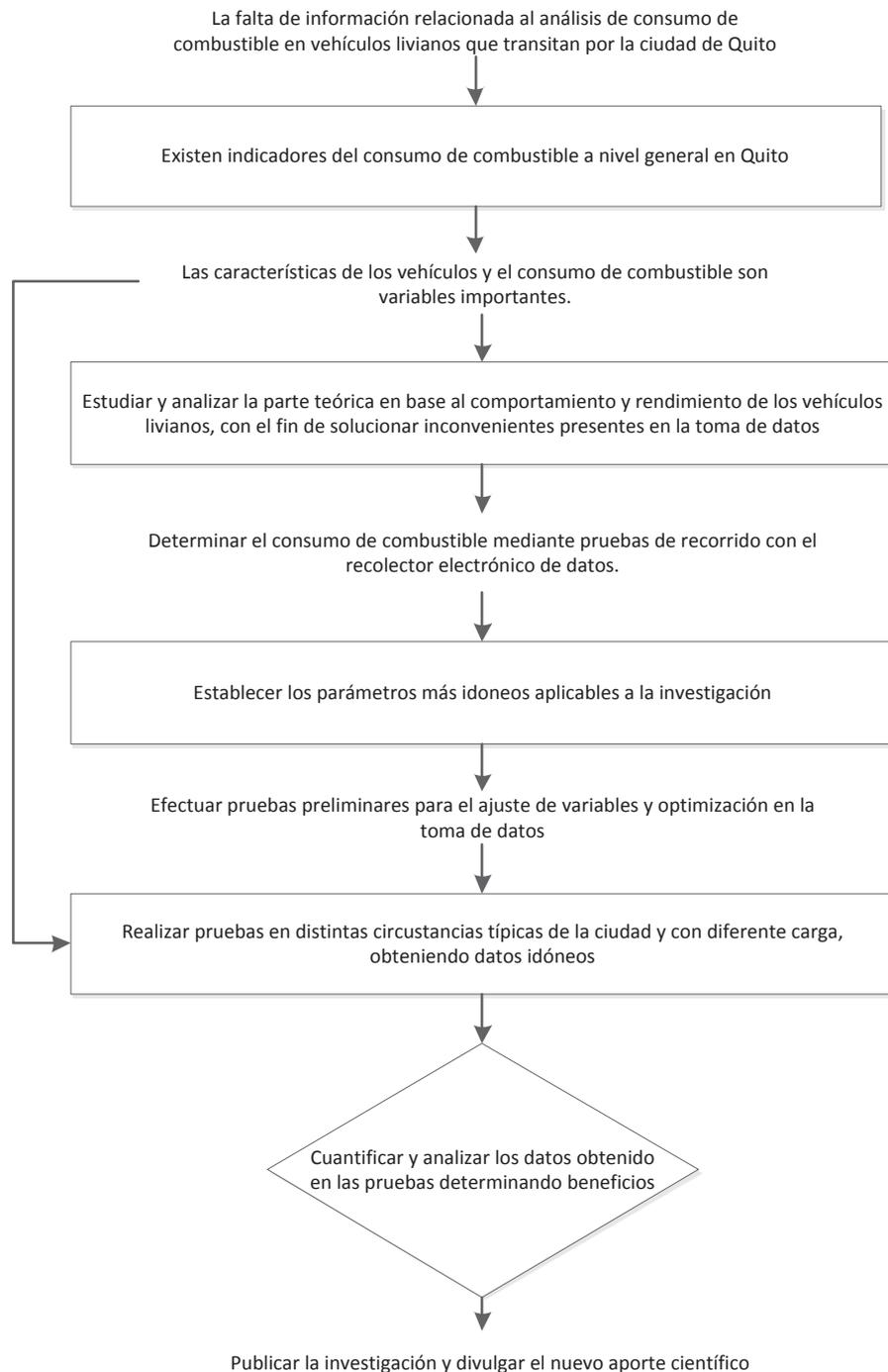


Figura 2.2 Flujoograma del ciclo básico de investigación experimental propuesto.

2.1.2. Vehículos aptos para la investigación.

Para la realización de la presente investigación se necesita vehículos livianos con tecnología actual de diagnóstico a bordo segunda generación (On Board Diagnosis, OBD II), debido a que el receptor electrónico de datos funciona con esta tecnología.

Además los vehículos aptos para la investigación deben ser comunes y utilizados por los ciudadanos de Quito.

Se determina que en el Distrito Metropolitano de Quito el segmento de vehículos más utilizado y de posesión (65%) por los habitantes son los automóviles⁸, debido a los beneficios de: transportabilidad, confiabilidad, seguridad y confortabilidad brindados por este tipo de vehículos, asegurando la viabilidad de aplicar este tipo de vehículos en esta investigación.

Entre los vehículos aptos para la investigación se cuenta con dos vehículos pertenecientes a la marca Hyundai y entre estos la diferencia principal es el cilindraje del motor.

A continuación se detallan las características de los vehículos seleccionados.

2.1.2.1. Hyundai i10.

Uno de los vehículos livianos utilizados es el Hyundai i10 año 2012, este vehículo presenta una tecnología OBD II compatible con los instrumentos electrónicos de medición utilizados en la investigación, sus dimensiones y peso generan la gran aceptabilidad en el mercado nacional, y especialmente aceptabilidad en la ciudad de Quito, debido a su versatilidad tanto en la transportación como en la fácil capacidad de aparcamiento.

La tendencia actual en lo referente a vehículos en el mundo es la de comprar un vehículo con características tanto en eficiencia de consumo de combustible

⁸ Yáñez Iván; Análisis de factibilidad técnica y ambiental para la propulsión eléctrica de Autos Particulares en la ciudad de Quito; Capítulo 1, pág. 28

así como en optimización de peso y dimensiones, los automóviles en serie cada vez son más pequeños, motores con menor cilindraje y con nuevas tecnologías (nuevos materiales la cuales disminuyen el peso de los mismos, dimensiones, etc.) generando la disminución del consumo de combustible en los vehículos y por consiguiente menor cantidad de emisiones contaminantes.

El vehículo Hyundai i10 (figura 2.3) utilizado en la investigación es un vehículo que posee uno del precios más bajos en el mercado, además los costos de mantenimientos y consumo de combustible también son bajos.



Figura 2.3 Vehículo Hyundai i10.

A continuación en la tabla 2.1 se muestra las características del vehículo, útiles en esta investigación.

Tabla 2.1 Características Técnicas, i10

Características Hyundai i10	
Combustible	Gasolina
Cilindrada (cc)	1086
Potencia máxima (Cv / r.p.m.)	66/5500
Par motor máximo (Nm/r.p.m.)	10/2800
Largo (milímetros)	3565
Alto (milímetros)	1540
Ancho (milímetros)	1595
Maletero (litros)	225
Peso bruto (kilogramos)	925
Deposito combustible (litros)	35
Número de cilindros	4 en línea
Número de válvulas	3 por cilindro
Posición del motor	Delantera
Alimentación	Inyección electrónica multipunto
Relación de compresión	10.1 : 1
Consumo urbano (litros/100 km)	6.1
Consumo carretera (litros/100 km)	4.4
Consumo medio (litros/100 km)	5.0

Fuente: Catalogo Hyundai i10

2.1.2.2. Hyundai New Accent 1.6

El vehículo Hyundai New Accent del año 2012 presenta tecnología OBD II, compatible con los instrumentos electrónicos de medición utilizados en la investigación, su estética, comodidad y alto rendimiento del motor, generan la aceptabilidad en el mercado nacional y a su vez en la ciudad de Quito.

Este vehículo presenta buenas características tanto en eficiencia de consumo de combustible así como en seguridad para los ocupantes, la tecnología aplicada en la actualidad en este vehículo busca la disminución de peso en los elementos estructurales del vehículo y así generar menor consumo de combustible.

En el mercado ecuatoriano el vehículo Hyundai New Accent (figura 2.4) utilizado en la investigación posee una carrocería amplia y es utilizado por personas de clase económica media.



Figura 2.4 Vehículo New Accent.

El vehículo Hyundai New Accent presenta entre sus distintos modelos la versión que posee un motor de 1600 c.c. y transmisión manual, a continuación en la tabla 2.2 las características de este vehículo utilizado en la investigación.

Tabla 2.2 Características Técnicas, New Accent

Características Hyundai New Accent	
Combustible	Gasolina
Cilindrada (cc)	1591
Potencia máxima (Cv / r.p.m.)	122/6300
Par motor máximo (Nm/r.p.m.)	159/4200
Largo (milímetros)	4370
Alto (milímetros)	1457
Ancho (milímetros)	1700
Maletero (litros)	465
Peso bruto (kilogramos)	1560
Deposito combustible (litros)	43
Número de cilindros	4 en línea
Número de válvulas	4 por cilindro
Posición del motor	Delantera
Alimentación	Inyección electrónica multipunto
Relación de compresión	10.5 : 1
Consumo urbano (litros/100 km)	8.30
Consumo carretera (litros/100 km)	6.65
Consumo medio (litros/100 km)	7.25

Fuente: Catalogo Hyundai New Accent

2.2. Instrumentos para la medición.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos en esta investigación son compatibles con los vehículos utilizados, estos instrumentos están aptos para la recolección de datos en cuanto al consumo de combustible, potencia, número de frenados bruscos. A continuación se presentan los instrumentos a utilizar en la investigación.

2.2.1. Tablero de control.

En los vehículos utilizados para la investigación encontramos como aditamento incluido en el tablero del habitáculo (figura 2.5) un conjunto de controladores o medidores, entre este conjunto tenemos el odómetro y el velocímetro.



Figura 2.5 Tableros de control de los vehículos: Hyundai i10 (izq.); Hyundai New Accent (der.).

2.2.2. Termohigrómetro.

Este equipo permite medir la temperatura ambiente y humedad relativa ambiente presente en los distintos puntos de la investigación, logrando así obtener los datos de las variables ambientales. Se ha seleccionado el equipo mostrado en la figura 2.6, esta selección se la realiza en base a la disponibilidad en el mercado y a su vez la versatilidad del mismo.



Figura 2.6 Termohigrómetro.

El Termohigrómetro seleccionado para la investigación presenta las siguientes características y especificaciones: ⁹

- Marca: Radioshack.
- Modelo: 6300334.
- Sensor exterior e interior de temperatura: Grabación de valor mín. y máx. de temperatura y humedad.
- Escala de humedad relativa: 20 a 95%; resolución: 1%
- Escala de temperatura interior : -0 a 50°C.; resolución 0.1°
- Escala de temperatura exterior: -50 a 70°C; resolución 0.1°
- Tiempo de respuesta: 120 segundos.

⁹ Catálogo de usuario Radio Shack

2.2.3. Altímetro.

Es un equipo que proporciona la altura sobre el nivel del mar (figura 2.7), se lo utiliza para obtener la altitud a lo largo de las rutas seleccionadas para la investigación en la ciudad de Quito.



Figura 2.7 Altímetro.

A continuación se presentan las características y especificaciones del altímetro utilizado:

Este dispositivo posee doble sensor de alto rendimiento que mide la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), altitud (msnm) y presión atmosférica (hPa)¹⁰.

- Marca: Casio.
- Modelo: SGW-400 H
- Altímetro
Escala de medición: -700 a 10.000 m, sin altitud de referencia

¹⁰ Catálogo de usuario Casio SGW.

Unidad de medida: 5 m

Otras funciones: configuración de altitud de referencia

- Barómetro
Escala de medición: 260 a 1.100 hPa.
Unidad de medición: 1 hPa.
Puntero de diferencia de presión atmosférica
- Termómetro
Rango de medición: -10 a 60 °C, Unidad de medición: 0,1 °C.

2.2.4. Receptor electrónico de datos¹¹.

El receptor electrónico de datos (figura 2.8) utilizado es el TG3 Turbo Gauge, a continuación se presentan las características técnicas y comerciales del mismo. Diseño compacto 4-en-1 (Ordenador del vehículo - Ordenador de viaje - Medidores Digitales - lector de códigos – acumulador de datos).

El Receptor electrónico de datos proporciona información instantánea y al mismo tiempo el seguimiento de cuatro conjuntos de datos de viaje. La caja negra graba hasta 300 horas de datos de conducción que se pueden ver posteriormente.

¹¹ <http://www.diydiagnostics.com/tg3.html>



Figura 2.8 Receptor electrónico de datos (Turbo Gauge)

El Receptor electrónico de datos: muestra información detallada a continuación:

- Combustible consumido por recorrido, litros (l).
- Tiempo de conducción, minutos (min).
- Combustible Utilizado, litros (l).
- Consumo de combustible diario, litros (l).
- El combustible restante en el tanque, litros (l).
- Potencia, kilovatios (kW).

La caja negra: Esta unidad acumula hasta 300 horas de tiempo de conducción y su función es la de almacenar datos del viaje, como los siguientes:

- Hora (h) y fecha de viaje (dd/mm/aa).
- Distancia recorrida por viaje, kilómetros (Km).
- Velocidad máxima por viaje, kilómetros por hora (Km/h).

- Tiempo menor, minutos (min)
- Número de veces de la aceleración extrema.
- Número de veces de extrema aceleración.
- Número de aceleraciones y frenadas fuertes.
- Velocidad media, kilómetros por hora (Km/h)
- Consumo medio de combustible, litros (l).

2.3. Rutas.

En base a lo investigado en el primer capítulo y observando la disposición geográfica de la ciudad, se confirma que para la trasportación de personas por la ciudad de Quito se utiliza más las avenidas que cruzan de Norte a Sur, en tal razón se selecciona tres avenidas (que cruzan relativamente toda la ciudad Norte-Sur) aptas para la determinación de rutas, estas son:

Avenida Galo Plaza Lasso, avenida 10 de Agosto, calle Guayaquil, avenida Pedro Vicente Maldonado, la avenida Simón Bolívar y la avenida Mariscal Sucre. Estas avenidas en su trayectoria presentan características geográficas promedio en todo el Distrito Metropolitano y a su vez encontramos las situaciones típicas al transitar por Quito, tanto en lo referente a: tráfico, semáforos, límites de velocidad (ciudad- periferia).

Para una mejor comprensión a lo largo de la investigación y con el objeto de que no exista confusión se adopta los siguientes nombres para la vías seleccionadas: Avenida Simón Bolívar como Eje Oriental, Avenidas: Galo Plaza- 10 de Agosto- Guayaquil- Maldonado como Eje Central y a la avenida: Mariscal Sucre como Eje Occidental.

A continuación los datos de altura en diferentes puntos de las vías seleccionadas, estos datos son presentados en las siguientes tablas y figuras.

Tabla 2.3 Altura presente en el Eje Oriental.

SANTA ROSA- CALDERÓN		
KILÓMETROS	ALTURA	SECTOR
Km	msnm	
0	3000	Santa Rosa
1.5	3000	Santa Rosa
2.5	3025	Caupicho
3.1	3020	Parque Metropolitano sur
5	3165	Parque Metropolitano sur
8.5	3175	Virgen de Guadalupe
10	3200	Guajaló
11.5	3225	Aida León
12.5	3165	Oriente Quiteño
13.9	3215	La Argelia (Gasolinera Petroecuador)
16.1	3140	Forestal
17.9	3070	Loma de Puengasí
18.9	3010	Monjas Alto
20.9	2960	Intercambiador los chillos
23.9	2915	Universidad Internacional
27.4	2765	Semáforo (sector La Primavera)
29.7	2645	Puente Guápulo
31.9	2730	Parque Metropolitano Norte
33.9	2850	Desvío El Inca
35.2	2800	Liceo Campo Verde
36.4	2745	Nayón
37.5	2790	Entrada El Inca
38.9	2710	Redondel Llano Chico
40	2745	Bella Aurora
41.6	2700	El Carmen (Puente)
43.1	2774	Sierra Hermosa (Fin)

En base a la tabla anterior se presenta el gráfico de alturas en la ruta.

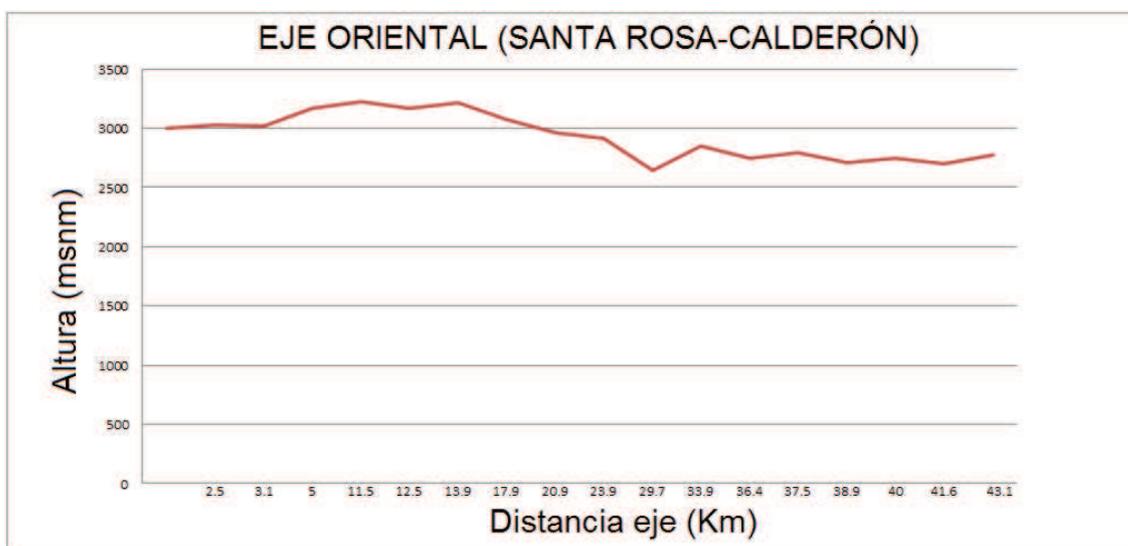


Figura 2.9 Variación de altura en el Eje Oriental.

El Eje Central de la ciudad de Quito está formado por la unión de distintas avenidas, Al sur la avenida Pedro Vicente Maldonado que comienza al culminar la Panamericana Sur y esta avenida finaliza en el sector del centro, esta avenida da paso a la calle Guayaquil que cruza por todo el centro de la ciudad para luego en el sector del Banco Central del Ecuador, se une a la avenida 10 de Agosto, la avenida 10 de Agosto cruza la gran mayoría del norte de la ciudad para que en el sector de El Labrador su nombre sea cambiado por el nombre por Avenida Galo Plaza Lasso hasta el sector del terminal terrestre Norte donde finaliza el Eje Central al unirse con la Panamericana Norte.

En la tabla 2.4 se encuentran las distintas alturas presentes a lo largo del Eje Central de Quito.

Tabla 2.4 Alturas presentes a lo largo del Eje Central.

AVS: MALDONADO- GUAYAQUIL- 10 DE AGOSTO- GALO PLAZA LASSO			
KILOMETRO	ALTURA	SECTOR	AVENIDA
Km	msnm		
0	3135	Panamericana Sur	P.V.Maldonado
0.5	3015	La Victoria	P.V.Maldonado
1	3135	La Victoria	P.V.Maldonado
2	3150	Guamaní	P.V.Maldonado
3	3140	Guamaní	P.V.Maldonado
4	3120	Guamaní	P.V.Maldonado
5	3065	La Arcadia	P.V.Maldonado
6	3030	Solidaridad	P.V.Maldonado
7	3010	La Balvina	P.V.Maldonado
8	2990	Guajaló	P.V.Maldonado
9	2970	Guajaló	P.V.Maldonado
10	2955	Mayorista (Pronaca)	P.V.Maldonado
11	2950	La Clemencia	P.V.Maldonado
11.3	2960	Militares	P.V.Maldonado
12	2940	El Recreo	P.V.Maldonado
13	2925	Villaflores	P.V.Maldonado
14	2920	Chimbacalle	P.V.Maldonado
15.5	2465	Puente Recoleta	P.V.Maldonado
16.5	2915	La Loma	P.V.Maldonado
17	2915	Centro de Quito	Guayaquil
18	2910	Banco Central	Guayaquil
19	2905	El Ejido	10 de Agosto
20	2900	La Gasca	10 de Agosto
21	2905	Las Casas	10 de Agosto
22	2900	La Carolina	10 de Agosto
24	2890	Iñaquito	10 de Agosto
24.5	2895	Jipijapa	10 de Agosto
25	2900	Labrador	G.P.Lasso
25.3	2905	Kennedy	G.P.Lasso
26.5	2935	Colla Loma	G.P.Lasso
28	2975	La Granja	G.P.Lasso
30	2965	Ansayas (Gasolinera PDV)	G.P.Lasso

En base de la tabla mostrada anteriormente se puede realizar una gráfica (figura 2.10) en la cual se puede observar de mejor manera los cambios de altitud presentes en esta vía.

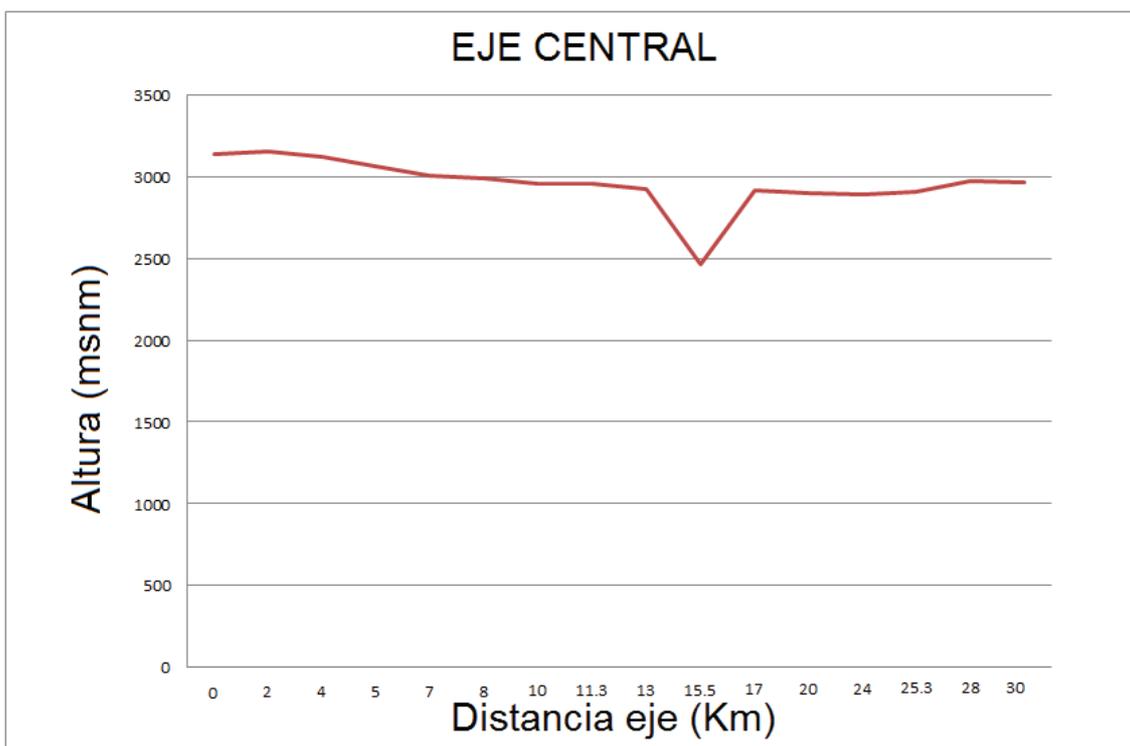


Figura 2.10 Altitud vs kilómetros presentes en el Eje Central.

En el sector occidental de la ciudad de Quito se encuentra el tercer eje de análisis (Eje Occidental) o avenida Mariscal Sucre.

A continuación en la tabla 2.5 se encuentran las respectivas alturas a lo largo del Eje Occidental.

Tabla 2.5 Alturas presentes a lo largo del Eje Occidental.

AV.: MARISCAL SUCRE		
KILÓMETROS	ALTURA	SECTOR
Km	msnm	
0	3140	La Victoria
1	3100	Guamaní
2	3065	Nina Llacta
3	3040	Ciudadela Ibarra
4.5	3000	Las Cuadras
6	2980	Chillogallo
6.5	2965	La Isla
8	2945	Santa Bárbara
8.5	2945	Mena
9.5	2920	La Santiago
10.5	2925	El Pintado
11.1	2905	La Magdalena
12.4	2910	Dos Puentes
14.5	2945	San Roque
15.5	2955	San Juan
18.5	3050	Hospital Metropolitano
21	2960	El Bosque
23	2950	Entrada El Pinar Alto
24.6	2940	San Carlos
26.2	2970	Calle Legarda
28	2835	EL Condado (Gasolinera PRIMAX)

Para una mejor visualización de la tabla anterior se presenta la figura 2.11, en la cual se muestra las distintas variaciones de altura a lo largo de este Eje.

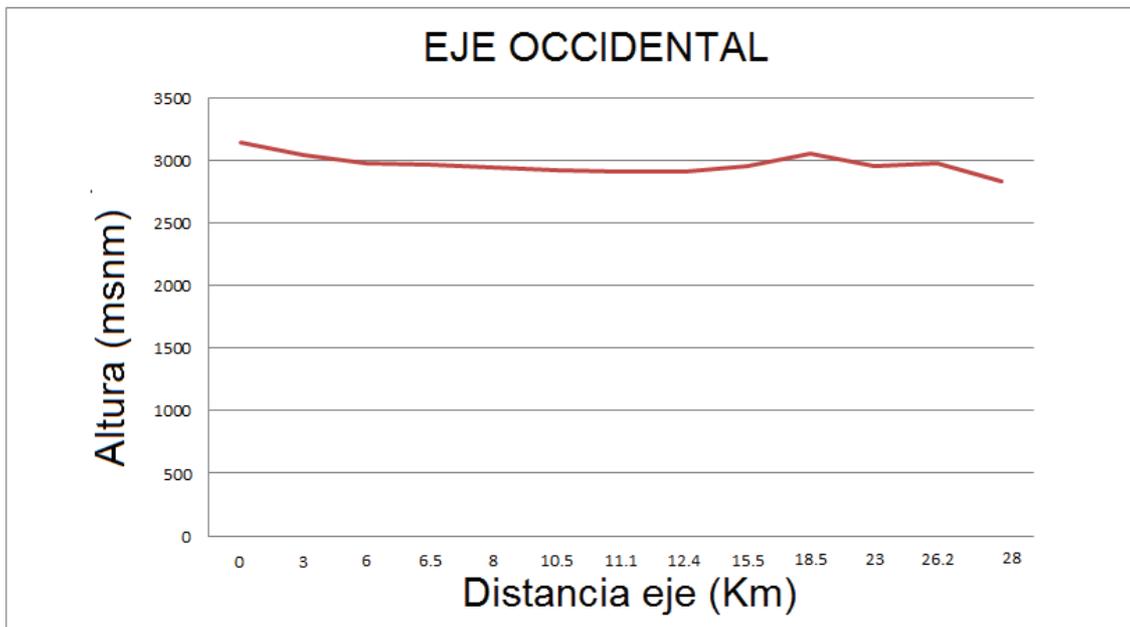


Figura 2.11 Altura vs kilómetros a los largo del Eje Occidental.

La longitud de las avenidas seleccionadas presenta distancias idóneas, puesto que la distancia de estos ejes es superior a la distancia promedio de recorrido (20 kilómetros) a utilizar en la investigación.

Una vez determinada la altura junto a la distancia total presente en los ejes se procede al análisis para la selección de los tramos adecuados para las rutas

Las rutas seleccionadas consideran la geografía promedio, la afluencia de automóviles, el sistema de semaforización, los cruces, los sistemas de transporte urbano e intercambiadores.

El punto de partida de las tres rutas para la investigación es una gasolinera presente en cada avenida y la culminación es 20 kilómetros después de la gasolinera de partida. A continuación se presenta los tres tramos seleccionados para la recolección de datos (tabla 2.6) y a su vez en el anexo C se puede apreciar las fotografías de los puntos de inicio y culminación para una mejor identificación.

Tabla 2.6 Rutas seleccionadas para la investigación.

Ruta	Ejes	Punto de inicio	Punto de culminación
1	Oriental	Sector La Argelia (Gasolinera Petroecuador), kilómetro 13.9	Sector desvío El Inca, Kilómetro 33.9
2	Central	Sector Ansayas (Gasolinera PDV), Kilómetro 30	Sector Mayorista (Pronaca), Kilómetro 10
3	Occidental	Sector Santa Bárbara, Kilómetro 8.	Sector El Condado (Gasolinera PRIMAX)

Para una mejor visualización de la variación de altura en las rutas de investigación, se presenta las siguientes figuras:

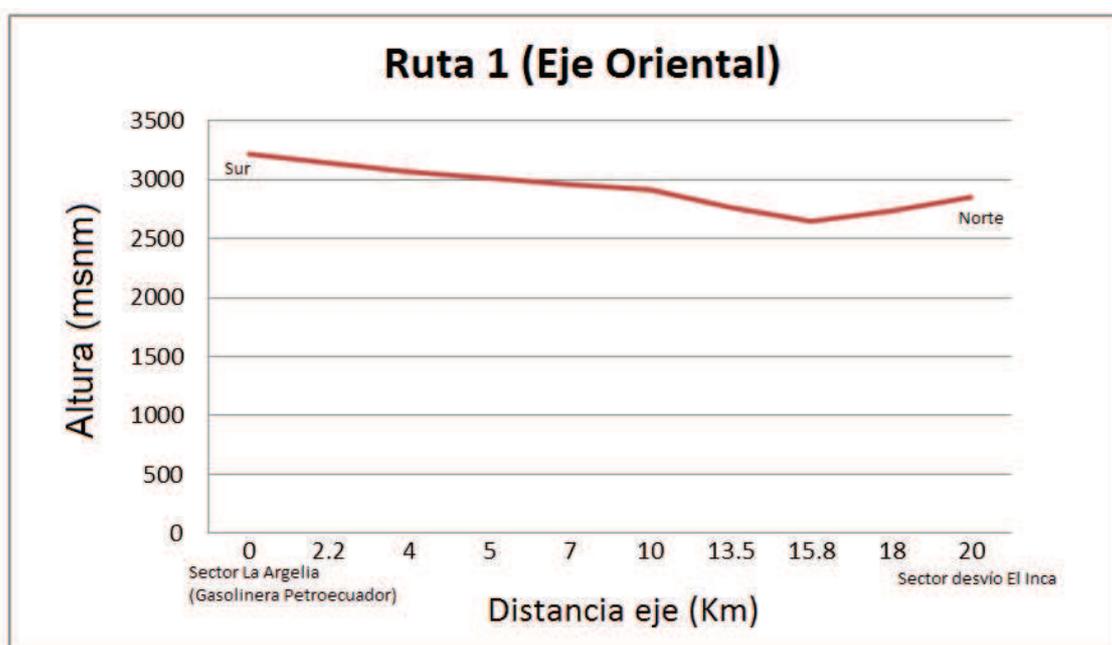


Figura 2.12 Altura vs Kilómetros de la Ruta 1(Eje Oriental)

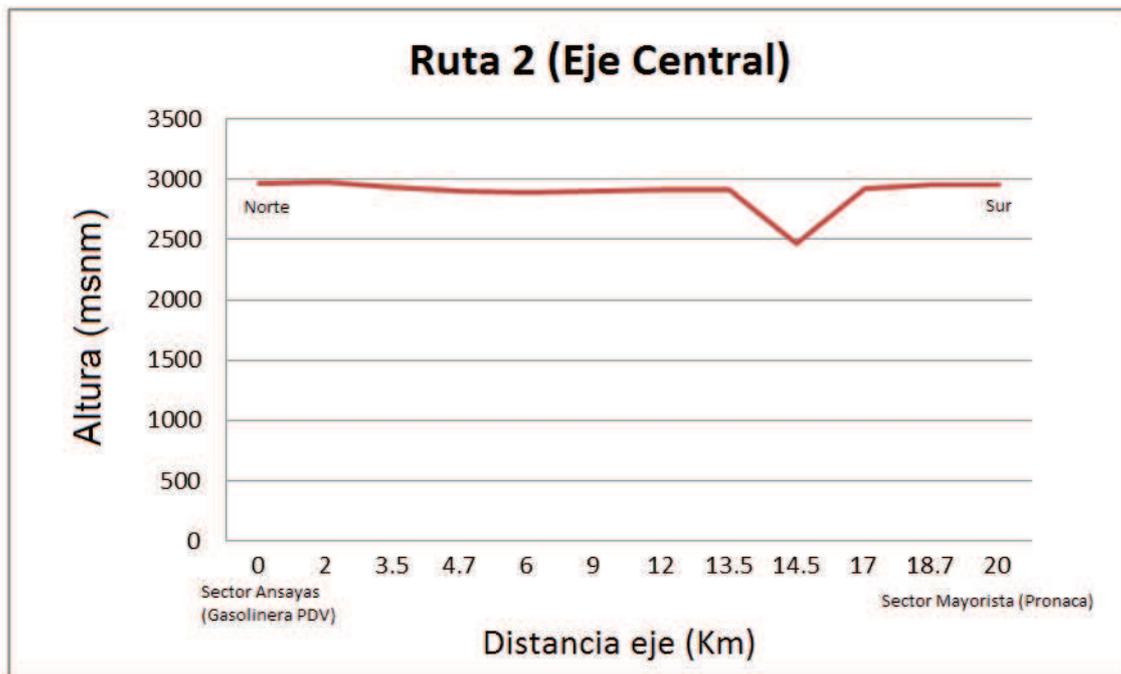


Figura 2.13 Altura vs Kilómetros de la Ruta 2 (Eje Central)

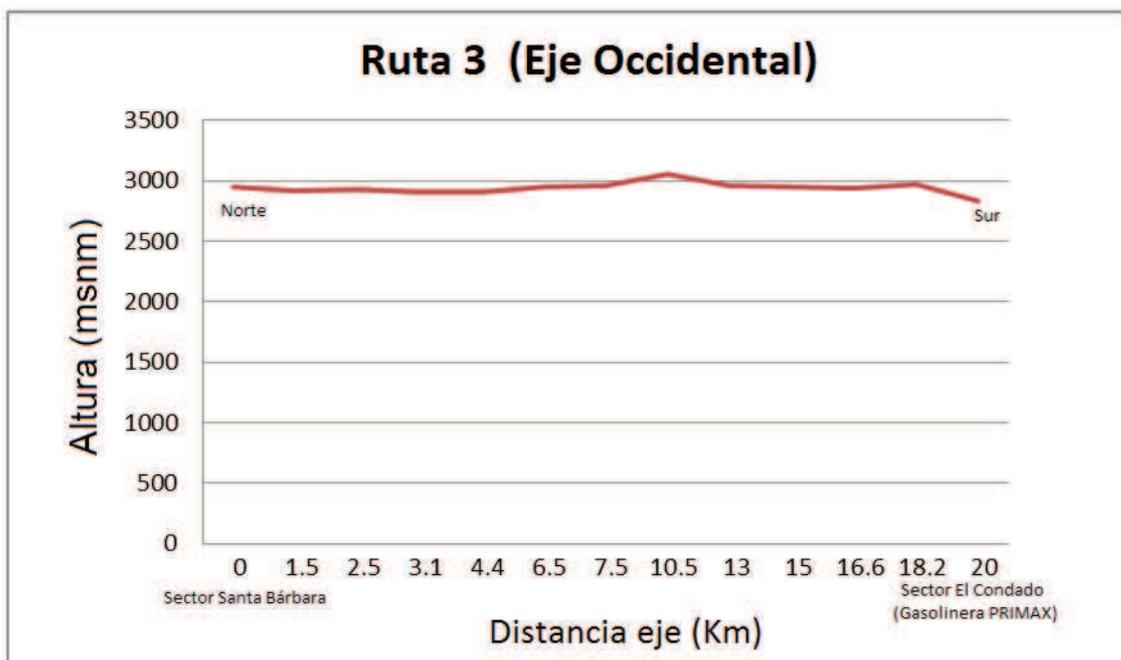
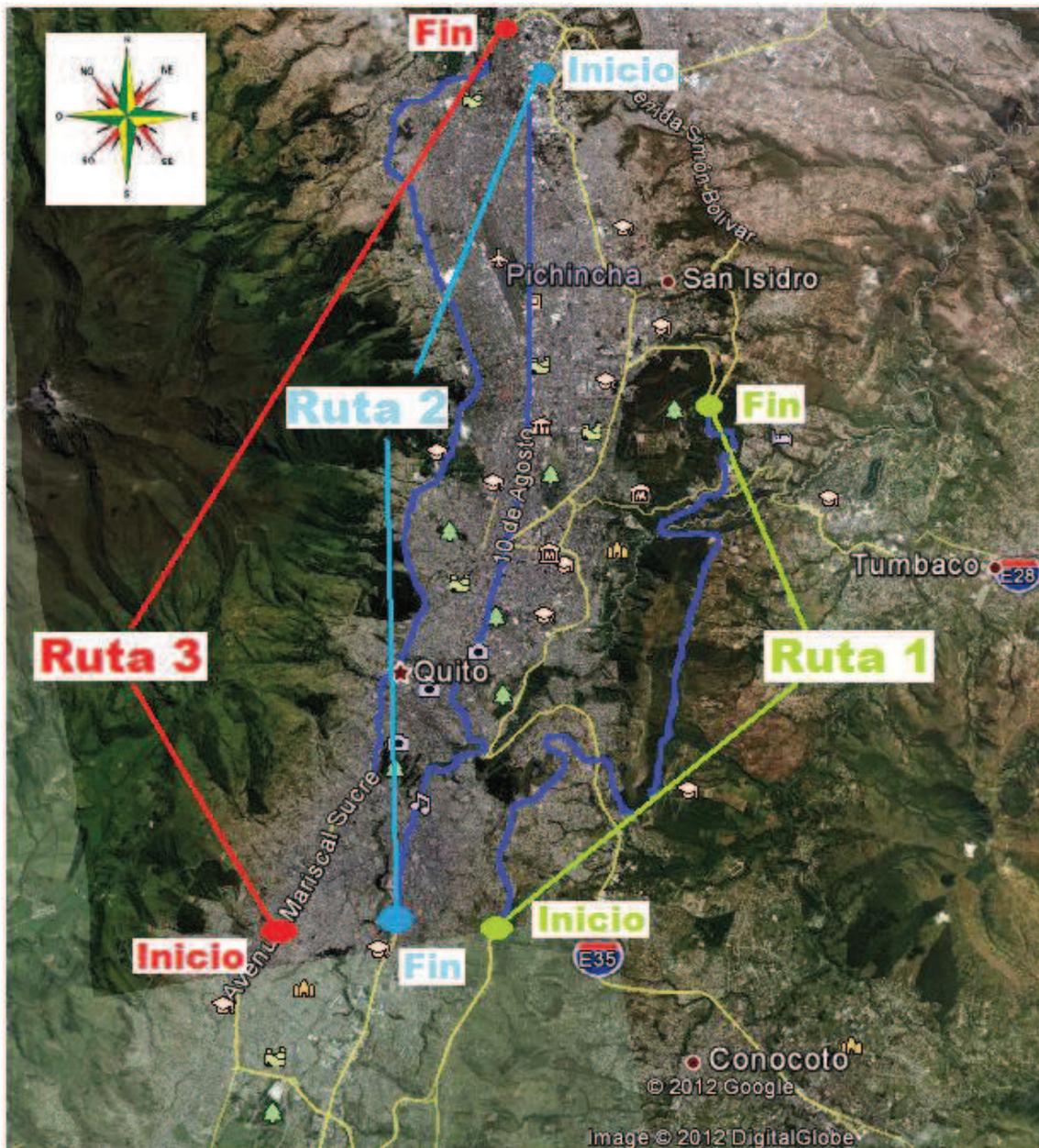


Figura 2.14 Altura vs Kilómetros de la Ruta 3 (Eje Occidental)

En la figura 2.15 se presenta la fotografía satelital de la ciudad de Quito junto a las tres rutas seleccionadas. Además, los puntos de inicio y finalización de cada ruta utilizada en esta investigación.



Fuente: Google earth

Figura 2.15 Rutas seleccionadas para la investigación.

2.4. Pruebas.

Las pruebas a realizar junto a los lineamientos en la presente investigación son de gran importancia, entre estos: la adecuada selección de parámetros de carga, análisis de tráfico y las rutas seleccionadas en la ciudad de Quito.

2.4.1. Pruebas preliminares.

Estas pruebas sirven para el ajuste de información antesala de las pruebas de recolección de datos definitivos, estas pruebas referenciales deben recolectar toda la información pertinente con el objeto de minimizar los errores en el transcurso de la investigación.

Las pruebas preliminares facilitan la realización del protocolo de pruebas correcto y además se recorre las rutas establecidas en el subcapítulo 2.3 con el objeto de obtener la información pertinente de:

- Horas adecuadas para el recorrido en función de la congestión vehicular del distrito metropolitano de Quito
- Punto de partida: en la realización de las pruebas se debe tomar mediciones constantes y variables, estas mediciones son: presión de neumáticos, temperatura ambiente, humedad relativa, llenado del tanque de combustible, altura, hora de partida, peso presente en el vehículo.
- Durante el recorrido se toma medidas de: tiempo cada cinco kilómetros, consumo de combustible cada cinco kilómetros, cantidad de semáforos, aplicabilidad de la velocidad promedio establecida y el tiempo promedio generado por el recorrido.
- Finalización de la prueba: verificar la adecuada recolección de datos, similar a lo recolectado en el punto de partida con el fin de analizar los datos obtenidos.

En base a los recorridos realizados durante las pruebas preliminares se establece lo siguiente: durante todo el día a lo largo de las vías se presentan cantidades considerable de vehículos y durante la noche a partir de las 21 horas la cantidad de vehículos es menor a lo largo de las vías de la investigación.

Además mediante las pruebas se determina que existen condicionantes muy importantes a tomar en cuenta: la adecuada instalación del equipo de recolección de datos con el objeto de obtener datos correctos en el transcurso de las pruebas y, los parámetros a seguir durante el transcurso de la prueba por medio del conductor. Estas condicionantes se las detalla a continuación:

2.4.1.1. Condicionantes para el receptor electrónico de datos

Para un adecuado funcionamiento del receptor electrónico de datos es necesario cumplir los siguientes pasos antes y en el transcurso de la prueba:

- Punto de partida, se coloca el aparato electrónico en el conector OBD II del vehículo antes de colocar la llave en el switch, luego colocada la llave y en contacto se reinicia el equipo y se configura los parámetros aptos para la especificación del vehículo utilizado (siguiendo los pasos mostrados en anexo B)
- Durante el recorrido, el receptor electrónico de datos comienza a grabar datos, automáticamente iniciado el encendido del motor y finaliza la toma de datos del recorrido al apagar el vehículo y retirar la llave del switch, por tal motivo durante la prueba no se debe apagar el vehículo.
- Finalización de la prueba, para concluir la prueba se debe recopilar los datos del consumo de combustible brindados por el receptor electrónico y a su vez los demás datos requeridos (anexo B).

2.4.1.2. Parámetros de conducción.

Para que los datos sean correctos se debe realizar las pruebas con las siguientes condiciones de manejo:

Vías perimetrales.

- La velocidad aplicada en la vía perimetral deben estar dentro de los límites permitidos.
- Mantener una velocidad promedio y no sobrepasar las 3500 revoluciones por minuto del motor (cambio de marchas y recorrido).
- Durante el recorrido no se debe disminuir las revoluciones del motor por debajo de las 2000 revoluciones por minuto (rpm).
- Todas las pruebas se deben realizar en base a las condiciones definidas en el protocolo de pruebas.

Vías Urbanas.

En las vías que cruzan la zona urbana se tiene un tratamiento diferente, debido a la gran cantidad de paros por distintos factores como: los semáforos, automóviles, peatones, etc. y, es así que se debe cumplir con lo siguiente:

- Durante la prueba se debe respetar los límites de velocidad establecidos, no se debe sobre pasar este límite.
- En el transcurso del recorrido el motor no debe sobrepasar las 2500 rpm (cambio de marcha y recorrido).
- El conductor no debe dejar reducir las revoluciones del motor más de lo permitido (Ralentí).

Concluyendo la realización de las pruebas preliminares y por medio de los protocolos de pruebas establecidos, se logra generar el formato para la obtención de datos y procedimientos a seguir en las pruebas definitivas. Con la finalidad de obtener la mayor cantidad de datos y de forma correcta, a continuación se presenta los dos formatos establecidos:

Tabla 2.7 Lista de chequeo n° __

1. Lista de Chequeo para el punto de partida

Temperatura de funcionamiento del motor (mayor a 80°C)	
Encerar el kilometraje del odómetro del vehículo	
Llenado del tanque al máximo de su capacidad	
Conectar el recolector de datos electrónico al vehículo	
Configuración inicial del equipo electrónico de recolección de datos (Default, Time, CBB, Trip)	
Ajuste de parámetros en el equipo electrónico acorde al vehículo utilizado (Setup, Fill-up)	
Datos de temperatura ambiente, temperatura cabina, temperatura motor, humedad relativa y altura en el punto de partida	
Realizar mediciones de la presión existente en los neumáticos.	
Pesar al conductor	
Verificación de la cantidad y distribución de la carga	
Cerrar las ventanas para el recorrido	
Apagar todos los accesorios que consuman potencia eléctrica, excepto la luces medias	
Hora de inicio de la prueba	

2. Lista de Chequeo para el punto de llegada

Hora de finalización de la prueba	
Verificar la cantidad de combustible	
Recolección de datos por medio del dispositivo electrónico	
Datos de temperatura ambiente, temperatura cabina, humedad relativa, temperatura del motor y altura en el punto de llegada	
Apagar el vehículo y quitar la llave	
Realizar mediciones de la presión en los neumáticos en la llegada	

Tabla 2.8 Lista de datos recolectados n° ____

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha:	Tramo:	Tipo de Prueba Carga: Si ___ No___ Tráfico: Si ___ No___	Tipo de vía. Perimetral ___ Urbana ___
VEHÍCULO			
Marca:		Modelo:	
Año:		Peso del vehículo (Kg):	
Cilindraje (c.c.):		Capacidad máxima combustible (l):	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio		Hora de finalización	
Temperatura inicial cabina (°C)		Temperatura final cabina (°C)	
Temperatura ambiente inicial (°C)		Temperatura ambiente final (°C)	
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)		Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	
Kilometraje inicial (Km)		Kilometraje final (Km)	
Altura, punto de Partida (msnm)		Altura, punto de Llegada (msnm)	
Peso del conductor + carga (Kg)		Humedad final (%)	
Temperatura motor, inc. (°C)		Temperatura motor, fin. (°C)	
Humedad Inicial (%)		Combustible Consumido (l)	
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)		Consumo de combustible (l)
5			
10			
15			

2.4.2. Pruebas definitivas.

Una vez establecidos los parámetros adecuados para la realización de las pruebas definitivas es necesario ajustar los procedimientos a seguir en la toma de datos (anexo B).

2.4.2.1. Pruebas sin carga.

Para la realización de estas pruebas en las distintas rutas determinadas, es necesario establecer un protocolo de pruebas y tener presente las condicionantes mostradas a continuación:

Se realizan dos pruebas por cada ruta, estas pruebas se las lleva a cabo de la siguiente manera: una prueba a las 7h00 (con tráfico) y otra prueba a las 21h30 (sin tráfico); en un día laborable establecido, con el objeto de simular la movilidad cotidiana en la ciudad de Quito con y sin tráfico.

2.4.2.2.1. Protocolo de pruebas sin carga

- Clima preferiblemente seco, ausencia de lluvia.
- Cargar el tanque de combustible del vehículo al máximo (indicador: lleno).
- Tomar datos de temperatura ambiental, humedad relativa y altura en el punto de partida. Llenar las tablas 2.7 y 2.8
- Realizar mediciones de la presión existente en los neumáticos (220 kPa ,i10 y 230 kPa, New Accent).
- Conectar el receptor electrónico de datos al vehículo de análisis y establecer parámetros.
- Pesar al conductor.

- Ingresar al vehículo solo el conductor (una persona) y no se debe presentar carga adicional en el vehículo.
- Tomar la hora de inicio de la prueba.
- Se debe cerrar todas las ventanas del vehículo para realizar el recorrido.
- Comenzar con el recorrido a lo largo de la ruta establecida.
- Tomar los datos de tiempo y cantidad de combustible en el kilómetro 5,10 y 15.
- Finalización del recorrido; recolección de datos: hora de finalización, temperatura, humedad, altura y presión de neumáticos.
- Recolección de datos brindados por el receptor electrónico de datos.
- Fin del protocolo, apagado del motor del vehículo (sacar la llave del switch).

2.4.2.2. Pruebas con carga.

Al igual que las pruebas sin carga en estas pruebas se debe tener presente las condiciones ambientales favorables, el protocolo y los parámetros de la prueba presentados a continuación:

Se realiza dos pruebas por cada ruta, estas pruebas se las lleva a cabo de la siguiente manera: la primera a las 7h00 (donde se presenta mayor cantidad de vehículos movilizándose por esa ruta) y la segunda a las 21h30 (donde se presenta menor cantidad de vehículos), estos procedimientos se lo realiza para la obtención de datos con tráfico y sin tráfico en un día laborable establecido.

A continuación el protocolo de pruebas, aplicando las siguientes condicionantes.

2.4.2.2.1. Protocolo de pruebas con carga

Este protocolo difiere del anterior en cuanto a la cantidad de carga colocada en el vehículo se refiere, esta carga es el treinta por ciento menor que la carga máxima permitida (Peso bruto máximo del vehículo), en base a las características de las tablas 2.1 y 2.2.

- Cargar el tanque de combustible del vehículo al máximo (indicador: lleno).
- Tomar datos de temperatura, humedad y altura en el punto de partida. Llenar las tablas 2.7 y 2.8.
- Realizar mediciones de la presión existente en los neumáticos (220 kPa, i10 y 230 kPa, New Accent).
- Conectar el recolector electrónico de datos al vehículo de análisis y ajustar parámetros (ver anexos).
- Pesar al conductor y carga (peso máximo a ser utilizado: 271Kg Hyundai i10 y 350 Kg para Hyundai New Accent).
- Ingreso del conductor (75 Kg) y la carga con adecuada distribución (196 Kg, Hyundai i10 y 275 Kg, Hyundai New Accent) para la prueba.
- Se debe cerrar todas las ventanas del vehículo para realizar el recorrido.
- Tomar el tiempo de inicio de la prueba.
- Comenzar con el recorrido a lo largo de la ruta.
- Tomar los datos de tiempo y cantidad de combustible en el kilómetro 5,10 y 15.
- Finalización del recorrido; recolección de datos: hora de finalización, temperatura, humedad, altura y presión de neumáticos.
- Recolección de datos brindados por el equipo electrónico.
- Fin del protocolo, apagado del motor del vehículo (sacar la llave del switch).

3. APLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Realizadas las pruebas definitivas se generan datos que son almacenados en la memoria del recolector electrónico y a su vez se generan datos proporcionados por los demás instrumentos de medición utilizados (anexo A); En el presente capítulo se tabulan los datos y promedios específicos obtenidos en cada prueba.

Los datos obtenidos son los siguientes:

- Tiempo de prueba: es el tiempo desde el inicio hasta el fin de la prueba.
- Combustible consumido: es el combustible utilizado en la prueba.
- Diferencia de presión en neumáticos: en cada recorrido se realiza la medición de la presión en los neumáticos al inicio y final, verificando si hay una variación de presión.
- Temperatura promedio: al inicio como al fin de la prueba se realiza la medición de la temperatura ambiente, de estas dos mediciones se obtiene el promedio.
- Velocidad máxima: el recolector electrónico de datos registra la velocidad máxima realizada en cada recorrido.
- Límite de velocidad excedido: establecido el parámetro de velocidad máxima en el recolector electrónico de datos, este proporciona la cantidad de veces que se ha excedido la velocidad permitida en el recorrido cumplido.
- Frenado brusco, frenado extendido, aceleración brusca y aceleración extendida: el receptor electrónico de datos registra la cantidad de veces que se generó estas acciones.
- Promedio litros/ 100 Km: la cantidad de combustible consumido en 100 kilómetros, en base a la cantidad de combustible consumido en el recorrido.

3.1. Obtención de datos referentes al consumo de combustible vehículo sin carga, con tráfico y sin tráfico (Hyundai i10).

Realizadas las pruebas se obtiene los datos proporcionados por la caja negra del receptor electrónico de datos y demás instrumentos de medición utilizados, estos datos son mostrados a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 3.1 Datos promedio obtenidos en el Eje Oriental, i10 (sin carga).

Eje Oriental - Ruta 1 (i10)		
Sin carga	Con tráfico	Sin tráfico
Tiempo de prueba (min)	23	16
Combustible consumido (l)	0.7	0.4
Diferencia de presión en neumáticos (kPa)	5	10
Temperatura ambiente promedio (°C)	12.2	11.1
Velocidad máxima alcanzada (Km/h)	90	88
Límite de velocidad excedido (unidad)	0	0
Frenado brusco (unidad)	2	0
Frenado extendido (unidad)	5	1
Aceleración brusca (unidad)	5	0
Aceleración extendida (unidad)	0	0
Promedio litros /100 Km (l)	3.5	2

En el transcurso del recorrido por el Eje Oriental en el vehículo Hyundai i 10, se realizó la medición de la cantidad de combustible consumido y el tiempo transcurrido, estos datos se los aprecia en la tabla 3.2 y 3.3.

Tabla 3.2 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, sin carga – sin tráfico, i 10.

Eje Oriental (i10)			
Sin carga, sin tráfico			
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
0	0	0	
5	4	0.05	
10	8	0.1	
15	12	0.2	
20	16	0.4	

Tabla 3.3 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, sin carga – con tráfico, i 10.

Eje Oriental (i10)			
Sin carga, con tráfico			
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
0	0	0	
5	4	0.1	
10	9	0.2	
15	17	0.4	
20	23	0.7	

Los datos mostrados en la tabla 3.4, obtenidos en la finalización de las pruebas realizadas en el Eje Central con los instrumentos de medición, cuando el vehículo transita sin carga, se observan a continuación.

Tabla 3.4 Datos promedio obtenidos en el Eje Central, i10 (sin carga).

Eje Central - Ruta 2 (i10)		
Sin carga		
	Con tráfico	Sin tráfico
Tiempo de prueba (min)	72	37
Combustible consumido (l)	1.1	0.8
Diferencia de presión en neumáticos (kPa)	8	4
Temperatura ambiente promedio (°C)	15.3	14.2
Velocidad máxima alcanzada (Km/h)	49	49
Límite de velocidad excedido (unidad)	0	0
Frenado brusco (unidad)	17	14
Frenado extendido (unidad)	3	2
Aceleración brusca (unidad)	25	23
Aceleración extendida (unidad)	1	2
Promedio litros /100 Km (l)	5.5	4

En el transcurso del recorrido se realizó la medición de la cantidad de combustible consumido y el tiempo transcurrido, apreciado en la tabla 3.5; 3.6.

Tabla 3.5 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, sin carga – sin tráfico, i 10.

Eje Central (i10)		
Sin carga, sin tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	7	0.1
10	17	0.3
15	28	0.6
20	37	0.8

Tabla 3.6 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, sin carga – con tráfico, i 10.

Eje Central (i10)			
Sin carga, con tráfico			
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
0	0	0	
5	12	0.2	
10	34	0.5	
15	60	0.9	
20	72	1.1	

En la siguiente tabla se observa los datos finales tomados en el Eje Occidental cuando el vehículo (Hyundai i10) se encuentra sin carga, por medio de los instrumentos de medición.

Tabla 3.7 Datos promedio obtenidos en el Eje Occidental, i10 (sin carga).

Eje Occidental - Ruta 3 (i10)		
Sin carga	Con tráfico	Sin tráfico
	Tiempo de prueba (min)	34
Combustible consumido (l)	1.3	0.7
Diferencia de presión en neumáticos (kPa)	8	4
Temperatura ambiente promedio (°C)	14.2	11.9
Velocidad máxima alcanzada (Km/h)	90	90
Límite de velocidad excedido (unidad)	0	0
Frenado brusco (unidad)	8	2
Frenado extendido (unidad)	3	1
Aceleración brusca (unidad)	9	3
Aceleración extendida (unidad)	2	0
Promedio litros /100 Km (l)	6.5	3.5

Tabla 3.8 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, sin carga – sin tráfico, i 10.

Eje Occidental (i10)			
Sin carga, sin tráfico			
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
0	0	0	
5	7	0.1	
10	16	0.4	
15	22	0.6	
20	26	0.7	

Tabla 3.9 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, sin carga – con tráfico, i 10.

Eje Occidental (i10)			
Sin carga-con tráfico			
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
0	0	0	
5	10	0.3	
10	24	0.8	
15	29	1.1	
20	34	1.3	

3.2. Obtención de datos referentes al consumo de combustible vehículo con carga, con tráfico y sin tráfico (Hyundai i10).

Una vez obtenidos los datos sin carga se procede a la obtención de datos cargado el vehículo Hyundai i 10 a lo largo de los distintos escenarios, como se puede apreciar en las siguientes tablas.

Tabla 3.10 Datos promedio obtenidos en el Eje Oriental, i10 (con carga)

Eje Oriental - Ruta 1 (i10)		
Con carga		
	Con tráfico	Sin tráfico
Tiempo de prueba (min)	25	17
Combustible consumido (l)	1.9	1.5
Diferencia de presión en neumáticos (kPa)	14	7
Temperatura ambiente promedio (°C)	15.2	12.7
Velocidad máxima alcanzada (Km/h)	88	89
Límite de velocidad excedido (unidad)	0	0
Frenado brusco (unidad)	1	1
Frenado extendido (unidad)	4	0
Aceleración brusca (unidad)	4	0
Aceleración extendida (unidad)	0	0
Promedio litros /100 Km (l)	9.5	6.5

Tabla 3.11 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, con carga – sin tráfico, i10.

Eje Oriental (i10)		
Con carga, sin tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	4	0.2
10	8	0.4
15	12	0.7
20	17	1.5

Los datos mostrados en la tabla 3.11 y en la tabla 3.12, son los datos de consumo de combustible obtenidos en el recorrido por el Eje Oriental, cuando el vehículo se encuentra con carga y se recorre sin tráfico o con tráfico respectivamente.

Tabla 3.12 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, con carga – con tráfico, i10.

Eje Oriental (i10)			
Con carga, con tráfico			
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
0	0	0	
5	4	0.2	
10	9	0.4	
15	18	0.9	
20	25	1.9	

Finalizando el recorrido por el Eje Central con el vehículo Hyundai i10 cargado, se obtienen los datos respectivos mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 3.13 Datos promedio obtenidos en el Eje Central, i10 (con carga)

Eje Central - Ruta 2 (i10)		
Con carga		
	Con tráfico	Sin tráfico
Tiempo de prueba (min)	74	40
Combustible consumido (l)	1.7	1.4
Diferencia de presión en neumáticos (kPa)	8	4
Temperatura ambiente promedio (°C)	16.1	13.4
Velocidad máxima alcanzada (Km/h)	50	47
Límite de velocidad excedido (unidad)	1	0
Frenado brusco (unidad)	16	14
Frenado extendido (unidad)	2	6
Aceleración brusca (unidad)	31	12
Aceleración extendida (unidad)	2	3
Promedio litros /100 Km (l)	8.5	7

En las tablas 3.14 y 3.15 se observa los datos del consumo de combustible obtenido en el transcurso del recorrido por el Eje Central, en el vehículo Hyundai i10 y con la presencia de carga.

Tabla 3.14 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, con carga – sin tráfico, i10.

Eje Central (i10)			
Con carga, sin tráfico			
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
0	0	0	
5	9	0.3	
10	19	0.6	
15	30	1.1	
20	40	1.4	

Tabla 3.15 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, con carga – con tráfico, i 10.

Eje Central (i10)			
Con carga, con tráfico			
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
0	0	0	
5	18	0.3	
10	37	0.7	
15	60	1.4	
20	74	1.7	

Culminadas las pruebas del vehículo (Hyundai i10) con carga en el Eje Occidental, mediante los instrumentos de medición se obtiene los datos mostrados a continuación en la tabla 3.16

Tabla 3.16 Datos promedio obtenidos en el Eje Occidental, i10 (con carga)

Eje Occidental - Ruta 3 (i10)		
Con carga		
	Con tráfico	Sin tráfico
Tiempo de prueba (min)	38	29
Combustible consumido (l)	1.5	0.8
Diferencia de presión en neumáticos (kPa)	14	7
Temperatura ambiente promedio (°C)	15.6	11.3
Velocidad máxima alcanzada (Km/h)	89	90
Límite de velocidad excedido (unidad)	0	0
Frenado brusco (unidad)	9	4
Frenado extendido (unidad)	4	2
Aceleración brusca (unidad)	10	5
Aceleración extendida (unidad)	3	2
Promedio litros /100 Km (l)	7.5	4

Durante la realización de las pruebas por el Eje Occidental, se obtienen los datos de combustible consumido cada 5 kilómetros en el vehículo Hyundai i10, junto a la presencia de carga (tabla 3.17 y 3.18).

Tabla 3.17 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, con carga – sin tráfico, i10.

Eje Occidental (i10)		
Con carga, sin tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	8	0.1
10	18	0.5
15	24	0.7
20	29	0.8

Tabla 3.18 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, con carga – con tráfico, i10.

Eje Occidental (i10)			
Con carga, con tráfico			
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
0	0	0	
5	11	0.3	
10	26	0.9	
15	34	1.3	
20	38	1.5	

3.3. Obtención de datos referentes al consumo de combustible vehículo sin carga, con tráfico y sin tráfico (Hyundai New Accent).

Para obtener resultados óptimos es necesario realizar las pruebas en distintos vehículos y por este motivo se obtiene los siguientes datos tomados del vehículo Hyundai New Accent.

Tabla 3.19 Datos promedio obtenidos en el Eje Oriental, New Accent (sin carga)

Eje Oriental - Ruta 1 (New Accent)		
Sin carga		
	Con tráfico	Sin tráfico
Tiempo de prueba (min)	22	16
Combustible consumido (l)	1.0	0.6
Diferencia de presión en neumáticos (kPa)	10.4	7
Temperatura ambiente promedio (°C)	13.5	12.7
Velocidad máxima alcanzada (Km/h)	89	90
Límite de velocidad excedido (unidad)	0	0
Frenado brusco (unidad)	1	0
Frenado extendido (unidad)	5	0
Aceleración brusca (unidad)	5	0
Aceleración extendida (unidad)	1	1
Promedio litros /100 Km (l)	5	3

A continuación en las tablas 3.20 y 3.21 se observa los datos obtenidos con el vehículo New Accent sin carga, durante las pruebas realizadas por el Eje Oriental.

Tabla 3.20 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, sin carga – sin tráfico, New Accent.

Eje Oriental (New Accent)		
Sin carga, sin tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	4	0.1
10	8	0.2
15	12	0.3
20	16	0.6

Tabla 3.21 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, sin carga – con tráfico, New Accent.

Eje Oriental (New Accent)		
Sin carga, con tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	4	0.2
10	8	0.3
15	15	0.6
20	22	1

Tabla 3.22 Datos promedio obtenidos en el Eje Central, New Accent (sin carga)

Eje Central - Ruta 2 (New Accent)		
Sin carga		
	Con tráfico	Sin tráfico
Tiempo de prueba (min)	65	39
Combustible consumido (l)	1.4	1.1
Diferencia de presión en neumáticos (kPa)	7	4
Temperatura ambiente promedio (°C)	14.6	11.5
Velocidad máxima alcanzada (Km/h)	50	52
Límite de velocidad excedido (unidad)	0	1
Frenado brusco (unidad)	14	11
Frenado extendido (unidad)	7	3
Aceleración brusca (unidad)	22	16
Aceleración extendida (unidad)	2	3
Promedio litros /100 Km (l)	7	5.5

Tabla 3.23 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, sin carga – sin tráfico, New Accent.

Eje Central (New Accent)		
Sin carga, sin tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	9	0.2
10	20	0.4
15	29	0.8
20	39	1.1

Tabla 3.24 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, sin carga – con tráfico, New Accent.

Eje Central (New Accent)			
Sin carga, con tráfico			
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
0	0	0	
5	11	0.3	
10	29	0.6	
15	53	1.1	
20	65	1.4	

Tabla 3.25 Datos promedio obtenidos en el Eje Occidental, New Accent (sin carga).

Eje Occidental - Ruta 3 (New Accent)		
Sin carga	Con	Sin
	tráfico	tráfico
Tiempo de prueba (min)	32	20
Combustible consumido (l)	1.8	0.9
Diferencia de presión en neumáticos (kPa)	7	4
Temperatura ambiente promedio (°C)	15.5	12.8
Velocidad máxima alcanzada (Km/h)	90	88
Límite de velocidad excedido (unidad)	0	0
Frenado brusco (unidad)	8	6
Frenado extendido (unidad)	1	1
Aceleración brusca (unidad)	5	3
Aceleración extendida (unidad)	0	2
Promedio litros /100 Km (l)	9	4.5

Tabla 3.26 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, sin carga – sin tráfico, New Accent.

Eje Occidental (New Accent)		
Sin carga, sin tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	6	0.2
10	12	0.5
15	16	0.7
20	20	0.9

Tabla 3.27 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, sin carga – con tráfico, New Accent.

Eje Occidental (New Accent)		
Sin carga, con tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	9	0.3
10	23	0.9
15	28	1.4
20	32	1.8

3.4. Obtención de datos referentes al consumo de combustible vehículo con carga, con tráfico y sin tráfico (Hyundai New Accent).

Para el análisis del consumo de combustible en el vehículo New Accent es necesario que el vehículo se encuentre cargado, obteniendo los siguientes datos expuestos en las tablas:

Tabla 3.28 Datos promedio obtenidos en el Eje Oriental, New Accent (con carga).

Eje Oriental - Ruta 1 (New Accent)		
Con carga		
	Con tráfico	Sin tráfico
Tiempo de prueba (min)	25	18
Combustible consumido (l)	2.7	2.1
Diferencia de presión en neumáticos (kPa)	14	7
Temperatura ambiente promedio (°C)	14.1	10.8
Velocidad máxima alcanzada (Km/h)	90	90
Límite de velocidad excedido (unidad)	0	0
Frenado brusco (unidad)	2	2
Frenado extendido (unidad)	6	2
Aceleración brusca (unidad)	6	1
Aceleración extendida (unidad)	1	0
Promedio litros /100 Km (l)	13.5	9

Tabla 3.29 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros de recorrido, Eje Oriental, con carga – sin tráfico, New Accent.

Eje Oriental (New Accent)		
Con carga, sin tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	4	0.3
10	8	0.6
15	12	0.9
20	18	2.1

Tabla 3.30 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Oriental, con carga – con tráfico, New Accent.

Eje Oriental (New Accent)		
Con carga, con tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	4	0.3
10	8	0.7
15	16	1.2
20	25	2.7

Tabla 3.31 Datos promedio obtenidos en el Eje Central, New Accent (con carga).

Eje Central - Ruta 2 (New Accent)		
Con carga	Con tráfico	Sin tráfico
	Tiempo de prueba (min)	69
Combustible consumido (l)	2.4	2.0
Diferencia de presión en neumáticos (kPa)	14	7
Temperatura ambiente promedio (°C)	15.3	12.1
Velocidad máxima alcanzada (Km/h)	50	49
Límite de velocidad excedido (unidad)	0	0
Frenado brusco (unidad)	15	13
Frenado extendido (unidad)	2	0
Aceleración brusca (unidad)	26	13
Aceleración extendida (unidad)	4	3
Promedio litros /100 Km (l)	12	10

En la tabla 3.32 y 3.33 se observa los datos referentes al consumo de combustible en el Eje Central con el vehículo Hyundai New Accent junto a la presencia de carga.

Tabla 3.32 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, con carga – sin tráfico, New Accent.

Eje Central (New Accent)		
Con carga, sin tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	9	0.4
10	17	0.8
15	28	1.5
20	37	2

Tabla 3.33 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Central, con carga – con tráfico, New Accent.

Eje Central (New Accent)		
Con carga, con tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	14	0.4
10	27	0.9
15	56	1.9
20	69	2.4

Una vez finalizadas las pruebas en el Eje Occidental con el vehículo New Accent cargado, se obtienen los siguientes datos por medio de los instrumentos de medición

Tabla 3.34 Datos promedio obtenidos en el Eje Occidental, New Accent (con carga).

Eje Occidental - Ruta 3 (New Accent)		
Con carga		
	Con tráfico	Sin tráfico
Tiempo de prueba (min)	33	22
Combustible consumido (l)	2.2	1.1
Diferencia de presión en neumáticos (kPa)	14	7
Temperatura ambiente promedio (°C)	16.2	11.3
Velocidad máxima alcanzada (Km/h)	89	90
Límite de velocidad excedido (unidad)	0	0
Frenado brusco (unidad)	9	3
Frenado extendido (unidad)	2	0
Aceleración brusca (unidad)	12	7
Aceleración extendida (unidad)	2	0
Promedio litros /100 Km (l)	11	5.5

Tabla 3.35 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, con carga – sin tráfico, New Accent.

Eje Occidental (New Accent)		
Con carga, sin tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	6	0.2
10	13	0.7
15	18	0.9
20	22	1.1

Tabla 3.36 Datos del consumo de combustible y tiempo de recorrido cada 5 kilómetros, Eje Occidental, con carga – con tráfico, New Accent.

Eje Occidental (New Accent)		
Con carga, con tráfico		
Kilómetro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)
0	0	0
5	11	0.3
10	22	1.2
15	29	1.8
20	33	2.2

3.5. Resumen del consumo de combustible y tiempo de recorrido, en los Ejes.

En las siguientes tablas se pueden apreciar los datos de consumo de combustible y tiempo de recorrido en los dos vehículos de la investigación, finalizados los 20 kilómetros de recorrido.

Tabla 3.37 Datos del consumo de combustible en los Ejes, i10

Consumo de combustible total (l), i10				
Ejes	Sin carga - sin tráfico	Sin carga - con tráfico	Con carga - sin tráfico	Con carga - con tráfico
Oriental	0.4	0.7	1.5	1.9
Central	0.8	1.1	1.4	1.7
Occidental	0.7	1.3	0.8	1.5

Tabla 3.38 Datos del tiempo de recorrido en los Ejes, i10.

Tiempo de recorrido total (min), i10				
Ejes	Sin carga - sin tráfico	Sin carga - con tráfico	Con carga - sin tráfico	Con carga - con tráfico
Oriental	16	23	17	25
Central	37	72	40	74
Occidental	26	34	29	38

Tabla 3.39 Datos del consumo de combustible en los Ejes, New Accent

Consumo de combustible total (l), New Accent				
Ejes	Sin carga - sin tráfico	Sin carga - con tráfico	Con carga - sin tráfico	Con carga - con tráfico
Oriental	0.6	1	2.1	2.7
Central	1.1	1.4	2.0	2.4
Occidental	0.9	1.8	1.1	2.2

Tabla 3.40 Datos del tiempo de recorrido en los ejes, New Accent

Tiempo de recorrido total (min), New Accent				
Ejes	Sin carga - sin tráfico	Sin carga - con tráfico	Con carga - sin tráfico	Con carga - con tráfico
Oriental	16	22	18	25
Central	39	65	37	69
Occidental	20	32	22	33

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1. Análisis del consumo de combustible en el vehículo Hyundai i 10

4.1.1. Eje oriental – Ruta 1 (i 10).

En la ruta 1 el consumo de combustible se presenta en aumento, esto se da cuando el vehículo se encuentra expuesto a condicionantes de tráfico y carga como se aprecia en la figura 4.1, además el consumo de combustible presenta un incremento considerable en el tramo del kilómetro 10 al 15, debido a la presencia de un semáforo (kilómetro 13.5), pendientes pronunciadas (descenso de 270 m) y curvas cerradas en la vía.

Hay que recordar que en esta ruta, desde el inicio hasta el kilómetro 15.8 se presenta descenso (descenso hasta 2645 msnm) y además un ascenso desde el kilómetro 15.8 hasta el kilómetro 20 (ascenso hasta 2850 msnm). Hasta el kilómetro 10 en las diferentes pruebas el consumo de combustible es relativamente bajo y aumenta progresivamente hasta la finalización de las pruebas en forma acelerada, todo esto ocurre debido a las condicionantes presentes en la vía como: la cantidad de curvas, la detención ocasionada por el único semáforo, el ascenso y descenso.

En el último tramo el consumo de combustible es mayor que en los otros tramos, debido a que desde el kilómetro 15.8 se comienza un ascenso hasta llegar al kilómetro 20 donde termina la prueba, otra causa del consumo se debe a que el vehículo debe mantener una velocidad promedio alta (perimetral) en toda la ruta.

También se puede observar en la siguiente figura el crecimiento gradual del consumo de combustible en las distintas pruebas, verificando desde el mayor consumo de combustible el siguiente orden:

- Con carga con tráfico 1.9 litros
- Con carga sin tráfico 1.5 litros
- Sin carga con tráfico 0.7 litros
- Sin carga sin tráfico 0.4 litros

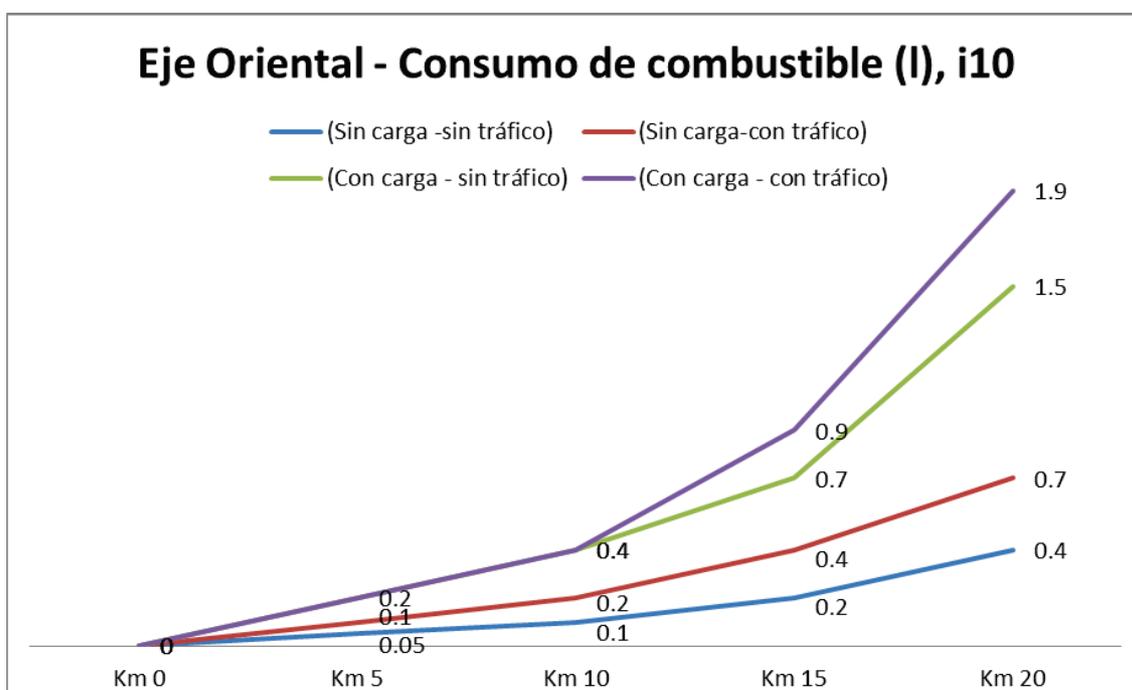


Figura 4.1 Consumo de combustible en Eje Oriental, vehículo i 10

En la siguiente figura se puede observar el costo del consumo de combustible cada 5 kilómetros, este valor resulta de la cantidad registrada de consumo de combustible por el referencial del costo por litro 0.37 en dólares americanos vigente a la fecha.

El costo de combustible presenta relación directa con el consumo del vehículo, en tal razón la semejanza de las gráficas y el mayor costo se produce cuando el vehículo se encuentra cargado y recorre el tramo en la presencia de tráfico.

En veinte kilómetros se genera un costo mínimo de 0.15 USD y un máximo de 0.70 USD en las distintas pruebas del Eje Oriental.

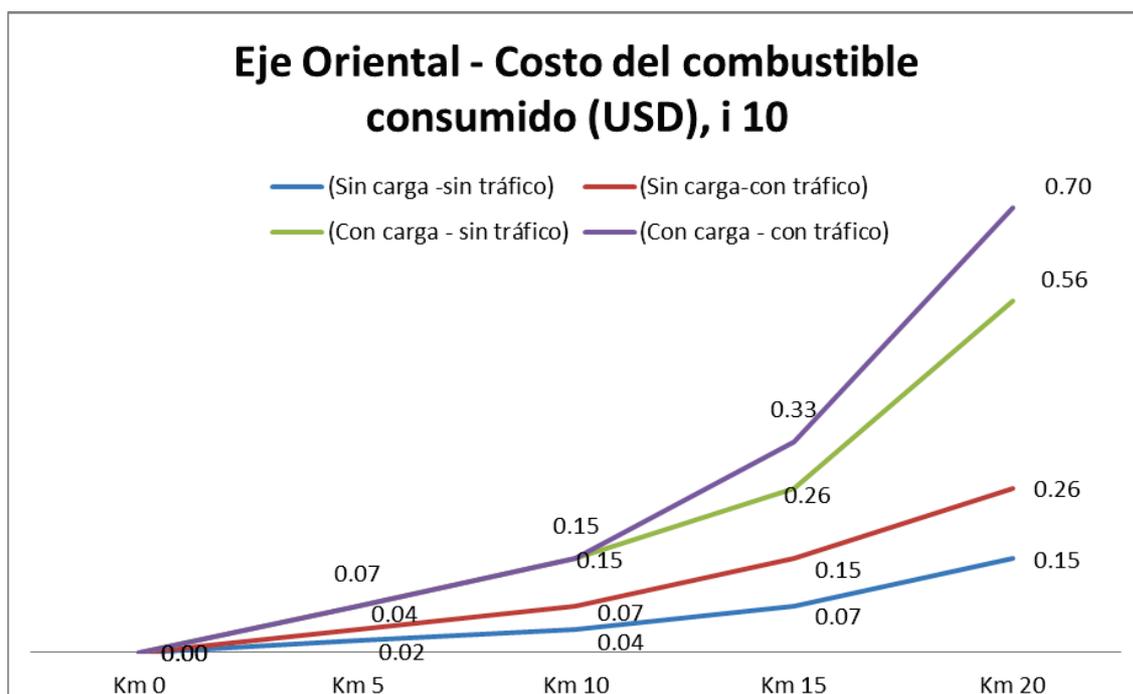


Figura 4.2 Costo del combustible consumido en Eje Oriental, vehículo i 10

En la siguiente figura se observa el tiempo transcurrido cada 5 kilómetros de recorrido por las pruebas de la ruta 1.

Se incrementa el tiempo de recorrido a partir del kilómetro 10, debido al tráfico presente en el recorrido.

El tiempo empleado para realizar el recorrido presenta variaciones en cada prueba, cuando el vehículo se encuentra cargado la diferencia o margen de tiempo es pequeño (figura 4.3), en cambio cuando el recorrido presenta tráfico el margen de tiempo aumenta considerablemente a partir del kilómetro 10 en

adelante, esto sucede por el semáforo y por la alta sinuosidad de la vía en esta zona. Además, a partir del kilómetro 15.8 se produce un incremento del tiempo transcurrido por el ascenso.

En las mañanas a lo largo del tramo 3 (kilómetros: 10 y 15) de Sur a Norte se presenta alta congestión vehicular (aproximadamente unos 2.5 kilómetros de fila de autos), ocasionado por el semáforo del sector.

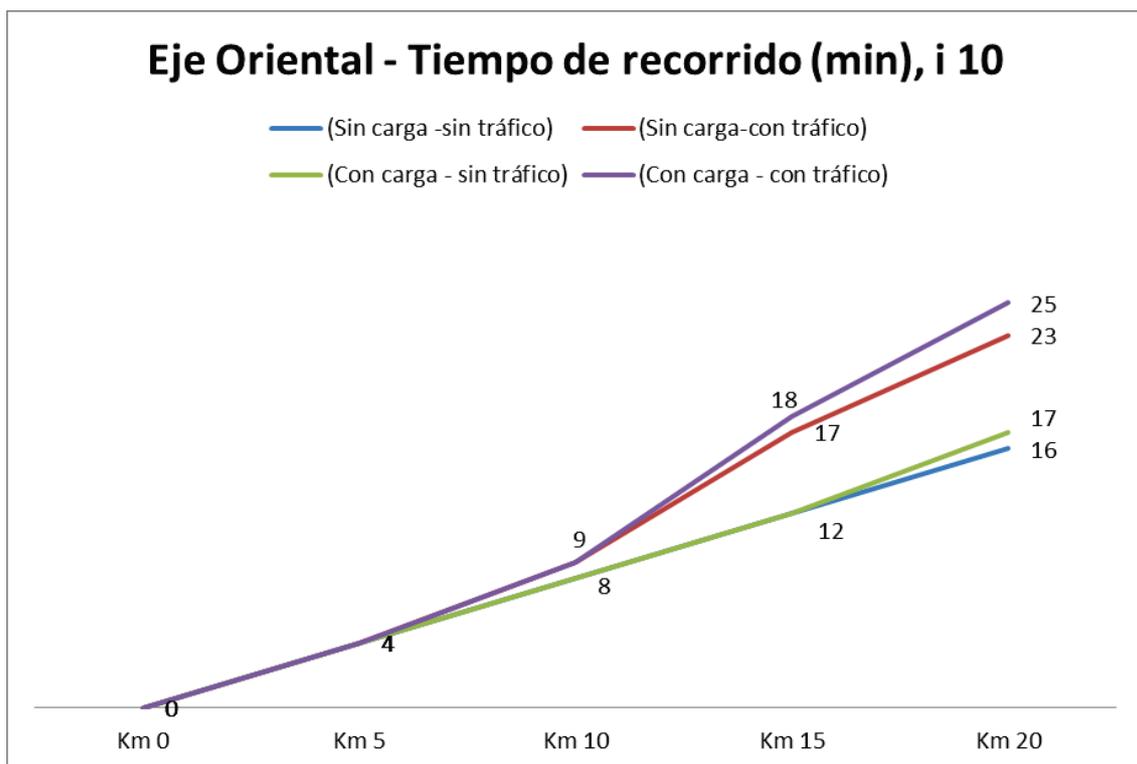


Figura 4.3 Tiempo de recorrido en Eje Oriental, vehículo i 10

A continuación en la figura 4.4 se presenta el promedio de combustible consumido en las pruebas del Eje Oriental, este promedio es comparando con el valor teórico de tablas.

También se determina un incremento del consumo de combustible promedio (27.84%), en relación al consumo de combustible referencial, este valor referencial de consumo es otorgado por el fabricante del vehículo y es utilizado como referencia para recorridos por vías: perimetrales, carreteras y autopistas; en este caso se usa este valor porque la vía es perimetral.

El incremento del consumo de combustible se da por factores como: la altura presente en la vía, las pendientes positivas y negativas de las vías, la cantidad de carga aplicada en el vehículo, la forma de manejo del conductor, etc.

En la siguiente figura se observa un margen considerable de combustible consumido sin carga, en relación al combustible consumido por el vehículo cuando se encuentra con carga (ambos casos con tráfico). Si se promedia los valores mencionados anteriormente, se obtiene el valor del consumo de combustible promedio en toda la ruta.

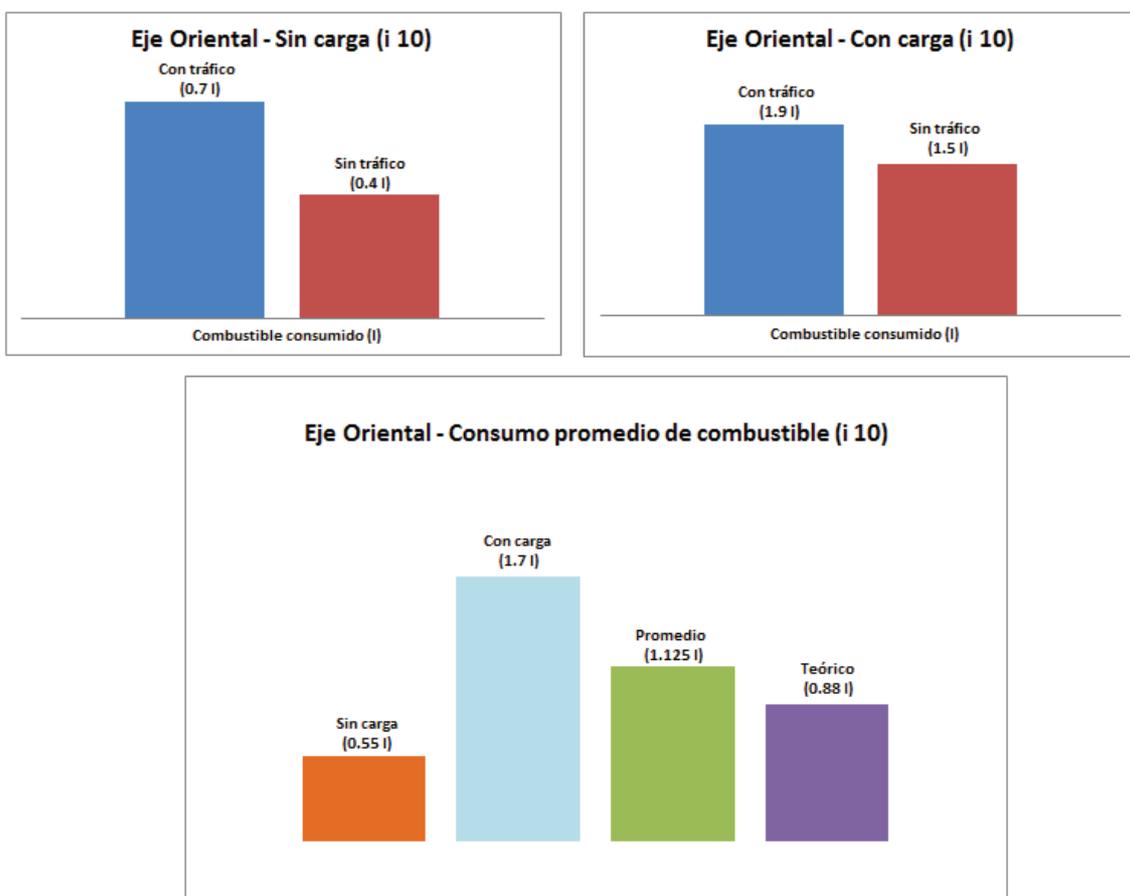


Figura 4.4 Resumen del consumo de combustible en Eje Oriental, vehículo i 10

En la figura 4.5 se observan algunos datos obtenidos por los instrumentos de medición utilizado en las pruebas, estos datos son un aporte adicional que van

a servir como condicionantes y evaluadores de la correcta realización de las pruebas, ejemplo: si se ha cumplido con las condiciones de velocidad de la investigación. Además se observan parcialmente la forma o estilo de manejo gracias a los datos de frenado y aceleración presentes en cada prueba.

En la gráfica se aprecia adicionalmente datos de la diferencia de presión en los neumáticos, debido al aumento de temperatura durante el recorrido por la fricción generada entre el pavimento y el neumático, y está dada por:

$$\overline{Po} = \frac{Po_1 + Po_2 + Po_3 + Po_4}{4} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

$$\overline{Pf} = \frac{Pf_1 + Pf_2 + Pf_3 + Pf_4}{4} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

$$\Delta P = \overline{Pf} - \overline{Po} \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Dónde:

Po_n = Presión inicial en neumático

\overline{Po} = Promedio de la presión inicial de los cuatro neumáticos

Pf_n = Presión final en neumático

\overline{Pf} = Promedio de la presión final de los cuatro neumáticos

ΔP = Diferencia de presión

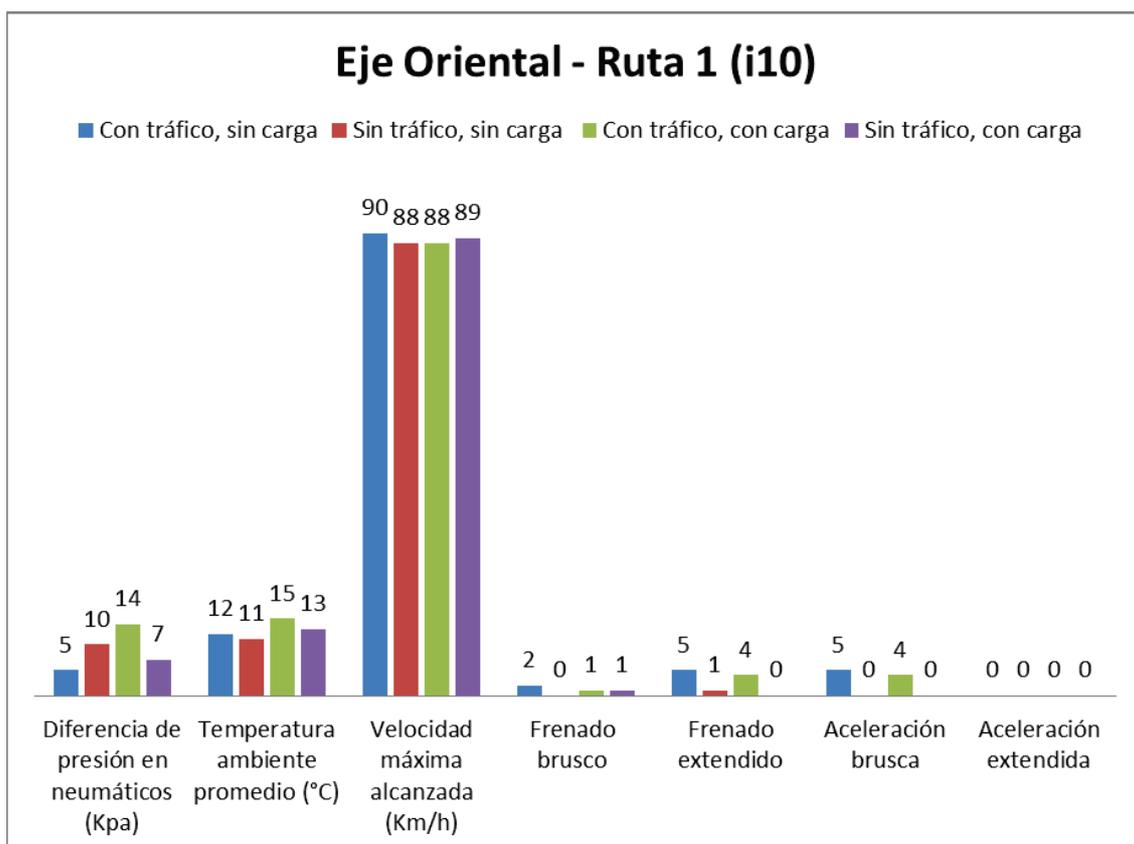


Figura 4.5 Datos adicionales obtenidos en pruebas realizadas en Eje Oriental, vehículo i 10

4.1.2. Eje central - Ruta 2 (i 10).

En esta ruta se presenta un consumo de combustible diferente a las pruebas anteriores de la ruta 1, esto ocurre porque el recorrido es geográficamente diferente y a su vez las condicionantes de tráfico cambian.

Al transitar en la mañana junto a la congestión vehicular que se encuentra localizada en varios puntos de la ruta y en especial en el sector centro de la ciudad (entre el kilómetro 10 y el kilómetro 15), se presentan varios cuellos de botella ocasionado por diversos factores como: transporte (público, privado y municipal), paras por semáforos, estrechez del eje en el centro histórico, afluencia de peatones en el sector.

El mayor consumo de combustible se genera desde el kilómetro 10 hasta el kilómetro 15, desde el inicio hasta el kilómetro 5 el consumo de combustible es regular semejante entre la distintas pruebas, al igual ocurre en el tramo comprendido entre el kilómetro 15 y 20, todo esto genera que en el recorrido, la conducción se la puede realizar de una manera tranquila sin tantas interrupciones con pocas intersecciones (pasos a desnivel) y con vías más anchas (4 y 2 carriles).

Cabe recalcar que el vehículo transita por una vía relativamente plana durante el recorrido de las pruebas, debido a que en los 20 kilómetros de la ruta no hay pendientes considerables (durante el recorrido varia unos 50 m la altura de la vía), por tal motivo el consumo de combustible con y sin tráfico presenta una pequeña diferencia en relación a la diferencia que existe cuando el vehículo se encuentra con carga.

También se observa en el centro histórico por la noche la presencia de una cantidad considerable de vehículos debido a la afluencia de turistas y por tal motivo la disminución de la fluidez vehicular generando un incremento en el consumo de combustible.

Cuando se encuentra con carga el vehículo, el combustible consumido es mayor sin importar el tráfico (figura 4.6), este consumo ocurre por: las detenciones ocasionadas por los semáforos, no existen pendientes negativas, casi todo el recorrido es plano y se requiere aumentar las revoluciones (acelerar) del motor continuamente.

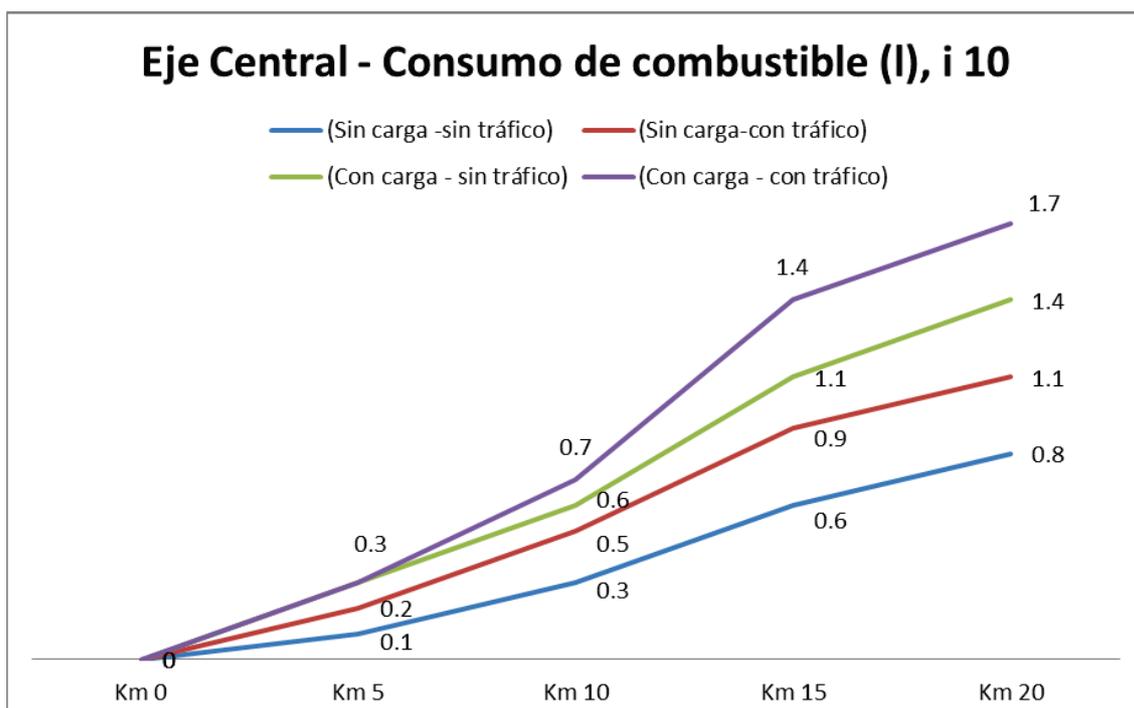


Figura 4.6 Consumo de combustible en Eje Oriental, vehículo i 10

El costo de combustible es directamente proporcional al consumo de combustible, por tal motivo en la figura 4.7 se puede apreciar un comportamiento similar de las gráficas, recalcando que en las condiciones más exigentes el vehículo durante el recorrido genera un costo de 0.63 (USD), relacionando este costo con el costo del Eje Oriental tenemos un pequeño decremento del 10%, ocasionado porque no se presentan grandes cambios de altura (50 m) en la vía en comparación a la diferencia presente en el Eje Oriental de 205 m en una pendiente ascendente, otro factor importante para la variación del costo, es la velocidad promedio de recorrido diferente entre los ejes analizados.

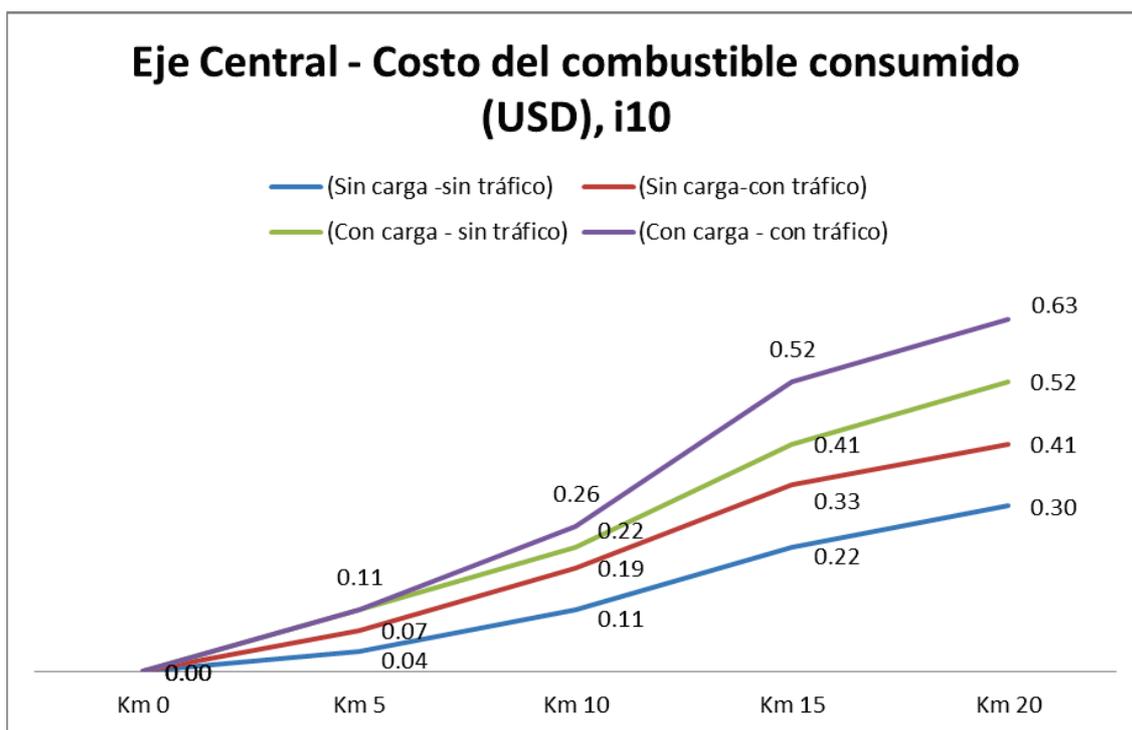


Figura 4.7 Costo del combustible consumido en Eje Central, vehículo i 10

El tiempo de recorrido realizado por el vehículo es mayor cuando se transita por tráfico, presentando el mayor tiempo de recorrido con tráfico y con carga (figura 4.8). En la gráfica se observa que a partir del kilómetro 5 hasta el kilómetro 15 en todas las pruebas de esta ruta se presenta mayor tiempo de recorrido, ocasionado por todas las circunstancias mencionadas anteriormente en el análisis de consumo y costo.

Cuando se transita sin tráfico el tiempo de recorrido aumenta linealmente, en cambio cuando se presenta tráfico en la vía el tiempo de recorrido presenta grandes aumentos desde el kilómetro 10 llegando a disminuir el tiempo de recorrido en el kilómetro 15 hasta la finalización de la prueba, el tiempo de recorrido es similar en el tramo de inicio y tramo de finalización de las pruebas, como se puede apreciar en la siguiente figura.

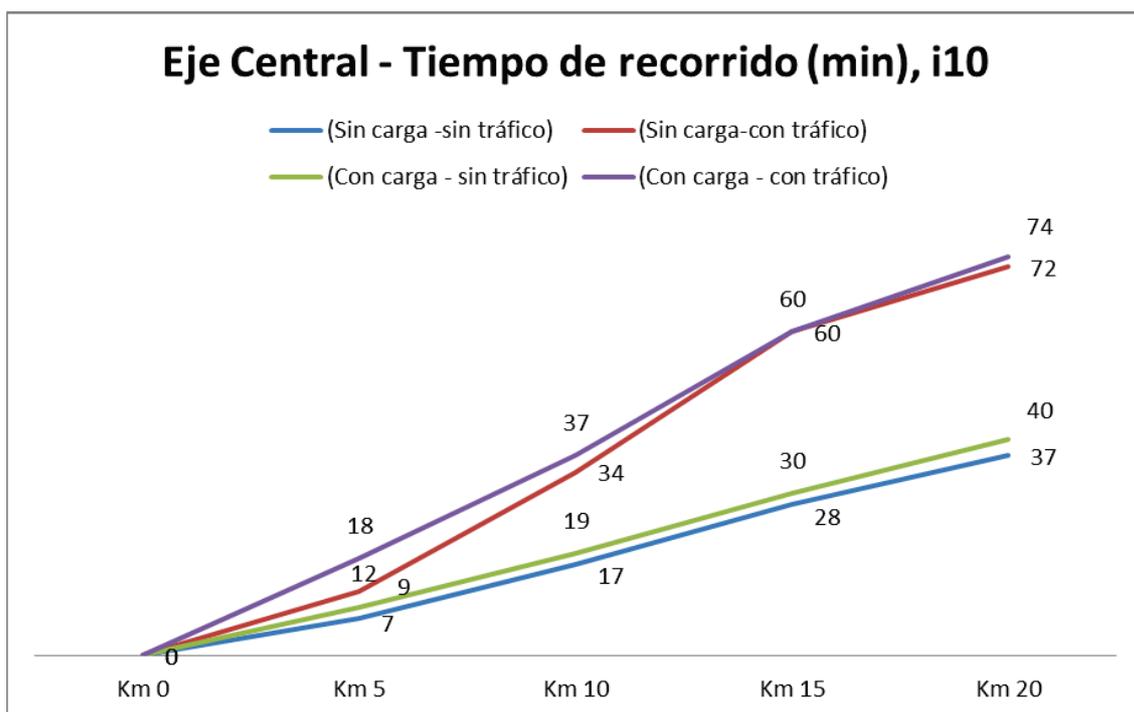


Figura 4.8 Tiempo de recorrido en Eje Central, vehículo i 10

En el resumen de consumo de combustible a lo largo de la ruta 2 (figura 4.9) se observa una similitud entre las cantidades de combustible consumidas en la práctica y las cantidades de consumo teóricas para el recorrido en ciudad, aseverando así los datos obtenidos en la investigación.

Entre el valor promedio de la práctica y el teórico se presenta una pequeña diferencia (0.03 litros), ocasionado por la altura de esta ciudad. Con la diferencia de combustible generada se obtiene que en 100 kilómetros se consumirá 0.15 litros más que en otras ciudades a nivel del mar.

En el Eje Central se produce un aumento del consumo de combustible cuando el vehículo transita por tráfico, obteniendo un incremento del 37.5% sin carga y 21.4% cuando el vehículo se encuentra cargado, a su vez existe una diferencia grande entre los valores promedio obtenidos cuando el vehículo esta con carga y cuando esta sin carga (aumento del 63.2% cuando se encuentra cargado el vehículo).

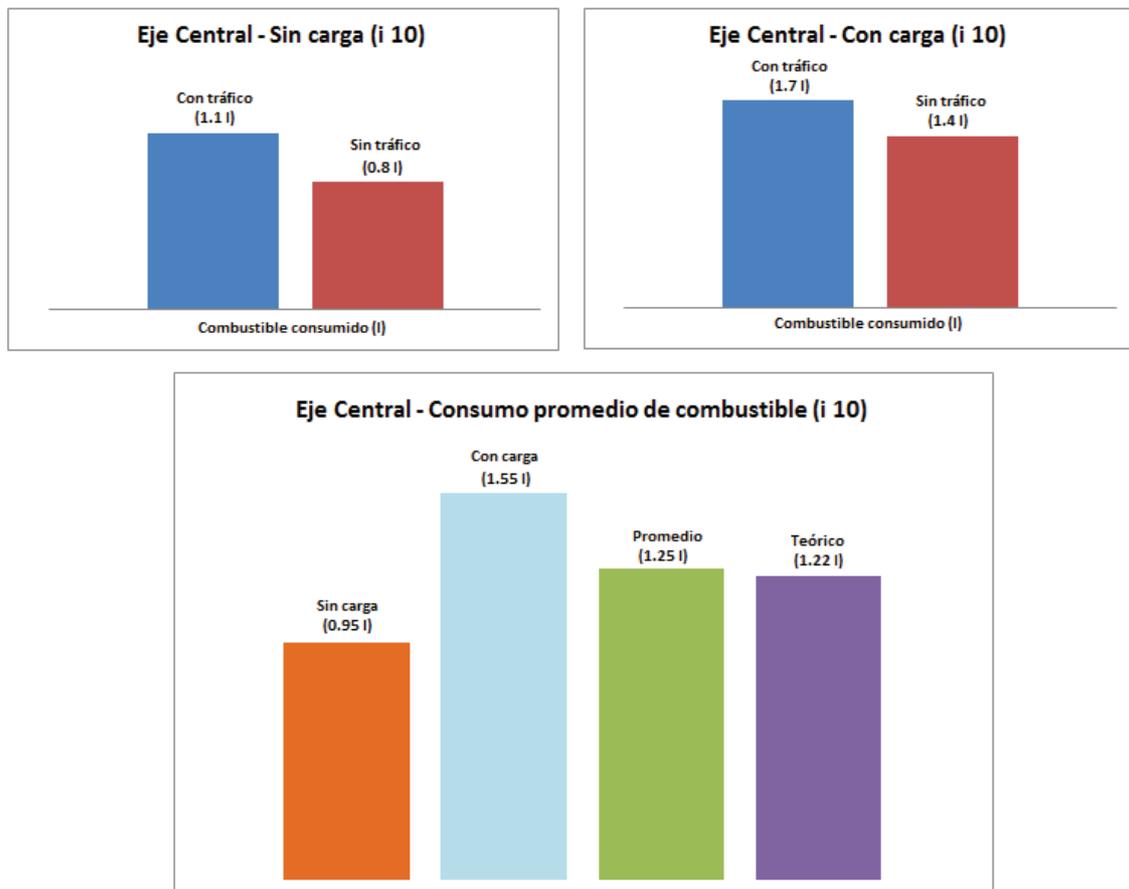


Figura 4.9 Resumen del consumo de combustible en Eje Central, vehículo i 10

Con el dato de velocidad máxima alcanzada en el vehículo durante el recorrido, se controla que se cumpla la velocidad establecida en el protocolo para cada prueba.

En la figura 4.10 se aprecia la variación del promedio de temperatura ambiente en los diferentes días de realización de las pruebas, promedio mostrado a continuación en la ecuación 4.4.

$$T_a = \frac{T_i + T_f}{2}$$

Ecuación 4.4

Dónde:

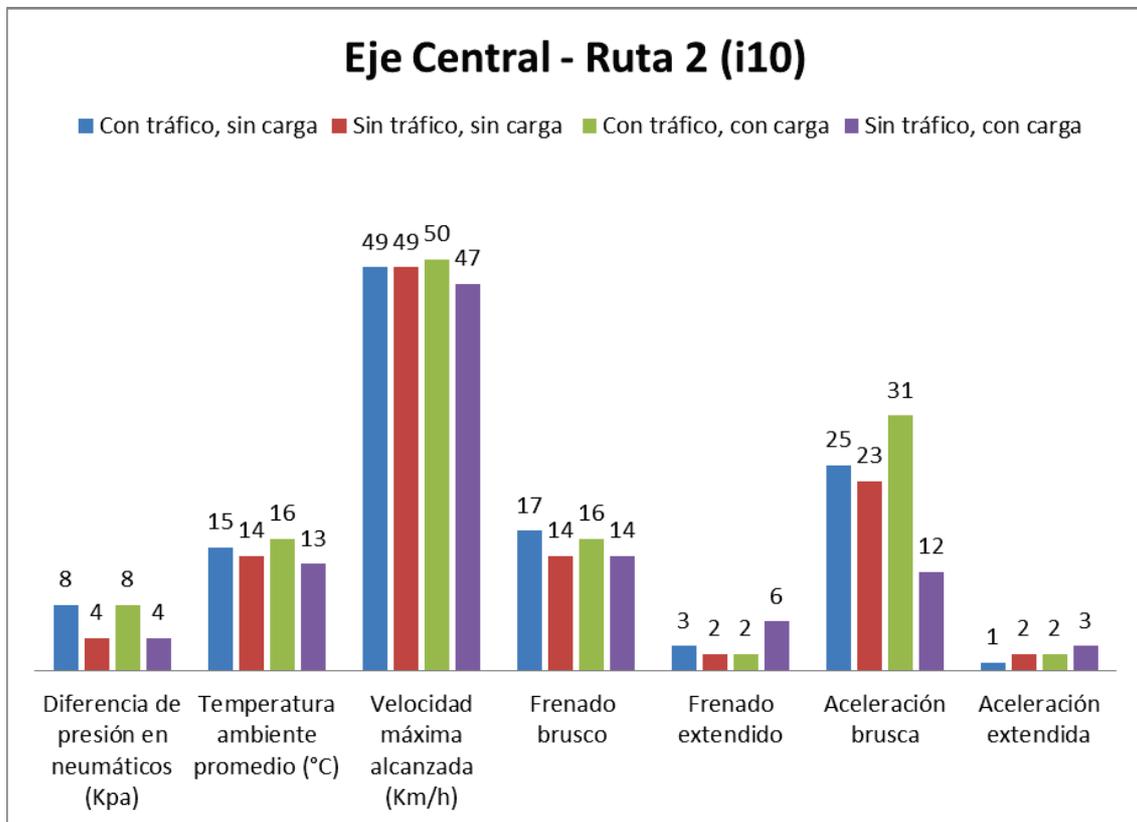
 T_a : Temperatura ambiente promedio T_i : Temperatura ambiente inicial T_f : Temperatura ambiente final

Figura 4.10 Datos adicionales obtenidos en pruebas realizadas en Eje Central, vehículo i 10

4.1.3. Eje occidental - Ruta 3 (i 10).

En el recorrido realizado por la ruta 3, se aprecia una variación creciente del consumo de combustible, en base a la geografía y vehículos que transitan por esa vía. Desde el inicio de las pruebas en la zona sur de la ciudad hasta el kilómetro 7.5 se presenta la peculiaridad que el tramo es urbano y de ahí hasta el kilómetro 20 es considerada una vía mixta esto quiere decir que en unos tramos es urbana y en otros perimetral.

Desde el inicio de la prueba hasta el kilómetro 5 se genera un consumo bajo de combustible (figura 4.11) debido a que se circula por un sector urbano donde la ruta no presenta ascensos ni descensos considerables y gracias a la presencia de vías transversales principales se obtiene una baja congestión vehicular en horas pico.

El consumo de combustible es mayor en el tramo desde el kilómetro 5 hasta el kilómetro 15, debido a que en este sector se presentan varios factores como: gran cantidad de ciudadanos viviendo por este sector (barrios populares del sector centro, cementerio San Diego, el mercado de San Roque, el Ipiales, los túneles, La Comuna, San Carlos entre otros), el transporte público municipal y privado que transita por la vía, esta vía es una de las vías principales para el tránsito de Norte a Sur, los dos carriles presentes en la vía dificultan la movilización. Todo esto genera la gran acumulación de vehículos en el sector produciendo una alta congestión vehicular en el transcurso de este tramo dando como resultado el incremento del consumo.

En horas pico la congestión vehicular en la ciudad de Quito aumenta, es así que en este Eje se presentan varios tramos de congestión, en sectores como los dos puentes y los túneles esta congestión ocasiona un consumo de combustible mayor (desde el inicio del kilómetro 5 al kilómetro 15).

Finalizando el recorrido a partir del kilómetro 15 la vía no mantiene una cantidad considerable de vehículos en este tramo y a su vez presenta un descenso de 1.8 kilómetros, lo cual hace que el consumo de combustible sea el menor de toda la ruta.

Un factor importante para el consumo de combustible en esta ruta es el circular con alto tráfico, debido a que en la vía la congestión vehicular se encuentra en sectores donde se debe cursar por pendientes de ascenso.

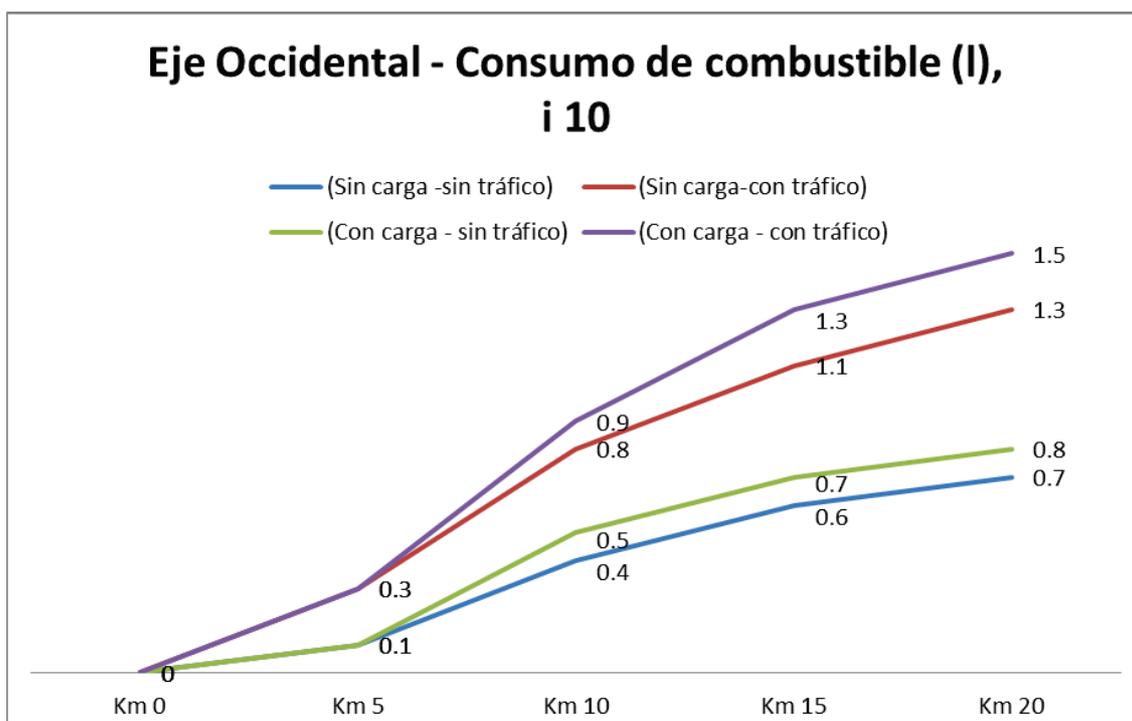


Figura 4.11 Consumo de combustible en Eje Occidental, vehículo i 10

En 100 kilómetros recorridos por esta vía, se generara el mayor costo por consumo (2.8 USD aproximadamente) con el vehículo cargado y con tráfico.

Si el conductor va por esta vía mixta sin la presencia de tráfico y el vehículo con carga, en 100 kilómetros gastaría 1.5 USD, esto representaría un ahorro de 1.3 USD en relación a circular con tráfico y cargado. Además, si el vehículo transita por la ruta sin carga y sin tráfico el costo disminuiría aún más (1.5 USD/100Km de recorrido) en relación al vehículo cargado y con tráfico.

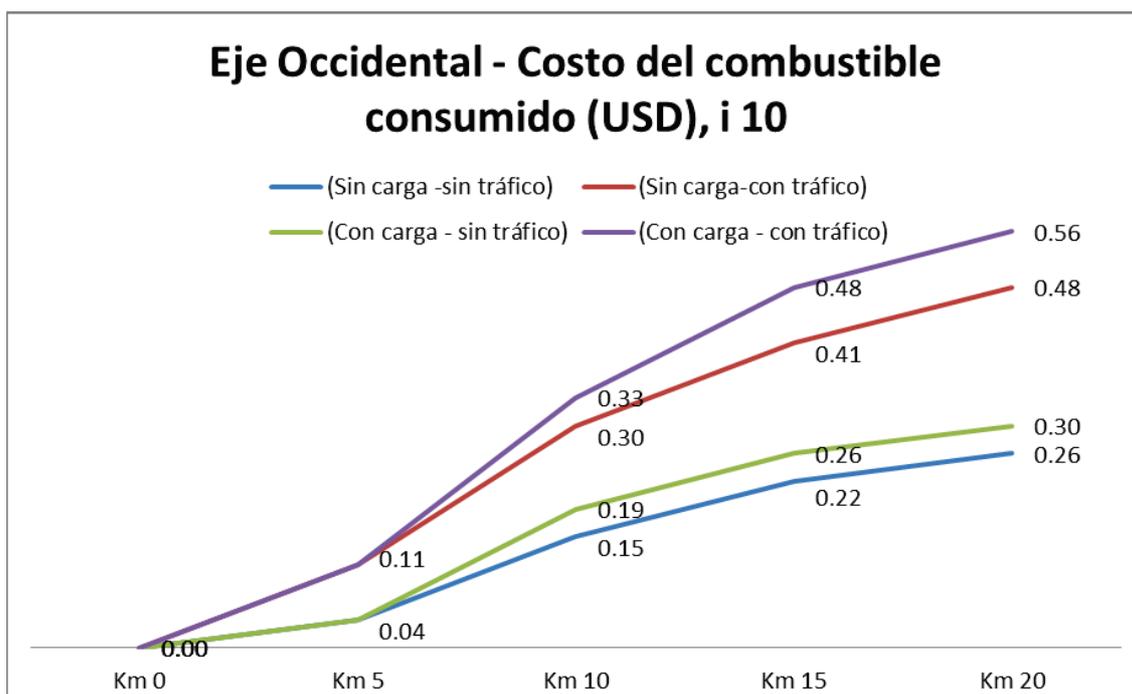


Figura 4.12 Costo del combustible consumido en Eje Occidental, vehículo i 10

El tiempo de recorrido en esta ruta es mayor cuando se circula con tráfico y el tiempo es aún mayor si el vehículo se encuentra cargado (38 min).

Desde el kilómetro 5 al 10 se presenta el mayor tiempo de recorrido mediante el vehículo Hyundai i10, debido a factores como: la alta congestión vehicular, la pendiente ascendente de 140 msnm, la vía de dos carriles por la cual pasa todo tipo de transporte; cabe señalar que esta vía es una de las arterias principales de transporte para la ciudad

Hasta la mitad del recorrido en todas las pruebas por esta ruta se generan los tiempos de recorrido más alto (figura 4.13), esto ocurre porque la mayoría de este recorrido se lo realiza por una la zona urbana y a su vez se encuentran presentes semáforos (cada 200 kilómetros), peatones, y gran cantidad de vehículos. En los últimos 5 kilómetros de esta ruta el tránsito fluye con mayor facilidad hasta la finalización de la misma obteniendo así el menor tiempo de recorrido.

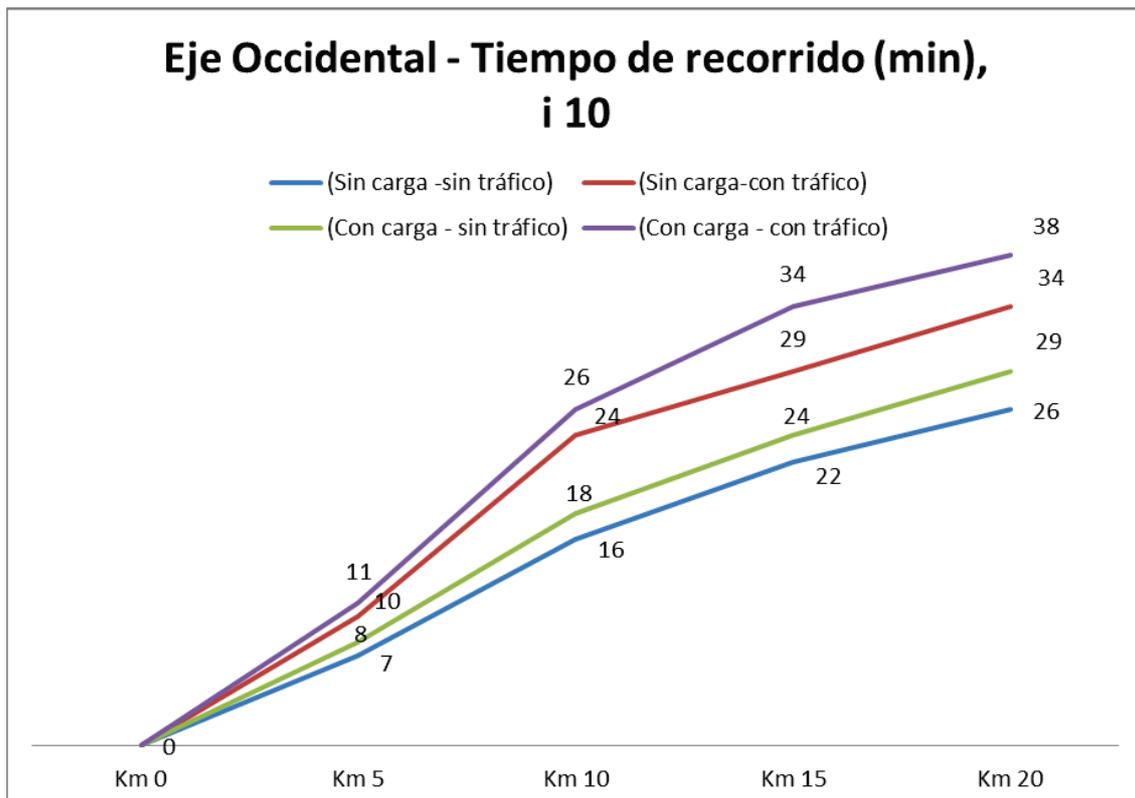


Figura 4.13 Tiempo de recorrido en Eje Occidental, vehículo i 10

En base al valor teórico del consumo de combustible para el vehículo (tabla 2.1) y el valor real obtenido en las pruebas realizadas en el Eje Occidental, se obtiene un análisis comparativo referente a la cantidad de combustible consumido en Quito, determinando que en la ciudad de Quito por el Eje Occidental se consume mayor cantidad de combustible (incremento del 8 % respecto al valor teórico). En la figura 4.14 se presenta el valor promedio real de combustible consumido.

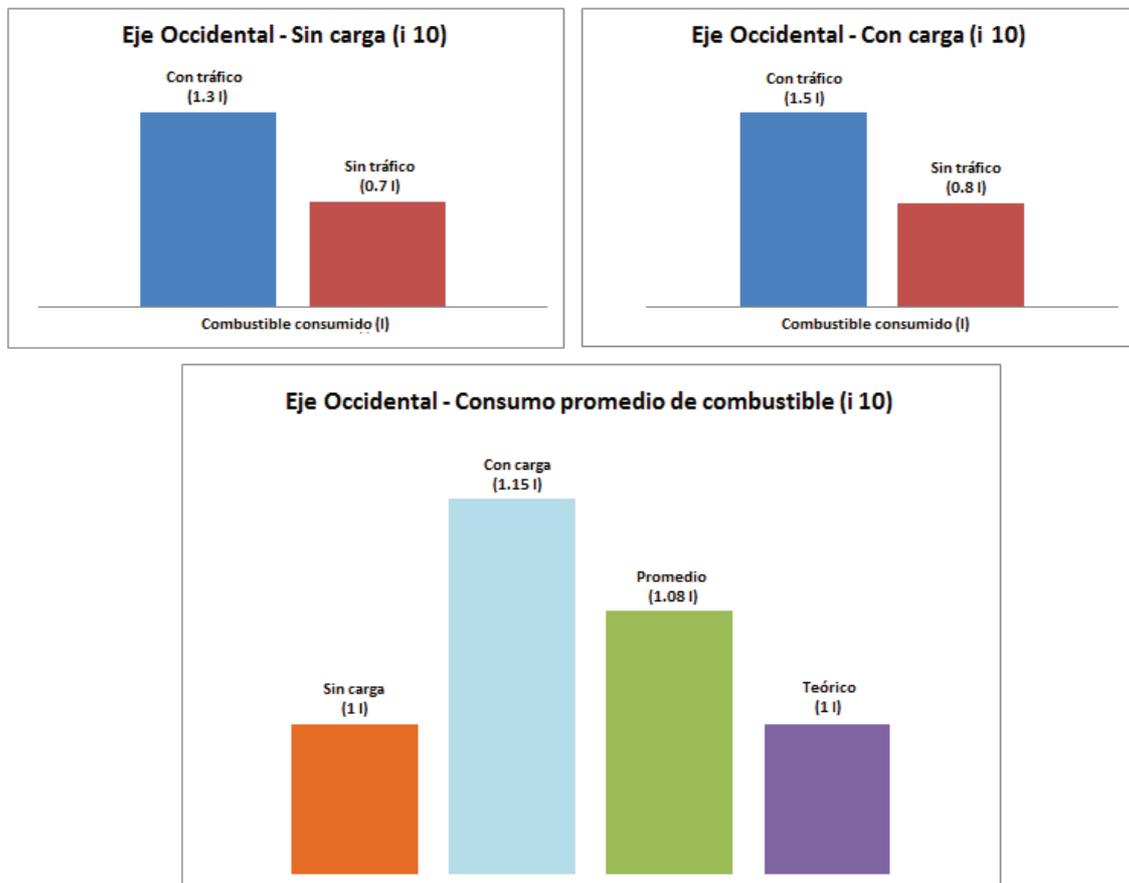


Figura 4.14 Resumen del consumo de combustible en Eje Occidental, vehículo i 10.

Como en los anteriores análisis, lo obtenido en las pruebas mediante el receptor electrónico de datos se muestra en la siguiente figura, hay que recordar que estos datos permiten verificar el cumplimiento del protocolo y reglas establecidas para estas pruebas.

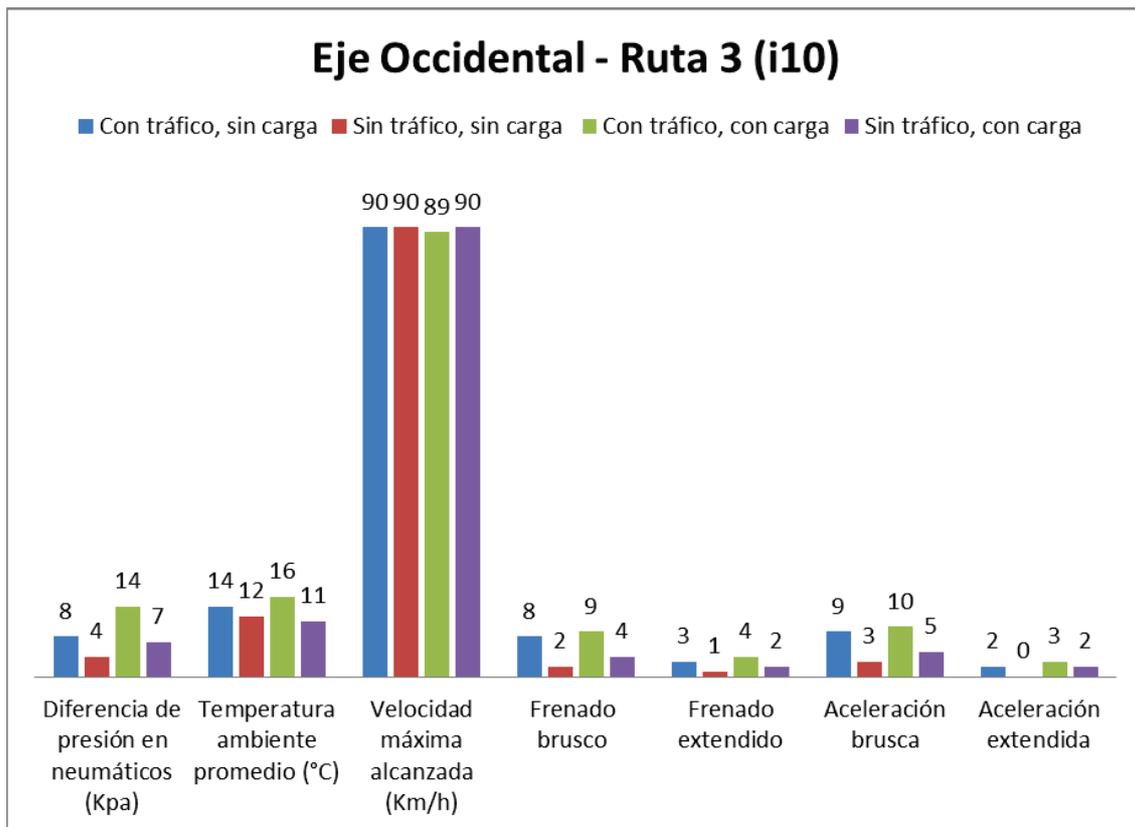


Figura 4.15 Datos adicionales obtenidos en pruebas realizadas en Eje Occidental, vehículo i 10

4.1.4. Ejes- Rutas (i10).

Realizando una recopilación de datos finales de consumo, costo y tiempo en el transcurso de las pruebas en las tres rutas, se obtiene mediante análisis lo siguiente:

En el Eje Oriental y Eje Central (figura 4.16), se observa que con tráfico o sin tráfico el mayor consumo se da cuando el vehículo se encuentra cargado.

Comparando el consumo de combustible en las tres rutas cuando el vehículo se encuentra con carga y con tráfico se obtiene que: el mayor consumo de combustible se produce en el Eje Oriental y el menor consumo en el Eje Occidental.

Si se suma el combustible consumido por todas las condiciones de recorrido en cada prueba se obtiene que el mayor consumo se produce en el Eje Central, el mayor consumo de combustible de una prueba específica se produce cuando, el vehículo se encuentra cargado y recorre el Eje Oriental con tráfico.

En la ruta del Eje Occidental se produce un comportamiento diferente que en las demás rutas en relación al consumo de combustible al recorrer el vehículo sin carga y con tráfico, este consumo es mayor y se da por el tráfico presente en el sector de los dos puentes, debido a que los vehículos a parte de las continuas detenciones deben superar los 105 m de pendiente ascendiente presente en esta zona urbana. En cambio los otros ejes presentan congestión vehicular en bajada (Eje Oriental) o en plano (Eje Central), generando menor consumo de combustible en relación al Eje Occidental.

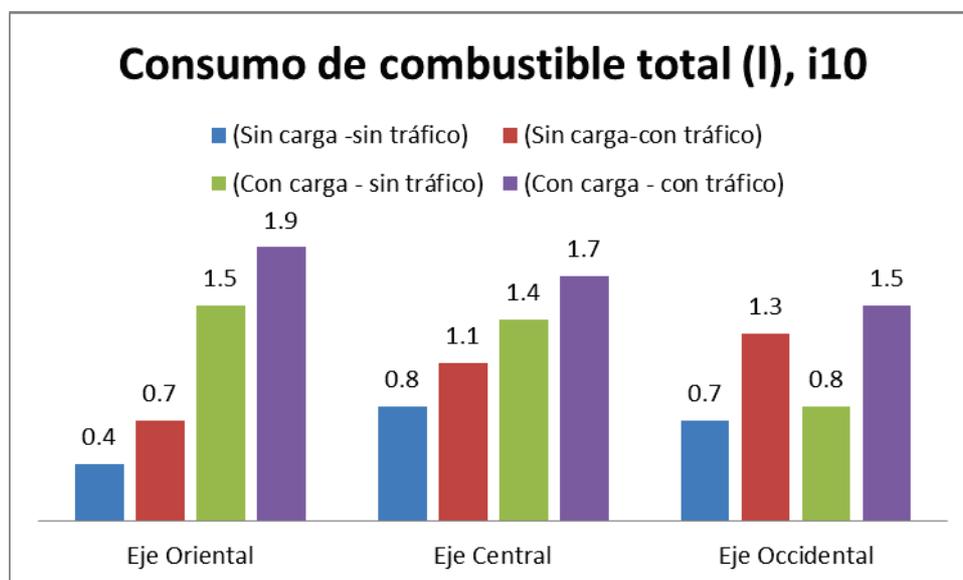


Figura 4.16 Resumen general del consumo de combustible, vehículo i 10

En la figura 4.17 se presenta los valores promedio del combustible consumido de las pruebas en cada eje. Se obtiene que, el mayor consumo se genera en el Eje Central. A la vez en el Eje Occidental se da el menor consumo de combustible.

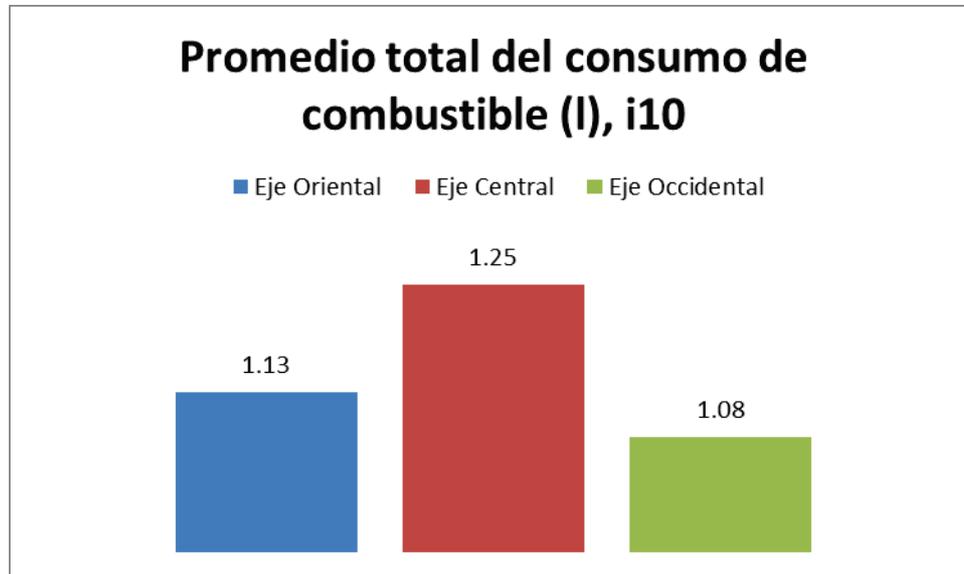


Figura 4.17 Promedio total del consumo de combustible, vehículo i10.

El menor costo de combustible consumido se presenta en el Eje Oriental cuando la prueba es realizada sin carga y sin tráfico (figura 4.18), debido a que el vehículo recorre esta ruta sin mayor impedimento, en tanto a mínima carga y casi nula cantidad de vehículos se refiere. También, en el Eje Oriental se genera el mayor costo por combustible consumido en relación a los otros ejes cuando el vehículo se encuentra cargado, esto ocurre especialmente debido a las condiciones severas de recorrido durante los últimos 5 kilómetros ocasionados por el ascenso del vehículo.

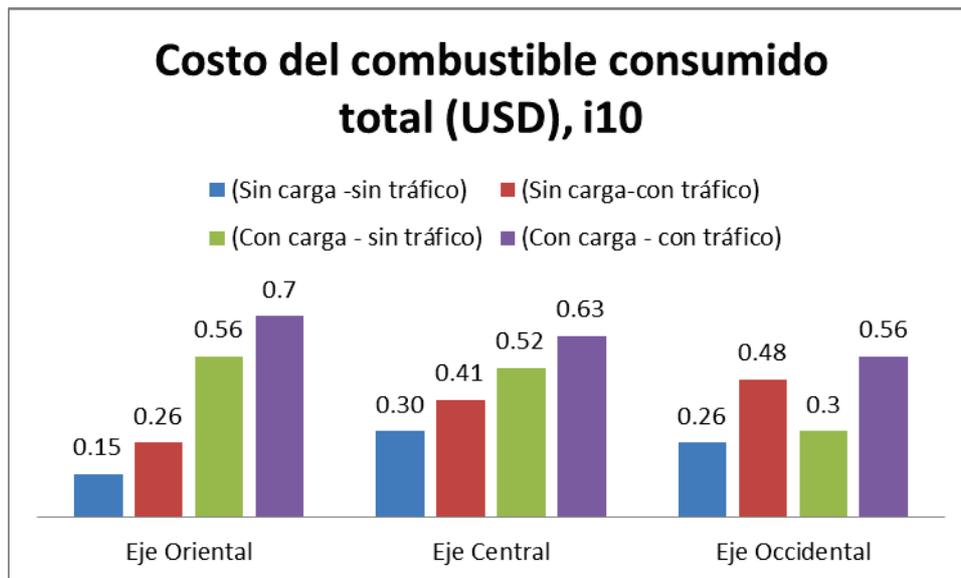


Figura 4.18 Resumen general del costo del combustible consumido, vehículo i 10.

Analizando los recorridos de los ejes viales se encuentra que promediadas las cuatro pruebas de cada ruta, el mayor costo del combustible consumido se presenta en el Eje Central (figura 4.19), producido particularmente por la presencia de mayor congestión vehicular durante los recorridos.

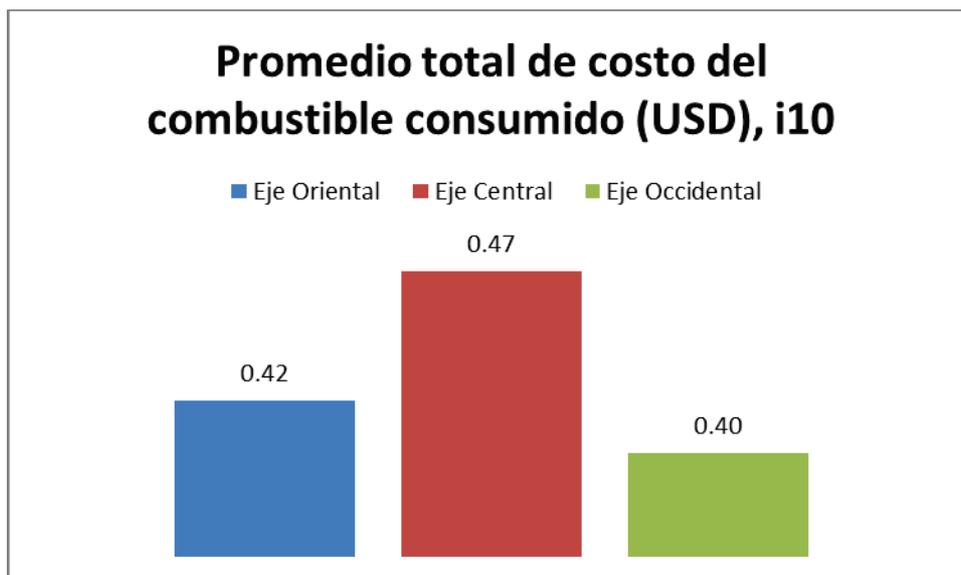


Figura 4.19 Promedio total de costo del combustible consumido, vehículo i10.

Mediante el análisis de las figuras 4.20 y 4.21 del tiempo de recorrido, se obtiene que la mejor ruta para transitar es la presente en el Eje Oriental, después con un tiempo menor de recorrido sigue la ruta 3 y para culminar con el mayor tiempo transcurrido en el recorrido la ruta 2. El mayor tiempo de recorrido realizado en la ruta del Eje Central es básicamente ocasionado porque esta ruta cruza de Norte a Sur por la mitad de la ciudad. Los factores que influyen directamente con la variación del tiempo de recorrido, son la congestión vehicular y la velocidad promedio de recorrido a lo largo de las pruebas por los Ejes.

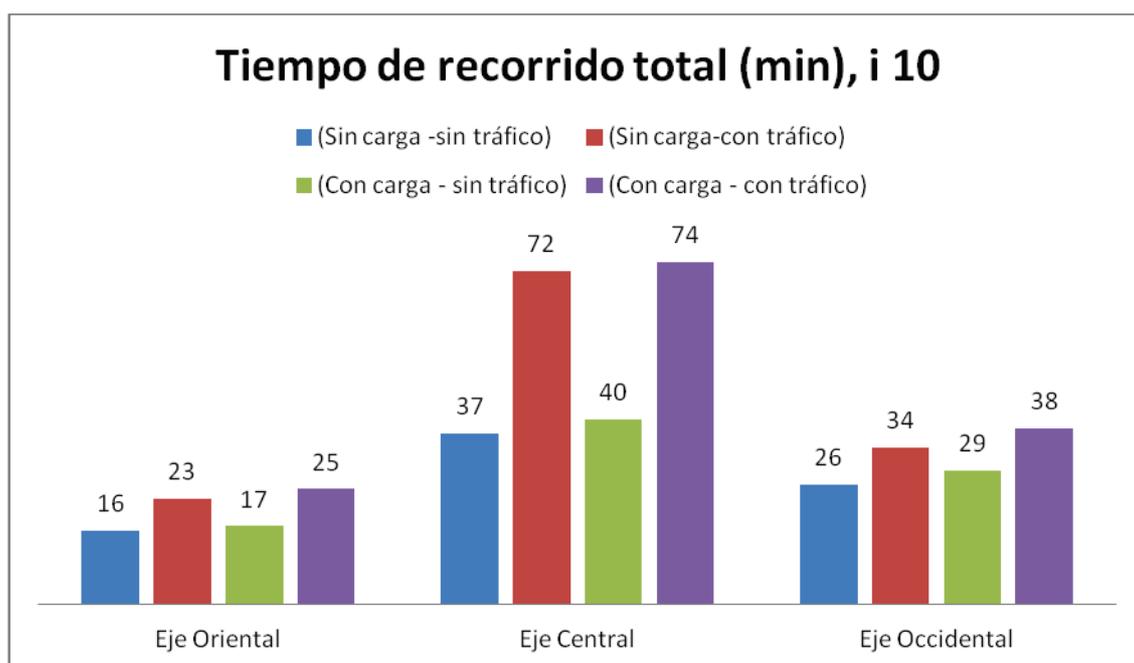


Figura 4.20 Resumen general del tiempo de recorrido, vehículo i 10

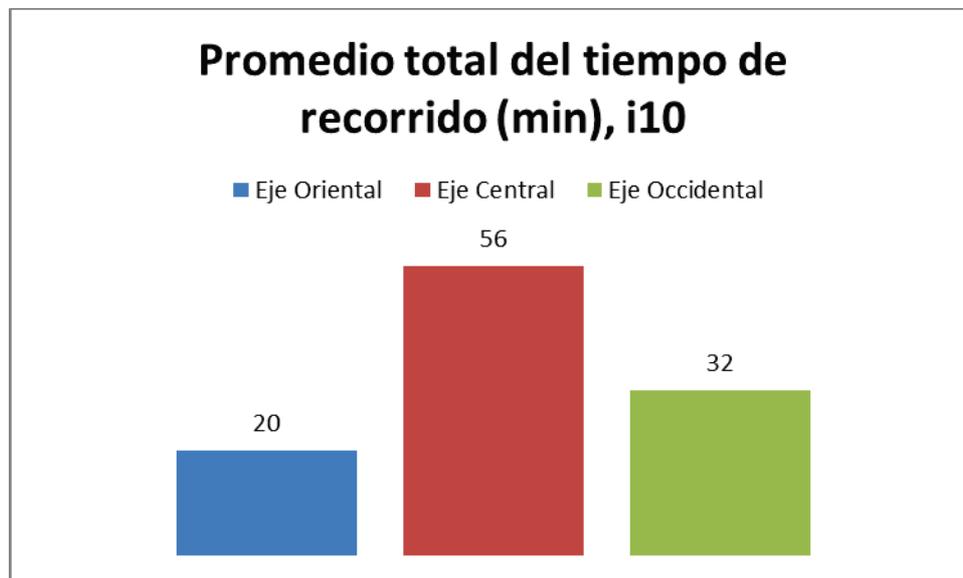


Figura 4.21 Promedio total del tiempo de recorrido, vehículo i10

En la siguiente tabla se muestra las relaciones del consumo de combustible y kilómetros de recorrido, del vehículo Hyundai i10 en los tres ejes.

Tabla 4.1 Equivalencias del promedio de combustible consumido, vehículo i10

HYUNDAI i10	Consumo de combustible			
	litros/ 20 Km	litros /100 Km	Km / galón	Km/litros
Eje Oriental	1.13	5.65	70.8	17.7
Eje Central	1.25	6.25	64	16
Eje Occidental	1.08	5.4	74.07	18.52

4.2. Análisis del consumo de combustible en el vehículo Hyundai New Accent.

Cabe recalcar que el consumo de combustible, costo y tiempo presenta variación en las diferentes rutas, ocasionado por los particulares escenarios y condiciones de recorrido, a continuación se presenta el análisis y gráficas de los datos obtenidos en la investigación.

4.2.1. Eje Oriental - Ruta 1 (New Accent).

El mayor consumo de combustible en esta ruta se da cuando el vehículo se encuentra cargado y transita por congestión vehicular, en cambio la menor cantidad de combustible consumida en el vehículo por esta ruta es cuando se encuentra sin carga y sin tráfico.

En esta ruta el consumo de combustible se presenta en aumento, esto quiere decir que aumenta el consumo en el vehículo cuando las condicionantes de tráfico y carga se presentan (figura 4.22), además el consumo de combustible presenta un incremento en el tramo del kilómetro 10 al 15 debido a la presencia de un semáforo, a su vez por pendientes pronunciada (descenso de 270 m) y curvas cerradas presentes en la vía.

Hay que recordar que el comportamiento particular del consumo de combustible se da por las curvas, descensos y ascensos presentes en este Eje. Además hasta el kilómetro 10 en las diferentes pruebas el consumo de combustible es relativamente bajo y aumenta progresivamente hasta la finalización de las pruebas en forma acelerada, otra causa para este comportamiento es porque el vehículo debe mantener una velocidad promedio alta en toda la ruta (vía perimetral).

También se observa en la siguiente figura el crecimiento gradual del consumo de combustible en las distintas pruebas realizadas, determinando que mientras más dificultad presente la movilidad en la ruta del Eje mayor será el consumo de combustible.

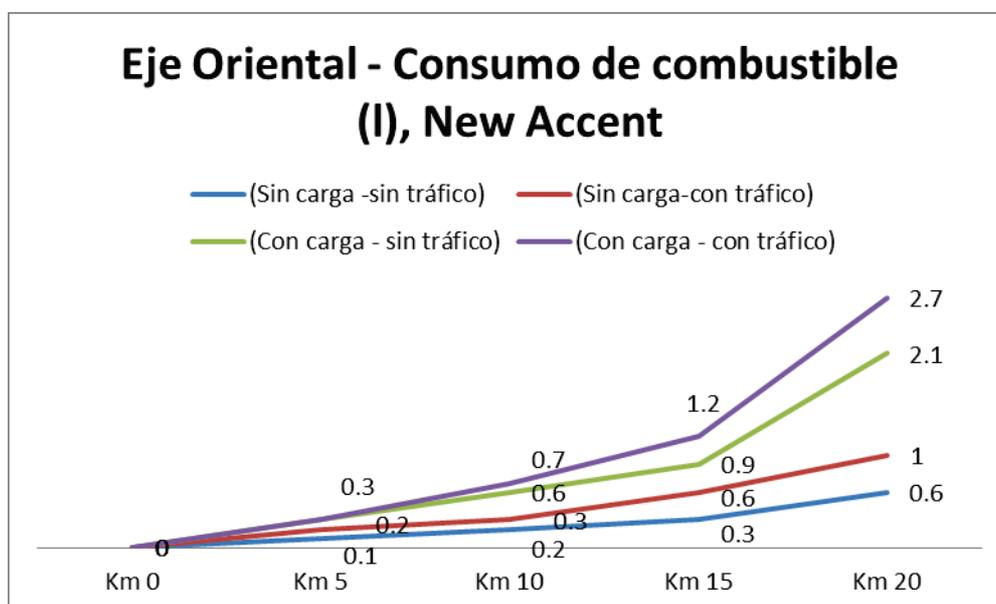


Figura 4.22 Consumo de combustible en Eje Oriental, vehículo New Accent

El valor del costo resulta de la cantidad registrada de combustible consumido por el referencial del costo por litro 0.37 en dólares de los Estados Unidos de Norteamérica vigente a la fecha.

Este costo tiene relación directa con el consumo de combustible del vehículo, en tal razón la semejanza de las gráficas, a su vez el mayor costo se produce cuando el vehículo se encuentra cargado y recorre el tramo en la presencia de tráfico (figura 4.23), al igual que en el anterior vehículo analizado.

En veinte kilómetros se genera un costo mínimo de 0.22 USD y un máximo de 1 USD en las distintas pruebas del Eje Oriental. Desde el kilómetro 15 el vehículo comienza ascender en tal razón el conductor tiene que presionar más el pie en el acelerador generando que el motor reciba mayor incremento de mezcla aire – combustible compensando de esta manera la disminución de fuerza en el vehículo por la cuesta y aumentando así el costo del combustible consumido, para dar un ejemplo: cuando el vehículo (con carga y con tráfico)

transita por los 5 kilómetros finales el costo de combustible consumido es el 56% del costo total.

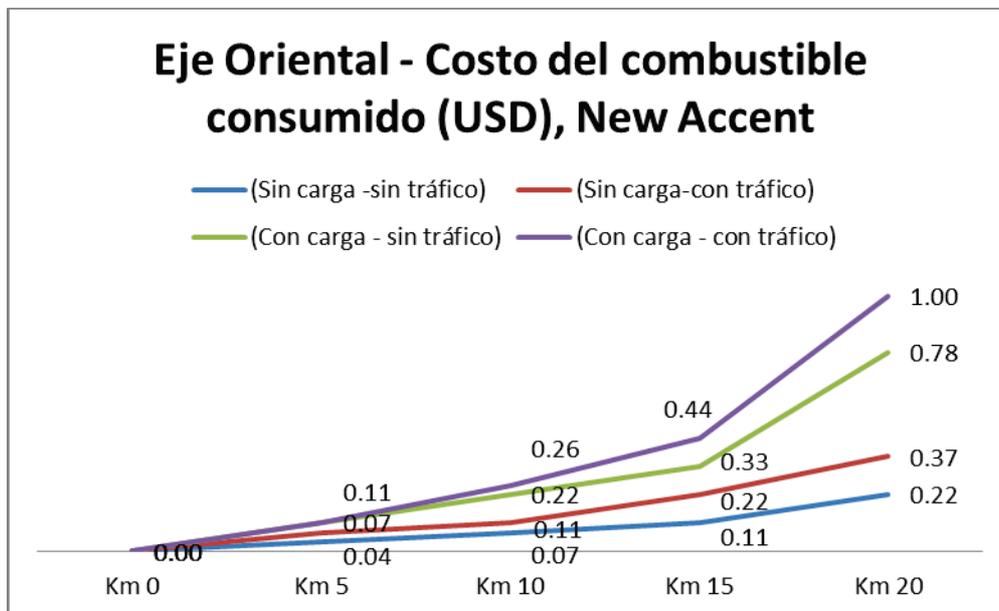


Figura 4.23 Costo del combustible consumido en Eje Oriental, vehículo New Accent

El aumento considerable del tiempo transcurrido a partir del kilómetro 10 se produce porque existen factores diferentes semáforos, curvas pronunciadas y la pendiente de subida de la ruta.

En la figura 4.24 se observa el tiempo transcurrido cada 5 kilómetros de recorrido por las pruebas realizadas en este Eje. Cada prueba posee un tiempo distinto de recorrido debido a los escenarios y condiciones.

El tiempo empleado para realizar el recorrido presenta variaciones en cada prueba, cuando el vehículo se encuentra cargado la diferencia o margen de tiempo es pequeño; en cambio cuando el recorrido presenta tráfico, el margen de tiempo aumenta considerablemente, esto sucede porque en el kilómetro 13.5 de la ruta se encuentra el único semáforo y también se presenta alta sinuosidad de la vía. A su vez a partir del kilómetro 15.8 el vehículo comienza a ascender generando un mayor esfuerzo en el motor y el aumento de tiempo.

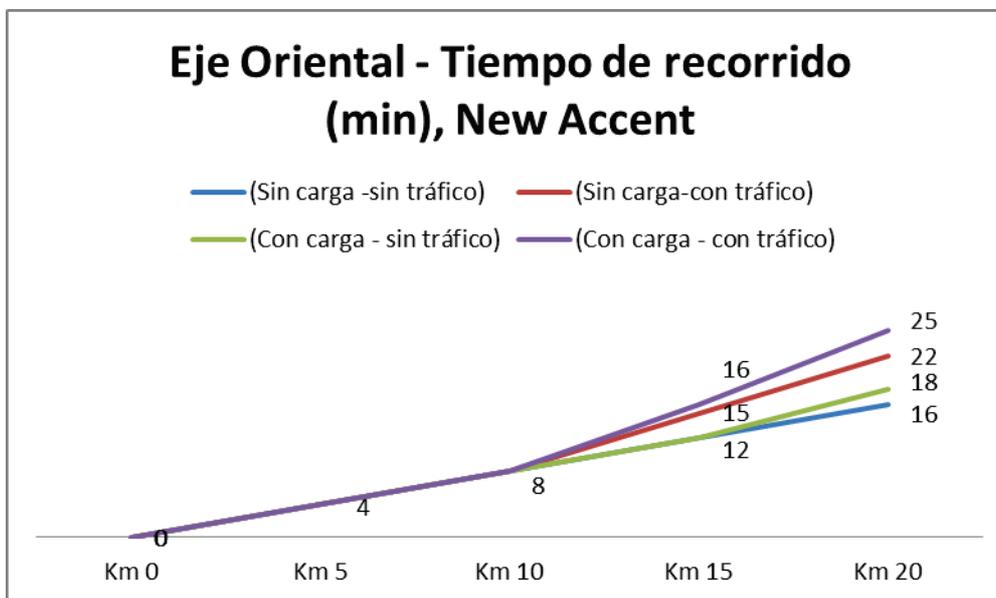


Figura 4.24 Tiempo de recorrido en Eje Oriental, vehículo New Accent

En la figura 4.25 se presenta el promedio generado por combustible consumido en el vehículo recorriendo este Eje, a su vez la comparación de este promedio con el valor teórico generado en la casa automotriz. Gracias a los datos obtenidos y a la siguiente figura se determina que en la ruta del Eje Oriental se observa que existe un incremento de combustible consumido promedio en relación al valor teórico del 20.3%.

El incremento de combustible se da por los factores de: altura promedio de la vía, pendientes positivas y negativas, cantidad de carga aplicada en el vehículo, forma de manejo del conductor, etc. También se puede observar en la gráfica un alto margen de combustible consumido sin carga, en relación al combustible consumido por el vehículo cuando se encuentra con carga, incluyendo el tráfico en los dos casos. Si a los valores mencionados anteriormente se les promedia, obtenemos el valor de combustible consumido promedio del Eje.

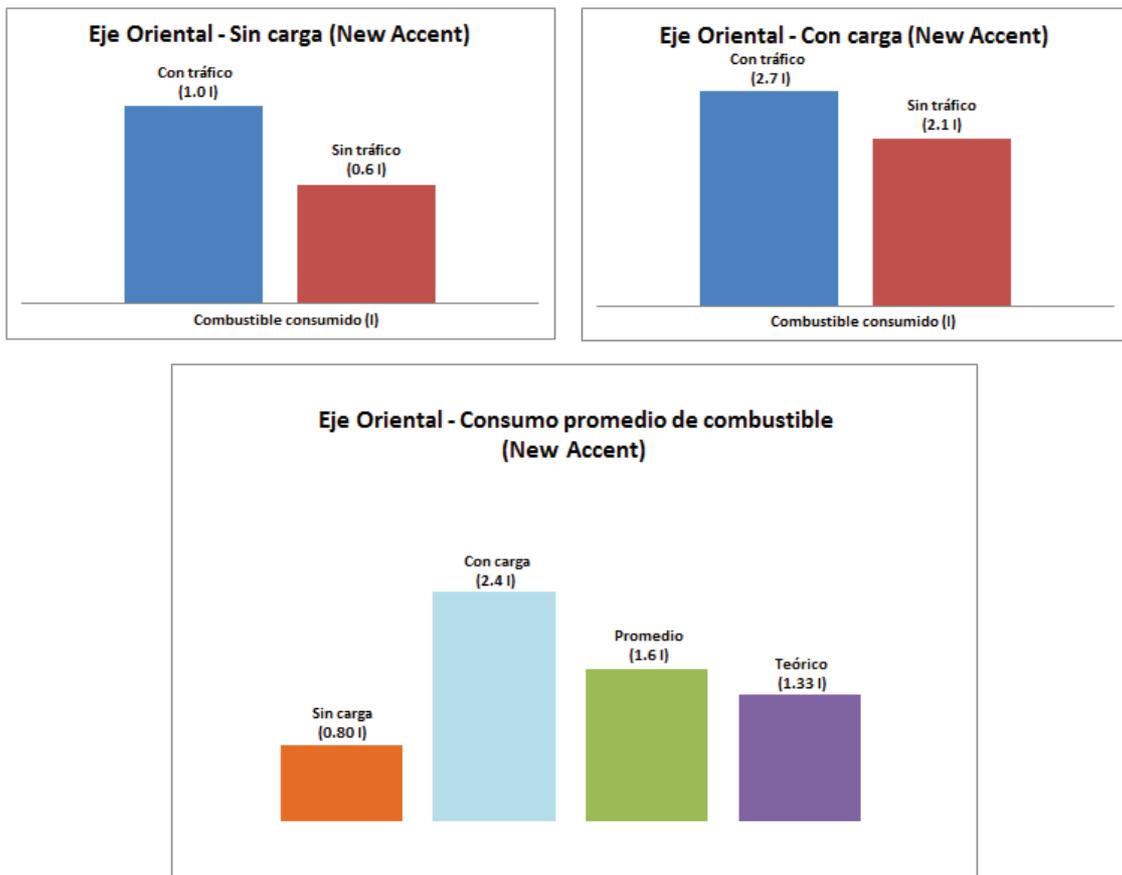


Figura 4.25 Resumen del consumo de combustible en Eje Oriental, vehículo New Accent

En la figura 4.26 se observan datos obtenidos por los instrumentos de medición utilizados en las pruebas, estos datos sirven como condicionantes y evaluadores de la correcta realización de las pruebas, ejemplo: si se ha cumplido con las condiciones de velocidad en la investigación. También se puede observar parcialmente la forma o estilo de manejo gracias a los datos de frenado y aceleración presentes en cada prueba.

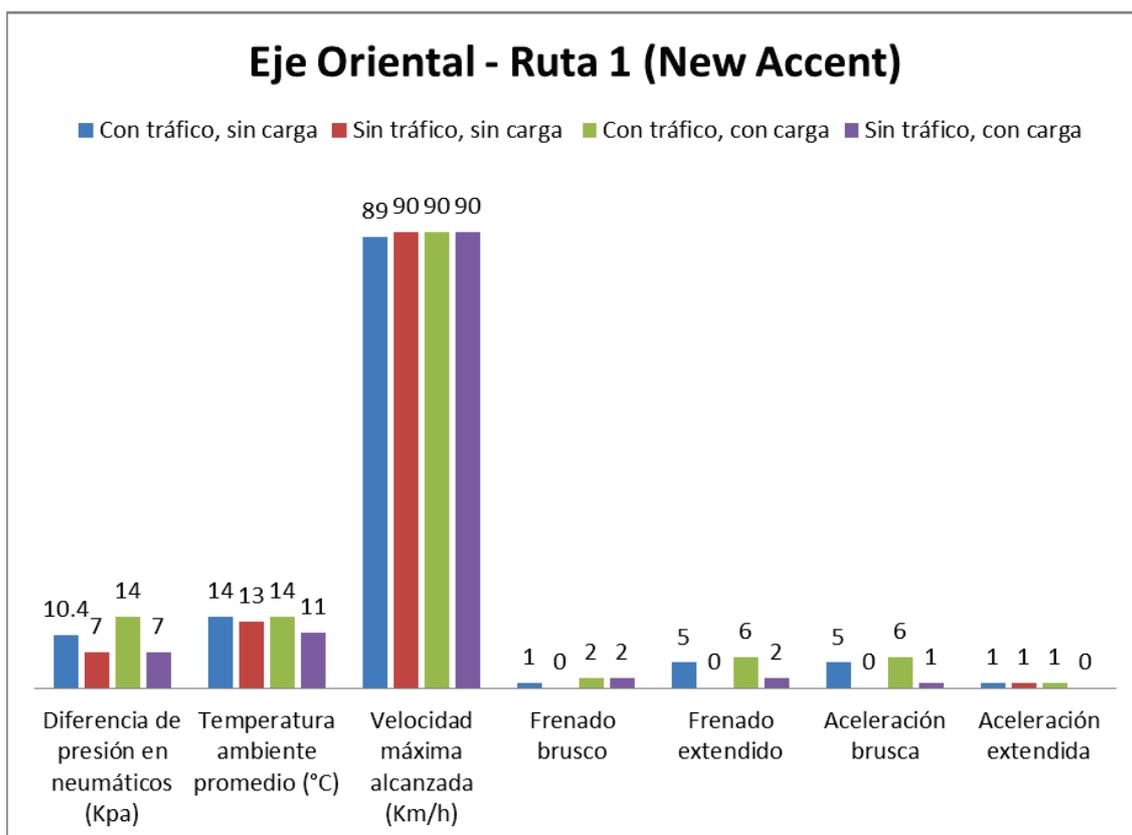


Figura 4.26 Datos adicionales obtenidos en pruebas realizadas en Eje Oriental, vehículo New Accent

4.2.2. Eje Central – Ruta 2 (New Accent).

Se presenta un consumo de combustible diferente a las pruebas anteriores del Eje Oriental, ocasionadas por las características particulares de este Eje, como: la geografía, localización, condiciones de tráfico y velocidad límite reglamentada. Estas características generan una velocidad promedio baja y un consumo de combustible mayor.

Este eje atraviesa la ciudad presentando mayores paras por semáforos, reducción de los carriles en la vías y junto a la disminución de velocidad permitida, genera una velocidad promedio baja y un consumo de combustible mayor.

Como se observa en la figura 4.27, el mayor consumo se da dentro del kilómetro 10 hasta el kilómetro 15, debido a que por la calle Guayaquil (Parte del Eje Central) la circulación se la realiza en un solo carril generando congestión. También este consumo se produce por la inexistencia de pasos a desnivel y la presencia del trole bus a lo largo del recorrido.

En el centro histórico se localizan varios de los organismos de servicio público, lugares de comercio y de turismo los cuales generan muchas plazas de trabajo ocasionando en las mañanas mayores tiempo de recorrido y a su vez mayor consumo de combustible. También por la noche se presenta una cantidad considerable de vehículos ocasionado por la afluencia de turistas y por tal motivo la disminución de la fluidez vehicular en el centro, ocasionando incremento en el consumo de combustible (sin tráfico – con carga y sin carga).

Cabe recalcar que la congestión vehicular se establece en una vía relativamente plana, debido a que en los 20 kilómetros de la ruta no hay pendientes considerables, en consecuencia el consumo de combustible con tráfico y sin tráfico presenta una variación menor a la generada cuando el vehículo transita con carga.

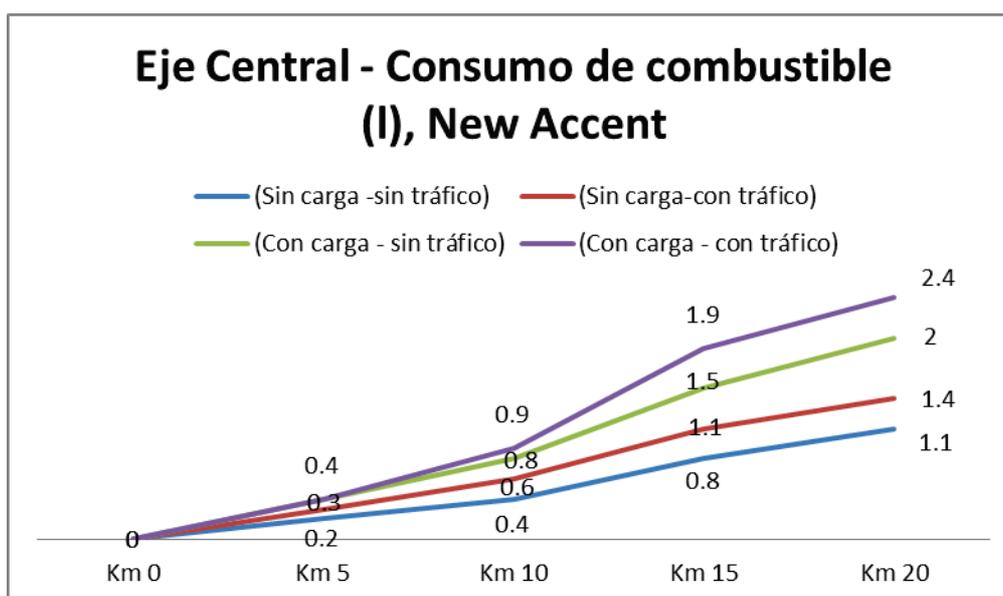


Figura 4.27 Consumo de combustible en Eje Central, vehículo New Accent.

En las condiciones más exigentes presentes en la prueba, el vehículo durante el recorrido genera un costo en consumo de 0.89 USD (figura 4.28), relacionando éste con el costo del Eje Oriental tenemos un decremento del 12%, esto ocurre porque en el Eje Central no se presentan grandes cambios de altura (50 m) en comparación al Eje Oriental. Otro factor importante para la variación del consumo y costo, es la velocidad promedio de recorrido diferente entre los dos ejes analizados.

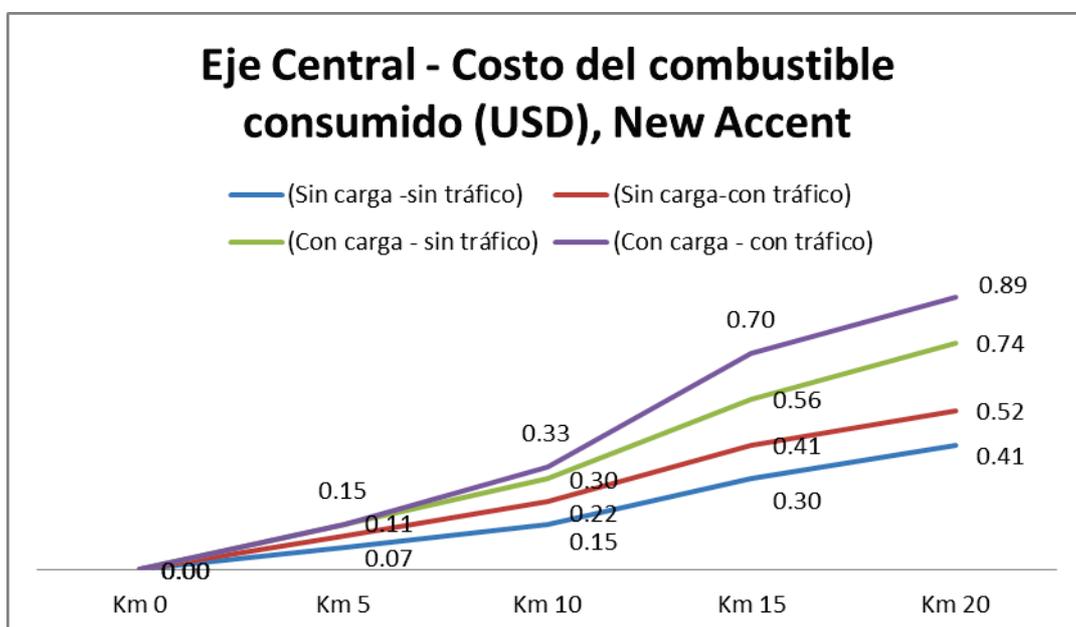


Figura 4.28 Costo del combustible consumido en Eje Central, vehículo New Accent

El tiempo de recorrido realizado por el vehículo aumenta cuando se transita con tráfico, presentando así el mayor tiempo cuando se recorre la prueba con tráfico y con carga (figura 4.29). También se puede observar en la gráfica que a partir del kilómetro 5 hasta el kilómetro 15 en todas las pruebas de esta ruta aumenta el tiempo de recorrido, ocasionado por circunstancias mencionadas anteriormente en los análisis de consumo y costo.

Cuando se transita sin tráfico el tiempo de recorrido permanece en aumento lineal, en cambio cuando se presenta tráfico en la vía el tiempo de recorrido aumenta exponencialmente a partir del kilómetro 10 llegando a estabilizarse desde el kilómetro 15 hasta la finalización de la prueba.

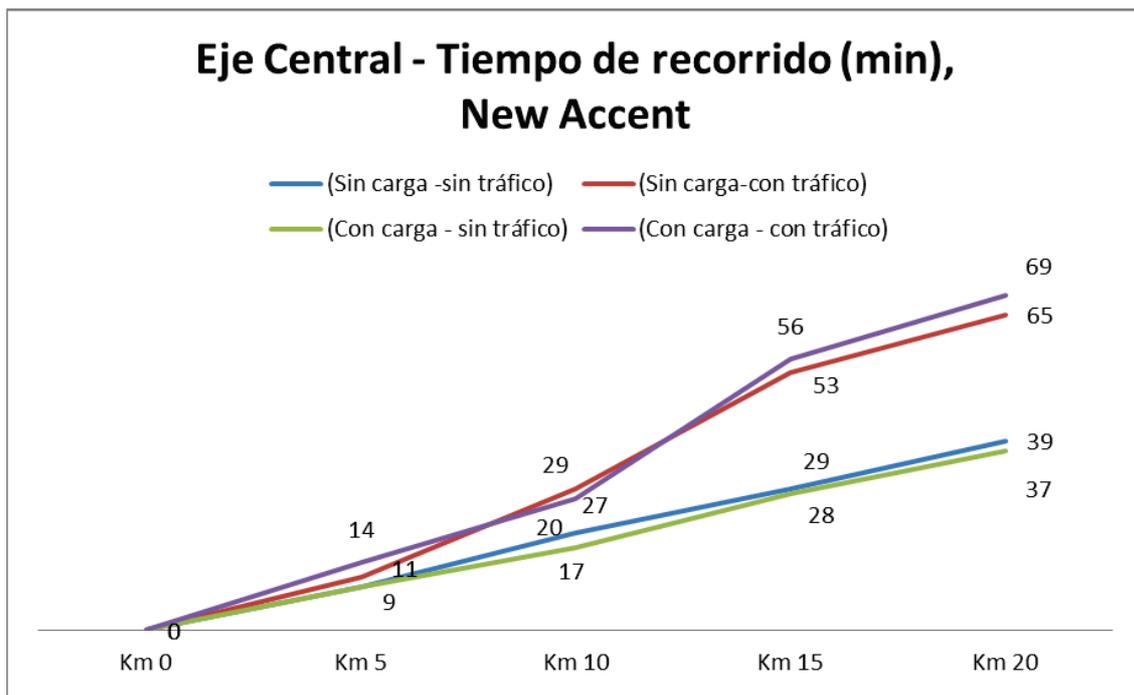


Figura 4.29 Tiempo de recorrido en Eje Central, vehículo New Accent

En esta recopilación o resumen presente en la figura 4.30, se observa una similitud relacionada con las cantidades de combustible consumidas en la práctica y las cantidades de consumo teóricas para el recorrido en ciudad, confirmando de esta manera que los datos obtenidos en la investigación son reales, el promedio de datos obtenidos presentan una diferencia de 0.07 litros ocasionado principalmente por la altura presente en la ciudad y por las condiciones de tráfico. Con esta diferencia de combustible generada, se obtiene que en 100 kilómetros se consumirá 0.35 litros más que en ciudades a nivel del mar.

En este eje se produce un aumento del consumo de combustible cuando el vehículo transita por tráfico, obteniendo un aumento del 27.3% sin carga y 20% cuando el vehículo se encuentra cargado, y así también existe una diferencia grande en los valores promedio obtenidos cuando el vehículo esta con carga y cuando esta sin carga (aumento del 76% cuando se encuentra cargado en relación a que no esté cargado el vehículo).

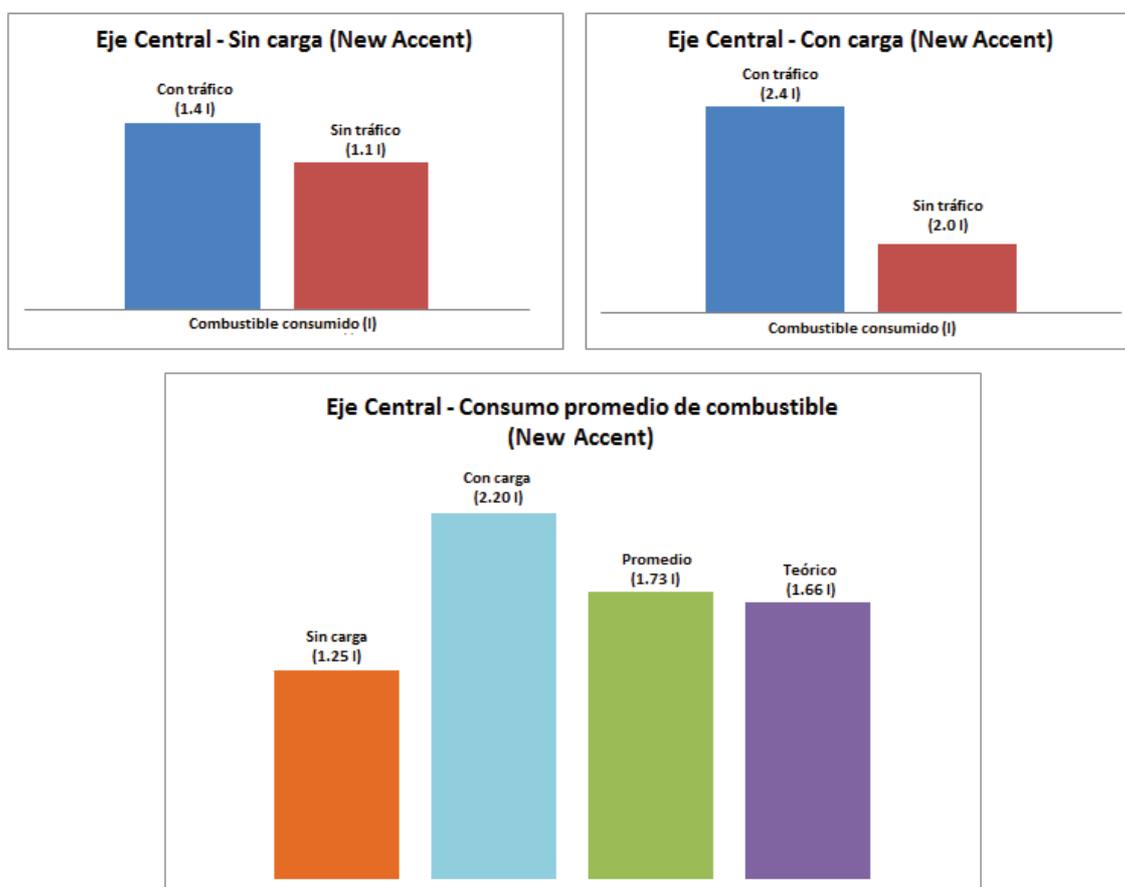


Figura 4.30 Resumen del consumo de combustible en Eje Central, vehículo New Accent

A continuación se presentan datos adicionales obtenidos por el receptor electrónico de datos, que sirven para controlar el correcto desempeño en lo referente a límites de velocidad reglamentados.

En la figura también se aprecia la variación del promedio en la temperatura ambiente de los diferentes días de realización de la prueba, promedio obtenido a partir del valor de temperatura inicial y el valor de temperatura final de cada prueba.

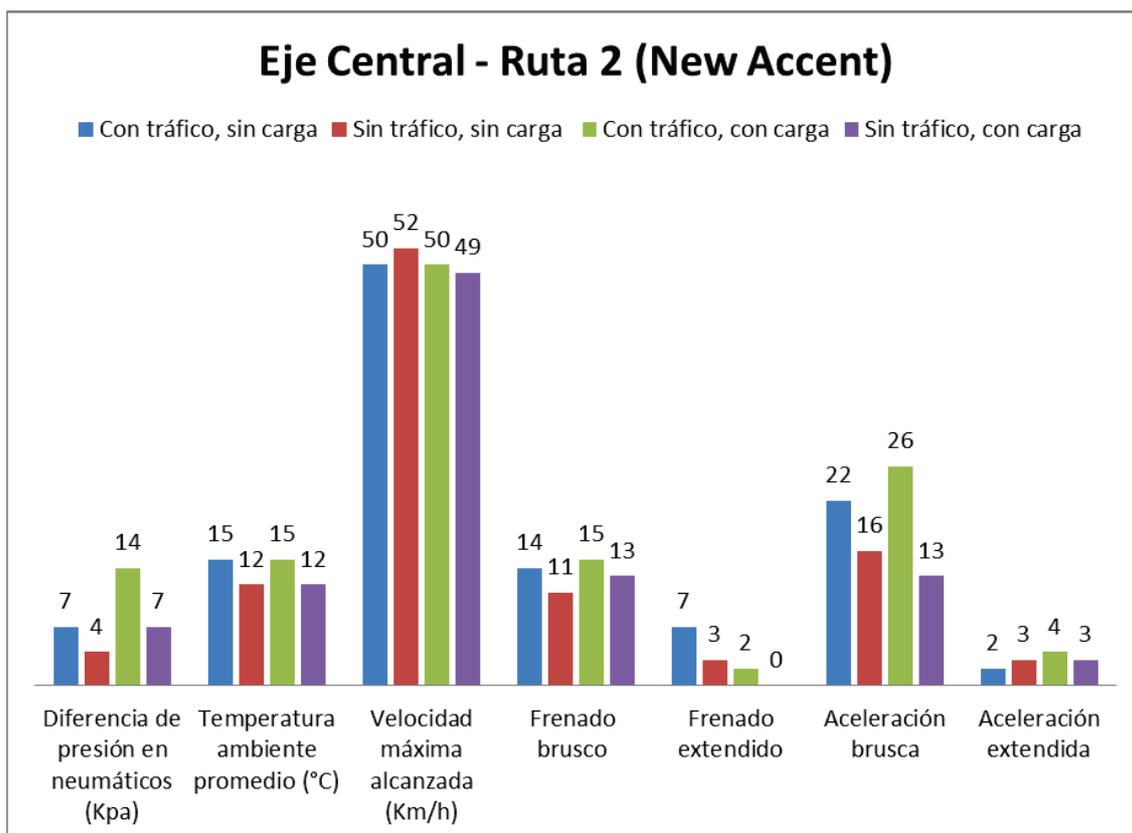


Figura 4.31 Datos adicionales obtenidos en pruebas realizadas en Eje Central, vehículo New Accent

4.2.3. Eje Occidental – Ruta 3 (New Accent).

El consumo de combustible se incrementa en algunos tramos de las pruebas en este Eje (figura 4.32), ocasionados por la generación de cuellos de botella en el sector del centro y centro-norte (kilómetro 5 al kilómetro 15); otro causal para el incremento del consumo, se da por la gran cantidad de vehículos que circulan durante todo el día por este eje.

Cabe recalcar que vehículo pasa por la zona centro-occidente (dos puentes y los túneles) y tiene que circular por una pendiente ascendente, junto a la congestión vehicular presente en el tramo del Eje (dos pruebas).

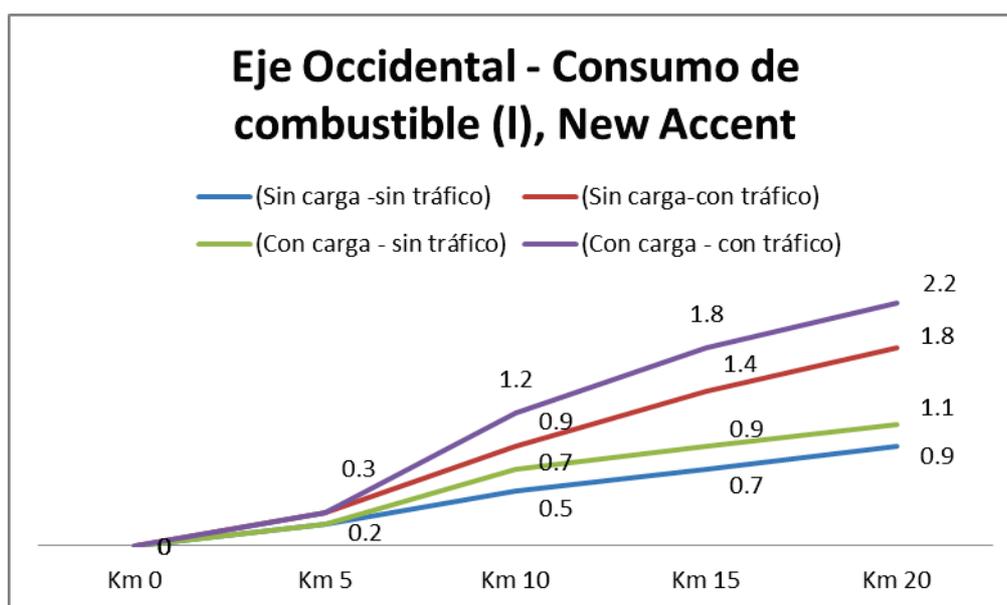


Figura 4.32 Consumo de combustible en Eje Occidental, vehículo New Accent

El costo de combustible consumido en el transcurso de la ruta de Eje cada 5 kilómetros se lo aprecia en la siguiente figura, siendo el costo consumido más alto cuando el vehículo se encuentra con carga y con tráfico, apreciando así un costo de 4.05 USD cada 100 kilómetros de recorrido; en cambio cuando la prueba se realiza con el vehículo sin carga y sin tráfico el costos de combustible consumido es el más bajo (1.65 USD/100 Km). En estas dos pruebas con condiciones opuestas se aprecia el alto incremento en costo de combustible ocasionado por las condiciones severas de tráfico presente en la zona urbana y a la carga expuesta en el vehículo analizado.

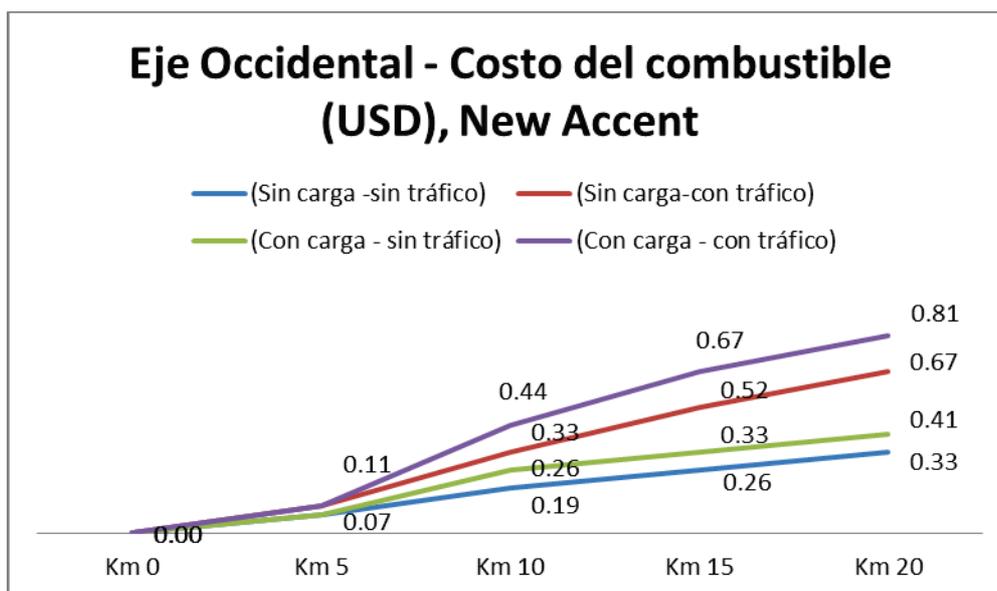


Figura 4.33 Costo del combustible en Eje Occidental, vehículo New Accent

En la ruta 3, desde el kilómetro 5 al 10 se genera el mayor tiempo de recorrido de este vehículo, al igual que en el Hyundai i10, debido a entornos y factores similares de recorrido analizados anteriormente.

Aproximadamente hasta la mitad de la ruta en el transcurso de las pruebas se produce el tiempo del recorrido más alto, debido a que la mayoría del recorrido se lo realiza por la zona urbana, implicando la presencia de semáforos (cada 200 kilómetros), peatones y gran cantidad de vehículos.

El tiempo de recorrido realizado puede variar indistintamente (figura 4.34), puesto que la cantidad de vehículos circulando en la vía todos los días es diferente, a su vez las condiciones climáticas también varían, en esta investigación se restringe la realización de la prueba cuando está lloviendo, con la finalidad de no presentar otra variable incluyente al tiempo.

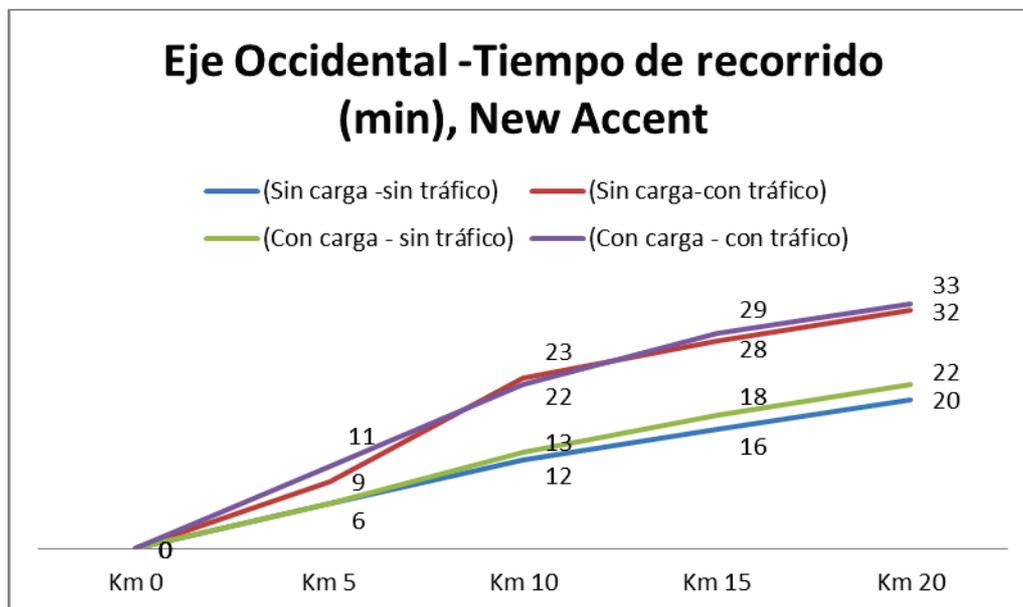


Figura 4.34 Tiempo de recorrido en Eje Occidental, vehículo New Accent

En la ruta 3 el consumo de combustible aumenta debido a la congestión vehicular presente y por la colocación de carga en el vehículo. En la figura 4.35 se presenta el valor promedio real de combustible consumido de todas las pruebas y si se compara con el valor teórico del consumo de combustible.

Se obtiene que en la ciudad de Quito se consume mayor cantidad de combustible (incremento del 3.45 %) en relación al consumo en ciudades a nivel del mar.

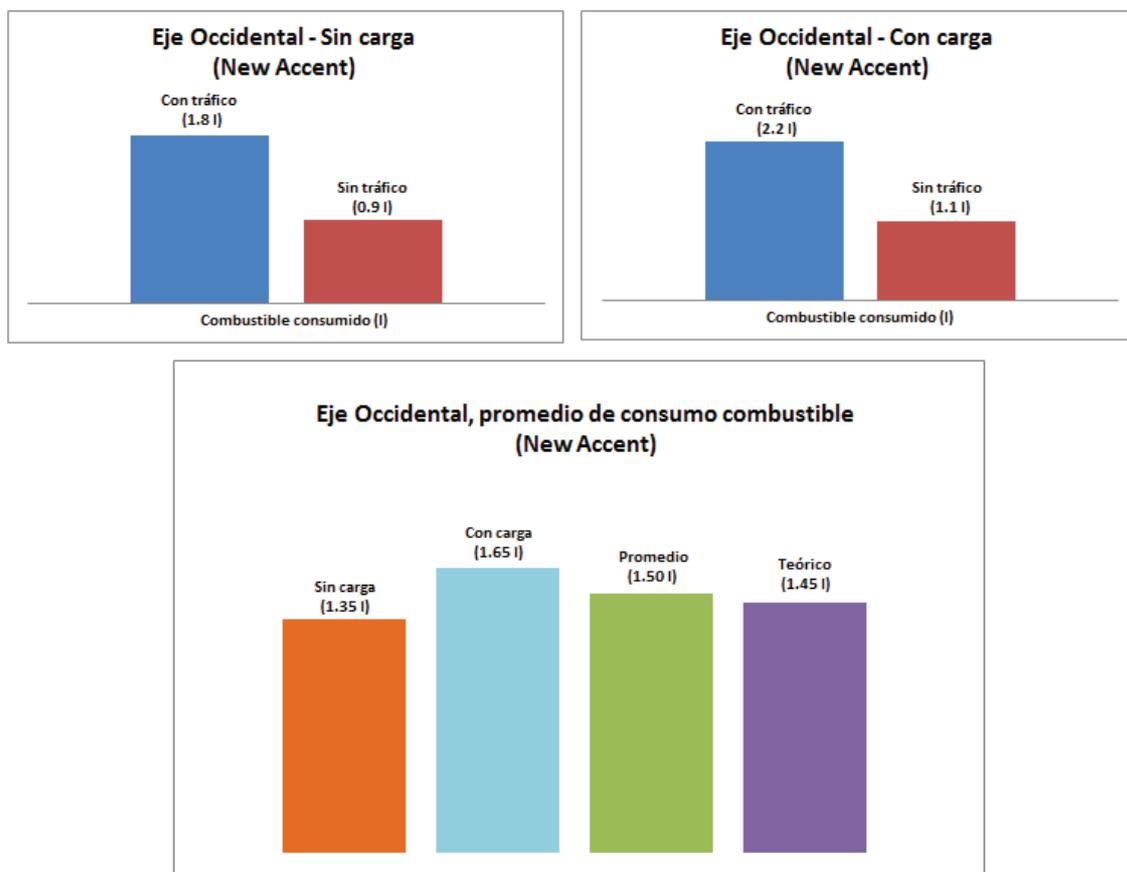


Figura 4.35 Resumen del consumo de combustible en Eje Occidental, vehículo New Accent

Como en los anteriores análisis en las rutas, lo obtenido en las pruebas mediante el receptor electrónico de datos se muestra en la figura 4.36, estos datos sirven como indicador y a su vez permite controlar el cumplimiento de los parámetros establecidos en el protocolo de pruebas, entre los datos obtenidos tenemos: las condiciones ambientales presentes, la velocidad máxima realizada en cada prueba, los datos relacionados con la cantidad de frenadas y la cantidad de aceleradas (prolongadas y extremas) realizadas en el vehículo durante el recorrido.

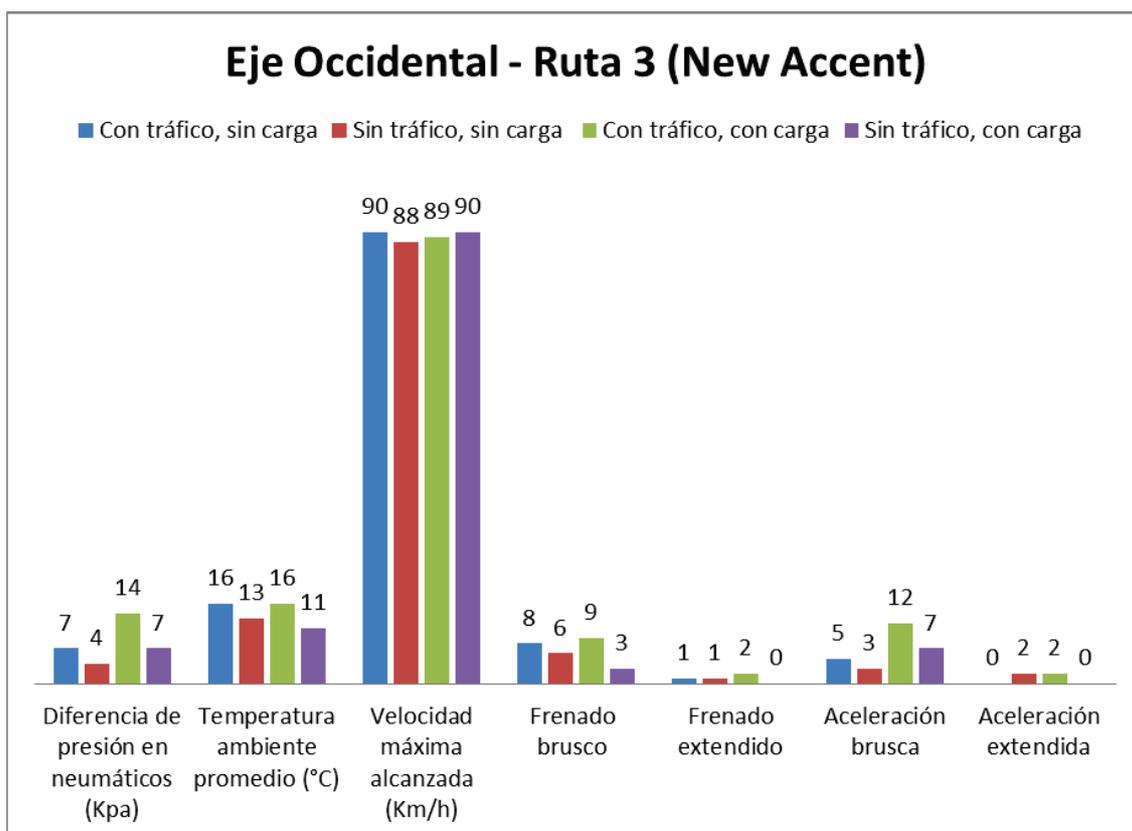


Figura 4.36 Datos adicionales obtenidos en pruebas realizadas en Eje Occidental, vehículo New Accent

4.2.4. Ejes – Rutas (New Accent).

Si se suma el combustible consumido por todas las condiciones de recorrido en cada prueba, se obtiene que el mayor consumo se produce en el Eje Central (6.9 litros); pero el mayor consumo de combustible en una prueba específica, se da cuando el vehículo se encuentra cargado y recorre el Eje Oriental (2.7 litros), producido puntualmente por los cinco kilómetros finales de pendiente ascendente que recorre el vehículo analizado y por la velocidad de recorrido alta.

En la figura 4.37, cuando el vehículo transita con tráfico o sin tráfico el mayor consumo se da cuando se encuentra cargado (Eje Oriental, Eje Central) y cuando el vehículo se encuentra con carga y con tráfico en las distintas rutas

se presenta el menor consumo de combustible en el Eje Occidental, debido a: la vía no tiene grandes pendientes, existe solo un cuellos de botella vehicular y casi el 40% de la ruta es considerada perimetral permitiendo que el vehículo se desplace de mejor manera.

En la ruta del Eje Occidental se tiene un comportamiento diferente a las demás rutas en relación al consumo de combustible al viajar con el vehículo sin carga y con tráfico, similar al vehículo Hyundai i10. Este consumo de combustible es mayor y se da por el tráfico presente en el sector centro-occidental (dos puentes, túneles); a parte de las continuas detenciones se debe superar los 105 m de pendiente ascendiente presente en este sector. En cambio los otros ejes presentan congestión vehicular en bajada (Eje Oriental) o en plano (Eje Central) y como consecuencia la disminución del consumo de combustible.

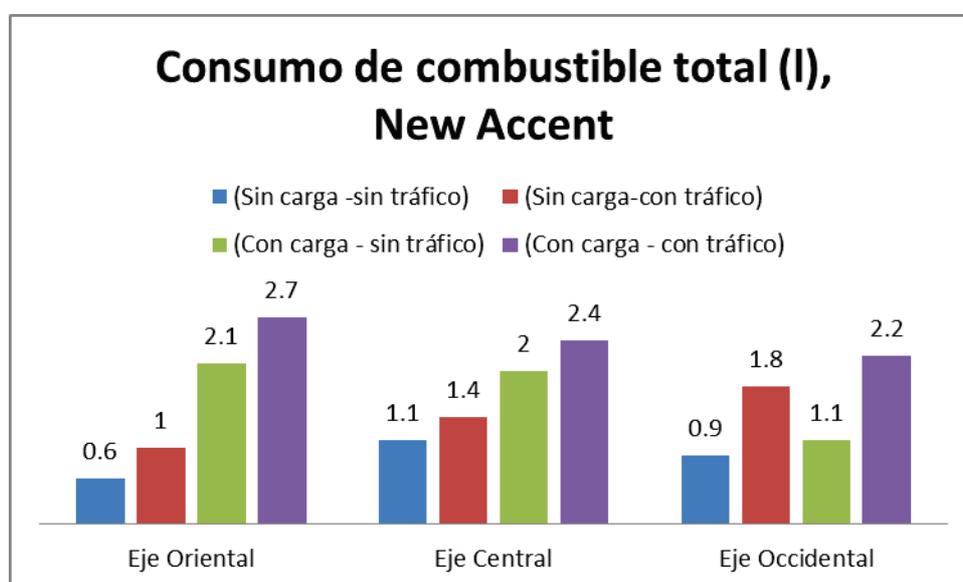


Figura 4.37 Resumen general del consumo de combustible, vehículo New Accent

En la figura 4.38, se observa que el menor consumo de combustible se presenta en el Eje Occidental. A su vez, en la gráfica se tiene que el mayor consumo se da en el Eje Central.

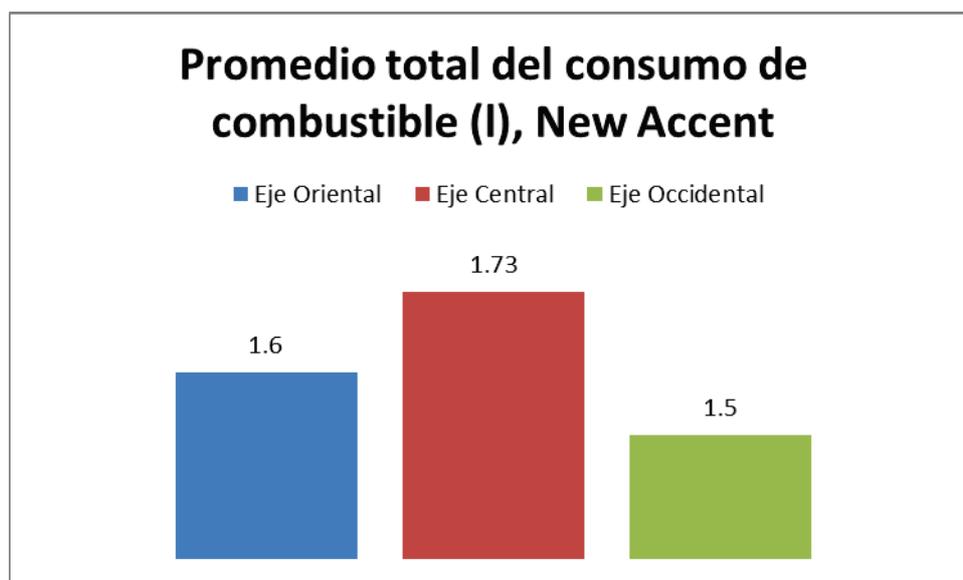


Figura 4.38 Promedio total del consumo de combustible, vehículo New Accent

El menor costo de combustible se presenta en el Eje Oriental (figura 4.39) cuando la prueba es realizada sin carga - sin tráfico y a su vez en este Eje se genera el mayor costo por combustible consumido en relación a las otras dos rutas, ocasionado por las condiciones de recorrido durante los últimos 5 kilómetros mencionadas en análisis de consumo anteriores.

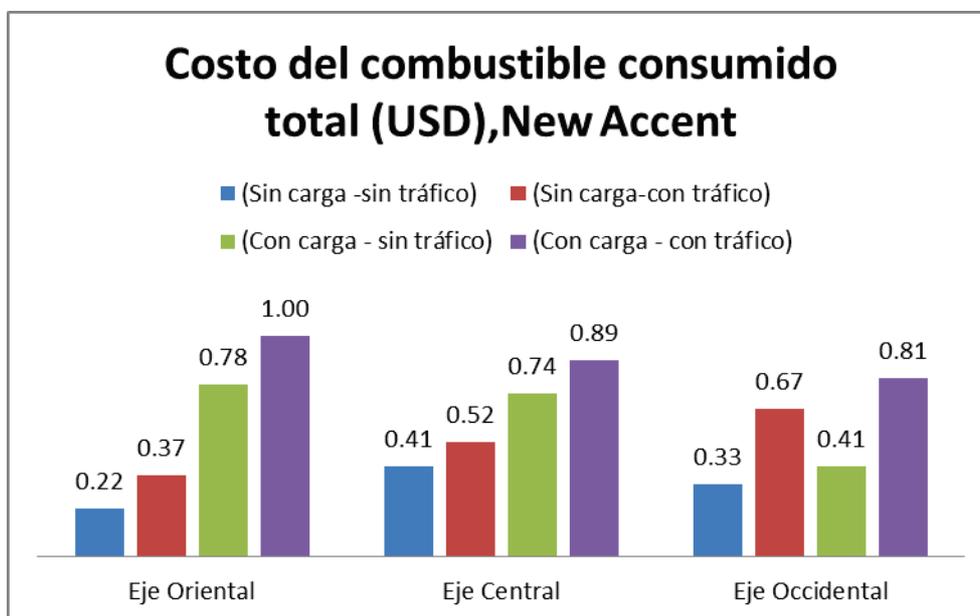


Figura 4.39 Resumen general del costo de combustible consumido, vehículo New Accent

Analizando todos los recorridos se tiene que promediado los datos de las cuatro pruebas de cada ruta (figura 4.40), el mayor costo del combustible consumido se presenta en Eje Central, producido particularmente por la presencia de mayor congestión vehicular y a su vez más tiempo transcurrido durante los recorridos.

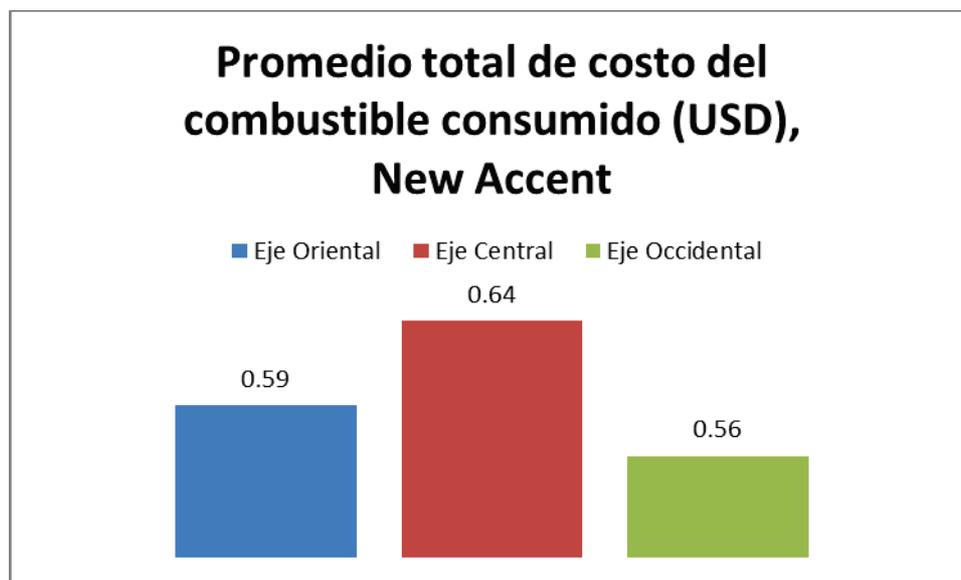


Figura 4.40 Promedio total de costo del combustible consumido, vehículo New Accent.

Observando la figura 4.41 y 4.42, se determina que para realizar un desplazamiento a lo largo de la ciudad el Eje Oriental es el recomendado, debido a que en cada prueba realizada se presenta el menor tiempo de recorrido; a su vez en la ruta del Eje Central se presenta mayor tiempo de recorrido, este tiempo de recorrido es básicamente ocasionado porque el vehículo cruza de Norte a Sur por la mitad de la ciudad y por varios cuellos de botella vehicular. Esta variación de tiempo en las rutas es ocasionado por la congestión vehicular y la velocidad promedio de recorrido en las pruebas.

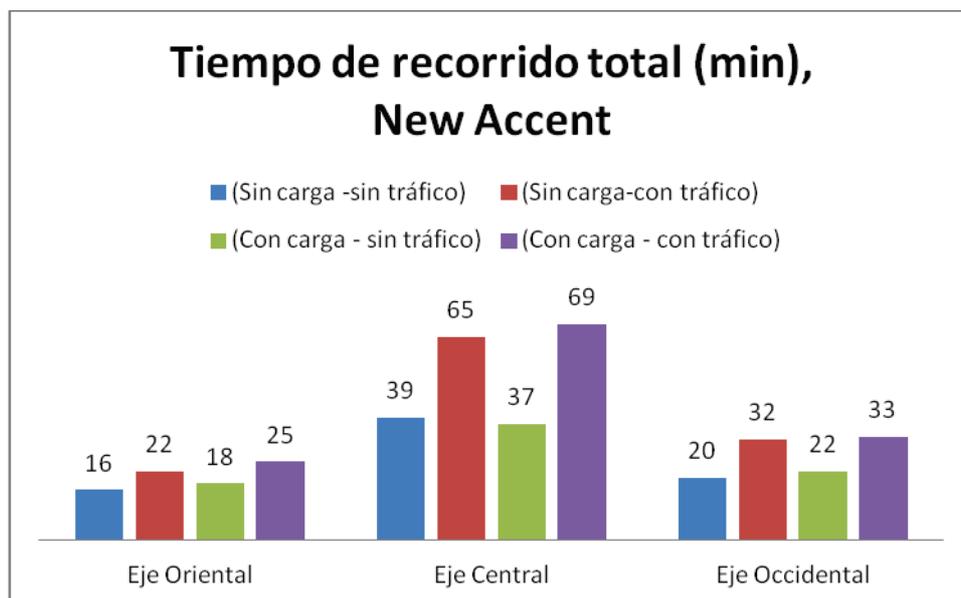


Figura 4.41 Resumen general del tiempo de recorrido, vehículo New Accent

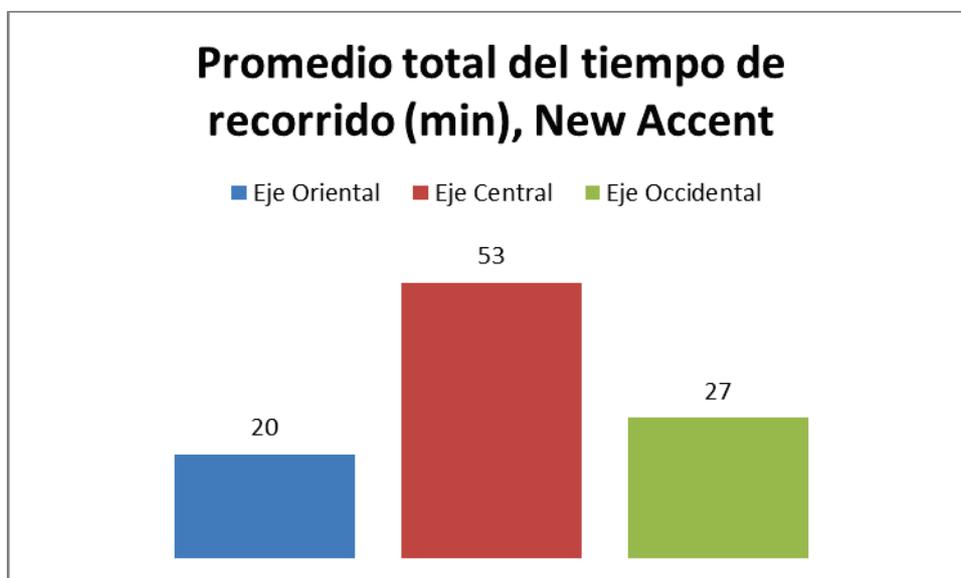


Figura 4.42 Promedio total del tiempo de recorrido, vehículo New Accent

Para una mejor visualización relacionada al combustible consumido en el vehículo New Accent, se muestra en la tabla 4.2 las relaciones del consumo de combustible y kilómetros de recorrido en los tres ejes.

Tabla 4.2 Equivalencias del promedio de combustible consumido, vehículo New Accent

HYUNDAI New Accent	Consumo de combustible			
	litros/ 20 Km	litros /100 Km	Km / galón	Km/litros
Eje Oriental	1.6	8	50	12.5
Eje Central	1.73	8.65	46.24	11.56
Eje Occidental	1.5	7.5	53.33	13.33

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones.

Mediante los datos obtenidos en las pruebas de recorrido se logra evaluar el combustible consumido, costo y tiempo de recorrido en los dos vehículos por las tres rutas de la urbe capitalina, obteniendo resultados contundentes y así brindar un aporte al campo automotriz.

Gracias a los valores teóricos referenciales de combustible consumido obtenido en tablas, se ratifica la adecuada selección de las condicionantes presentes en las pruebas de la investigación y a su vez las rutas seleccionadas, debido a que los valores obtenidos en las pruebas mantienen margen de relación respecto a los valores teóricos referenciales.

El consumo de combustible realizado por los vehículos depende del escenario o condiciones presentes, como: cilindraje, tráfico, carga, tipo y características de la vía, provocando cantidades diferentes de consumo, es así que sin tráfico los vehículos analizados consumen el doble de combustible en vías urbanas, respecto al consumo en vías periféricas.

Aumenta el consumo de combustible desde un 30% en los vehículos de la investigación al circular con tráfico por vías urbanas o periféricas.

Mediante la cuantificación obtenida por medio del receptor electrónico de datos conectado en los vehículos se llega a la obtención y análisis de resultados, en cuanto se refiere al consumo de combustible generado en los automotores a lo largo del recorrido.

La altura presente en la ciudad de Quito genera un incremento en el consumo de combustible de los vehículos utilizados respecto al valor teórico promedio dado por fábrica. El incremento promedio en el consumo de combustible es del 13%, tomando en cuenta que en los dos vehículos se realizaron pruebas con las mismas condiciones, establecidas en el protocolo de pruebas (pág. 40 y pág. 42).

En base a la investigación se determina que las nuevas tecnologías aplicadas en los motores de los vehículos producen un consumo de combustible eficiente al presentarse congestión vehicular.

En estos vehículos analizados se presentan tecnologías automotrices similares al ser de la misma marca y por tal motivo el consumo de combustible es directamente proporcional al cilindraje del motor.

La congestión vehicular en la ciudad no es un factor constante debido a las diferentes circunstancias cotidiana, llevando a la generación de diferentes escenarios en los cuales la movilidad de los automóviles aumenta o disminuye en el transcurso del día, estos escenarios se dan por: la cantidad de veces que son detenidos los automóviles por semáforos, los accidentes de tránsito, la velocidad de manejo y reacción de los conductores al detenerse o arrancar, las paradas no programadas del transporte público, la cantidad de ciudadanos que se moviliza a su trabajo; todo lo mencionado anteriormente ocasiona variación y diferencias en el tiempo de recorrido en cada prueba.

El consumo de combustible es directamente proporcional a las condiciones adversas que recorre el vehículo, ocasionando un gran incremento cuando el vehículo se encuentra cargado, hay que tener presente que cuando el vehículo se encuentra cargado se genera mayor desgaste en los elementos y sistemas mecánicos del vehículo.

Al realizar el trabajo de investigación se determina que si el vehículo transita por una vía perimetral sin congestión vehicular y con el peso mínimo de carga, el combustible consumido es mucho menor que en los demás escenarios de prueba.

El conductor debe tratar de circular por las vías de la ciudad de Quito en las horas de menos cantidad de tráfico, con el objeto de que ahorre la mayor cantidad de combustible y a su vez gaste la menor cantidad de dinero. Hay que tomar en cuenta que en el Eje Central en horas pico la congestión vehicular es la más alta en relación a las demás avenidas de la ciudad, por tal motivo se recomienda buscar vías alternas al transitar por la ciudad de Quito en horas

pico y evitar esta ruta con el fin de pérdida de tiempo y consumo de combustible en el recorrido.

En base al análisis de costo se recomienda transitar por las avenidas Simón Bolívar y Occidental, debido a que estas vías periféricas integra la ciudad de Norte a Sur, a su vez presentan menor congestión vehicular y por ende menor consumo de combustible en relación a las pruebas realizadas en el Eje Central. Transitar por el Eje Oriental, es la opción ideal para circular por Quito en horas pico de Norte a Sur o viceversa.

Se debe tener presente que cuando el vehículo se encuentra cargado y con tráfico el consumo de combustible es alto, a su vez si el conductor trata de mantener una velocidad promedio alta el consumo será aún mayor. Para obtener ahorro de combustible en el vehículo, se recomienda no forzar el motor (subir las revoluciones más de 3500 rpm) del mismo, al cruzar por las avenidas y calles de la ciudad junto a las distintas condiciones de carga expuestas.

5.2. Recomendaciones.

Se debe socializar esta investigación mediante los organismos pertinentes, con el objeto de que sea pública y pueda ser utilizada a conveniencia de todos los ciudadanos del Distrito Metropolitano de Quito. Siempre buscando mejorar el estilo de vida en la población, por medio de la selección adecuada de vías para transitar, disminuyendo el combustible consumido y tiempos de recorrido.

Se recomienda realizar investigaciones similares con vehículos de otras marcas, con el objeto de evaluar el comportamiento del consumo de combustible en otras tecnologías. Llegando a comparar los datos y análisis obtenidos entre investigaciones.

Para tener datos y análisis útiles se recomienda realizar periódicamente pruebas en las rutas de esta investigación, debido a que las condiciones de tráfico se incrementan aceleradamente cada año. Además, los sistemas viales son modificados constantemente, produciendo cambios en los escenarios de recorrido. Por lo mencionado anteriormente junto a los parámetros establecidos en la investigación, se ve necesario realizar toma de datos y análisis cada dos años.

Para complementar esta investigación es recomendable realizar estudios relacionados a: cantidad de gases contaminados emitidos por vehículos livianos durante el recorrido, análisis del desgaste en elementos mecánicos cuando el vehículo se encuentra sin y con carga. También temas relacionados a la generación de un estilo de conducción eficiente a lo largo de las rutas seleccionadas en la presente investigación.

Se recomienda realizar investigaciones similares en distintas ciudades del país, que presenten alturas y condiciones de tráfico diferentes a la ciudad de Quito. Con la finalidad de poder comparar y analizar los datos obtenidos entre ciudades del Ecuador.

6. BIBLIOGRAFIA.

- RIBA, C (2002). *Diseño Concurrente*. Libro digital de la Universidad Politécnica de Cataluña. Madrid: Cataluña.
- YANEZ, I (2010). *Análisis de factibilidad técnica y ambiental para la propulsión eléctrica de autos particulares en la ciudad de Quito*. Proyecto de Titulación previo a la obtención del Título de Magister en Sistemas Automotrices, EPN. Ecuador: Quito.
- Alonso, J (1998). *Técnicas del automóvil*. España: Parinfo.
- Castro, M (2002). *Manual del automóvil*. Grupo editorial Ceac. España: Ceac.
- Crouse, W (2001). *Equipo eléctrico y electrónico del automóvil*. España: Ceac.
- James, D (2012), *Automotive Fuel and Emissions Control Systems*. Estados Unidos de América: Nueva Jersey.
- Jurado, J (2003). *Energía. Transporte y Contaminación. Notas para una discusión sobre el caso de Quito*. Ecuador: Quito
- Hua, Zhao (2007). *HCCI and CAI Engines for the Automotive Industry*, Woodhead Pub. Reino Unido: Cambridge.
- Peralta, P (2011), *Fuel Efficiency in Transportation*. The English Press. India: Delhi.

- Universidad Central del Ecuador (2002). *Informe del Proyecto Calidad del aire de la ciudad de Quito*. Departamento de Petróleos, energía y contaminación, Petroecuador. Ecuador: Quito.

Bibliografía Internet

- Datos de consumo, emisión y otros datos técnicos facilitados por ANFAC (Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones), ANIACAM (Asociación Nacional de Importadores de Automóviles, Camiones, Autobuses y Motocicletas) e IEA (Instituto de Estudios de Automoción). *Revisado el 13 de Enero de 2012 desde internet:* <http://www.idae.es>
- Instituto geográfico militar (2011). *Mapa de carreteras del Ecuador*. Revisado el 27 de Marzo de 2012 desde internet: <http://www.zonu.com>

ANEXOS.

Anexos A

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 1

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 15-10-2012	Tramo: Eje Oriental	Tipo de Prueba Carga: Si ___ No__X_ Tráfico: Si__X_ No____	Tipo de vía. Perimetral x Urbana ___
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: i10	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 925	
Cilindraje (c.c.): 1086		Capacidad máxima combustible (l): 35	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	7:04	Hora de finalización	7:27
Temperatura inicial cabina (°C)	16.4	Temperatura final cabina (°C)	19.6
Temperatura ambiente inicial (°C)	10.2	Temperatura ambiente final (°C)	14.2
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	220	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	225
Kilometraje inicial (Km)	10112	Kilometraje final (Km)	10132
Altura, punto de Partida (msnm)	3215	Altura, punto de Llegada (msnm)	2850
Peso del conductor + carga (Kg)	75	Humedad final (%)	54
Temperatura motor, inc. (°C)	90	Temperatura motor, fin. (°C)	91
Humedad Inicial (%)	49	Combustible Consumido (l)	0.7
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	3.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	4	0.1	
10	9	0.2	
15	17	0.4	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 2

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 15-10-2012	Tramo: Eje Oriental	Tipo de Prueba Carga: Si___ No__X_ Tráfico: Si___ No__X_	Tipo de vía. Perimetral x Urbana ___
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: i10	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 925	
Cilindraje (c.c.): 1086		Capacidad máxima combustible (l): 35	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	21:30	Hora de finalización	21:46
Temperatura inicial cabina (°C)	14.5	Temperatura final cabina (°C)	17.1
Temperatura ambiente inicial (°C)	12.1	Temperatura ambiente final (°C)	10.1
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	220	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	230
Kilometraje inicial (Km)	10205	Kilometraje final (Km)	10225
Altura, punto de Partida (msnm)	3215	Altura, punto de Llegada (msnm)	2850
Peso del conductor + carga (Kg)	75	Humedad final (%)	62
Temperatura motor, inc. (°C)	95	Temperatura motor, fin. (°C)	99
Humedad Inicial (%)	37	Combustible Consumido (l)	0.4
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	2.0
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	4	0.05	
10	8	0.1	
15	12	0.2	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 3

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 16-10-2012	Tramo: Eje Oriental	Tipo de Prueba Carga: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Tráfico: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Tipo de vía. Perimetral x Urbana <input type="checkbox"/>
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: i10	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 925	
Cilindraje (c.c.): 1086		Capacidad máxima combustible (l): 35	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	7:00	Hora de finalización	7:25
Temperatura inicial cabina (°C)	16.5	Temperatura final cabina (°C)	18.6
Temperatura ambiente inicial (°C)	14.9	Temperatura ambiente final (°C)	15.5
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	220	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	234
Kilometraje inicial (Km)	10311	Kilometraje final (Km)	10331
Altura, punto de Partida (msnm)	3215	Altura, punto de Llegada (msnm)	2850
Peso del conductor + carga (Kg)	271	Humedad final (%)	67
Temperatura motor, inc. (°C)	90	Temperatura motor, fin. (°C)	94
Humedad Inicial (%)	50	Combustible Consumido (l)	1.9
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	9.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	4	0.2	
10	9	0.4	
15	18	0.9	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 4

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 16-10-2012	Tramo: Eje Oriental	Tipo de Prueba Carga: Si__X__ No___ Tráfico: Si___ No_X__	Tipo de vía. Perimetral x Urbana ___
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: i10	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 925	
Cilindraje (c.c.): 1086		Capacidad máxima combustible (l): 35	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	21:35	Hora de finalización	21:52
Temperatura inicial cabina (°C)	16.2	Temperatura final cabina (°C)	19.2
Temperatura ambiente inicial (°C)	13.3	Temperatura ambiente final (°C)	12.1
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	220	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	227
Kilometraje inicial (Km)	10530	Kilometraje final (Km)	10550
Altura, punto de Partida (msnm)	3215	Altura, punto de Llegada (msnm)	2850
Peso del conductor + carga (Kg)	271	Humedad final (%)	51
Temperatura motor, inc. (°C)	94	Temperatura motor, fin. (°C)	93
Humedad Inicial (%)	59	Combustible Consumido (l)	1.5
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	7.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	4	0.2	
10	8	0.4	
15	12	0.7	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 5

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 18-10-2012	Tramo: Eje Central	Tipo de Prueba Carga: Si___ No__X_ Tráfico: Si__X_ No___	Tipo de vía. Perimetral __ Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: i10	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 925	
Cilindraje (c.c.): 1086		Capacidad máxima combustible (l): 35	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	7:00	Hora de finalización	8:12
Temperatura inicial cabina (°C)	17.2	Temperatura final cabina (°C)	22.0
Temperatura ambiente inicial (°C)	14.8	Temperatura ambiente final (°C)	15.8
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	220	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	228
Kilometraje inicial (Km)	10939	Kilometraje final (Km)	10959
Altura, punto de Partida (msnm)	2965	Altura, punto de Llegada (msnm)	2955
Peso del conductor + carga (Kg)	75	Humedad final (%)	47
Temperatura motor, inc. (°C)	99	Temperatura motor, fin. (°C)	96
Humedad Inicial (%)	52	Combustible Consumido (l)	1.1
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	5.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	12	0.2	
10	34	0.5	
15	60	0.9	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 6

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 18-10-2012	Tramo: Eje Central	Tipo de Prueba Carga: Si___ No__X_ Tráfico: Si___ No__X_	Tipo de vía. Perimetral __ Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: i10	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 925	
Cilindraje (c.c.): 1086		Capacidad máxima combustible (l): 35	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	21:31	Hora de finalización	22:08
Temperatura inicial cabina (°C)	16.5	Temperatura final cabina (°C)	19.5
Temperatura ambiente inicial (°C)	14.8	Temperatura ambiente final (°C)	13.6
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	220	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	224
Kilometraje inicial (Km)	11072	Kilometraje final (Km)	11092
Altura, punto de Partida (msnm)	2965	Altura, punto de Llegada (msnm)	2955
Peso del conductor + carga (Kg)	75	Humedad final (%)	42
Temperatura motor, inc. (°C)	89	Temperatura motor, fin. (°C)	94
Humedad Inicial (%)	35	Combustible Consumido (l)	0.8
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	4.0
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	7	0.1	
10	17	0.3	
15	28	0.6	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 7

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 19-10-2012	Tramo: Eje Central	Tipo de Prueba Carga: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Tráfico: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Tipo de vía. Perimetral <input type="checkbox"/> Urbana <input checked="" type="checkbox"/>
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: i10	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 925	
Cilindraje (c.c.): 1086		Capacidad máxima combustible (l): 35	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	7:04	Hora de finalización	8:18
Temperatura inicial cabina (°C)	17.6	Temperatura final cabina (°C)	23.5
Temperatura ambiente inicial (°C)	15.1	Temperatura ambiente final (°C)	17.1
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	220	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	228
Kilometraje inicial (Km)	11208	Kilometraje final (Km)	11228
Altura, punto de Partida (msnm)	2965	Altura, punto de Llegada (msnm)	2955
Peso del conductor + carga (Kg)	271	Humedad final (%)	61
Temperatura motor, inc. (°C)	90	Temperatura motor, fin. (°C)	93
Humedad Inicial (%)	41	Combustible Consumido (l)	1.7
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	8.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	18	0.3	
10	37	0.7	
15	60	1.4	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 8

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 19-10-2012	Tramo: Eje Central	Tipo de Prueba Carga: Si__X__ No___ Tráfico: Si___ No_X__	Tipo de vía. Perimetral __ Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: i10	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 925	
Cilindraje (c.c.): 1086		Capacidad máxima combustible (l): 35	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	21:30	Hora de finalización	22:10
Temperatura inicial cabina (°C)	15.6	Temperatura final cabina (°C)	18.2
Temperatura ambiente inicial (°C)	14.3	Temperatura ambiente final (°C)	12.5
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	220	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	224
Kilometraje inicial (Km)	11394	Kilometraje final (Km)	11414
Altura, punto de Partida (msnm)	2965	Altura, punto de Llegada (msnm)	2955
Peso del conductor + carga (Kg)	271	Humedad final (%)	42
Temperatura motor, inc. (°C)	90	Temperatura motor, fin. (°C)	94
Humedad Inicial (%)	46	Combustible Consumido (l)	1.4
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	7.0
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	9	0.3	
10	19	0.6	
15	30	1.1	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 9

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 22-10-2012	Tramo: Eje Occidental	Tipo de Prueba Carga: Si___ No__X_ Tráfico: Si__X_ No___	Tipo de vía. Perimetral x Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: i10	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 925	
Cilindraje (c.c.): 1086		Capacidad máxima combustible (l): 35	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	7:01	Hora de finalización	7:35
Temperatura inicial cabina (°C)	14.7	Temperatura final cabina (°C)	18.7
Temperatura ambiente inicial (°C)	13.3	Temperatura ambiente final (°C)	15.1
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	220	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	228
Kilometraje inicial (Km)	12017	Kilometraje final (Km)	12037
Altura, punto de Partida (msnm)	2945	Altura, punto de Llegada (msnm)	2835
Peso del conductor + carga (Kg)	75	Humedad final (%)	47
Temperatura motor, inc. (°C)	97	Temperatura motor, fin. (°C)	92
Humedad Inicial (%)	50	Combustible Consumido (l)	1.3
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	6.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	10	0.3	
10	24	0.8	
15	29	1.1	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 10

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 22-10-2012	Tramo: Eje Occidental	Tipo de Prueba Carga: Si___ No__X_ Tráfico: Si___ No__X_	Tipo de vía. Perimetral x Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: i10	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 925	
Cilindraje (c.c.): 1086		Capacidad máxima combustible (l): 35	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	21:32	Hora de finalización	21:58
Temperatura inicial cabina (°C)	16.4	Temperatura final cabina (°C)	18.8
Temperatura ambiente inicial (°C)	13.6	Temperatura ambiente final (°C)	10.2
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	220	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	224
Kilometraje inicial (Km)	12552	Kilometraje final (Km)	12572
Altura, punto de Partida (msnm)	2945	Altura, punto de Llegada (msnm)	2835
Peso del conductor + carga (Kg)	75	Humedad final (%)	37
Temperatura motor, inc. (°C)	90	Temperatura motor, fin. (°C)	89
Humedad Inicial (%)	46	Combustible Consumido (l)	0.7
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	3.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	7	0.1	
10	16	0.4	
15	22	0.6	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 11

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 23-10-2012	Tramo: Eje Occidental	Tipo de Prueba Carga: Si__X__ No___ Tráfico: Si__X__ No___	Tipo de vía. Perimetral x Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: i10	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 925	
Cilindraje (c.c.): 1086		Capacidad máxima combustible (l): 35	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	7:00	Hora de finalización	7:38
Temperatura inicial cabina (°C)	17.2	Temperatura final cabina (°C)	19.4
Temperatura ambiente inicial (°C)	14.8	Temperatura ambiente final (°C)	16.4
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	220	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	234
Kilometraje inicial (Km)	12661	Kilometraje final (Km)	12681
Altura, punto de Partida (msnm)	2945	Altura, punto de Llegada (msnm)	2835
Peso del conductor + carga (Kg)	271	Humedad final (%)	55
Temperatura motor, inc. (°C)	89	Temperatura motor, fin. (°C)	89
Humedad Inicial (%)	52	Combustible Consumido (l)	1.5
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	7.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	11	0.3	
10	26	0.9	
15	34	1.3	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 12

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 23-10-2012	Tramo: Eje Occidental	Tipo de Prueba Carga: Si__X__ No___ Tráfico: Si___ No_X__	Tipo de vía. Perimetral x Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: i10	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 925	
Cilindraje (c.c.): 1086		Capacidad máxima combustible (l): 35	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	21:33	Hora de finalización	22:02
Temperatura inicial cabina (°C)	16.1	Temperatura final cabina (°C)	17.5
Temperatura ambiente inicial (°C)	12.5	Temperatura ambiente final (°C)	10.1
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	220	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	227
Kilometraje inicial (Km)	12815	Kilometraje final (Km)	12835
Altura, punto de Partida (msnm)	2945	Altura, punto de Llegada (msnm)	2835
Peso del conductor + carga (Kg)	271	Humedad final (%)	38
Temperatura motor, inc. (°C)	90	Temperatura motor, fin. (°C)	88
Humedad Inicial (%)	42	Combustible Consumido (l)	0.8
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	4.0
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	8	0.1	
10	18	0.5	
15	24	0.7	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 13

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 29-10-2012	Tramo: Eje Oriental	Tipo de Prueba Carga: Si___ No__X_ Tráfico: Si__X_ No___	Tipo de vía. Perimetral x Urbana
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: New Accent	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 1560	
Cilindraje (c.c.): 1591		Capacidad máxima combustible (l): 43	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	7:00	Hora de finalización	7:22
Temperatura inicial cabina (°C)	16.3	Temperatura final cabina (°C)	18.7
Temperatura ambiente inicial (°C)	13.1	Temperatura ambiente final (°C)	13.9
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	230	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	240.4
Kilometraje inicial (Km)	49141	Kilometraje final (Km)	49161
Altura, punto de Partida (msnm)	3215	Altura, punto de Llegada (msnm)	2850
Peso del conductor + carga (Kg)	75	Humedad final (%)	65
Temperatura motor, inc. (°C)	92	Temperatura motor, fin. (°C)	95
Humedad Inicial (%)	53	Combustible Consumido (l)	1.0
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	5.0
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	4	0.2	
10	8	0.3	
15	15	0.6	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 14

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 29-10-2012	Tramo: Eje Oriental	Tipo de Prueba Carga: Si___ No__X_ Tráfico: Si___ No__X_	Tipo de vía. Perimetral x Urbana
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: New Accent	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 1560	
Cilindraje (c.c.): 1591		Capacidad máxima combustible (l): 43	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	21:05	Hora de finalización	21:21
Temperatura inicial cabina (°C)	16.5	Temperatura final cabina (°C)	17.6
Temperatura ambiente inicial (°C)	14.2	Temperatura ambiente final (°C)	11.2
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	230	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	237
Kilometraje inicial (Km)	49238	Kilometraje final (Km)	49258
Altura, punto de Partida (msnm)	3215	Altura, punto de Llegada (msnm)	2850
Peso del conductor + carga (Kg)	75	Humedad final (%)	55
Temperatura motor, inc. (°C)	90	Temperatura motor, fin. (°C)	95
Humedad Inicial (%)	42	Combustible Consumido (l)	0.6
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	3.0
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	4	0.1	
10	8	0.2	
15	12	0.3	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 15

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 30-10-2012	Tramo: Eje Oriental	Tipo de Prueba Carga: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Tráfico: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Tipo de vía. Perimetral x Urbana
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: New Accent	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 1560	
Cilindraje (c.c.): 1591		Capacidad máxima combustible (l): 43	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	7:02	Hora de finalización	7:27
Temperatura inicial cabina (°C)	14.8	Temperatura final cabina (°C)	19.4
Temperatura ambiente inicial (°C)	12.8	Temperatura ambiente final (°C)	15.4
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	230	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	244
Kilometraje inicial (Km)	49315	Kilometraje final (Km)	49335
Altura, punto de Partida (msnm)	3215	Altura, punto de Llegada (msnm)	2850
Peso del conductor + carga (Kg)	350	Humedad final (%)	39
Temperatura motor, inc. (°C)	90	Temperatura motor, fin. (°C)	96
Humedad Inicial (%)	75	Combustible Consumido (l)	2.7
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	13.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	4	0.3	
10	8	0.7	
15	16	1.2	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 16

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 30-10-2012	Tramo: Eje Oriental	Tipo de Prueba Carga: Si__X_ No__ Tráfico: Si__ No_X_	Tipo de vía. Perimetral x Urbana
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: New Accent	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 1560	
Cilindraje (c.c.): 1591		Capacidad máxima combustible (l): 43	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	21:31	Hora de finalización	21:49
Temperatura inicial cabina (°C)	16.3	Temperatura final cabina (°C)	17.5
Temperatura ambiente inicial (°C)	12.4	Temperatura ambiente final (°C)	9.2
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	230	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	237
Kilometraje inicial (Km)	49464	Kilometraje final (Km)	49484
Altura, punto de Partida (msnm)	3215	Altura, punto de Llegada (msnm)	2850
Peso del conductor + carga (Kg)	350	Humedad final (%)	65
Temperatura motor, inc. (°C)	90	Temperatura motor, fin. (°C)	96
Humedad Inicial (%)	66	Combustible Consumido (l)	2.1
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	10.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	4	0.3	
10	8	0.6	
15	12	0.9	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 17

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 31-10-2012	Tramo: Eje Central	Tipo de Prueba Carga: Si___ No__X_ Tráfico: Si__X_ No___	Tipo de vía. Perimetral Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: New Accent	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 1560	
Cilindraje (c.c.): 1591		Capacidad máxima combustible (l): 43	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	7:00	Hora de finalización	8:05
Temperatura inicial cabina (°C)	16.4	Temperatura final cabina (°C)	18.7
Temperatura ambiente inicial (°C)	13.0	Temperatura ambiente final (°C)	16.2
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	230	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	237
Kilometraje inicial (Km)	49535	Kilometraje final (Km)	49555
Altura, punto de Partida (msnm)	2965	Altura, punto de Llegada (msnm)	2955
Peso del conductor + carga (Kg)	75	Humedad final (%)	55
Temperatura motor, inc. (°C)	91	Temperatura motor, fin. (°C)	93
Humedad Inicial (%)	50	Combustible Consumido (l)	1.4
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	7.0
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	11	0.3	
10	29	0.6	
15	53	1.1	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 18

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 31-10-2012	Tramo: Eje Central	Tipo de Prueba Carga: Si___ No__X_ Tráfico: Si___ No__X_	Tipo de vía. Perimetral Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: New Accent	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 1560	
Cilindraje (c.c.): 1591		Capacidad máxima combustible (l): 43	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	21:33	Hora de finalización	22:12
Temperatura inicial cabina (°C)	15.4	Temperatura final cabina (°C)	17.2
Temperatura ambiente inicial (°C)	12.9	Temperatura ambiente final (°C)	10.1
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	230	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	234
Kilometraje inicial (Km)	49781	Kilometraje final (Km)	49801
Altura, punto de Partida (msnm)	2965	Altura, punto de Llegada (msnm)	2955
Peso del conductor + carga (Kg)	75	Humedad final (%)	45
Temperatura motor, inc. (°C)	90	Temperatura motor, fin. (°C)	90
Humedad Inicial (%)	51	Combustible Consumido (l)	1.1
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	5.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	9	0.2	
10	20	0.4	
15	29	0.8	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 19

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 1-11-2012	Tramo: Eje Central	Tipo de Prueba Carga: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Tráfico: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Tipo de vía. Perimetral Urbana <input checked="" type="checkbox"/>
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: New Accent	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 1560	
Cilindraje (c.c.): 1591		Capacidad máxima combustible (l): 43	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	7:06	Hora de finalización	8:15
Temperatura inicial cabina (°C)	16.4	Temperatura final cabina (°C)	23.4
Temperatura ambiente inicial (°C)	13.4	Temperatura ambiente final (°C)	17.2
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	230	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	244
Kilometraje inicial (Km)	49867	Kilometraje final (Km)	49887
Altura, punto de Partida (msnm)	2965	Altura, punto de Llegada (msnm)	2955
Peso del conductor + carga (Kg)	350	Humedad final (%)	61
Temperatura motor, inc. (°C)	91	Temperatura motor, fin. (°C)	92
Humedad Inicial (%)	57	Combustible Consumido (l)	2.4
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	12.0
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	14	0.4	
10	27	0.9	
15	56	1.9	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 20

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 1-11-2012	Tramo: Eje Central	Tipo de Prueba Carga: Si__X__ No___ Tráfico: Si___ No_X__	Tipo de vía. Perimetral Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: New Accent	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 1560	
Cilindraje (c.c.): 1591		Capacidad máxima combustible (l): 43	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	21:30	Hora de finalización	22:07
Temperatura inicial cabina (°C)	16.7	Temperatura final cabina (°C)	17.1
Temperatura ambiente inicial (°C)	13.6	Temperatura ambiente final (°C)	10.6
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	230	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	237
Kilometraje inicial (Km)	49960	Kilometraje final (Km)	49980
Altura, punto de Partida (msnm)	2965	Altura, punto de Llegada (msnm)	2955
Peso del conductor + carga (Kg)	350	Humedad final (%)	60
Temperatura motor, inc. (°C)	90	Temperatura motor, fin. (°C)	92
Humedad Inicial (%)	40	Combustible Consumido (l)	2.0
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	10.0
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	9	0.4	
10	17	0.8	
15	28	1.5	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 21

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 5-11-2012	Tramo: Eje Occidental	Tipo de Prueba Carga: Si___ No__X_ Tráfico: Si__X_ No___	Tipo de vía. Perimetral x Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: New Accent	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 1560	
Cilindraje (c.c.): 1591		Capacidad máxima combustible (l): 43	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	7:04	Hora de finalización	7:36
Temperatura inicial cabina (°C)	15.1	Temperatura final cabina (°C)	20.2
Temperatura ambiente inicial (°C)	13.6	Temperatura ambiente final (°C)	17.4
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	230	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	237
Kilometraje inicial (Km)	50032	Kilometraje final (Km)	50052
Altura, punto de Partida (msnm)	2945	Altura, punto de Llegada (msnm)	2835
Peso del conductor + carga (Kg)	75	Humedad final (%)	61
Temperatura motor, inc. (°C)	93	Temperatura motor, fin. (°C)	88
Humedad Inicial (%)	65	Combustible Consumido (l)	1.8
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	9.0
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	9	0.3	
10	23	0.9	
15	28	1.4	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 22

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 5-11-2012	Tramo: Eje Occidental	Tipo de Prueba Carga: Si___ No__X_ Tráfico: Si___ No__X_	Tipo de vía. Perimetral x Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: New Accent	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 1560	
Cilindraje (c.c.): 1591		Capacidad máxima combustible (l): 43	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	21:31	Hora de finalización	21:51
Temperatura inicial cabina (°C)	15.9	Temperatura final cabina (°C)	17.4
Temperatura ambiente inicial (°C)	12.9	Temperatura ambiente final (°C)	12.7
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	230	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	234
Kilometraje inicial (Km)	50164	Kilometraje final (Km)	50184
Altura, punto de Partida (msnm)	2945	Altura, punto de Llegada (msnm)	2835
Peso del conductor + carga (Kg)	75	Humedad final (%)	62
Temperatura motor, inc. (°C)	94	Temperatura motor, fin. (°C)	88
Humedad Inicial (%)	42	Combustible Consumido (l)	0.9
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	4.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	6	0.2	
10	12	0.5	
15	16	0.7	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 23

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 6-11-2012	Tramo: Eje Occidental	Tipo de Prueba Carga: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Tráfico: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Tipo de vía. Perimetral <input checked="" type="checkbox"/> Urbana <input checked="" type="checkbox"/>
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: New Accent	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 1560	
Cilindraje (c.c.): 1591		Capacidad máxima combustible (l): 43	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	7:02	Hora de finalización	7:35
Temperatura inicial cabina (°C)	17.1	Temperatura final cabina (°C)	24.3
Temperatura ambiente inicial (°C)	14.5	Temperatura ambiente final (°C)	17.9
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	230	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	244
Kilometraje inicial (Km)	50431	Kilometraje final (Km)	50451
Altura, punto de Partida (msnm)	2945	Altura, punto de Llegada (msnm)	2835
Peso del conductor + carga (Kg)	350	Humedad final (%)	65
Temperatura motor, inc. (°C)	90	Temperatura motor, fin. (°C)	93
Humedad Inicial (%)	55	Combustible Consumido (l)	2.2
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	11.0
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	11	0.3	
10	22	1.2	
15	29	1.8	

LISTA DE DATOS RECOLECTADOS n° 24

DATOS DE LA PRUEBA			
Fecha: 6-11-2012	Tramo: Eje Occidental	Tipo de Prueba Carga: Si__X__ No___ Tráfico: Si___ No_X__	Tipo de vía. Perimetral x Urbana x
VEHÍCULO			
Marca: Hyundai		Modelo: New Accent	
Año: 2012		Peso del vehículo (Kg): 1560	
Cilindraje (c.c.): 1591		Capacidad máxima combustible (l): 43	
VARIABLES INICIALES		VARIABLES FINALES	
Hora de Inicio	21:30	Hora de finalización	21:52
Temperatura inicial cabina (°C)	16.4	Temperatura final cabina (°C)	18.5
Temperatura ambiente inicial (°C)	12.7	Temperatura ambiente final (°C)	9.9
Presión de los cuatro neumáticos inicial (kPa.)	230	Presión de los cuatro neumáticos final (kPa.)	237
Kilometraje inicial (Km)	50603	Kilometraje final (Km)	50623
Altura, punto de Partida (msnm)	2945	Altura, punto de Llegada (msnm)	2835
Peso del conductor + carga (Kg)	350	Humedad final (%)	65
Temperatura motor, inc. (°C)	93	Temperatura motor, fin. (°C)	84
Humedad Inicial (%)	60	Combustible Consumido (l)	1.1
		Promedio, litros consumidos por cada 100 Kilómetros (l)	5.5
VARIABLES RECORRIDO			
Kilometro (Km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible (l)	
5	6	0.2	
10	13	0.7	
15	18	0.9	

Anexo B

MANUAL PARA TOMA DE DATOS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

Para poder explicar de mejor manera los pasos a seguir en cuanto a la manipulación del equipo se refiere, se ve pertinente señalar cada uno de los botones del equipo mediante letras como se muestra en la figura 1.



Figura1 Señalización de los botones en el aparato electrónico.

Iniciando el proceso de recolección, se conecta el aparato electrónico al vehículo mediante el conector OBD II y una vez conectado comienza a funcionar y despliega en su pantalla el menú principal. Presionando el botón c o f del equipo se puede observar los cuadros q y r de la figura 2. En la siguiente figura se presenta el menú principal del equipo en los tres cuadros:



Figura 2 Menú principal del equipo electrónico de recolección de datos

Una vez identificado el menú principal se debe tener en cuenta lo siguiente: siempre que el equipo se conecte a un automóvil es necesario configurarlo,

comenzando con la reiniciación de la configuración de fábrica, para luego en el equipo configurar las condiciones mecánicas presentes en el vehículo y a su vez la actualización del tiempo junto a la fecha actual en el equipo, a continuación se ilustra paso a paso estas configuraciones.

Reiniciación de la configuración de fábrica.

Ir al cuadro r de la figura 2 y presionar el botón b (DEFAULT), se despliega otra imagen (figura 3) en el cual se confirma la decisión de restaurar el equipo presionando el botón b y listo el equipo está configurado.



Figura 3 Cuadro de Reinicio del sistema en el equipo.

Configurar las condiciones mecánicas presentes en el vehículo

En vista de que el equipo puede ser utilizado por distintos vehículos que posean tecnología OBD II, el programa informático del equipo necesita ser ajustado en base a las características mecánicas propias de cada vehículo conectado, para poder ajustar los parámetros es necesario dirigirse al primer menú principal (figura 2 - pantalla p) y presionar el botón e (SETUP) ocasionando la apertura de un cuadro de dialogo mostrado en la siguiente figura.



Figura 4 Cuadro principal de la configuración de parámetros del vehículo.

Presentado el cuadro de la figura 4 se puede tener la opción de acceder a cuatro sub pantallas, dependiendo de qué botón se oprima ya sea a, b, d o e; a continuación se detalla cada una de estas opciones:

Oprimiendo el botón a en el cuadro de la figura 5, se despliega la pantalla de configuración del combustible usado por el vehículo (figura 5), ingresado a este cuadro de dialogo si se oprime nuevamente el botón a (figura 6), se obtiene la pantalla en donde ayudados por los botones a y d se puede seleccionar el tipo de combustible del vehículo, en las siguientes figuras se observa los cuadros respectivos.



Figura 5 Cuadro de configuración del combustible usado.

Entre el tipo de combustible a seleccionar presente en la memoria del equipo, nos encontramos con las siguientes opciones: diesel, gasolina (GAS), hybrid.



Figura 6 Cuadro de selección del tipo de combustible.

Luego de seleccionar el tipo de combustible presente en el vehículo se procede a grabar la configuración (presionando el botón e). Si se presiona el botón b en el cuadro de diálogo de la figura 5 se genera otro cuadro (figura 7) en el cual se

debe seccionar la cantidad de economía de combustible del presente vehículo en kilómetros por litro (KPL).



Figura 7 Cuadro de ajuste de economía de combustible del vehículo.

Si se oprime el botón b estando en el cuadro principal de la configuración de los parámetros (figura 4), se despliega otro cuadro de dialogo y dentro de este se configura el tamaño de la cámara de combustión del motor en litros (ayudado por los botones a y d en la figura 8), una vez configurado el tamaño se procede a guarda la configuración presionando el botón e.



Figura 8 Cuadro para ajuste del tamaño de la cámara de combustión del motor.

Si se oprime el botón d del cuadro de la figura 4 (SIZE), se despliega el cuadro de configuración de la capacidad del tanque de combustible; seleccionado el tamaño del tanque de combustible del vehículo (figura 9) se presiona el botón e para grabar la configuración.



Figura 9 Cuadro de configuración del tamaño del tanque de combustible.

Ubicando el cuadro principal de configuración de parámetros del vehículo (figura 4) se oprime el botón e (UNITS), se despliega el cuadro de la figura 10 y si en este cuadro se presiona el botón a se despliega el cuadro de la figura 11.



Figura 10 Cuadro previo a la selección del sistema de unidades del equipo.



Figura 11 Cuadro de selección del sistema de unidades presente en el equipo.

En la figura 11, presionando los botones a y d se escoge el tipo de sistema de unidades presente en el equipo, luego de seleccionarlo se graba la configuración (oprime el botón e)

Grabado el sistema de unidades, automáticamente en el equipo pasa al cuadro de la figura 10 y en este cuadro se debe presionar el botón b, para desplegar el cuadro de selección de unidad de la potencia generada por el motor, entre las opciones tenemos Kilo vatios (kW) o caballos de potencia (HP) y culminando esta configuración se guarda (presione el botón e).



Figura 12 Cuadro de selección de unidad de potencia del motor

Una vez establecidas las configuraciones mecánicas en el equipo electrónico se debe realizar el proceso de calibración de la cantidad de combustible registrada por el equipo, mostrada a continuación:

- Primero, llene el tanque de combustible en la estación de gasolina y deje que la bomba se apague automáticamente.
- Pulse el botón b presente en el cuadro de la figura 2- pantalla q (FILLUP), y grave (presione botón e, figura 13) sin modificar el factor de ajuste.



Figura 13 Cuadro de factor de ajuste de combustible.

- Conduzca el vehículo normalmente (con el equipo electrónico conectado) hasta cuando el depósito este alrededor de 1/4 de tanque.
- Lleve el vehículo a la misma gasolinera y utilice la misma bomba de combustible, llene el tanque a la misma velocidad y deje que se apague automáticamente. Realizado lo anterior pulse el botón FILLUP y desplegado el cuadro de la figura 13 modifique el factor de ajuste según la cantidad de combustible marcado en el surtidor de la estación de gasolina.

Hay que recordar que el número de la izquierda es la cantidad de combustible que el equipo electrónico registra desde el pasado llenado del tanque, el número de la derecha es la cantidad de combustible reportada por el surtidor de combustible. Se debe tener en cuenta que antes de cambiar el factor de ajuste, estos dos números deben ser los mismos.

Concluido el procedimiento presione el botón e en la figura 13.

Configurar la hora y fecha presentes en el equipo.

Del menú principal presente en la figura 2- pantalla q se presiona el botón d para obtener el cuadro de la hora y fecha (figura 14), presionando el botón c por unos 3 segundos en este cuadro de dialogo se presenta la opción de modificar la información presente en el mismo, modificada la información se procede a guardar la nueva configuración manteniendo presionado el botón c.

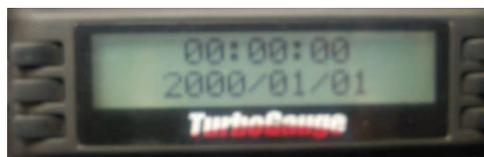


Figura 14 Cuadro de información de fecha y hora en el equipo.

Logrado el cometido de configuración se puede observar los datos proporcionados por el equipo.

Cantidad de combustible consumida durante el recorrido.

Uno de los datos de interés es la cantidad de combustible consumido (litros) durante el recorrido, este dato se lo puede observar yendo al menú principal y presionando el botón a por dos ocasiones, en la primera ocasión se va desplegar un cuadro secundario en el cual se puede seleccionar una opción de entre cuatro (figura 15), entre estas opciones tenemos los datos generados:

datos del recorrido (CURRENT), datos del tanque de combustible (TANK), datos diario (TODAY) y los datos totales (TOTAL).



Figura 15 Cuadro de selección de datos proporcionados en el viaje.

Presionado el botón a por segunda ocasión se obtiene la siguiente figura.



Figura 16 Cuadro de datos del recorrido.

En el cuadro de datos del recorrido se aprecia los datos como: potencia del motor (KW), litros de combustible consumido (L), promedio de velocidad (KH ϕ) y economía de combustible en el recorrido (LK ϕ).

El equipo electrónico posee un grabador de datos automático, el cual toma los datos del recorrido realizado por el vehículo. A continuación se muestra esta opción y los pasos a seguir para disponer de esta información.

Información CBB (Car Black Box)

La opción se encuentra en el menú principal y es llamada caja negra del vehículo con sus siglas en ingles CBB, si se escoge esta opción se genera otro cuadro de dialogo en la cual se encuentran los recorridos grabados (figura 17).



Figura 17 Cuadro de datos de recorrido grabados.

Seleccionando cualquiera de estos recorridos (TRIP), se nos presenta otro cuadro (figura 18) en el cual se encuentran los tiempos de inicio y finalización del recorrido realizado.



Figura 18 Cuadro del tiempo del recorrido.

A su vez si se presiona el botón c varias veces desplegamos otros cuadros en los cuales encontramos la demás información grabada, como:

- Distancia del recorrido.
- Velocidad máxima realizada durante el recorrido
- Tiempo que se excedió la velocidad máxima.
- Número de veces de aceleración extrema durante el recorrido.
- Número de veces de desaceleración extrema durante el recorrido.
- Número de veces de la aceleración extendida.
- Número de veces de freno extendido.
- Promedio de Velocidad durante el recorrido
- Promedio de consumo de combustible durante el recorrido.

Los datos mencionados anteriormente se los presenta en la siguiente figura.



Figura19 Datos grabados del recorrido del vehículo.

Ajuste del límite de velocidad.

Para poder determinar el límite de velocidad permitido es necesario ir al cuadro de menú principal (figura 2- pantalla r) y presionar el botón a (SPEED), realizada esta operación se despliega otro cuadro (figura 20) en el cual se debe presionar el botón b para llegar al cuadro de ajuste de límite de velocidad (figura 21) y presionando los botones a y d ajustar el límite de velocidad establecido para ese recorrido, culminando con la grabación del ajuste (presione botón e).



Figura 20 Cuadro secundario de velocidad.



Figura 21 Cuadro de ajuste del límite de velocidad.

Anexo C

Anexos de fotografías de los puntos de inicio y puntos de finalización de las pruebas finales realizadas.

Eje Oriental, ruta 1



Punto de inicio del recorrido Punto de culminación (desvío El Inca)

Eje Central, Ruta 2



Punto de inicio del recorrido. Finalización (Mercado Mayorista sur).

Eje Occidental, ruta 3



Punto de inicio (sector Santa Bárbara) Punto de Finalización (sector El Condado)