



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**“ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL TREN DE POTENCIA PARA EL
SERVICIO DE TAXIS URBANOS DE LA CIUDAD DE IBARRA”**

AUTOR: CEVALLOS TAYÁN VÍCTOR ADOLFO

DIRECTOR: ING. FREDY ROSERO OBANDO. MSC.

IBARRA – ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

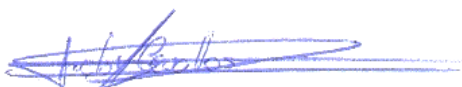
DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003453469
APELLIDOS Y NOMBRES:	CEVALLOS TAYÁN VÍCTOR ADOLFO
DIRECCIÓN:	IBARRA, BARRIO ALOBURO, CALLE: EL ESTANQUE
E-MAIL:	victorctnm1989@gmail.com
TELÉFONO MÓVIL:	0986353601
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL TREN DE POTENCIA PARA EL SERVICIO DE TAXIS URBANOS DE LA CIUDAD DE IBARRA."
AUTOR:	CEVALLOS TAYÁN VÍCTOR ADOLFO
FECHA:	AGOSTO DEL 2017
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
DIRECTOR:	ING. FREDY ROSERO OBANDO. MSC.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo **Cevallos Tayán Víctor Adolfo** con cédula de identidad Nro. **100345346 - 9** en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos del autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.



.....
Firma

Nombre: Cevallos Tayán Víctor Adolfo

Cédula: 0986353601



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo **Cevallos Tayán Víctor Adolfo** Con cédula de identidad Nro. **100345346 - 9**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado " **ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL TREN DE POTENCIA PARA EL SERVICIO DE TAXIS URBANOS DE LA CIUDAD DE IBARRA.**" que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Técnica del Norte quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra Condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada, En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Firma

Nombre: Cevallos Tayán Víctor Adolfo

Cédula: 0986353601



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ACEPTACIÓN DEL DIRECTORIO

En mi calidad de Director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Certifico que el presente proyecto fue realizado en su totalidad por el señor: **Cevallos Tayán Víctor Adolfo**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Mantenimiento Automotriz**. Doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador designado.

Ing. Fredy Rosero Msc.
DIRECTOR DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Al culminar uno de los ciclos más importantes de mi vida, como es la profesión académica me siento orgullosamente agradecido al extender mis más sinceros reconocimientos a todas aquellas personas que colaboraron de manera directa en la realización de mi trabajo.

A mis padres y demás familiares que me dan a diario su apoyo incondicional y que son fundamentales para alcanzar mis objetivos.

A la Universidad Técnica del Norte, prestigiosa Institución de Estudios Superiores, en especial a la Facultad de Ciencias Aplicadas, a cada uno de los catedráticos que durante mis años de estudios, con su profesionalismo me formaron científicamente e integralmente.

Víctor Cevallos T.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Este logro está dedicado a mis padres por algunas razones entre ellas; por todas aquellas cosas que hicieron por mí, a lo largo de sus vidas por haber compartido conmigo sus espacios, sus tiempos y atenciones; por sus miles de cuidados, sus útiles consejo en los momentos difíciles. Me enseñaron el amor a la lectura, y gracias a eso crezco día a día además no tengo palabras para agradecerle a Dios el que me haya permitido ser su hijo.

También lo quiero dedicar a mi familia quien ha sido mi mayor fuerza para poder concluirlo, sin su ayuda, comprensión y apoyo no hubiese sido posible concluir con este objetivo.

Víctor Cevallos T.

RESUMEN

El presente trabajo de grado tiene como objetivo realizar un Análisis del rendimiento del tren de potencia para el servicio de taxis urbanos de la ciudad de Ibarra, debido a causas como; selección de un vehículo por tradición de los taxistas sin tener conocimiento técnico, alto consumo de combustible por un cilindraje no apropiado, alto costo de mantenimiento de piezas o partes por sobredimensionamiento de las mismas, entre otros. Ante este hecho, surge la necesidad de proporcionar los lineamientos de manera técnica y requisitos mínimos de cumplimiento a las normativas de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial CNTTTSV. Además de mostrar la selección técnica de cada elemento del tren motriz, así como los factores que se consideran para el análisis del desempeño como: la capacidad de arranque y la capacidad de ascenso en pendientes, esto permite capacitar a los socios de las cooperativas de taxis en la selección de vehículos y del tren de potencia adecuado para conseguir un desempeño mecánico y energético óptimo, el cual se adapte a las condiciones geográficas de operación de los vehículos en las carreteras de la ciudad de Ibarra. El procedimiento de selección del tren motriz es un análisis de cada mecanismo que lo conforma y que se encuentra relacionado con los demás componentes, este proceso requiere de gran cantidad de tiempo para su realización por esto la importancia de desarrollar un programa de análisis del tren motriz, que permita verificar el desempeño del tren motriz de un vehículo de acuerdo con las condiciones particulares de operación. Tomando como muestras o casos de estudio a las marcas de mayor índice preferencia en la población de taxis convencionales y ejecutivos que operan en la ciudad de Ibarra. Finalmente se presenta resultados del desempeño del tren motriz de un vehículo evaluando la capacidad de ascenso y la velocidad máxima que el vehículo desarrolla dentro del régimen de economía del motor.

ABSTRACT

The present work of degree has as objective to realize an Analysis of the performance of the power train for the service of urban taxis of the city of Ibarra, due to causes like; Selection of a vehicle by tradition of taxi drivers without technical knowledge, high fuel consumption due to an inadequate cylinder, high cost of maintenance of parts or parts by oversizing them, among others. Given this fact, the need arises to provide technical guidelines and minimum compliance requirements to the regulations of the organic law of land transport, traffic and road safety CNTTTTSV. In addition to showing the technical selection of each element of the powertrain, as well as the factors considered for the performance analysis such as: starting capacity and climbing capacity on slopes, this enables training of members of taxi cooperatives In the selection of vehicles and the power train suitable for optimum mechanical and energy performance, which is adapted to the geographical conditions of operation of the vehicles on the highways of the city of Ibarra. The process of selection of powertrain is an analysis of each mechanism that conforms and is related to the other components, this process requires a large amount of time for its realization for this reason the importance of developing a program of analysis of powertrain, Which allows to verify the performance of the power train of a vehicle according to the particular conditions of operation. Taking as samples or case studies the brands with the highest preference in the population of conventional taxis and executives operating in the city of Ibarra. Finally, results of the performance of the powertrain of a vehicle are evaluated evaluating the capacity of ascent and the maximum speed that the vehicle develops within the regime of economy of the motor.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	iv
ACEPTACIÓN DEL DIRECTORIO	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE TABLAS	xx
CAPÍTULO I.....	1
1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4 DELIMITACIÓN	3
1.4.1 TEMPORAL.....	3
1.4.2 ESPACIAL.....	3
1.5 OBJETIVOS.....	3
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.7 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.7.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO	5
1.7.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA, DOCUMENTAL	5

1.8 MÉTODO INVESTIGATIVO	5
1.8.1 MÉTODO INDUCTIVO.....	5
1.8.2 MÉTODO HISTÓRICO LÓGICO.....	6
1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	6
1.9.1 ENTREVISTA	6
1.9.2 ANÁLISIS DE DATOS.....	6
CAPÍTULO II.....	7
2 MARCO TEÓRICO	7
2.1 CONTEXTO GEOGRÁFICO DE LA CIUDAD DE IBARRA	7
2.2 EL SERVICIO DE TAXIS EN LA CIUDAD DE IBARRA.....	8
2.3 TREN DE POTENCIA DEL AUTOMÓVIL	10
2.3.1 TRACCIÓN DELANTERA.....	12
2.3.2 TRACCIÓN TRASERA	12
2.3.3 TRACCIÓN TOTAL.....	13
2.4 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	13
2.4.1 TIPOS DE MOTOR.....	15
2.4.2 VALORES REPRESENTATIVOS DEL MOTOR	15
2.4.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS.....	17
2.5 CAJA DE CAMBIOS	19
2.5.1 FUNCIONAMIENTO	19
2.5.2 COMPONENTES.....	20
2.5.3 TIPOS DE CAJAS DE CAMBIOS MANUALES	22
2.6 DIFERENCIAL	23
2.6.1 PARTES DEL DIFERENCIAL	24
2.7 EJES DE TRANSMISIÓN	25
2.7.1 JUNTAS UNIVERSALES	25
2.7.2 JUNTA CARDÁN	26
2.7.3 JUNTA HOOKE	26

2.7.4 JUNTA TRÍPODE	26
2.7.5 JUNTA HOMOCINÉTICA.....	26
2.8 NEUMÁTICOS.....	27
2.9 MATEMÁTICA TREN DE POTENCIA.....	28
2.9.1 CÁLCULO DE RELACIONES DE TRANSMISIÓN.....	28
2.9.2 SELECCIÓN DEL MOTOR	29
2.9.3 SELECCIÓN DEL DIFERENCIAL	30
2.9.4 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ARRANQUE EN PENDIENTE	30
2.9.5 CAPACIDAD DE ASCENSO.....	31
2.9.6 POTENCIA DE RESERVA.....	31
2.9.7 POTENCIA PARA VENCER LA RESISTENCIA AL RODAMIENTO	32
2.9.8 POTENCIA PARA VENCER LA RESISTENCIA AERODINÁMICA	32
2.9.9 FACTOR DE ALTITUD	32
2.9.10 POTENCIA PARA VENCER LA INERCIA.....	33
2.9.11 VELOCIDAD APARENTE	33
2.9.12 LA CARGA SUGERIDA DE LA RUEDA (CRS).....	34
2.9.13 RADIO DINÁMICO.....	34
2.9.14 CRITERIOS DE STARTABILITY Y GRADEABILITY ACEPTABLES.....	34
2.10 MATLAB	35
2.10.1 CONSIDERACIONES ESPECIALES PARA PROGRAMAR EN MATLAB	36
2.10.2 COMANDOS EN CÓDIGO M UTILIZADOS EN EL PROGRAMA	37
2.11 MARCO LEGAL.....	37
2.11.1 CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR.....	37
2.11.2 LEY ORGÁNICA DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL.....	38
2.11.3 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA	39
2.11.4 RESOLUCIONES DE LA COMISIÓN NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL CNTTSV	39

CAPÍTULO III.....	41
3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA	41
3.1 CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR DELA CIUDAD DE IBARRA .	42
3.2 OBTENCIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS VEHÍCULOS ...	45
3.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS NISSAN - SENTRA B13	45
3.2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CHEVROLET – CHEVYTAXI / FAMILY	46
3.2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS KIA – RIO 1.4	47
3.2.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CHEVROLET - AVEO ACTIVO.....	48
3.2.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS HYUNDAI – ACCENT 1.6.....	49
3.3 ANÁLISIS DE LAS PENDIENTES DE LA CIUDAD DE IBARRA.....	50
3.4 PRUEBAS DE TORQUE Y POTENCIA EN EL DINAMÓMETRO	53
3.5 DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL TREN DE POTENCIA.....	58
3.6 FLUJOGRAMA DE PROCESOS PARA EL CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN	60
CAPÍTULO IV	66
4 PRUEBA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	66
4.1 PRUEBA Y EJECUCIÓN DEL PROGRAMA EN MATLAB ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL TREN DE POTENCIA	66
4.2 ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS DE TREN MOTRIZ.....	70
4.2.1 ANÁLISIS DE DATOS DEL CHEVROLET AVEO CHEVITAXY	70
4.2.2 ANÁLISIS DE DATOS DEL NISSAN SENTRA B13	71
4.2.3 ANÁLISIS DE DATOS DEL KIA RIO 1.4.....	72
4.2.4 ANÁLISIS DE DATOS DEL CHEVROLET AVEO ACTIVO	73
4.2.5 ANÁLISIS DE DATOS DEL HYUNDAI ACCENT 1.6.....	74
4.3 VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	75
4.4 CURVAS DE POTENCIA, PAR Y CONSUMO GENERADAS.....	76
4.4.1 CURVAS DE POTENCIA, PAR Y CONSUMO DEL CHEVROLET AVEO CHEVITAXY	76

4.4.2. CURVAS DE POTENCIA, PAR Y CONSUMO DEL NISSAN SENTRA B13	77
4.4.3. CURVAS DE POTENCIA, PAR Y CONSUMO DEL KIA RIO 1.4	78
4.4.4 CURVAS DE POTENCIA, PAR Y CONSUMO DEL CHEVROLET AVEO ACTIVO	79
4.4.5 CURVAS DE POTENCIA, PAR Y CONSUMO DEL HYUNDAI ACCENT 1.6.....	80
4.5 VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO VS VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR	81
4.5.1 VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO VS VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR DEL CHEVROLET AVEO CHEVITAXY	81
4.5.2 VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO VS VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR DEL NISSAN SENTRA B13.....	82
4.5.3 VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO VS VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR DEL KIA RIO 1.4	83
4.5.4 VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO VS VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR DEL CHEVROLET AVEO ACTIVO	84
4.5.5 VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO VS VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR DEL HYUNDAI ACCENT 1.6	85
4.6 VELOCIDAD LÍNEA L INDIVIDUAL PARA CADA MARCHA	85
4.6.1 ANÁLISIS DE VELOCIDAD LINEAL POR MARCHA PARA EL CHEVROLET AVEO CHEVITAXY	86
4.6.2 ANÁLISIS DE VELOCIDAD LINEAL POR MARCHA PARA EL NISSAN SENTRA B13.....	87
4.6.3 ANÁLISIS DE VELOCIDAD LINEAL POR MARCHA PARA EL KIA RIO 1.4.....	88
4.6.4 ANÁLISIS DE VELOCIDAD LINEAL POR MARCHA PARA EL CHEVROLET AVEO ACTIVO	89
4.6.5 ANÁLISIS DE VELOCIDAD LINEAL POR MARCHA PARA EL HYUNDAI ACCENT 1.6.....	90
4.7 CAPACIDAD DE ASCENSO CONTRA VELOCIDAD DEL MOTOR.....	91
4.7.1 CAÍDA DE VELOCIDAD ANGULAR DEL MOTOR EN CAMBIOS DE MARCHA AVEO CHEVITAXY	91

4.7.2 CAÍDA DE VELOCIDAD ANGULAR DEL MOTOR EN CAMBIOS DE MARCHA NISSAN SENTRA B13.....	92
4.7.3 VELOCIDADES CONTRA CAÍDA DE REVOLUCIONES DEL KIA RIO 1.4	93
4.7.4 VELOCIDADES CONTRA CAÍDA DE REVOLUCIONES DEL CHEVROLET AVEO ACTIVO	94
4.7.5 VELOCIDADES CONTRA CAÍDA DE RPM DEL HYUNDAI ACCENT 1.6	95
4.8 VELOCIDADES CONTRA CAÍDA DE REVOLUCIONES	95
4.8.1 CAPACIDAD DE ASCENSO CONTRA VELOCIDAD DEL MOTOR DEL CHEVROLET AVEO CHEVITAXY	96
4.8.2 CAPACIDAD DE ASCENSO CONTRA VELOCIDAD DEL MOTOR DEL NISSAN SENTRA B13.....	97
4.8.3 CAPACIDAD DE ASCENSO CONTRA VELOCIDAD DEL MOTOR DEL KIA RIO 1.4	98
4.8.4 CAPACIDAD DE ASCENSO CONTRA VELOCIDAD DEL MOTOR DEL CHEVROLET AVEO ACTIVO	99
4.8.5 CAPACIDAD DE ASCENSO CONTRA VELOCIDAD DEL MOTOR DEL HYUNDAI ACCENT 1.6.....	100
4.9 GRAFICA DE TORQUE, POTENCIA, CAPACIDAD DE ASCENSO Y VELOCIDAD LINEAL DEL KIA RIO 1.4	101
4.10 ANÁLISIS DE RENDIMIENTO EN PENDIENTE MÁXIMA.	101
4.11 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL TREN DE POTENCIA DE LOS VEHÍCULOS*	102
CAPÍTULO V	105
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
5.1 CONCLUSIONES	105
5.2 RECOMENDACIONES	106
5.3 BIBLIOGRAFÍA	107
ANEXOS.....	108
ANEXO A. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CHEVROLET AVEO FAMILY	108
ANEXO B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE NISSAN SENTRA/TSURU.....	109

ANEXO C. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS KIA – RIO 1.4	110
ANEXO D. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS HYUNDAI – ACCENT 1.6.....	111
ANEXO E. CURVA DE TORQUE Y POTENCIA CHEVROLET AVEO FAMILY	112
ANEXO F. CURVA DE TORQUE Y POTENCIA NISSAN SENTRA/TSURU.....	113
ANEXO G. CURVA DE TORQUE Y POTENCIA KIA – RIO 1.4.....	114
ANEXO H. CURVA DE TORQUE Y POTENCIA HYUNDAI – ACCENT 1.6.....	115
ANEXO I. CURVA DE TORQUE Y POTENCIA AVEO ACTIVO.....	116
ANEXO J. TABLA DE ÍNDICE DE CARGA.....	117
ANEXO K. DATOS TÉCNICOS DEL DINAMÓMETRO MASCHINENBAU HALDENWANG MAHA LPS 3000 LKW.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Parroquias urbanas de la ciudad de Ibarra. Municipio de Ibarra; 2012	7
FIGURA 2: Vehículo con tracción delantera. Nissan México, 2013.....	12
FIGURA 3: Motor de combustión interna. Volkswagen, 2012	14
FIGURA 4: Cámara de combustión. Motores, 2008.....	16
FIGURA 5: Diagrama de par motor. Motores, 2008.....	18
FIGURA 6: Diagrama potencia motor. Motores, 2008.....	18
FIGURA 7: Diagrama de consumo específico. Motores, 2008.....	19
FIGURA 8: Caja de cambios manual. Sistemas de Transmisión y Frenado, 2009.....	20
FIGURA 9: Engranajes rectos y helicoidales. Sistemas de Transmisión y Frenado, 2009	21
FIGURA 10: Partes de una caja de cambios manual.....	22
FIGURA 11: Tipos de caja de cambios. www.aficionadosalamecanica.net , 2009.....	23
FIGURA 12: Diferencial. www.aficionadosalamecanica.net , 2009	23
FIGURA 13: Eje de transmisión. www.aficionadosalamecanica.net , 2009	25
FIGURA 14: Junta homocinética. Sistemas de Transmisión y Frenado, 2009	26
FIGURA 15: Neumático. Sistemas de Transmisión y Frenado, 2009.....	27
FIGURA 16: Procesamiento de imágenes tridimensionales. Matlab, 2013	35
FIGURA 17: Flujograma general de proceso.....	41
FIGURA 18: Cálculo de pendientes para terrenos inclinados.	51
FIGURA 19: Pendiente y altura geográfica de puntos referenciales de Ibarra	53
FIGURA 20: Prueba dinamométrica de vehículo Chevytaxi.....	54
FIGURA 21: Hoja de resultados generada por el dinamómetro LPS 3000 LKW	55
FIGURA 22: Potencia – Torque Chevrolet Aveo Family	56
FIGURA 23: Potencia – Torque Chevrolet Aveo Activo	56
FIGURA 24: Potencia – Torque Nissan Sentra.....	57
FIGURA 25: Potencia – Torque Kia Rio 1.4.....	57

FIGURA 26: Potencia – Torque Hyundai Accent 1.6	58
FIGURA 27: Flujograma de programación para ingreso de datos.....	60
FIGURA 28: Flujograma de programación para datos de caja de cambios.....	61
FIGURA 29: Flujograma de programación para datos del motor	62
FIGURA 30: Flujograma de programación para diferencial.....	63
FIGURA 31: Flujograma de programación, capacidad de arranque.....	64
FIGURA 32: Flujograma de programación, valores torque, potencia y consumo	65
FIGURA 33: Parámetros generales	66
FIGURA 34: Datos del neumático.....	66
FIGURA 35: Ingreso de datos caja de cambios	67
FIGURA 36: Ingreso de datos caja de cambios	67
FIGURA 37: Relación del diferencial	67
FIGURA 38: Verificación de Resultados	68
FIGURA 39: Intervalo de rpm	69
FIGURA 40: Relaciones de Caja de Cambios	69
FIGURA 41: Torque, potencia y consumo para Aveo Chevytaxi.....	76
FIGURA 42: Torque, potencia y consumo para Nissan Sentra	77
FIGURA 43: Torque, potencia y consumo para Kio Rio 1.4.....	78
FIGURA 44: Torque, potencia y consumo para Aveo Activo.....	79
FIGURA 45: Torque, potencia y consumo para Hyundai Accent 1.6.....	80
FIGURA 46: Velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del motor del Chevrolet Aveo Chevitaxy.....	81
FIGURA 47: Velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del motor del Nissan Sentra.....	82
FIGURA 48: Velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del motor..... del Kia Rio 1.4	83
FIGURA 49: Velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del motor del Chevrolet	84

Aveo Activo.....	84
FIGURA 50: Velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del motor del Hyundai	85
Accent 1.6.....	85
FIGURA 51: Velocidad lineal por marcha, Aveo Chevytaxi	86
FIGURA 52: Velocidad lineal por marcha, Nissan Sentra	87
FIGURA 53 Velocidad lineal por marcha, Kia Rio	88
FIGURA 54: Velocidad lineal por marcha, Chevrolet Aveo Activo.....	89
FIGURA 55: Velocidad lineal por marcha, Hyundai Accent.....	90
FIGURA 56: Caída de velocidad angular del motor en cambios de marcha Aveo Chevitaxy	91
FIGURA 57: Caída de velocidad angular del motor en cambios de marcha Nissan Sentra B13	92
FIGURA 58: Caída de velocidad angular del motor en cambios de marcha Kia Rio 1.493	93
FIGURA 59: Caída de velocidad angular del motor en cambios de marcha Aveo Activo	94
FIGURA 60: Caída de velocidad angular del motor en cambios de marcha Hyundai....	95
Accent 1.6.....	95
FIGURA 61: Capacidad de ascenso vs. Velocidad del motor del Chevrolet Aveo Chevitaxy	96
FIGURA 62: Capacidad de ascenso vs. Velocidad del motor del Nissan Sentra	97
FIGURA 63: Capacidad de ascenso vs. Velocidad del motor del Kia Rio 1.4	98
FIGURA 64: Capacidad de ascenso vs. Velocidad del motor del Aveo Activo	99
FIGURA 65: Capacidad de Ascenso vs. Velocidad del motor del Hyundai Accent	100
FIGURA 66: Kia Rio 1.4 Resumen de capacidades.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Cooperativas de taxis convencionales de la ciudad de Ibarra	8
TABLA 2: Cooperativas de taxis ejecutivos de la ciudad de Ibarra.....	10
TABLA 3: Coeficiente de fricción para neumáticos	28
TABLA 4: Relaciones de transmisión para un Chevrolet Corsa	29
TABLA 5: Unidades según marca	42
TABLA 6: Unidades de la marca Chevrolet.....	43
TABLA 7: Unidades de la marca Nissan	43
TABLA 8: Unidades de la marca Kia.....	44
TABLA 9: Unidades de la marca Hyundai	44
TABLA 10: Unidades seleccionadas para la muestra.....	45
TABLA 11: Especificaciones técnicas Nissan – Sentra.....	46
TABLA 12: Especificaciones técnicas Chevrolet Chevytaxi.....	47
TABLA 13: Especificaciones técnicas Kia Rio 1.4.....	48
TABLA 14: Especificaciones técnicas Chevrolet Aveo Activo	49
TABLA 15: Especificaciones técnicas Hyundai Accent 1.6.....	50
TABLA 16: Valores De Pendiente En Distintas Locaciones De Ibarra.....	52
TABLA 17: Análisis de datos del Aveo Chevytaxi	70
TABLA 18: Análisis de datos del Nissan Sentra B13.....	71
TABLA 19: Análisis de datos del Kia Rio 1.4.....	72
TABLA 20: Análisis de datos del Aveo Activo	73
TABLA 21: Análisis de datos del Hyundai Accent 1.6	74
TABLA 22: Verificación de resultados para todos los modelos	75
TABLA 23: Análisis de rendimiento en pendiente máxima	101
TABLA 24: Emisiones contaminantes por modelo	102
TABLA 25: Emisiones contaminantes Kia Rio 1.4.....	103

CAPÍTULO I

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La selección de vehículos destinados para taxis en la ciudad de Ibarra, suele hacerse de una manera indiscriminada, sin tomar en cuenta la geografía urbana y sub-urbana de la ciudad, específicamente en lo referente a componentes del tren motriz. Ante esto, surge la necesidad de proporcionar los lineamientos que permitan ayudar a los actuales propietarios de taxis que desean renovar sus unidades y a futuros miembros de las distintas cooperativas de taxis de la ciudad, a seleccionar su vehículo observando parámetros técnicos para conseguir un mejor desempeño mecánico y energético.

Para realizar este proyecto se deberá primero, realizar un estudio documental de las unidades que constituyen el parque automotor de taxis de la ciudad de Ibarra. Con este universo, se podrá realizar un estudio estadístico del cual se espera obtener como resultado, las unidades más frecuentemente utilizadas.

Se tomará una de estas unidades y se analizará las rutas más frecuentes y las rutas más desfavorables para las unidades. Finalmente con todo este conjunto de datos, se podrá estudiar la fiabilidad del tren de potencia disponible en estas unidades.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La realidad cultural del Ecuador es que no se hace un análisis técnico antes de adquirir una unidad vehicular para servicio de taxi, solamente se la selecciona de acuerdo a la apariencia estética del vehículo, omitiendo parámetros técnicos que son los que en realidad deberían ser observados y estudiados previamente a la compra del automotor.

Usualmente, dependiendo de las experiencias previas con sus automotores, los nuevos compradores de taxis, analizan factores como el tipo de suspensión, tipo de frenos, geometría del chasis, capacidad de carga, costo de los mantenimientos y periodicidad de los mismos, pero nunca se analiza los componentes del tren de potencia a excepción de la cilindrada del motor.

Las pérdidas generadas debido a este problema aparentemente son imperceptibles y se las suele confundir con el consumo normal de automotor, lo que lleva a los propietarios de taxis a simplemente conformarse con la situación, y dejar a la suerte lo que suceda con su próximo vehículo.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo establecer la capacidad de arranque en pendiente que debe tener el tren de potencia de vehículos para el servicio de taxis de la ciudad de Ibarra?

- Realiza un estudio de la geografía urbana.
- Obtienen las inclinaciones geográficas mínimas, máximas y promedio para las rutas frecuentes de taxis.
- Establece la capacidad de arranque en pendiente.

¿Se puede identificar las relaciones de transmisión en caja de cambios y diferencial óptimas, para cumplir con las exigencias de las pendientes existentes en la ciudad, de manera eficiente?

- Establece la potencia necesaria que debe ser entregada por el motor.
- Establece la cilindrada óptima que debe tener el motor.
- Determina las relaciones entre engranajes de todos los componentes del tren motriz.

¿Cómo obtener ahorro en consumo de combustible y reducción de emisiones contaminantes, mediante el uso de relaciones de transmisión acordes a la topografía de Ibarra?

- Determina nuevas curvas de torque, potencia y consumo de las unidades en estudio.

- Verifica teóricamente el ahorro de combustible generado.
- Verificar los datos obtenidos, mediante el software Matlab.

¿Cómo puedo ayudar de manera permanente al gremio de taxistas para la selección y adquisición de una nueva unidad vehicular?

- Crea un programa de cómputo como un elemento de apoyo para seleccionar un vehículo junto con el manual de usuario.
- Crea un documento didáctico informativo sobre las ventajas de una buena selección del tren motriz, para así concientizar al propietario sobre los beneficios que ganara en un futuro si sigue estos pasos adecuadamente.

1.4 DELIMITACIÓN

1.4.1 TEMPORAL.

Este proyecto se llevará a cabo a partir de junio del 2016, a marzo del 2017

1.4.2 ESPACIAL.

Este proyecto se llevará a cabo la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, Ecuador.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar el rendimiento del tren de potencia de vehículos utilizados en el servicio de taxi urbano en la ciudad de Ibarra, a partir de las curvas de torque potencia y consumo del motor de combustión interna, para establecer mediante los cálculos adecuados, las relaciones óptimas de transmisión que debería disponer la piñonera de la caja de cambios y el diferencial para dar una marcha eficiente al vehículo automotor.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Establecer la capacidad de arranque en pendiente que debe tener el tren de potencia de vehículos para el servicio de taxis de la ciudad de Ibarra.
- Definir las relaciones de transmisión en caja de cambios y diferencial óptimas, para cumplir con las exigencias de las pendientes existentes en la ciudad, de manera eficiente.
- Estimar el ahorro en consumo de combustible y emisiones contaminantes que se obtendría mediante el uso de relaciones de transmisión acordes a la topografía de Ibarra.

1.6 JUSTIFICACIÓN

Un tren de potencia sobredimensionado genera un gran desperdicio en el uso de recursos como combustibles y elementos intercambiables del automóvil, además encarece el mantenimiento y las reparaciones; por el contrario un tren de potencia demasiado pequeño producirá un desgaste rápido de los elementos componentes del tren motriz debido a los sobreesfuerzos generados.

La selección adecuada de un tren motriz puede generar un alto ahorro en el consumo de combustible, y menor índice de emisiones contaminantes como óxidos de carbono u óxidos de nitrógeno (CO, CO₂, NO_x), ayudando así a la preservación del medio ambiente, además de generar beneficio económico para el propietario de la unidad.

Mediante este estudio se pretende establecer las relaciones de transmisión óptimas que deben tener los vehículos que prestan el servicio de taxi, acorde a la geografía ecuatoriana, específicamente a la geografía de la ciudad. Por otra parte este estudio puede servir como guía para ayudar a los futuros propietarios de unidades vehiculares a la hora de inclinarse entre un modelo u otro en específico, tomando en cuenta las necesidades reales que los usuarios van a exigir a la unidad de transporte. Finalmente se podría proponer la creación de una normativa técnica, en base a los resultados del estudio, para regularizar el tren de potencia de los vehículos que van a ingresar al parque automotor ecuatoriano.

1.7 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Para poder llevar a cabo el presente proyecto de tesis, ha sido necesario el uso de dos métodos investigativos distintos.

1.7.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Se ha utilizado investigación de campo en diferentes partes del proyecto para obtener datos que no se encuentran tabulados estadísticamente y que no se han podido conseguir de forma directa.

Realizar una investigación de campo consiste en tomar los datos de manera directa en el área que se desea analizar, un ejemplo de esto es la toma de datos para obtener la inclinación de las pendientes de las calles de la ciudad.

1.7.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA, DOCUMENTAL.

La investigación documental o bibliográfica nos permite tomar datos que ya han sido tabulados previamente por otros investigadores o por fuentes confiables, por ejemplo se puede mencionar los manuales técnicos de servicio que se han consultado para buscar datos específicos de los fabricantes de las unidades seleccionadas.

Por otra parte, se ha revisado fuentes bibliográficas como libros, revistas técnicas y páginas web que nos han ayudado a completar todos los datos requeridos y otra información bibliográfica, para desarrollar de buena manera la investigación.

1.8 MÉTODO INVESTIGATIVO

Los métodos investigativos utilizados en el presente proyecto son:

1.8.1 MÉTODO INDUCTIVO

Consiste en generar conocimiento en base a generalidades o datos tomados por el investigador. Para el presente proyecto se han recopilado datos de diferentes fuentes y se las ha organizado de manera que se obtenga un solo resultado a favor de los objetivos planteados para este proyecto.

1.8.2 MÉTODO HISTÓRICO LÓGICO

Es un método que consiste en trabajar en base a investigaciones previas, tomando datos que ya se han tabulado antes y haciendo uso efectivo de ellos en la presente investigación. Permite que se obtengan resultados más veraces porque incluso permite comparar los datos actuales obtenidos con otros datos que se deseen analizar.

1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

Las técnicas e instrumentos utilizados en el presente proyecto son:

1.9.1 ENTREVISTA

Para identificar las rutas más frecuentes tomadas por los taxis se ha utilizado esta técnica de investigación. Se han elaborado entrevistas investigativas con miembros de la comunidad del taxismo de la ciudad de Ibarra, de esta manera se ha determinado datos específicos necesarios para la investigación.

1.9.2 ANÁLISIS DE DATOS

Permite analizar los datos obtenidos de manera que estos sean veraces y resulten de utilidad para el presente trabajo.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 CONTEXTO GEOGRÁFICO DE LA CIUDAD DE IBARRA

Ibarra es la capital de la provincia de Imbabura, se encuentra ubicada en la región sierra al norte del Ecuador, en un valle de clima templado, su altitud geográfica promedio es de 2220 m s.n.m. desde 1945 m s.n.m. en la parte más baja y 2347 m s.n.m. en la parte más alta de la zona urbana, con variaciones amplias en la zona de influencia rural llegando a bordear los 3000 m s.n.m. en las zonas aledañas que se encuentran sobre relieves formados por el Volcán Imbabura, el Macizo Floral, la Campiña Ibarreña y la Llanura de Caranqui. Cubre una superficie de 12.329 Has.

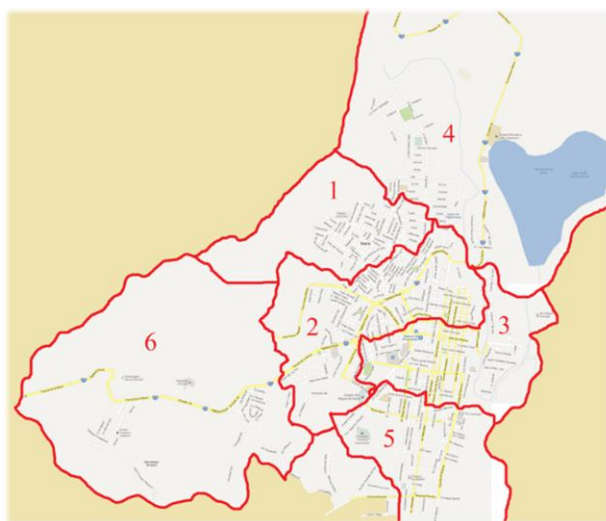


FIGURA 1: Parroquias urbanas de la ciudad de Ibarra. Municipio de Ibarra; 2012

La topografía del suelo corresponde a pendientes que fluctúan entre el 5 y el 15% en las partes más inclinadas, Existe una continuidad topográfica ascendente y los elementos orográficos que se destacan son los cañones del río Ambi y Tahuando. Además, se observan las elevaciones de Guayaquil de Alpachaca. La mayoría de su superficie se encuentra ubicada en una zona central que no supera el 5% de declive. Sobre el costado occidental del río Tahuando, existe una explanada que se extiende hasta las laderas de los cerros que limitan con la laguna Yahuarcocha.

Las parroquias urbanas de la ciudad de Ibarra, son Alpachaca, San Francisco, El Sagrario, Priorato, Caranqui.

2.2 EL SERVICIO DE TAXIS EN LA CIUDAD DE IBARRA

Este estudio permite cuantificar el parque automotor de taxis de la ciudad de Ibarra. Con este universo, se pudo realizar un estudio estadístico del cual se obtuvo como resultado, las unidades más frecuentemente utilizadas todo esto gracias a la información de la Empresa Pública de Movilidad del Norte en trabajo conjunto con el gremio de taxistas de la ciudad de Ibarra. En donde el parque automotor de Taxis de la ciudad de Ibarra actualmente consta de 46 cooperativas de taxis convencionales y 14 cooperativas de taxis ejecutivos, con un número total de 1253 unidades.

En la tabla 1. Se señala que existen 46 cooperativas de taxis convencionales en la ciudad de Ibarra con un número de 859 unidades según fuente de la Empresa Pública de Movilidad del Norte. Los propietarios de los vehículos utilizan sus unidades para prestar servicio en todo el perímetro urbano e incluso a veces fuera de él, cubriendo las rutas y destinos solicitados por el cliente.

TABLA 1: Cooperativas de taxis convencionales de la ciudad de Ibarra

N°	Cooperativa	Unidades
1	Cruz Verde	16
2	17 de Julio	22
3	25 de Diciembre	17
4	28 de Abril	19
5	9 de Octubre	19
6	Ajaví	23
7	Alpachaca	16
8	Atahualpa	21
9	Av. Pichincha	19
10	Centro Colonial	19
11	Azaya	20
12	Ciudad blanca	24
13	Amipeapa	13
14	Oasisturis	19
15	Unicatolic	32

16	Cuatro Esquinas	15
17	Ecotrans	22
18	Floritax	18
19	German Grijalva	15
20	Hotel turismo	21
21	Intitaxi	20
	Jesús del Gran	
22	Poder	19
23	La Victoria	15
24	Los Ceibos	20
25	Mariano Acosta	20
26	Mercado Norte	17
27	Miguel Leoro	14
	Monseñor Leonidas	
28	Proaño	15
29	Nort Pacifico	22
30	Pasquel Monge	18
31	Pedro Moncayo	17
32	Posso Salgado	26
33	Proaño Maya	17
34	Regional Ibarra	18
35	San Francisco	13
36	San Vicente de Paul	15
37	Santirey	16
38	Selva Alegre	16
39	Simón Bolívar	17
40	Sucre	16
41	Sutaxi	32
42	Taxis Lagos	10
43	Teodoro Gómez	20
44	Trans Ibarra	16
45	Turislago	26
46	Yahuarcocha	14
	Número total de taxis	859

Fuente: Empresa Pública de Movilidad del Norte, 2017

En la ciudad de Ibarra, trabajan 14 cooperativas de taxis ejecutivos, las cuales están repartidas entre las diferentes parroquias de la ciudad, y constituyen aproximadamente el 29 % del número total de unidades operativas de la ciudad. A continuación se presenta el listado de estas cooperativas.

TABLA 2: Cooperativas de taxis ejecutivos de la ciudad de Ibarra

N°	Cooperativa	Unidades
1	Alpachaca Express S.A.	30
2	Brislagturis	49
3	Contax Las Lajas	33
4	Ejecuvip	34
5	El Mainas	21
6	Enzanoa	22
7	Galo Plaza Lazo s.a.	43
8	Ibarra Full	25
9	Imbataxi	23
10	Sutaxi	11
11	Taxpiman	28
12	Transsteri	26
13	Yuracucito	21
14	Taxifox	28
Número total de taxis		394

Fuente: Empresa Pública de Movilidad del Norte, 2017

2.3 TREN DE POTENCIA DEL AUTOMÓVIL

El tren motriz de un vehículo es el conjunto de sistemas y elementos que permiten transformar la energía interna del combustible que se introduce en el motor en trabajo y movimiento del vehículo, a través de una serie de transformaciones termoquímicas de la energía proporcionada por el combustible.

El tren de potencia del automóvil incluye los siguientes componentes:

- Motor
- Embrague
- Caja de cambios
- Diferencial
- Ejes y semiejes de transmisión
- Juntas de transmisión
- Ruedas y neumáticos

Parámetros que permiten determinar la potencia máxima del motor y, por consiguiente, se pueden establecer los elementos que integrarán el tipo de vehículo y su tren motriz. El peso bruto vehicular y las dimensiones requeridas, son factores que requerirán potencia adicional para arrancar y superar las pendientes, así como para vencer la resistencia al rodamiento en una carretera en malas condiciones.

Un tren motriz adecuado debe de proporcionar las siguientes características a un vehículo:

- Capacidad de arranque en pendiente.
- Capacidad de ascenso en pendiente.
- Velocidad máxima.
- Aceleración.
- Capacidad de carga.

Al elegir un automóvil, la selección de transmisión de potencia del mismo, es la etapa que requiere de más cuidado, en vista de que se tendrá ventajas o desventajas durante la operación del vehículo. Los tipos de tracción en los vehículos varían en función de las ruedas encargadas de transmitir al suelo la potencia procedente del motor de combustión, de esta forma, existen tres configuraciones básicas de sistemas de propulsión en los vehículos: los sistemas de tracción delantera, los de tracción trasera y los de tracción total.

2.3.1 TRACCIÓN DELANTERA

En este tipo de tracción, la potencia del motor se transmite al eje delantero del vehículo. Es la más utilizada, ya que confiere al comportamiento de la marcha del vehículo mucha estabilidad y reacciones previsibles. Una de las características principales de la tracción delantera es la simplificación, ya que suele integrar la caja de cambios y el diferencial en un mismo conjunto.



FIGURA 2: Vehículo con tracción delantera. Nissan México, 2013

2.3.2 TRACCIÓN TRASERA

En este tipo de tracción, la potencia del motor se transmite al eje trasero del vehículo. La tracción trasera no se utiliza demasiado en los vehículos actuales, debido a que produce un comportamiento más imprevisible del automóvil, lo que dificulta su manejo. La principal virtud de la tracción trasera es que dota al vehículo de un comportamiento más deportivo en las salidas de curva y en aceleraciones bruscas.

La característica constructiva de los sistemas de propulsión trasera es que se traslada el diferencial al eje trasero, pero fuera de la caja de cambios, a diferencia de las tracciones delanteras que integran caja de cambios y diferencial en un mismo conjunto. Como consecuencia de esto, el depósito de combustible, que se encuentra también en la parte trasera, tiene forma de «U» invertida, ya que por debajo del mismo pasa el árbol de transmisión.

2.3.3 TRACCIÓN TOTAL

Un sistema de tracción total, presenta múltiples ventajas con relación a sus variantes, se puede mencionar, un igual reparto de la potencia del motor entre las cuatro ruedas, menor riesgo de derrape gracias a que traccionan las cuatro ruedas, mayor estabilidad del vehículo en marcha especialmente en condiciones de terrenos con bajos índices de adherencia.

Por otro lado, es muy costosa y pesada dado que integra un mayor número de componentes, lo que aumenta también el consumo de combustible del automotor. En los turismos la tracción total no suele ser des conectable, mientras que en los vehículos todo terreno se existe la opción de conectarla o desconectarla según la preferencia del conductor.

2.4 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Un motor de combustión interna es una maquina térmica construida para aprovechar la energía química contenida en la gasolina para transformarla en energía mecánica que se evidencia en forma de movimiento.

Los motores de combustión interna tienen usos muy variados fuera de la automoción. Usualmente se utilizan motores de combustión interna para maquinaria agrícola y pesada, trenes, barcos, avionetas generación de electricidad, compresores y bombas hidráulicas, cintas transportadoras, entre otros usos.

Los avances tecnológicos de los motores que se hacen, tanto para el diseño como para la manufactura y los materiales empleados, hacen que los motores actuales sean tecnológicamente muy avanzados. La tendencia actual es fabricar motores más eficientes que aprovechen al máximo la energía liberada por el combustible.

En los bloques de motor se ha pasado de la fabricación de la fundición de hierro a las aleaciones de aluminio para reducir peso y disipar mejor las mayores temperaturas que se producen en los motores actuales. Incluso en algunos motores modernos las camisas son integrales, también hechas en fundición de aluminio con un baño interior para endurecer y aumentar la resistencia al desgaste de los cilindros.



FIGURA 3: Motor de combustión interna. Volkswagen, 2012

Respecto a las culatas hace ya bastante tiempo que en turismos todas se fabrican en fundición de aluminio por los mismos motivos que los bloques. Casi todas las culatas actuales son de cuatro válvulas por cilindro para mejorar el llenado y aumentar el par y la potencia del motor. Los colectores de admisión se hacen cónicos, más grandes en la entrada y más pequeños en la salida, junto a la válvula de admisión. Además se hacen con forma espiral para mejorar también el llenado y la turbulencia dentro de la cámara, para favorecer la homogeneización de la mezcla, reduciendo consumos y contaminación.

En las distribuciones de motores se han eliminado por completo las de accionamiento por engranajes, por absorber más potencia del motor y ser más ruidosas. Las más implantadas son las de correa de distribución, que son las que menos potencia absorben del motor y las más silenciosas. Los árboles de levas se están fabricando en la actualidad en tubo hueco con las levas postizas engatilladas, reduciendo notablemente el peso frente a los de fundición.

Las bielas se hacen cada vez más robustas para soportar los grandes esfuerzos que sufren los motores actuales, aunque se alean para que sean algo más ligeras. Se fabrica su pie de forma cónica para aumentar la superficie donde se aplica la fuerza de la combustión en el pie y en el alojamiento del bulón en el pistón.

Los pistones son cada vez más ligeros y robustos, se recorta mucho la falda, sobre todo transversalmente al bulón, con dilataciones más controladas. La segmentadura también se diseña para evitar fugas hacia el cárter procedente de las cada vez más fuertes combustiones. Las tolerancias entre pistón y cilindro son cada día menor.

2.4.1 TIPOS DE MOTOR

Los motores, dependiendo de la carrera y del diámetro de sus cilindros, pueden ser:

Motores de carrera larga

En estos motores la carrera es mayor que el diámetro. Estos motores no alcanzan revoluciones demasiado altas. En la actualidad son más usados para motores diésel que para motores de gasolina.

Motores cuadrados.

La carrera y el diámetro tienen la misma longitud, es decir, la relación entre la carrera y el diámetro es 1. Las revoluciones alcanzadas por este tipo de motores son mayores que en los alargados.

Motores súper cuadrados.

El diámetro del cilindro es mayor que la carrera. Se pueden alcanzar revoluciones muy altas. Son utilizados para vehículos de gasolina muy revolucionados.

2.4.2 VALORES REPRESENTATIVOS DEL MOTOR

Cilindrada del motor

La cilindrada total de un motor térmico se calcula a partir de la cilindrada de cada uno de sus cilindros. La cilindrada unitaria (V_u) es el volumen en cm^3 de un solo cilindro:

$$V_u = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \quad (1)$$

Donde:

L = Carrera del pistón [cm]

D= Diámetro del cilindro [cm]

Para obtener la cilindrada total del motor basta con multiplicar este resultado por el número de cilindros.

$$V_t = \# \text{ Cil.} * V_u \quad (2)$$

Relación de compresión.

La relación de compresión es un número que indica el número de veces que es mayor el volumen que ocupa la mezcla al final de la admisión (pistón en PMI), respecto al volumen al final de la compresión (pistón en PMS). Esta definición se resume en la siguiente fórmula:

$$R_c = \frac{V_u + V_c}{V_c} \quad (3)$$

Donde:

Rc: relación de compresión

Vu: volumen unitario [cm³]

Vc: volumen de la cámara de compresión [cm³]

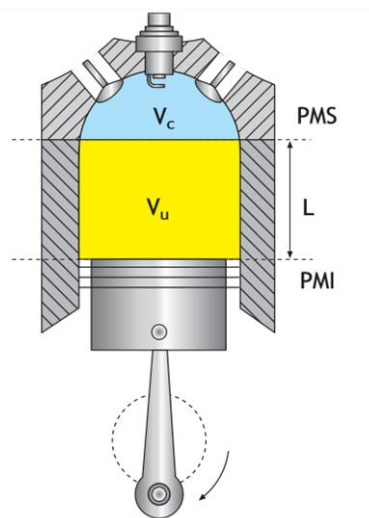


FIGURA 4: Cámara de combustión. Motores, 2008

Si aumenta el volumen del cilindro, la relación de compresión aumenta, pero si aumenta el volumen de la cámara de compresión, la relación de compresión disminuye.

Par motor

Es el producto de la fuerza aplicada sobre un cuerpo para hacerle girar, por la distancia al punto de giro. La fórmula que resume la anterior definición, cuando F y r son perpendiculares, es:

$$M = F \cdot r \quad (4)$$

Donde:

F: fuerza [N]

r: radio de giro en [cm]

Potencia

La potencia (P) es el trabajo desarrollado por unidad de tiempo. La potencia de un vehículo se desarrolla en el desplazamiento de la carga

$$P = \frac{T}{t} \quad (5)$$

Donde P:

P= Potencia [kW]

T=trabajo [J]

t= tiempo [s]

2.4.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS

Curva de par motor.

El valor del par motor no es constante ya que, a pesar de que el radio de la muñequilla del cigüeñal sea siempre el mismo, la fuerza que recibe el cigüeñal del pistón a través de la biela varía porque la presión que se genera en la cámara de compresión cambia por una serie de factores.

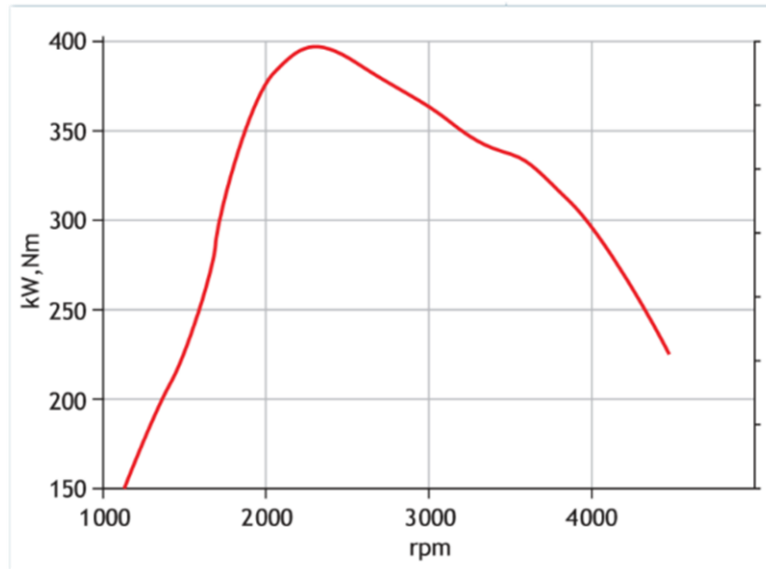


FIGURA 5: Diagrama de par motor. Motores, 2008

Curva de potencia.

La potencia es directamente proporcional al par y al número de revoluciones. El par aumenta con las revoluciones hasta un punto; por tanto, a medida que aumentan las revoluciones y el par, la potencia sube rápidamente. A partir de que el par empieza a disminuir, la potencia sigue subiendo, aunque más lentamente, hasta que la proporción del aumento de revoluciones es menor que la disminución del par. Este es el punto de máxima potencia.

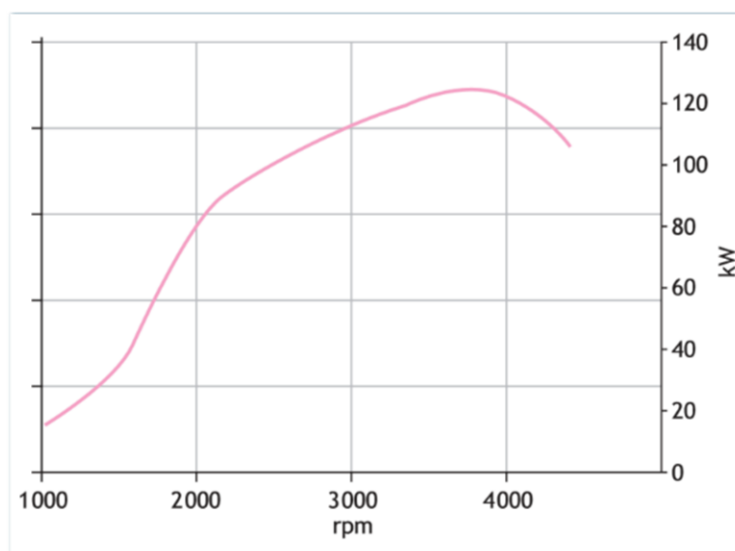


FIGURA 6: Diagrama potencia motor. Motores, 2008

Curva de consumo específico.

El consumo específico en principio va disminuyendo con las revoluciones hasta un punto próximo al máximo par. A partir de ahí, el consumo específico aumenta a medida que se incrementan las revoluciones.

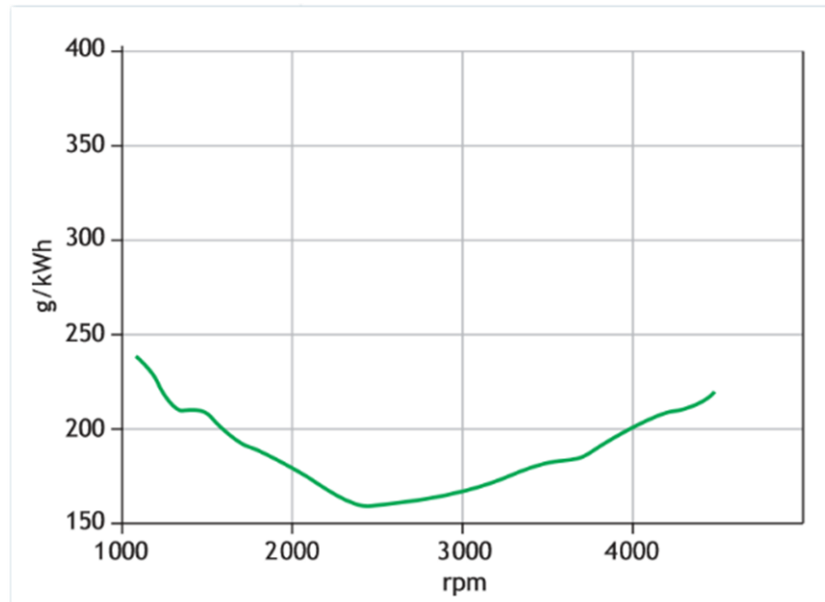


FIGURA 7: Diagrama de consumo específico. Motores, 2008

2.5 CAJA DE CAMBIOS

Constituye el elemento encargado de multiplicar y desmultiplicar las revoluciones y a su vez el torque y la potencia entregadas por el motor, mediante un conjunto de engranajes que se acoplan y desacoplan a un eje por efecto de los sincronizados.

2.5.1 FUNCIONAMIENTO

La misión de la caja de cambios es reducir el número de revoluciones del motor e invertir el sentido de giro en las ruedas, según las necesidades del conductor. Está entre el motor y los demás elementos de la transmisión. A su entrada se acopla al volante de inercia del motor mediante el disco de embrague, y a la salida está por lo general el diferencial, excepto en vehículos con doble tracción.

El motor de combustión interna tiene un rango de funcionamiento muy corto con respecto a la velocidad angular y el par que genera, además es unidireccional, de esta manera, si no se dispusiera de la caja de cambios como parte del tren de potencia, no se tendría fuerza suficiente para el arranque, no se podría alcanzar velocidades de circulación altas sin sobre pasar el límite de revoluciones que permisible del motor y no se dispondría de las facilidades que brinda la marcha atrás.



FIGURA 8: Caja de cambios manual. Sistemas de Transmisión y Frenado, 2009

El par es inversamente proporcional a la velocidad angular de salida, es decir al desmultiplicar la velocidad angular entregada por el motor se genera un alto par a bajas velocidades de circulación, este efecto lo tenemos en la primera velocidad, y de manera inversa al multiplicar las revoluciones del motor, se generan altas velocidades de circulación, es el caso de la quinta marcha.

2.5.2 COMPONENTES

Para poder tener una mejor comprensión de la caja de cambios, se enlistan sus partes.

Engranajes

Están acoplados en pares, se conocen como conductor el que transmite las revoluciones del motor, y conducido. Por lo general se emplean engranajes de tipo helicoidal, por tener un funcionamiento silencioso, y repartir los esfuerzos de una manera más uniforme al interior de los dientes. Se ocupan engranajes rectos solo en el conjunto dedicado a la marcha atrás al ser estos más ruidosos, sirven como señal de prevención al conductor.

Debido a los esfuerzos que deben soportar los piñones de la caja de cambios, estos se componen de acero al carbono templado de alta dureza, obteniendo así la máxima dureza y resistencia al desgaste.

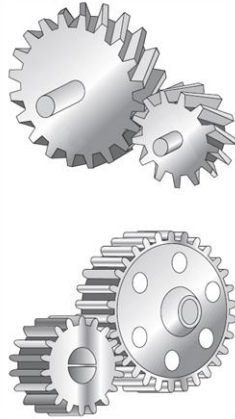


FIGURA 9: Engranajes rectos y helicoidales. Sistemas de Transmisión y Frenado, 2009

Ejes

Sobre ellos van montados los piñones, al igual que con los piñones tenemos un eje conductor y otro conducido. Dependiendo del diseño podemos encontrar los sincronizados en el eje de entrada o en el de salida, o a veces incluso suelen estar repartidos entre ambos ejes. Cuando un solo eje contiene a todos los engranajes fijos se denomina eje de masas.

Sincronizados

Enclavan el piñón al eje para producir la desmultiplicación deseada, estos son desplazados por acción de la palanca de cambios sobre las horquillas que se encuentran sujetando a los sincronizados.

Conjunto de marcha atrás

Conforma de una triada de engranajes rectos, de los cuales los dos que se encuentran en los ejes principales nunca entran en contacto, el tercer engranaje se encuentra solitario sobre un eje desplazable que al ser accionado entra en contacto con los dos piñones principales y produce la inversión del sentido de rotación.

Carcasa

Es el alojamiento de todos los elementos anteriores, además del aceite lubricante que permite el trabajo eficiente de los juegos de engranes. Comúnmente la carcasa se suele fabricar en aleaciones de aluminio o magnesio, debido al bajo peso y alta rigidez. Antiguamente también se fabricaban en fundición gris.

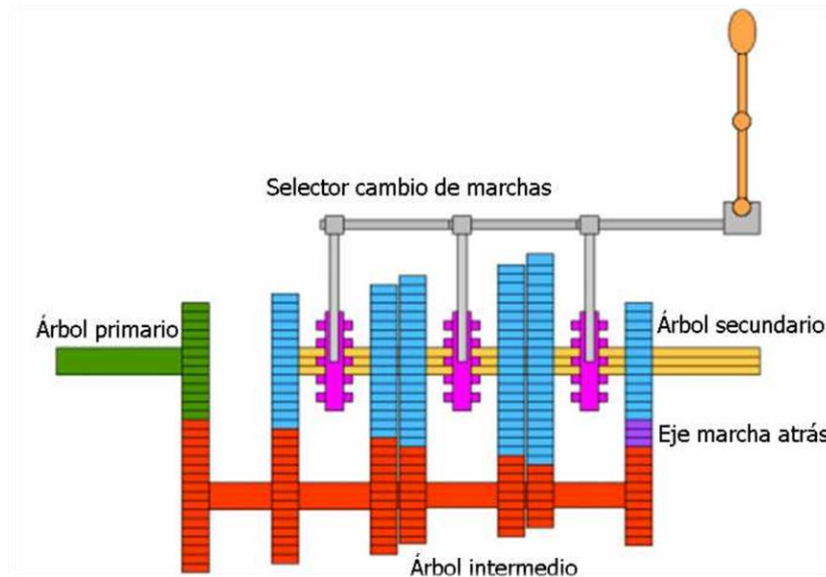


FIGURA 10: Partes de una caja de cambios manual.

Fuente: www.aficonadosalamecánica.net, 2012

2.5.3 TIPOS DE CAJAS DE CAMBIOS MANUALES

Caja de cambios transversal o simplificada.

Se denomina así por contener en su interior al diferencial, es la más utilizada en vehículos de tracción delantera como automóviles y vehículos compactos, debido a su tamaño compacto.

Caja de cambios longitudinal o de diferencial independiente.

Se ha diseñado para vehículos en los cuales el motor y el eje de tracción no están en el mismo sitio, y no incluye el diferencial dentro de la caja, ya que este está en el eje de tracción.

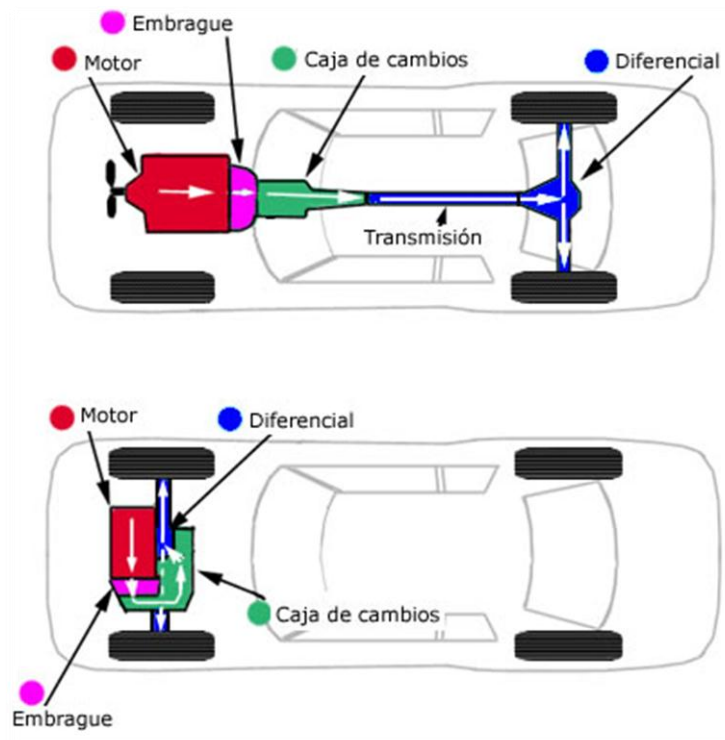


FIGURA 11: Tipos de caja de cambios. www.aficionadosalamecnica.net, 2009

2.6 DIFERENCIAL

Constituye un mecanismo que permite a las ruedas motrices desplazarse a diferentes velocidades angulares, además es un complemento a las reducciones generadas por la caja de cambios, entregando la velocidad angular final.

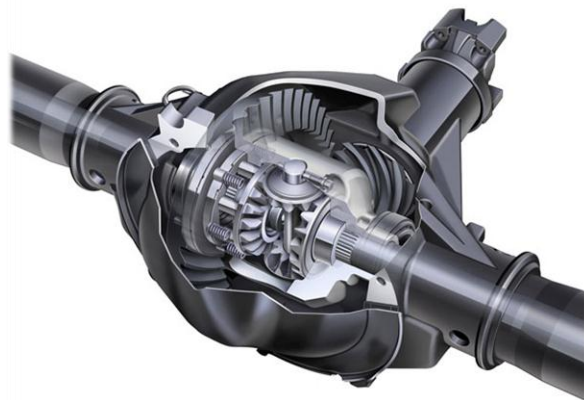


FIGURA 12: Diferencial. www.aficionadosalamecnica.net, 2009

2.6.1 PARTES DEL DIFERENCIAL

El conjunto diferencial se conforma de los siguientes elementos:

- Piñón de ataque.- Es el piñón de entrada al diferencial, recibe el movimiento de la caja y lo transmite a la corona.
- Corona.- es la que recibe el movimiento del piñón de ataque para transmitirlo a los satélites. La desmultiplicación del diferencial se da entre estos dos elementos.
- Satélites.- están engranados a los planetarios. Junto a estos son los encargados de transmitir el movimiento a los ejes de las ruedas.
- Planetarios.- son los últimos engranajes del sistema. Están conectados a los semiejes.

Cuando el vehículo viaja en línea recta, ambas ruedas recorren iguales distancias, por tanto el diferencial trabaja de forma neutra. Cuando el vehículo toma una curva las ruedas que van al interior de la curva se desplazan menos que, las que van por el exterior, haciendo que los satélites se muevan libremente sobre la rueda que presenta mayor oposición al movimiento y enviando el par a la rueda libre.

El diferencial consta de engranajes dispuestos en forma de "U" en el eje. Cuando ambas ruedas recorren el mismo camino, por ir el vehículo en línea recta, el engranaje se mantiene en situación neutra. Sin embargo, en una curva los engranajes se desplazan ligeramente, compensando con ello las diferentes velocidades de giro de las ruedas.

Dado que un diferencial ordinario reparte el par por igual entre ambas ruedas (reparto 50%-50%), la capacidad de tracción máxima es siempre el doble de la de la rueda con menor tracción. En caso de que esta sea cero en una de las ruedas, la capacidad de tracción total es cero. En terrenos de poca tracción, esto puede convertirse en un problema por lo que, existen diferenciales bloqueantes los cuales fuerzan a ambas ruedas a girar a la misma velocidad, eliminando el efecto diferencial y enviando hasta el 100% del par a una sola rueda. No se incluye mayor información sobre este tipo de diferenciales.

2.7 EJES DE TRANSMISIÓN

Los ejes de transmisión son elementos mecánicos encargados de transmitir el torque del motor a las ruedas, pasando por la caja de cambios y el diferencial.

El eje principal conecta la caja y el diferencial cuando el vehículo tiene tracción trasera, y los semiejes o palieres, conectan el diferencial a las ruedas. Sus extremos tienen estriados longitudinales lo que facilita el acople con los otros elementos de transmisión.



FIGURA 1. Eje de transmisión. www.aficionadosalamecanica.net, 2009

Los árboles de transmisión están diseñados con materiales robustos y duraderos para soportar los grandes esfuerzos a los que están sometidos. Podemos clasificar los árboles de transmisión en árboles para ejes con suspensión independiente y árboles para ejes con suspensión rígida.

2.7.1 JUNTAS UNIVERSALES

La misión de las juntas es facilitar la movilidad de los ejes de transmisión y permitir que la suspensión trabaje libremente en cualquier caso de irregularidad del terreno. Existen diferentes tipos de juntas universales, estas son:

2.7.2 JUNTA CARDÁN

La junta cardán permite variaciones angulares de hasta 25°. Suelen utilizarse en los árboles que conectan las cajas de cambios con el diferencial trasero de transmisión o con las barras de la dirección. Las juntas cardán se montan en combinación con juntas de caucho elástico, que permiten absorber esfuerzos de torsión en el funcionamiento normal.

2.7.3 JUNTA HOOKE

Es una variante de las juntas cardán, la principal diferencia es que en los brazos de la cruceta incorporan unos cojinetes de agujas para facilitar el movimiento.

2.7.4 JUNTA TRÍPODE

La junta trípode es una variante de la junta Hooke cuya geometría presenta forma de trípode para permitir una variación lineal del movimiento. Estas juntas se utilizan en la parte interior de los palieres para conectarlos con el diferencial en un sistema de tracción delantera.

2.7.5 JUNTA HOMOCINÉTICA

Las juntas homocinéticas, son unas de las juntas de transmisión más utilizadas, ya que permiten ángulos de giro de hasta 60°. Este es el motivo por el que se montan principalmente en los ejes delanteros con sistema de tracción. Se componen de seis bolas de las mismas dimensiones situadas alrededor de un cubo central estriado, todo ello sujeto por una jaula.

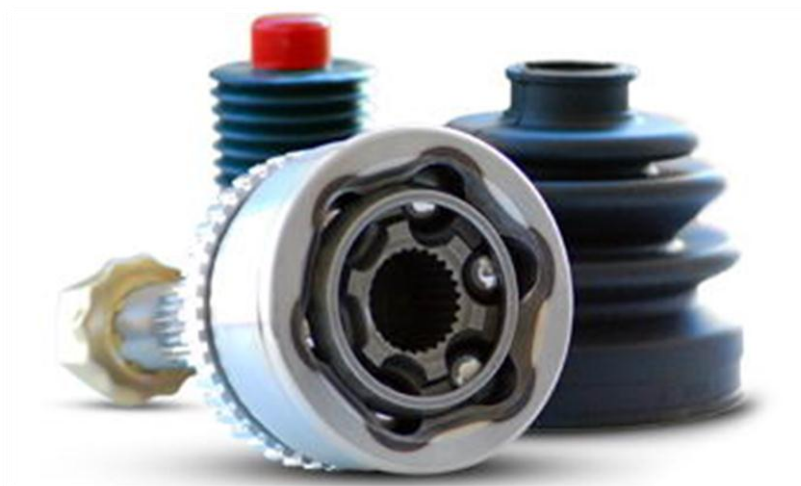


FIGURA 14: Junta homocinética. Sistemas de Transmisión y Frenado, 2009

2.8 NEUMÁTICOS

Los neumáticos son los encargados de recibir el movimiento transmitido desde el motor para traccionar directamente con el suelo e impulsar el vehículo. Por este motivo, es muy importante que estos elementos posean una buena capacidad de adherencia para obtener un comportamiento correcto y seguro en los distintos tipos de terreno.

El coeficiente de adherencia indica la proporción de fuerza que se transmite de los neumáticos al suelo para generar el movimiento del vehículo, este coeficiente varía entre 0 y 1. Un coeficiente de adherencia 1 representa la tracción total del movimiento del motor al suelo, algo que nunca es completamente posible puesto que siempre existirán pérdidas de tracción. Por otro lado, un coeficiente de adherencia 0 es el resultante cuando aumenta la velocidad de giro del neumático sin que se produzca movimiento alguno del vehículo. Por tanto, cuanto más cercano a 1 sea el coeficiente de adherencia, mejor será el rendimiento del neumático.



FIGURA 15: Neumático. Sistemas de Transmisión y Frenado, 2009

Las principales variables que determinan la adherencia de los neumáticos al terreno son:

- La velocidad de circulación
- El estado de los neumáticos
- Los factores climáticos (nieve, lluvia, temperaturas altas o bajas)
- El estado de la calzada
- El tipo de terreno (tierra, asfalto, terrenos nevados)

A continuación se presentan los coeficientes de adherencia de unos neumáticos gastados y de otros óptimos. Un neumático gastado tiene una profundidad del dibujo inferior a 1,6 mm o gomas endurecidas o cristalizadas.

TABLA 3: Coeficiente de fricción para neumáticos

d	Terreno seco	Terreno mojado	Terreno helado
Óptimos	0,9	0,65	0,15
Gastados	0,6	0,4	0

FUENTE: SISTEMAS DE TRANSMISIÓN Y FRENADO. 2009

2.9 MATEMÁTICA TREN DE POTENCIA

Para lograr los objetivos planteados en el presente proyecto de investigación, fue necesario el uso de técnicas cualitativas y cuantitativas que ayuden a caracterizar los parámetros constructivos de los fabricantes, que ofrecen sus automotores en nuestro mercado. A continuación se presenta los procedimientos matemáticos efectuados.

2.9.1 CÁLCULO DE RELACIONES DE TRANSMISIÓN

Indica el número de vueltas que da el piñón conductor por cada vuelta del piñón conducido. La inversa de este valor equivale al número de vueltas que salen de la caja de cambios por cada vuelta del motor.

Se puede clasificar a las cajas de cambios de acuerdo a sus relaciones, de la siguiente manera.

- Marchas cortas.- la velocidad angular de salida es menor a la de entrada.
- Marchas directas.- la velocidad angular de salida y la de entrada son iguales o su variación es mínima.
- Marchas largas.- La velocidad angular de salida es mayor a la de entrada.

Para calcular las relaciones de transmisión en una caja con diferencial independiente:

$$Rt = \frac{Z1}{Z2} \quad (6)$$

Donde:

Z1 = Equivale al número de dientes de engranaje conducido

Z2 = El número de dientes del engranaje conductor.

Para calcular las relaciones de transmisión en una caja simplificada:

$$Rt = \frac{Z1}{Z2} * \frac{Z1'}{Z2'} \quad (7)$$

Donde:

Z1 = Equivale al número de dientes de engranaje conducido

Z2 = El número de dientes del engranaje conductor

Z1' = Es el número de dientes de la corona del diferencial

Z2' = Es el número de dientes del piñón de ataque del diferencial.

TABLA 4: Relaciones de transmisión para un Chevrolet Corsa

Relación de transmisión	Wind	Pick Up	Gsi
<i>1st</i>	<i>3,55:1</i>	<i>3,55:1</i>	<i>3,73:3</i>
<i>2nd</i>	<i>1,96:1</i>	<i>1,96:1</i>	<i>2,13:3</i>
<i>3rd</i>	<i>1,3:1</i>	<i>1,3:1</i>	<i>1,41:3</i>
<i>4th</i>	<i>0,89:1</i>	<i>0,95:1</i>	<i>3,12:3</i>
<i>5th</i>	<i>0,71:1</i>	<i>0,76:1</i>	<i>0,89:3</i>
<i>Marcha atrás</i>	<i>3,31:1</i>	<i>3,31:1</i>	<i>3,31:3</i>
<i>Diferencial</i>	<i>4,53:1</i>	<i>4,29:1</i>	<i>3,74:3</i>

Tabla 2. Chevrolet. 2002

2.9.2 SELECCIÓN DEL MOTOR

Para la selección del motor se considera como primera aproximación la potencia necesaria para mover la unidad y para vencer la resistencia aerodinámica del área frontal del vehículo, esta relación constituye una primera iteración para encontrar un motor de capacidad adecuada, haciendo que en cada ciclo se incremente la potencia del motor con el fin de no seleccionar un motor demasiado grande que implique mayor peso vehicular a la unidad.

$$P_e = 12.03 A + 2.033 PBV \quad (8)$$

Donde:

Pe= Potencia estimada [kW]

A= área de contacto aerodinámico [cm²]

PBV = peso bruto vehicular [kg]

2.9.3 SELECCIÓN DEL DIFERENCIAL

Es necesario encontrar una relación con la cual el vehículo alcance la máxima velocidad permitida dentro del área de consumo específico de combustible.

$$Pd = \frac{60 CII*(Rcm + 200)}{1000 Pu Vr} \quad (9)$$

Donde:

Pd = Relación de paso del diferencial [s/u]

CII = Circunferencia de la llanta [plg]

Rcm = Régimen de consumo mínimo de combustible del motor [rpm]

Pu = Relación de paso del último engrane de la transmisión.

Vr = Velocidad reglamentaria de circulación [km/h]

2.9.4 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ARRANQUE EN PENDIENTE

La capacidad de arranque se expresa en porcentaje, debe estar entre 20% y 30% dependiendo de las condiciones geográficas del terreno. En caso de no cumplir con este criterio se calcula el torque necesario para cumplirlo y se inicia otro ciclo.

$$S = \frac{T*Pd*P1*RII}{10.7*PBV} \quad (10)$$

Donde:

S = Capacidad de arranque. [%]

T = Torque máximo del motor. (Nm)

Pd = Relación de paso del diferencial. [s/u]

P1 = Relación de paso de la primera velocidad. [s/u]

Rll = Revoluciones por kilómetro de la llanta.

PBV = Peso bruto vehicular. [kg]

2.9.5 CAPACIDAD DE ASCENSO

Es la capacidad de superar caminos que se encuentran en pendientes con el vehículo a plena carga.

$$G = \frac{37,5 * Pr}{PBV * 10^{-3} * Va} \quad (11)$$

Donde:

G = Habilidad de ascenso en pendiente [%]

Pr = Potencia de reserva [kW]

PBV = Peso bruto vehicular [kg]

Va = Velocidad aparente [km/h]

2.9.6 POTENCIA DE RESERVA

Además de la capacidad de arranque en pendientes que debe tener el vehículo, es importante considerar una fuerza adicional para afrontar los diferentes tipos de resistencia que puede presentar ante las condiciones físicas que se oponen a la marcha vehicular. Mediante esta fórmula se hace una sumatoria de todas las condiciones externas y se resta de la potencia nominal.

$$Pr = P - (Prr + Pra + Pri) \quad (12)$$

Donde:

P = Potencia del motor [kW]

Prr = Potencia para vencer la resistencia al rodamiento [kW]

Pra = Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [kW]

Pri = Potencia para vencer la resistencia de inercia [kW]

2.9.7 POTENCIA PARA VENCER LA RESISTENCIA AL RODAMIENTO

Es la potencia que el motor debe generar para poder vencer la resistencia al rodamiento, el cual es una condición física normal que se presenta en todo sistema dinámico sometido a fricción. Se manifiesta como una fuerza de sentido opuesto al del movimiento. En el caso de los vehículos automotrices, esta resistencia se manifiesta en el contacto entre las ruedas y la calzada, es dependiente del peso bruto vehicular y la velocidad aparente.

$$P_{rr} = Va \cdot (7.69 \cdot Va) \left(\frac{PBV \cdot 10^{-3}}{375} \right) \quad (13)$$

2.9.8 POTENCIA PARA VENCER LA RESISTENCIA AERODINÁMICA

Este factor constituye la potencia necesaria que debe generar el motor para vencer las fuerzas debidas al rozamiento entre las moléculas del aire y la carrocería del vehículo. Este factor es dependiente del ancho del vehículo, la altitud geográfica y la velocidad aparente.

Este factor es comparable con el coeficiente aerodinámico vehicular que para el caso de automóviles puede oscilar entre 0.2 y 0.3, debido a su diseño, es decir el consumo de potencia debido a este factor es muy bajo.

$$P_{ra} = [0.002 * Va^3 * (h - 0.75)(w)] \left(\frac{fa}{375} \right) \quad (14)$$

2.9.9 FACTOR DE ALTITUD

La altitud geográfica constituye la distancia entre el punto de geo localización vehicular y el nivel del mar. Entre menor sea la altura geográfica, habrá una mayor concentración de gases y partículas en la atmosfera, lo cual dificulta la marcha vehicular debido a factores aerodinámicos, por otra parte, entre mayor sea la altitud, habrá una menor concentración de oxígeno en el aire, el cual provocará una baja de rendimiento en el motor.

$$fa = \left(-2464.71 \times 10^{-8} \cdot \frac{msnm}{0.3048} \right) + 9873.53 \times 10^{-4} \quad (15)$$

2.9.10 POTENCIA PARA VENCER LA INERCIA

Este factor constituye la potencia necesaria que debe generar el motor para vencer la inercia del reposo. Según la tercera ley de Newton todo cuerpo que se encuentra en reposo o con movimiento rectilíneo uniforme, es decir con aceleración cero está en estado de inercia, este valor es dependiente de la masa vehicular.

$$Pri = (nM \cdot PBV) + nB \quad (16)$$

Donde:

h = Altura geográfica donde va a trabajar el vehículo [m]

w = Ancho del vehículo [m]

nM, nB = Coeficientes de ajuste para la potencia

2.9.11 VELOCIDAD APARENTE

Es la velocidad lineal de desplazamiento en la rueda. Es un valor dependiente del diámetro exterior de la superficie de contacto de la rueda, las revoluciones del motor y todas las desmultiplicaciones mecánicas que existen entre estos dos cuerpos, para el caso de automóviles solamente se consideran el diferencial y la caja de cambios.

$$Va = \frac{D \cdot rpm}{Pd \cdot Pt1 \cdot 336} \quad (17)$$

Donde:

D = Diámetro de la llanta [plg]

Rpm = velocidad angular del motor en revoluciones por minuto

Pd = Paso del diferencial [s/u]

Pt1 = Relación de primera marcha

2.9.12 LA CARGA SUGERIDA DE LA RUEDA (CRS)

Es un factor que ayuda a determinar la distribución de peso sobre cada una de las ruedas del vehículo. Depende únicamente del peso bruto vehicular.

$$CRS = \frac{PBV}{Nr} \quad (18)$$

Donde:

PBV = Peso bruto vehicular [kg]

Nr = Número de ruedas del vehículo

2.9.13 RADIO DINÁMICO

Constituye el radio de la rueda, medido desde el centro del eje de rodadura, hasta el borde más exterior del neumático. Se considera una tolerancia del 10 % ante el posible desgaste del neumático, propio de la rodadura.

$$Rdin = \frac{rin}{2} + \frac{ar.hr}{100} + tolrin \quad (19)$$

Donde:

Rdin = radio dinámico [mm]

Rin = radio interno de rueda [mm]

Ar = ancho de rueda [mm]

hr = relación de aspecto [%]

tolrin = tolerancia de deformación y desgaste +- 10 %

2.9.14 CRITERIOS DE STARTABILITY Y GRADEABILITY ACCEPTABLES

Se puede considerar como regla general, que para poder iniciar la marcha en una pendiente de inclinación x%, la capacidad máxima de ascenso del vehículo, una vez que ha iniciado la marcha, deberá ser de (x+5) %. Se deduce por tanto que la capacidad de arranque a plena carga óptima para la ciudad de Ibarra sería (15 + 5) % es decir 20% sería aceptable.

2.10 MATLAB

En el presente trabajo de grado se desarrolla un código de Matlab que ayudará a determinar el tipo de automotor óptimo para el servicio de taxis en la ciudad de Ibarra, en base a las características propias de los vehículos ofrecidos en el mercado local, que deberán ser introducidas por el usuario, mediante una interfaz de comunicación.

MATLAB es un software de tipo matemático que permite realizar desde operaciones matemáticas básicas, como suma, resta, y multiplicación, hasta el desarrollo de códigos para programas de cálculo, de cualquier tipo de matemática, en un lenguaje de programación propio, llamado código "M". Este lenguaje permite realizar operaciones con vectores y matrices, funciones, cálculo lambda, y programación orientada a objetos

Entre sus múltiples ventajas se puede mencionar las siguientes:

- Representación de datos y funciones
- Implementación de algoritmos
- Computación paralela
- Matemática, estadística y optimización
- Proceso de señales y comunicación
- Proceso de imágenes

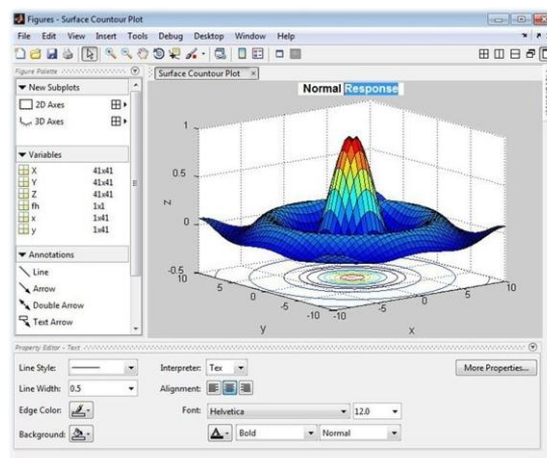


FIGURA 16: Procesamiento de imágenes tridimensionales. Matlab, 2013

Es un software muy utilizado en proyectos investigativos, en las diferentes universidades del mundo, debido a su alta capacidad de procesamiento de datos, y análisis numéricos de gran complejidad. Ofrece una manera relativamente sencilla de programar códigos matemáticos, ya que contiene una serie de librerías específicas para el procesamiento de órdenes.

2.10.1 CONSIDERACIONES ESPECIALES PARA PROGRAMAR EN MATLAB

El programa por defecto, distingue entre mayúsculas y minúsculas, a menos que se deshabilite esta función, se pueden agregar comentarios con el símbolo de porcentaje [%] precediendo a la línea de código que se incorpore, se puede acceder a tema de ayuda de comandos, sintaxis e instrucciones generales mediante el comando “help”

Cuando se realiza un cálculo, este se debe asignar a una variable, en caso de no hacerlo, se almacena en la variable “ans”. Para conocer el valor de una variable, basta con introducir su nombre, Para evitar confundir al usuario externo, se puede evitar desplegar respuestas o asignaciones de variables, esto se hace introduciendo punto y coma.

Las operaciones se evalúan por orden de prioridad, de izquierda a derecha, siempre se inicia con las potencias, multiplicaciones, divisiones y al final sumas y restas. Dando prioridad a las agrupaciones.

Para asignar valores a variables basta con teclear su nombre. A pesar de que Matlab tiene nombres de constantes físicas asignados, estos no son reservados, es decir se puede cambiar su valor a conveniencia del programador.

Se pueden escribir programas de Matlab utilizando cualquier tipo de editor de texto, y dando a estos la extensión “.m” la memoria utilizada por el software es de tipo dinámica, por tanto es necesario declarar variables previo a su uso. Es necesario tener especial cuidado con la extensión física de memoria en las variables utilizadas para evitar conflictos durante la compilación del código.

Los códigos escritos en lenguaje “M” admiten la mayoría de las estructuras de programación al uso y su sintaxis es similar estructuralmente.

2.10.2 COMANDOS EN CÓDIGO M UTILIZADOS EN EL PROGRAMA

- Clear.- elimina de la memoria a todas las asignaciones hechas a variables.
- Clc.- Limpia toda la interfaz gráfica
- Disp.- muestra el valor de una variable si desplegar el nombre de la misma.
- For.- ejecuta una instrucción para un número de veces indicado
- If.- ejecuta una instrucción mientras un valor lógico sea verdadero.
- Else.- actúa como una contra parte de la función “if” solo si se programa.
- End.- finaliza la instrucción
- Plot.- crea un gráfico bidimensional en base a datos almacenados en memorias
- Grid.- muestra una cuadrícula en la ventana gráfica del comando “plot”
- Xlabel y ylabel.- asignan nombres específicos a los ejes ordenados x e y.
- Legend.- muestra una leyenda para los datos graficados.

2.11 MARCO LEGAL

Para el avance del presente trabajo de tesis es preciso considerar y analizar: Constitución del Ecuador, La Ley orgánica de Transporte Terrestre, Agencia Nacional de tránsito, Normas técnicas y Reglamentos del Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización INEN.

2.11.1 CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR

La Constitución de la República del Ecuador menciona lo siguiente:

Capítulo cuarto: Régimen de competencias

En el Artículo 262 Los gobiernos regionales autónomos tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley que regule el sistema nacional de competencias, este menciona en el numeral 3: Planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte regional y el cantonal

En el Artículo 264 Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley, este menciona en el numeral 6: establece que los gobiernos municipales tendrán las competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley para planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte público dentro de su territorio cantonal.

Capítulo primero: Sección duodécima, Transporte

En el Artículo 394 El Estado garantizará la libertad de transporte terrestre, aéreo, marítimo y fluvial dentro del territorio nacional, sin privilegios de ninguna naturaleza. La promoción del transporte público masivo y la adopción de una política de tarifas diferenciadas de transporte serán prioritarias. El Estado regulará el transporte terrestre, aéreo y acuático y las actividades aeroportuarias y portuarias.

2.11.2 LEY ORGÁNICA DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL

La Ley Orgánica de Tránsito y Transporte Terrestre, menciona que:

Título II De los servicios de transporte

En el Artículo 57.- Se denomina servicio de transporte comercial el que se presta a terceras personas a cambio de una contraprestación económica, siempre que no sea servicio de transporte colectivo o masivo. Para operar un servicio comercial de transporte se requerirá de un permiso de operación, en los términos establecidos en la presente Ley y su Reglamento.

Dentro de esta clasificación, entre otros, se encuentran el servicio de transporte escolar e institucional, taxis, carga liviana, mixto, turístico y los demás que se prevean en el Reglamento, los cuales serán prestados únicamente por compañías y cooperativas autorizadas para tal objeto y que cumplan con los requisitos y las características especiales de seguridad establecidas por la Comisión Nacional.

Título IV: De los Tipos de Transporte Terrestre

En el Artículo 71, se menciona las especificaciones técnicas y operacionales de cada uno de los tipos de transporte terrestre, las cuales serán aprobadas por la Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y constarán en los reglamentos correspondientes.

Título VI: De la Homologación de los Medios de Transporte

En el Artículo 86, se menciona que los medios de transporte empleados en cualquier tipo de servicio, deberán contar con el certificado de homologación otorgado por la Comisión Nacional del Transporte y Tránsito Terrestre en coordinación con el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN y de acuerdo con el Reglamento correspondiente.

Sección 1 revisión técnica vehicular y homologaciones

En el Art. 205, se menciona que los importadores de vehículos, de repuestos, equipos, partes y piezas; carroceros y ensambladores, podrán comercializarlos si cumplen con todas las disposiciones de seguridad automotriz expedidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN, la Comisión Nacional y otras autoridades nacionales en materia de transporte terrestre; para ello el Director Ejecutivo de la Comisión Nacional estará en capacidad de supervisar, fiscalizar y sancionar el incumplimiento de esta disposición.

2.11.3 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

Normas Técnicas Ecuatoriana INEN 960, menciona lo siguiente, con respecto a “Determinación de la potencia neta del motor”

La norma tiene como objeto establecer el método general de ensayo para motores de vehículos automotores, para evaluación de su rendimiento, con el propósito de la elaboración posterior de curvas de potencia y consumo específico de combustible a carga completa, como funciones de la velocidad de la máquina.

2.11.4 RESOLUCIONES DE LA COMISIÓN NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL CNTTSV

La Ley de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial, 2012, menciona lo siguiente:

Capítulo I: De la Agencia Nacional de Tránsito

En el Art. 5.- se menciona que los vehículos que se someten a la revisión técnica, deben cumplir con los siguientes requisitos; de conformidad con el reglamento de transporte comercial de pasajero en taxi con servicio convencional y servicio ejecutivo, resoluciones números: 172 – DIR-2010-CNTTTSV y 072 – DIR-2010-CNTTTSV del 21 de abril del 2010:

Automóviles sedan o station wagon desde 1300 cc. Con capacidad de 5 personas, incluido el conductor. El espacio de carga debe tener una capacidad mínima de 0.4 metros cúbicos

Sistema de escape.- debe respetarse el diseño original del fabricante, su diseño debe ser de una sola salida sin la apertura de orificios u otros ramales de la tubería de escape, no debe disponer de cambios de dirección bruscos, invitando de esta manera a incrementar la contrapresión en el escape del motor.

Neumáticos, debe cumplir con lo establecido en el reglamento técnico Ecuatoriano RTE INEN 011. (Revisión visual)

Frenos los taxis deben disponer al menos de dos sistemas de frenos de acción independiente uno del otro (servicio y estacionamiento) y por los menos uno de estos debe accionar sobre todas las ruedas del vehículo y debe cumplir con los requisitos establecidos en las normas técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes. (Revisión visual)

Suspensión. Los vehículos automotores deben disponer de un sistema de suspensión en todos sus ejes o ruedas, respetando los diseños originales del fabricante. (Revisión visual)

En el Artículo 10, se menciona sobre las características técnicas, operacionales y de seguridad, tanto en vehículos como los de servicio de transporte terrestre, en cada uno de ellos deberán cumplir con las normas INEN y los Reglamentos que expida la Agencia Nacional de Tránsito, los mismos que serán dables en territorio nacional.

CAPÍTULO III

3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

La propuesta de la metodología para el análisis del rendimiento del tren de potencia se basa en análisis de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de los componentes de los distintos sistemas, para ello en nuestra metodología para el análisis a realizar se considera un punto de partida tomando en cuenta características del vehículo que se detalla a continuación:

- PBV y Dimensiones
- Datos de motor.
- Del tipo de neumático
- Del tipo de transmisión (caja de cambios)

La obtención de estos parámetros nos ayuda a determinar el tipo de tren potencia adecuada, mostrando graficas - resultados en función de las especificaciones y parámetros calculados, para poder realizar la interpretación y análisis respectivo.

Para el desarrollo de la propuesta del análisis del rendimiento del tren de potencia, se ha establecido un diagrama del proceso a seguir para mayor facilidad la cual contiene seis fases con subprocessos tal como se observa a continuación.

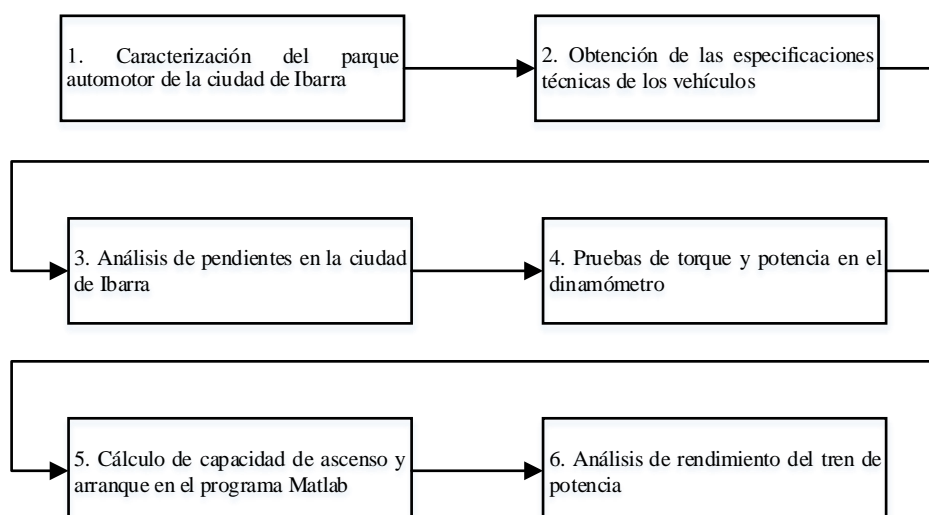


FIGURA 17: Flujograma general de proceso

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE IBARRA

La siguiente tabla en lista las marcas de vehículos y el número de unidades que por preferencia son más usadas en el servicio de taxi, donde se puede apreciar que las marcas con mayor afluencia son Chevrolet (34%), Nissan (23%), Kia (19%), Hyundai (16%), Renault (3%), Great Wall (2%)

TABLA 5: Unidades según marca

Marca	Unidades	Porcentaje %
Chevrolet	425	33,97
Nissan	289	23,10
Kia	241	19,26
Hyundai	196	15,67
Renault	39	3,12
Great wall	25	2,00
Skoda	8	0,96
Toyota	4	0,64
Volkswagen	4	0,32
Citroen	2	0,32
Ford	2	0,16
Lifan	2	0,16
Daewoo	1	0,16
Peugeot	1	0,08

Fuente: Empresa Pública de Movilidad del Norte, 2017

En resumen, la siguiente tabla muestra los modelos con más demanda en el parque automotor de taxis que funcionan en la ciudad de Ibarra de entre todas las cooperativas existentes.

La marca más popular sin duda es Chevrolet, que tiene un total de 425 unidades repartidas entre sus diferentes modelos de sedanes y hatchback. El modelo más utilizado de Chevrolet es el Chevytaxi, que en realidad es una edición especial del Aveo, con motorización 1.5, a continuación está el Aveo activo, y el reciente modelo de la marca Sail.

TABLA 3: Unidades de la marca Chevrolet

Marca	Modelo	Unidades	Porcentaje %
Chevrolet	Aveo family/Chevytaxi	190	44,71
	Aveo Activo	136	32,00
	Sail	71	16,71
	Aveo Emotion	9	2,12
	Corsa Evolution	9	2,12
	Optra	5	1,18
	Corsa	4	0,94
	Esteem	1	0,24

Fuente: Empresa Pública de Movilidad del Norte, 2017

La segunda marca con mayor espacio en el mercado es Nissan, con su modelo Nissan Sentra Clásico B 13, que de manera unitaria es el modelo más utilizado como taxi en la ciudad de Ibarra, tiene una presencia de 249 unidades frente al siguiente modelo que es de la marca Chevrolet, modelo Chevytaxi, en menores proporciones vemos a modelos más recientes de la marca como el Sentra 2.0, Versa, Almira, Tiida, para al final sumar un total de 289 unidades totales.

TABLA 7: Unidades de la marca Nissan

Marca	Modelo	Unidades	Porcentaje %
Nissan	Sentra B13	249	86,16
	Tiida	19	6,57
	Almera	18	6,23
	Sentra 2.0	2	0,69
	Versa AC	1	0,35

Fuente: Empresa Pública de Movilidad del Norte, 2017

Los modelos de la marca coreana Kia 1.4 de segunda generación comparten similar plataforma con el Hyundai Accent y que recibió 29 puntos y cuatro estrellas en la prueba de protección a adultos en choques de Euro NCAPcon. Ocupan el tercer lugar en el presente ranking un total de 241 unidades, de las cuales el modelo más popular es el Rio 1.4 con 137 unidades. A continuación tenemos el Rio Stylus con 51 unidades Rio r, Cerato y Rondo.

TABLA 4: Unidades de la marca Kia

Marca	Modelo	Unidades	Porcentaje %
Kia	Rio 1.4	137	56,85
	Stylus	51	21,16
	Rio r 1.4	30	12,45
	Cerato	19	7,88
	Rondo lx	4	1,66

Fuente: Empresa Pública de Movilidad del Norte, 2017

En el puesto número 4 se encuentra la marca coreana Hyundai Accent 1.6 de tercera generación posee un diseño mejorado, siguiendo la filosofía de diseño de Hyundai llamada "Escultura Fluida" con 125 unidades y el Accent 1.4 con 47 unidades. A continuación tenemos modelos como Getz, Matrix y Elantra, para completar un total de 196 unidades.

TABLA 9: Unidades de la marca Hyundai

Marca	Modelo	Unidades	Porcentaje %
Hyundai	Accent 1.6	125	63,78
	Accent 1.4	47	23,98
	Getz	10	5,10
	Accent 1.5	7	3,57
	Matrix	5	2,55
	Elantra	2	1,02

Fuente: Empresa Pública de Movilidad del Norte, 2017

3.2 OBTENCIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS VEHÍCULOS

Para realizar el presente estudio, se ha elegido una muestra de cinco vehículos, en función de las unidades de mayor preferencia por parte del gremio de taxistas de la ciudad de Ibarra, en la tabla a continuación se puede juzgar que la preferencia del cilindraje es de 1.6 cc sin importar la marca o modelo del vehículo, por otra parte el cilindraje 1.4cc va en crecimiento, valores que se detallan a continuación.

TABLA 10: Unidades seleccionadas para la muestra

Muestras para estudio	Unidades
Sentra b13	249
Aveo Family/Chevytaxi	190
Rio 1.4	137
Aveo activo	136
Accent 1.6	125

Fuente: Empresa Pública de Movilidad del Norte, 2017

3.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS NISSAN - SENTRA B13

En el país es muy popular el uso del Nissan Sentra, para el servicio de taxi, que tal como lo muestran los datos recolectados, es el modelo mayoritariamente utilizado en la actualidad para este fin. Debido a recomendaciones internacionales de seguridad en el 2013 se dejó de producir ya que no contaba con frenos ABS, bolsas de aire ni otros elementos de seguridad que hoy en día son indispensables.

TABLA 11: Especificaciones técnicas Nissan - Sentra B13

Motor	
Tipo	DOHC
Posición	Delantera transversal
Desplazamiento [cm ³]	1,597
No. de Cilindros	4
No. de Válvulas	16
Potencia [kW@ rpm]	78.29 @ 6000
Torque [Nm@ rpm]	138.3 @ 4000
Relación compresión	9.5:1
Diámetro x carrera [mm]	76 X 88
Transmisión	
1.º	3.333
2.º	1.955
3.º	1.286
4.º	0.926
5.º	0.773
Reversa	3.417
Número de dientes cono	17
Número de dientes corona	70
Neumáticos	175/70SR13
Pesos y Capacidades	
Peso vacío [kg]	957
Peso bruto vehicular [kg]	1332
Capacidad de carga [kg]	357
Volumen en área de carga [l]	338
Tanque de combustible [l]	50
Capacidad de pasajeros	5

Fuente: Nissan. 2005

3.2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CHEVROLET – CHEVYTAXI / FAMILY

El Chevrolet Aveo/Family posee una carrocería de tipo sedán. Debido a parámetros de marketing de la marca, en el país se comercializó bajo el nombre de Chevytaxi, una versión del Aveo, con una motorización de 1500cc. Ofrece un motor de cuatro cilindros con tecnología E-TEC II, un solo árbol de levas en la culata con 8 válvulas, 2 por cada cilindro.

TABLA12: Especificaciones técnicas Chevrolet Chevytaxi

Motor	
Desplazamiento [cm ³]	1.498
No. de Cilindros	4
No. de Válvulas	8
Potencia [kW@rpm]	61.89 @ 5.600
Torque [Nm @ rpm.]	127.4@3000
Relación compresión	9.5:1
Diámetro x carrera [mm]	76.5 x 81.5
Transmisión	
Tipo	Mecánica 5 vel.
Relaciones	
1.º	3.545
2.º	1.952
3.º	1.276
4.º	0.971
5.º	0.763
Reversa	3.333
Relación final de eje	3.944
Número de dientes cono	16
Número de dientes corona	68
Neumáticos	185/60 R14
Pesos y Capacidades	
Peso vacío [kg]	1.040
Peso bruto vehicular [kg]	1.455
Capacidad de carga [kg]	415
Volumen en área de carga [l]	351
Tanque de combustible [l]	45
Capacidad de pasajeros	5

Fuente: Chevrolet. 2010

3.2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS KIA – RIO 1.4

El Kia Rio 1.4 es un vehículo de procedencia coreana, al igual que el Aveo, posee una carrocería tipo sedán de cuatro puertas, tiene un índice de cuatro estrellas de seguridad de cinco posibles según la Euro NCAP, que califica la seguridad de los vehículos ante una prueba simulada de impacto frontal. Es alimentado por un motor naftero de doble árbol de levas y cuatro cilindros, cada uno con dos válvulas para admisión y dos válvulas para escape.

TABLA 13: Especificaciones técnicas Kia Rio 1.4

Motor	
Desplazamiento [cm ³]	1339
No. de Cilindros	4
No. de Válvulas	16
Potencia [kW@ rpm]	72.33 @ 6000rpm.
Torque [Nm @ rpm]	119.3 @ 4256 rpm
Relación compresión	9.4:1
Diámetro x carrera [mm]	75,5X78,1
Transmisión	
Tipo	Mecánica 5 vel.
Relaciones	
1.º	3.615
2.º	2.053
3.º	1.370
4.º	1.031
5.º	0.837
Reversa	3.583
Relación final de eje	4.056
Número de dientes cono	16
Número de dientes corona	70
Neumáticos	185/60 R15
Pesos y Capacidades	
Peso vacío [kg]	890
Peso bruto vehicular [kg]	1390
Capacidad de carga [kg]	500
Volumen en área de [l]	382
Tanque de combustible [l]	45.5
Capacidad de pasajeros	5

Fuente: Kia. 2013

3.2.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CHEVROLET - AVEO ACTIVO

Esta versión del Aveo denominada comercialmente Family, tiene un motor de 4 cilindros a gasolina, tracción delantera, de cinco puertas, cuatro para pasajeros y una para el portaequipajes, sus versiones más completas ofrecen aire acondicionado opcional, tiene sistema de inyección multipunto de serie, vidrios eléctricos opcionales, caja manual de 5 marchas hacia adelante y una hacia atrás y demás lujos como sillas en cuero, espejos eléctricos y demás.

TABLA 14: Especificaciones técnicas Chevrolet Aveo Activo

Motor	
Tipo	DOHC
Posición	Delantera transversal
Desplazamiento [cm ³]	1.598
No. de Cilindros	4
No. de Válvulas	16
Potencia [kW @ rpm]	76.8 @ 6000rpm.
Torque [Nm @ rpm]	14.7 @ 3600rpm.
Relación compresión	9.5:1
Diámetro x carrera [mm]	79X81,5
Transmisión	
Tipo	Mecánica 5 vel.
Relaciones	
1.°	3.545
2.°	1.952
3.°	1.276
4.°	0.971
5.°	0.763
Reversa	3.333
Relación final de eje	4.176
Número de dientes cono	16
Número de dientes corona	68
Neumáticos	185/60 R14
Pesos y capacidades	
Peso vacío [kg]	1125
Peso bruto vehicular [kg]	1535
Capacidad de carga [kg]	410
Volumen en área de carga [l]	375
Tanque de combustible [l]	45
Capacidad de pasajeros	5

Fuente: Chevrolet. 2012

3.2.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS HYUNDAI – ACCENT 1.6

Esta versión comparte similitudes de partes y piezas mecánicas con el Kia Rio, además goza de tener dirección asistencia eléctrica (EPS), se comercializa la versión 4 puertas. En su prueba de impacto frontal muestra 3 estrellas en protección de ocupantes, y 2 estrellas en protección de peatones, lo cual lo convierte en vehículo de mediana seguridad. Cuenta con un potente motor de 1.6 litros que le da una característica de potencia superior a sus competidores de menor cilindrada.

TABLA 15: Especificaciones técnicas Hyundai Accent 1.6

Motor	
Desplazamiento [cm ³]	1399
No. de Cilindros	4
No. de Válvulas	16
Potencia [kW@ rpm]	72.33 @6000rpm.
Torque [Nm @ rpm]	125 @ 4700
Relación compresión	9.6:1
Diámetro x carrera [mm]	75,5X78,1
Transmisión	
Tipo	Mecánica 5 vel.
Relaciones	
1.º	3.615
2.º	2.053
3.º	1.370
4.º	1.031
5.º	0.837
Reversa	3.583
Relación final de eje	4.056
Número de dientes cono	18
Número de dientes corona	73
Neumáticos	185/65 R14
Pesos y Capacidades	
Peso vacío [kg]	1.130
Peso bruto vehicular [kg]	1.630
Capacidad de carga [kg]	500
Volumen en área de carga [l]	390
Tanque de combustible [l]	12.15 / 46
Capacidad de pasajeros	5

Fuente: Hyndai. 2009

3.3 ANÁLISIS DE LAS PENDIENTES DE LA CIUDAD DE IBARRA

Para el análisis de los valores de pendiente se toma como referencia algunos puntos arbitrarios en distintos sectores dentro del perímetro de la ciudad de Ibarra en vista que los taxis no tienen ruta fija para llegar a su destino.

Para el cálculo de pendiente es necesario conocer el punto 1 y el punto 2 en metros sobre el nivel del mar, con la ayuda de un GPS, los puntos están separados por una distancia "a" de 100 metros, la diferencia de alturas entre el punto 2 menos el punto 1 da como resultado la distancia "c", por medio de la ecuación de Pitágoras se halla el valor de "b". Finalmente se establece el valor pendiente con la siguiente ecuación:

$$\text{Pendiente} = \frac{c}{b} * 100\% \quad (20)$$

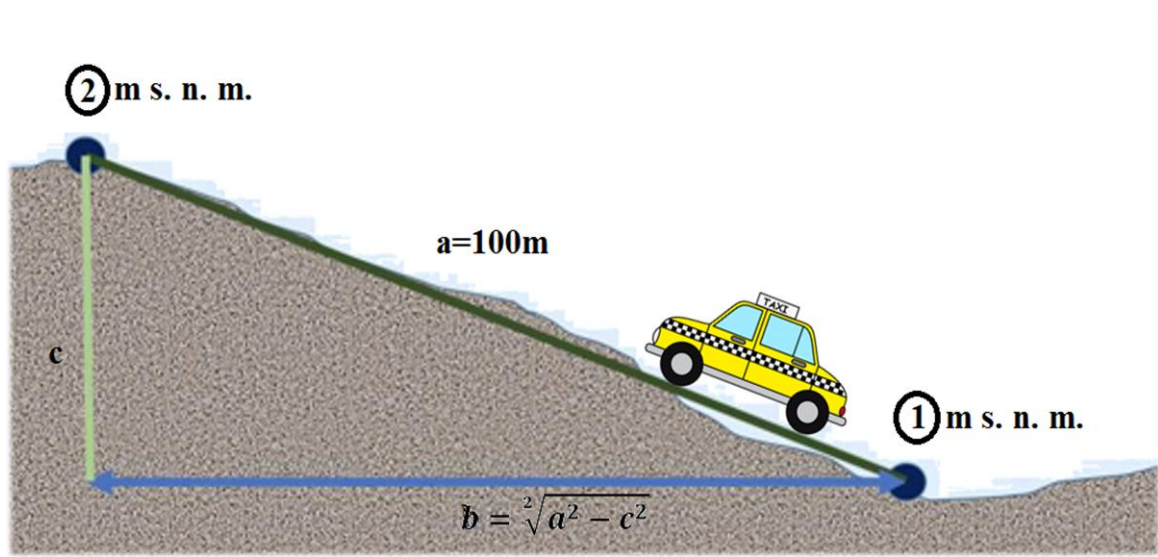


FIGURA 18: Cálculo de pendientes para terrenos inclinados.

El valor más alto de pendiente corresponde a Azaya con un valor de 20 % m a una altura sobre el nivel del mar entre 2248 – 2268 msnm, seguidamente en el sector del Tejar, San Cristóbal y 19 de enero con una pendiente de 18 %, se establece la siguiente tabla.

TABLA 16: Valores De Pendiente En Distintas Locaciones De Ibarra

Localización	msnm	c [m]	b [m]	% pendiente
Arcángel	2360	13	99,15	13,11
	2373			
Atahualpa	2240	4	99,92	4,00
	2244			
Azaya	2248	20	97,98	20,41
	2268			
Caranquí	2290	10	99,50	10,05
	2300			
Imbaya	2065	8	99,68	8,03
	2073			
El retorno – Plaza de Toros “La Candelaria”	2293	11	99,39	11,07
	2304			
El Tejar	2361	18	98,37	18,30
	2379			
La florida	2208	5	99,87	5,01
	2213			
Milagro	2199	5	99,87	5,01
	2204			
Olivo – Panamericana y Av. 17 de Julio	2320	15	98,87	15,17
	2335			
Olivo –Av. Carchi	2180	7	99,75	7,02
	2187			
San Antonio de Ibarra	2344	12	99,28	12,09
	2356			
San Cristóbal	2630	18	98,37	18,30
	2648			
San Francisco	2339	12	99,28	12,09
	2351			
19 de Enero	2482	18	98,37	18,30
	2500			

Para desarrollar el desarrollo de este procedimiento se necesitó de una aplicación para teléfono inteligente Samsung Galaxy S7, que utiliza el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), para determinar alturas geográficas llamada “Altímetro Exacto Libre”.

Se toma el valor máximo de % m = 20, debido a que es la máxima a la que puede llegar a circular un automotor dedicado al servicio de taxi. Sin embargo se ha tomado un coeficiente de incertidumbre de 1.20 el cual cubriría pendientes de mayor grado de inclinación, que no se ha medido en este estudio dando un valor de 24 % m.

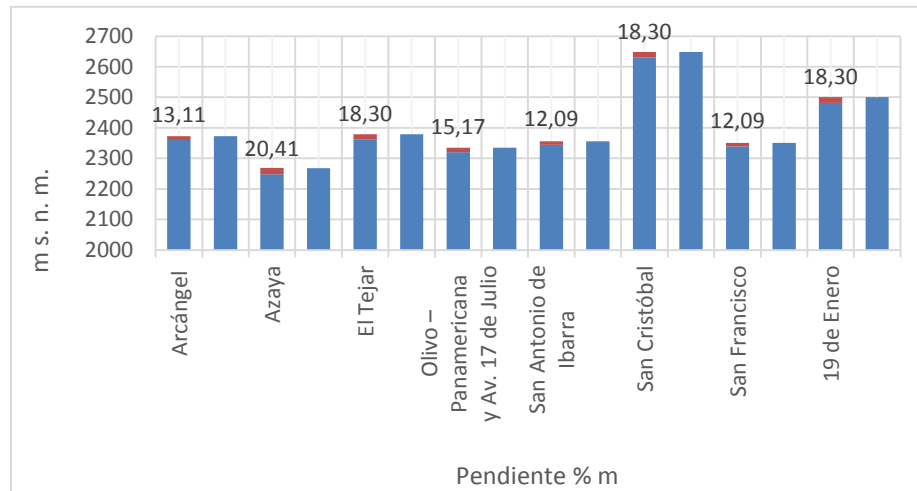


FIGURA 19: Pendiente y altura geográfica de puntos referenciales de Ibarra

3.4 PRUEBAS DE TORQUE Y POTENCIA EN EL DINAMÓMETRO

Se ha utilizado un dinamómetro vehicular de marca Maschinenbau Haldenwang Maha LPS 3000 LKW, propiedad del Centro de Capacitación e Investigación para las Emisiones Vehiculares, (CICEV) de la Escuela Politécnica Nacional, el cual cuenta con las siguientes características.

- Medición de potencia a las RPM constante, velocidad, tracción
- Representación gráfica de la rueda, pérdidas, potencia y par del motor
- Presentación de las tres mediciones de potencia en el fondo
- Las curvas de rendimiento individual o única ocultos
- Visualización de la velocidad, RPM y la temperatura del aceite durante la medición de potencia
- Cumple con normativas DIN 70020, ISO 1585, SAE J 1349
- Simulación de carga con evaluación gráfica
- Velocidad constante, la velocidad, la fuerza de tracción
- Simulación de conducción

Para realizar la prueba es indispensable que el vehículo se encuentre a una temperatura normal de funcionamiento, seguidamente ubicar las ruedas motrices del vehículo sobre los rodillos. Luego por seguridad se fija al vehículo de manera que permanezca inmóvil durante la práctica. A continuación se arranca el motor iniciando la prueba, en una marcha fija sea tercera o cuarta.

Se inicia desde bajas rpm y se acelera a fondo a altas rpm deseadas, allí se deja de acelerar para que el motor regrese a su estado de ralentí. Entonces durante la prueba el software del dinamómetro LPS 3000 LKW procesa los datos enviados por el rodillo de alta inercia y volumen. Finalmente se muestra en el monitor de la computadora valores y graficas de potencia y torque respectivamente.



FIGURA 20: Prueba dinamométrica de vehículo Chevytaxi

El resultado de estas pruebas sirven de soporte para establecer una única curva de potencia y torque para cada vehículo de estudio, estas curvas únicas de potencia y torque se realizaron en Excel.

Primero se pasa los valores de potencia y torque a unidades del sistema internacional, luego se grafica para buscar valores o puntos coincidentes y así trazar una nueva curva la cual genero una ecuación de su línea de tendencia, de esta manera se encuentra y genera coordenadas de potencia, tomando lecturas desde 1000 a 5000 rpm. A continuación se muestra la curva de torque y potencia generada en el dinamómetro y también las curvas de potencia y torque realizadas en Excel para cada vehículo de estudio respectivamente.

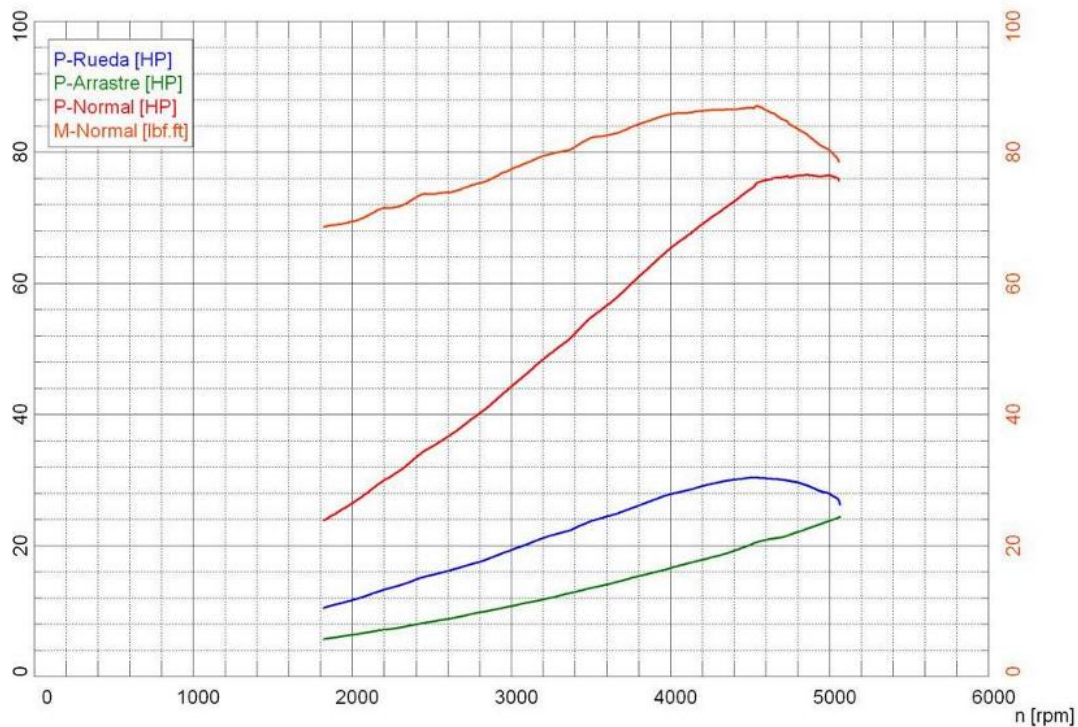
Vehículo: NISSAN SENTRA
Matrícula: PBU9455
Probador: K V

Motor Otto / Sin turbo
Caja Manual

PC SAE 2
4TA MARCHA

Fecha de la medición: 11.05.2017 (12:32)

Página 1



Valores de potencia		Valores del ambiente	
Potencia normal ¹⁾	P_{Normal} 76,4 HP / 57,0 kW	Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$ 69,1 F
Potencia motor	P_{Mot} 51,6 HP / 38,5 kW	Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$ 94,1 F
Potencia ruedas	P_{Rueda} 29,1 HP / 21,7 kW	Humedad relativa del aire	H_{Aire} 63,3 %
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$ 22,4 HP / 16,7 kW	Presión del aire	p_{Aire} 740,0 hPa
Potencia máx.	4855 rpm / 81,1 mph	Presión del vapor	p_{Vapor} 15,4 hPa
Par ¹⁾	M_{Normal} 87,0 lbf.ft	Temperat. del aceite	T_{Aceite} 203,3 F
Par máx.	4540 rpm / 75,9 mph	Temperat. carburante	$T_{Carburante}$ ---,--- F
RPM máx. alcanzado	5065 rpm / 84,6 mph		
¹⁾ Corrección según SAE J 1349 Factor de corrección: $Q_v = 0,00$ %			

Deslizamiento		Masa rotatoria	
Velocidad sin carga	$V_{sin\ carga}$ ---,--- mph	Acél. media en P. de inercia 1	a_1 ---,--- mph/s
Núm. de RPM sin carga	$n_{sin\ carga}$ ---,--- rpm	Fza. frenado en P. de inercia 1	F_1 ---,--- lbf
Velocidad plena carga	$V_{plena\ carga}$ ---,--- mph	Acél. media en P. de inercia 2	a_2 ---,--- mph/s
Núm. de RPM plena carga	$n_{plena\ carga}$ ---,--- rpm	Fza. frenado en P. de inercia 2	F_2 ---,--- lbf
Deslizamiento	---,--- %	Fuerza de la masa rotatoria	$F_{rot-total}$ ---,--- lbf
		Masa rotatoria total	$m_{rot-total}$ 1664,3 lb
		Masa rotatoria LPS	$m_{rot-LPS}$ 1532,0 lb
		Masa rotatoria del vehículo	$m_{rot-vehiculo}$ 132,3 lb

FIGURA 21: Hoja de resultados generada por el dinamómetro LPS 3000 LKW

Para el Aveo Activo, se ha realizado tres mediciones para cada caso. Al tener una alta convergencia de resultados, se aplicó el método de la línea de tendencia obteniéndose el resultado mostrado. Se observa que la línea de tendencia para el Aveo Activo, muestra una potencia máxima de 55 kW a 5000rpm y un torque máximo de 119 Nm a 3000 rpm.

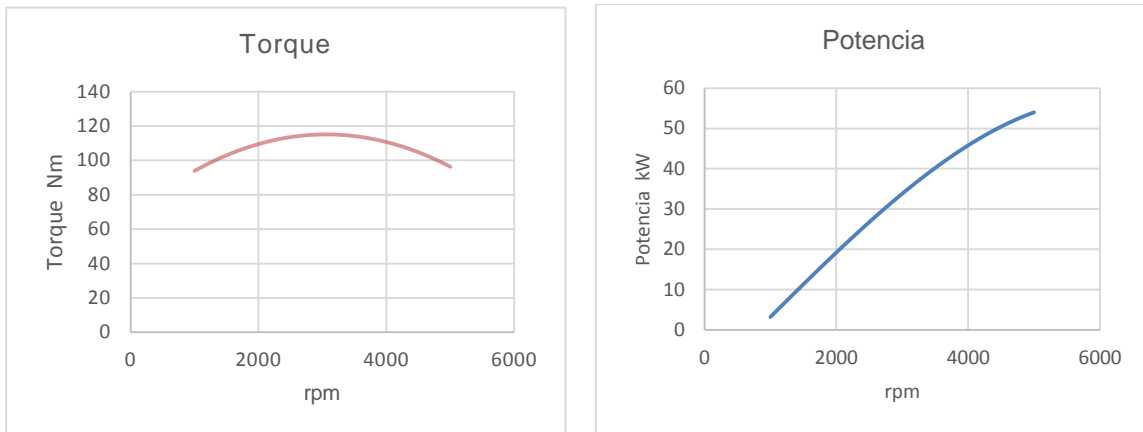


FIGURA 22: Potencia – Torque Chevrolet Aveo Family

Para el Aveo Family, se observa curvas definitivamente diferentes, al igual que para el anterior modelo, se realizaron tres mediciones, obteniéndose una línea de tendencia para el análisis final. Se observa que la línea para este modelo, muestra una potencia máxima de 65 kW a 5000rpm y un torque máximo de 119 Nm a 4500 rpm.

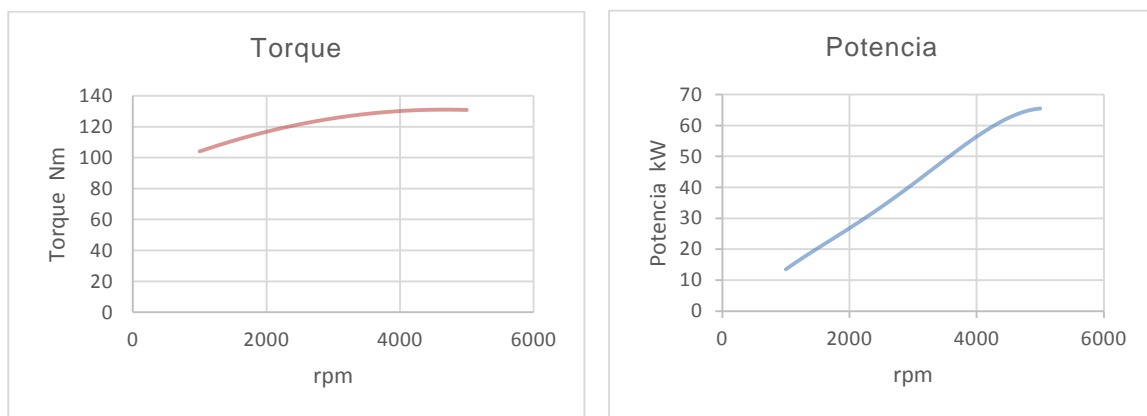


FIGURA 23: Potencia – Torque Chevrolet Aveo Activo

Para el Sentra, se siguió el esquema ya marcado por la marca Chevrolet, tres pruebas análisis de convergencia, línea de tendencia y procesamiento final de resultados. Se observa una potencia máxima de 60 kW a 4800 rpm y un torque de 118 Nm a 3500 rpm.

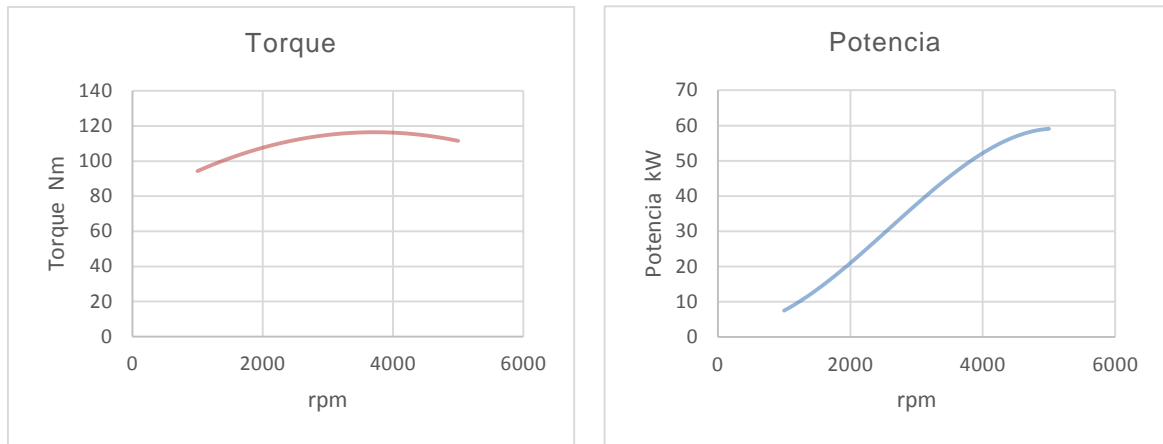


FIGURA 24: Potencia – Torque Nissan Sentra

Para el Rio 1.4, se obtuvo una potencia máxima de 53kW a 5500rpm y un valor de torque máximo de 100Nm a 4400rpm. Se utilizó la misma metodología enmarcada por la línea de tendencia de los valores obtenidos.

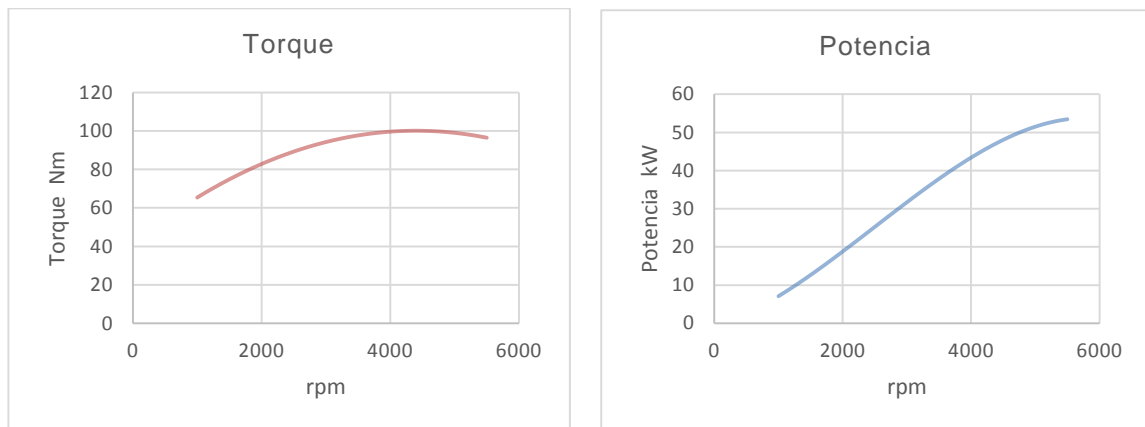


FIGURA 25: Potencia – Torque Kia Rio 1.4

El vehículo Accent 1.6, presenta una potencia máxima de 70 kW a 5500rpm y un valor de torque máximo de 137 Nm a 4800rpm. Se utilizó la misma metodología, realizando un procesamiento de datos por medio de una línea de tendencia que enmarque a todos los resultados obtenidos.

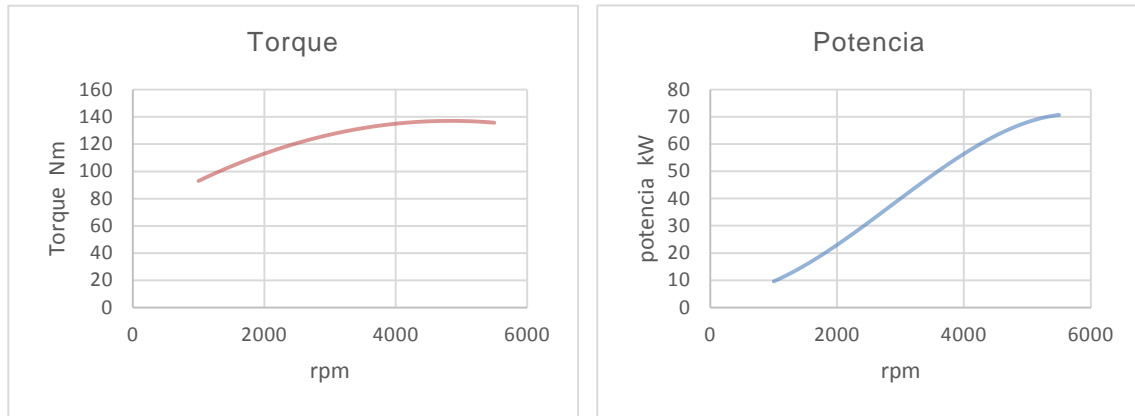


FIGURA 26: Potencia – Torque Hyundai Accent 1.6

3.5 DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL TREN DE POTENCIA

El programa para el análisis del rendimiento del tren de potencia se desarrollará con soporte del software MATLAB, especialmente porque permite el manejo de los datos o variables en forma de vectores y de matrices. El software a desarrollar cuenta con los parámetros necesarios para el análisis de los elementos que conforman el tren de potencia en base a datos o especificaciones previas del vehículo en estudio, tomando en cuenta condiciones adicionales que intervienen en el comportamiento de cada uno de los elementos.

Las acciones que realiza el programa para el análisis del rendimiento del tren de potencia son:

- Solicita ingresar los datos generales del vehículo, peso bruto del vehículo.
- Solicita ingresar los datos del motor, régimen de potencia máxima, torque máximo, consumo mínimo de combustible, según catálogos de especificaciones técnicas del vehículo
- Solicita ingresar dimensiones del neumático, en función de lo que recomienda el fabricante.

- Solicita ingresar la capacidad de carga adicional al PBV.
- Solicita ingresar datos de la caja de cambios, ingreso de relación de transmisión según catálogos de especificaciones técnicas del vehículo, esto es indispensable para determinar mediante los cálculos las velocidades finales y la capacidad de ascenso.
- Solicita ingresar valores de requerimiento vías, pendientes, velocidades de circulación
- Una vez ingresado todos los elementos del tren potencia el programa nos muestra los parámetros calculados y la verificación de los mismos, donde se podrá evaluar su desempeño
- El programa nos despliega las gráficas del desempeño, par motor, potencia máxima y consumo.

3.6 FLUJOGRAMA DE PROCESOS PARA EL CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN

Para facilitar la comprensión de los procesos que se realizan en el código, se puede escribirlos en forma de diagrama de flujo, indicando los pasos a seguir durante cada etapa del proceso. A pesar de ser uno solo, se lo ha separado en partes específicas, para poder definir su contexto.

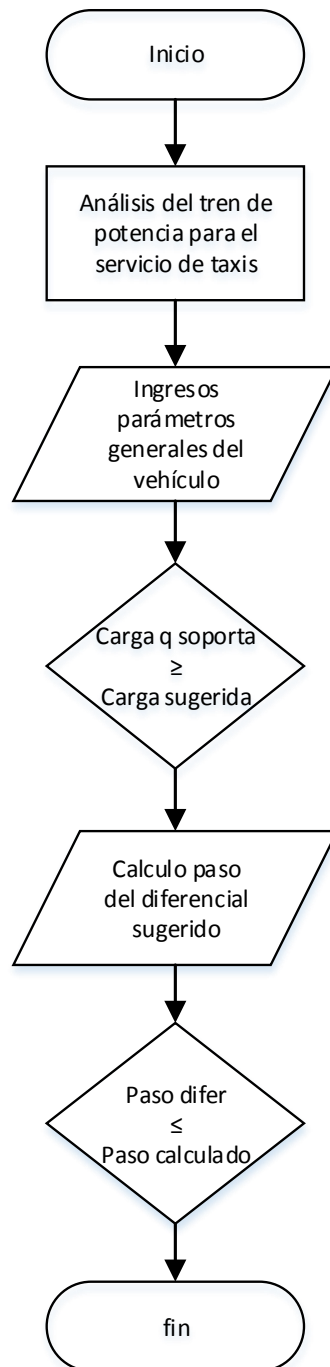


FIGURA 27: Flujograma de programación para ingreso de datos.

En la primera parte únicamente se presenta el programa y se solicita el ingreso de los datos fundamentales para iniciar el cálculo de procesos. Se solicita además datos de los neumáticos para establecer la primera comparación.

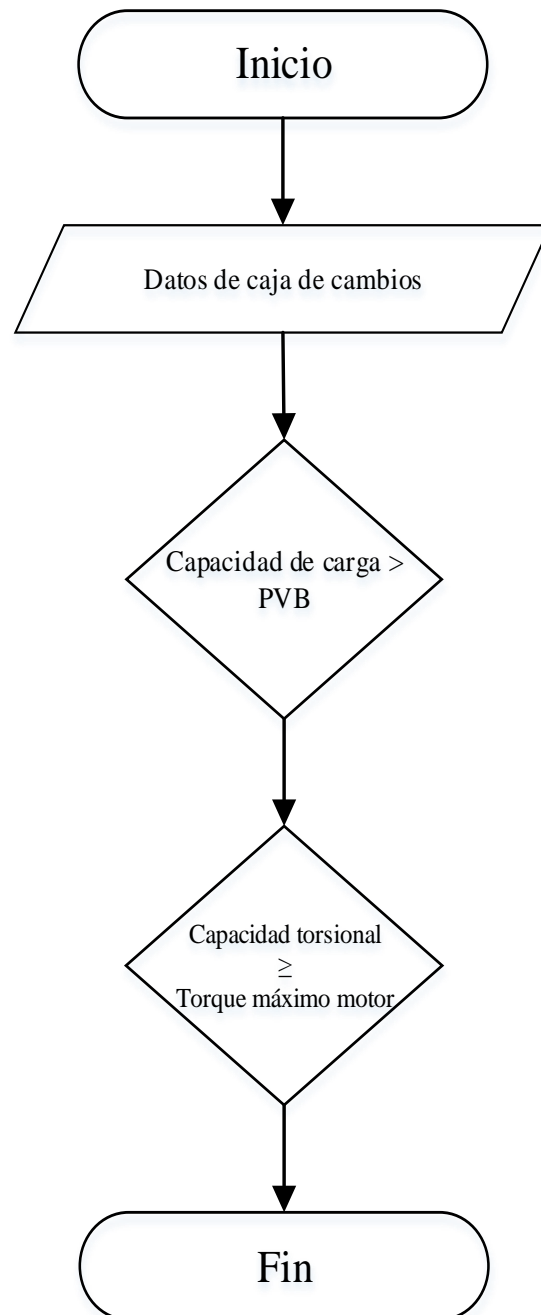


FIGURA 2: Flujograma de programación para datos de caja de cambios

A continuación se analizan los datos de la caja de cambios, solicitando el ingreso de parámetros más específicos como relaciones de transmisión, capacidad torsional y número de marchas. Se analizan la segunda y tercera condición de cumplimiento en base a la capacidad de carga y capacidad torsional.

A continuación se evalúa la potencia y torque del motor, para lo cual se solicita datos específicos del mismo, y se establecen las relaciones comparativas necesarias.

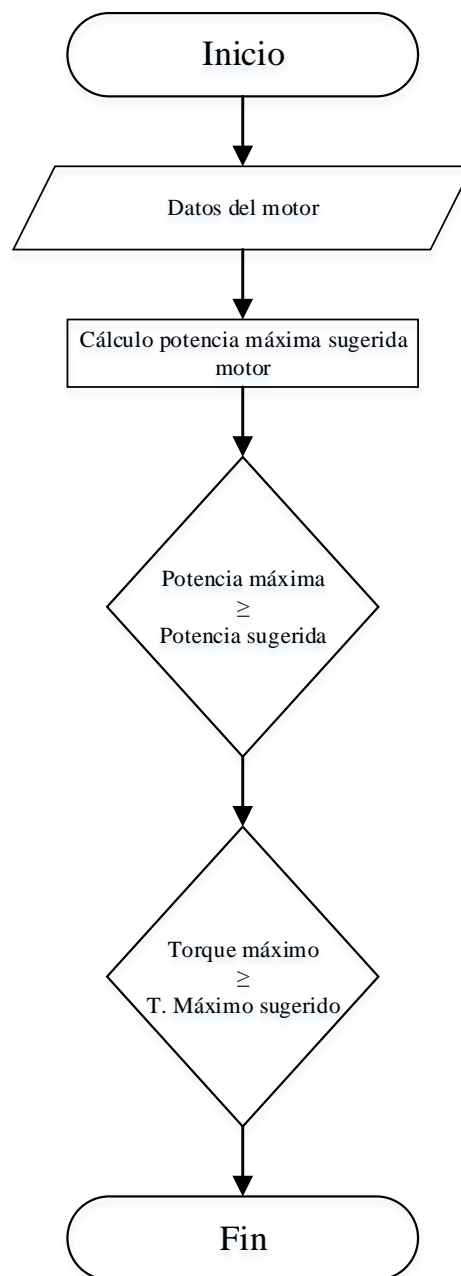


FIGURA 29: Flujograma de programación para datos del motor

Posterior a la caja de cambios y motor, tenemos el diferencial, que se debe analizar pues da una relación adicional a las cajas de cambios que incide en el comportamiento de la potencia y torque entregados por el motor. Se establecen las siguientes relaciones con respecto a velocidad máxima, capacidad de carga del diferencial, y el paso del diferencial.

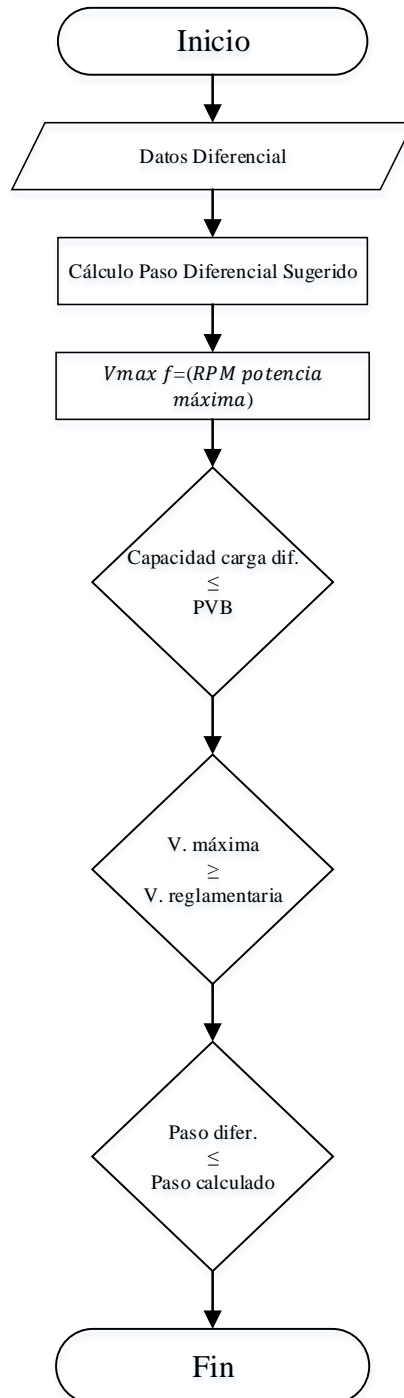


FIGURA 30: Flujograma de programación para diferencial

Finalmente con todos los datos del tren de potencia obtenidos, se determinan las relaciones finales, que ayudaran a evaluar si el vehículo es apto o no para la aplicación considerada. Se evalúa la capacidad de arranque, capacidad de ascenso, y al final se hace una verificación de resultados.

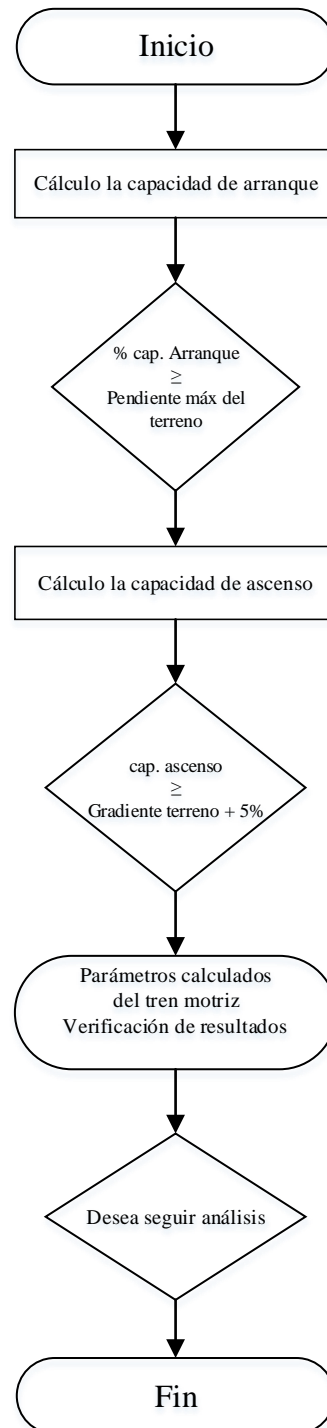


FIGURA 31: Flujograma de programación, capacidad de arranque

Finalmente se solicita al usuario del programa que introduzca información específica que ayudaran a determinar los gráficos de relaciones como torque y potencia con respecto a las velocidades de régimen motor y marcha específica de la caja de cambios. Se determina la curva de consumo específico del motor.

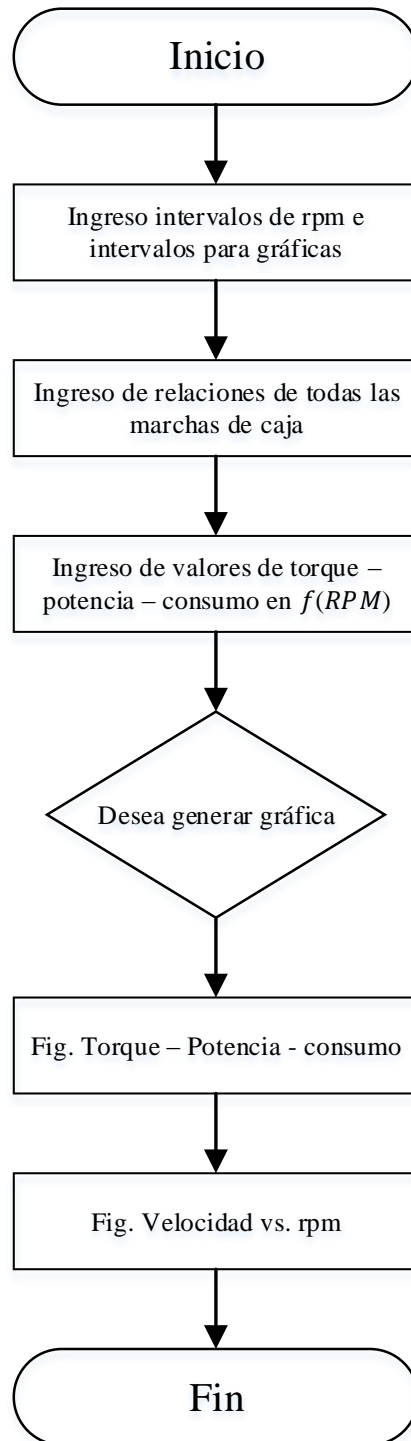


FIGURA 32: Flujograma de programación, valores torque, potencia y consumo

CAPÍTULO IV

4 PRUEBA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 PRUEBA Y EJECUCIÓN DEL PROGRAMA EN MATLAB ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL TREN DE POTENCIA

Para la operación del programa tren de potencia se ingresa al software y se ejecuta el archivo “Programación análisis del tren de potencia”, se despliega entonces la pantalla “Editor”, donde se muestra las líneas de programación y seleccionamos en la barra de tareas el icono correr, para ejecutar el programa y realizar el ingreso de datos respectivamente según las especificaciones de cada vehículo.

```
"INGRESE LOS PARÁMETROS GENERALES DEL VEHICULO"  
- Peso Bruto Vehicular PBV [kg]: 1498  
- Ancho del vehículo[m]: 1.495  
- Altura del vehículo [m]: 1.670  
- Número de ruedas del vehículo: 4  
- Altitud sobre el nivel del mar de Ibarra[m]: 2220  
- Velocidad reglamentaria de circulación ANT [km/h]: 50  
- Pendiente máxima del terreno(sugerido 30%) [%]: 23.4
```

FIGURA 33: Parámetros generales

Como se indica en la figura los datos de parámetros generales se ingresan según especificaciones del fabricante sin limitación alguna en dimensiones en cuanto a reglamento de la ANT, por otra parte la velocidad de circulación esta normada en 50 km/h, la altura sobre nivel del mar de la ciudad de Ibarra como se mencionó anteriormente es de 2220 m, y el valor de pendiente calculado es del 23.4 %.

Seguidamente se ingresa datos del neumático en base a las especificaciones del fabricante y a la preferencia de índice de carga por parte del gremio de los taxistas:

```
"INGRESE LOS DATOS DEL NEUMATICO"  
- La carga mínima sugerida que debe soportar el neumático es: 374.5[Kg]  
- Carga que soporta la rueda[kg]: 450  
- Diametro interior [pulg]: 14  
- Ancho de la rueda[mm]: 185  
- Alto de la rueda[%]: 60  
- Tolerancia radio dinámico(sugerido +10%) [%]: 0
```

FIGURA 34: Datos del neumático

Una media del índice de carga mínima para soportar el peso bruto vehicular PVB, es de carga IC 80, según las especificaciones de neumáticos el índice de carga señalado soporta hasta 450 kg, datos de acuerdo medidas del rin, ancho y alto de perfil, adicionalmente el radio dinámico se considera un valor de cero, debido a la baja velocidad de circulación reglamentada.

Luego se ingresa los valores de caja de cambios tal como indica las especificaciones del fabricante:

```
"INGRESE LOS DATOS DE CAJA DE CAMBIOS"  
- La capacidad de carga de la caja debe ser mayor a: 1498[Kg]  
- Capacidad Carga Maxima[kg]: 1498  
- Relación de 1ra marcha: 3.545  
- Relación de última marcha: 0.763  
- Capacidad Torsional[N.m.]: 127.4  
- Número de marchas: 5
```

FIGURA 35: Ingreso de datos caja de cambios

Se introducen datos que el fabricante proporciona en las especificaciones del tipo de caja, acotamos que la capacidad de carga de la caja de cambios es mayor al Peso Bruto Vehicular PBV y que la capacidad torsional de la caja siempre debe ser más alta que el torque máximo originado por el motor ya que de ella depende que no se genere sobre esfuerzos y recalentamiento de la misma.

Se ingresa los datos del motor tal como indica las especificaciones del fabricante:

```
"INGRESE LOS DATOS DEL MOTOR"  
- La Potencia máxima sugerida para el motor es: 33.0801[Kw]  
- El Torque máximo sugerido para el motor es: 115.1[N.m]  
- Potencia máxima [KW]: 39.99  
- Torque máximo [N.m]: 115.1  
- Régimen del motor en potencia máxima[rpm]: 4400  
- Régimen del motor en torque máximo[rpm]: 3100  
- Régimen del motor para consumo mínimo de combustible[rpm]: 2500
```

FIGURA 36: Ingreso de datos caja de cambios

Luego se ingresa los datos del diferencial en base a las especificaciones del fabricante:

```
"INGRESE LAS RELACIONES DEL SISTEMA DIFERENCIAL"  
- La relación del diferencial sugerida es: 7.7054  
- Relación del diferencial: 4.25  
- La capacidad mínima de carga sugerida para el diferencial es: 1498[Kg]  
- Capacidad de carga del diferencial[kg]: 1498
```

FIGURA 37: Relación del diferencial

En base a los datos ingresados del diferencial se sugiere máximo una relación de transmisión de 7.7054, en base a las especificaciones técnicas seleccionamos el diferencial de 4.25. La carga sugerida para el diferencial es en base al PBV es decir se mantiene.

Finalmente después de analizar cada unidad que integra el tren motriz, indica los parámetros calculados:

- Velocidad Máxima
- Capacidad de arranque
- Velocidad Aparente
- Potencia para vencer la resistencia al rodamiento
- Factor de Altitud
- Potencia para vencer la resistencia aerodinámica
- Potencia para vencer la resistencia por inercia
- Potencia de reserva
- Capacidad de Ascenso

Los valores más importantes a razonar en la selección del tren motriz, son la capacidad de arranque en pendiente en vista que podemos verificar efectivamente que el vehículo tiene la capacidad para partir del reposo con una capacidad de arranque del 59.62 %, en las especificaciones técnicas del vehículo nos indica una pendiente del 23.4%, de igual forma la capacidad de ascenso del vehículo cuando este se encuentra en marcha.

Considerado los parámetros calculados se procede a la validación de los mismos como se indica en la siguiente figura.

```
===== VERIFICACIÓN DE RESULTADOS =====  
- Las ruedas soportan el peso del vehículo: SI  
- La caja soporta la carga generada por el peso del vehículo: SI  
- La Potencia del Motor es mayor o igual a la Potencia sugerida: SI  
- La caja de cambios soporta el Torque del Motor: SI  
- El diferencial soporta la carga generada por el peso del vehículo: SI  
- El Paso diferencial es menor o igual al Paso sugerido: SI  
- La Velocidad máxima del vehículo es mayor que Velocidad permitida+15km/h: SI  
- La Capacidad de Arranque(Startability) es mayor o igual a 23.4%: SI  
- La Potencia de Reserva es mayor a 0: SI  
- La capacidad de Ascenso(Gradeability) es mayor o igual a 28.4%: SI
```

FIGURA 38: Verificación de Resultados

Luego de la verificación de resultados y leer si cumple o no cumple con la selección de componentes del tren motriz, el programa da la opción de continuar el análisis. Al continuar con el análisis, el programa brinda la opción de ingresar parámetros y valores para generar las gráficas que normalmente proporciona el fabricante o que en nuestro caso de estudio se obtuvo en un dinamómetro especializados con respecto a curvas de potencia, torque, estas vienen dadas a partir de las 2000 RPM, los datos ingresados con respecto a RPM final de potencia máxima viene dada por el fabricante.

```
Desea seguir el análisis del tren?(y/n): y

Ingrese el intervalo de RPMs para la grafica(múltiplos de 100)
La RPM inicial(sugerido 800 RPM): 1000
La RPM final(sugerido RPM Pot max): 5000
El intervalo de RPM(sugerido 100 RPM): 100
```

FIGURA 39: Intervalo de rpm

Al seguir con el análisis, es indispensable ingresar las relaciones de marcha de las velocidades de la caja de cambios, para poder establecer las curvas de velocidades, en nuestro caso los vehículos analizados son todos de 5 marchas, donde los valores ingresados son los proporcionados por el fabricante, como se indica

```
Ingrese los datos de la CAJA DE CAMBIOS
Relación de 2da marcha: 1.952
Relación de 3ra marcha: 1.276
Relación de 4ta marcha: 0.971
Relación de 5ta marcha: 0.763
```

FIGURA 3. Relaciones de Caja de Cambios

El programa luego solicita los datos necesarios para poder realizar la gráfica correspondiente a torque o par motor, según los parámetros y valores ya establecidos anteriormente. En seguida el programa despliega las curvas de potencia, torque y consumo en función de las RPM.

4.2 ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS DE TREN MOTRIZ

Se muestra a continuación los valores del Análisis de datos obtenidos para cada uno de los vehículos de estudio, para posteriormente concluir cuál de todos los vehículos tiene el mejor tren de potencia para el servicio de taxis en la ciudad de Ibarra.

4.2.1 ANÁLISIS DE DATOS DEL CHEVROLET AVEO CHEVITAXY

Los parámetros calculados en el Chevrolet Chevitaxy, muestran un valor de velocidad máxima de 147 km/h, tiene una buena respuesta en arranque con una capacidad de 59.62%, su valor de capacidad de ascenso es de 31.40% por encima al valor de pendiente de 23.4 % anteriormente establecido.

TABLA 17: Análisis de datos del Aveo Chevytaxi

Parámetros calculados	Aveo Chevytaxi
Velocidad Máxima [km/h]	147.7572
Capacidad de arranque [%]	59.6274
Velocidad Aparente [km/h]	22.4061
Potencia para vencer la resistencia al rodamiento [kW]	0.80892
Factor de Altitud	0.80784
Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [kW]	0.20124
Potencia para vencer la resistencia por inercia [kW]	3.1064
Potencia de reserva [kW]	28.69
Capacidad de Ascenso [%]	31.4075

4.2.2 ANÁLISIS DE DATOS DEL NISSAN SENTRA B13

Para el vehículo mexicano de la marca Nissan modelo Sentra B13, se obtiene una velocidad máxima de 179 km/h, capacidad de arranque del 50.85% y capacidad de ascenso es de 51.12%.

TABLA 18: Análisis de datos del Nissan Sentra B13

Parámetros calculados	Sentra B13
Velocidad Máxima [km/h]	179.9804
Capacidad de arranque [%]	50.8576
Velocidad Aparente [km/h]	31.8723
Potencia para vencer la resistencia al rodamiento [kW]	1.1308
Factor de Altitud	0.80784
Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [kW]	0.51111
Potencia para vencer la resistencia por inercia [kW]	2.9954
Potencia de reserva [kW]	61.6134
Capacidad de Ascenso [%]	51.1256

4.2.3 ANÁLISIS DE DATOS DEL KIA RIO 1.4

En los parámetros calculados en el Kia Rio 1.4, se puede analizar claramente que pese a que es un auto de bajo cilindraje llega a la velocidad máxima 170 km/h, sobresaliendo sobre la velocidad reglamentaria, su respuesta de capacidad de arranque tiene un valor del 50% no muy lejos de autos con mayor cilindraje, finalmente su capacidad de ascenso es de 27.92% por encima al valor de pendiente que se puede encontrar en la ciudad Ibarra y sus alrededores.

TABLA 5: Análisis de datos del Kia Rio 1.4

Parámetros calculados	Rio 1.4
Velocidad Máxima [km/h]	170.9446
Capacidad de arranque [%]	50.103
Velocidad Aparente [km/h]	31.6638
Potencia para vencer la resistencia al rodamiento [kW]	1.2924
Factor de Altitud	0.80784
Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [kW]	0.55595
Potencia para vencer la resistencia por inercia [kW]	3.2103
Potencia de reserva [kW]	38.5044
Capacidad de Ascenso [%]	27.9195

4.2.4 ANÁLISIS DE DATOS DEL CHEVROLET AVEO ACTIVO

Los parámetros calculados en el Chevrolet Aveo Activo, obtuvieron valores de velocidad máxima 167 km/h superando fácilmente a la reglamentaria de 100 km/h, además tiene una buena respuesta de capacidad de arranque del 66% similar a las de otras marcas del cilindraje, de igual manera el comportamiento en ascenso es de 32.28% un 9% más que el establecido en este estudio.

TABLA 6: Análisis de datos del Aveo Activo

Parámetros Calculados	Aveo Activo
Velocidad Máxima [km/h]	167.9059
Capacidad de arranque [%]	66.2389
Velocidad Aparente [km/h]	33.9705
Potencia para vencer la resistencia al rodamiento [kW]	1.3485
Factor de Altitud	0.80784
Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [kW]	0.56608
Potencia para vencer la resistencia por inercia [kW]	3.1441
Potencia de reserva [kW]	45.8211
Capacidad de Ascenso [%]	32.28

4.2.5 ANÁLISIS DE DATOS DEL HYUNDAI ACCENT 1.6

Para el vehículo de marca Hyundai Accent 1.6, se tiene un valor de velocidad máxima 139 km/h superando notoriamente a la velocidad reglamentaria, además tiene una buena respuesta de capacidad de arranque del 127% superando a las demás marcas claramente, y por otro lado su capacidad de ascenso del 69% permite a este vehículo trabajar en pendientes sin ningún problema.

TABLA 21: Análisis de datos del Hyundai Accent 1.6

Parámetros Calculados	Accent 1.6
Velocidad Máxima [km/h]	175.9476
Capacidad de arranque [%]	63.6792
Velocidad Aparente [km/h]	35.5532
Potencia para vencer la resistencia al rodamiento [kW]	1.5127
Factor de Altitud	0.80784
Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [kW]	0.7747
Potencia para vencer la resistencia por inercia [kW]	3.2408
Potencia de reserva [kW]	52.4734
Capacidad de Ascenso [%]	33.2623

4.3 VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS

Se muestra a continuación la verificación de los resultados de los cinco vehículos de estudio. En general todos los vehículos cumplen por que vienen sobre dimensionados de fábrica, sin embargo se tiene que analizar particularmente el resto de cálculos realizados para determinar en función quien supere sin exceder la velocidad reglamentaria, capacidad de arranque y de capacidad de ascenso. De esta manera se obtiene un menor consumo de combustible

TABLA 22: Verificación de resultados para todos los modelos

Verificación de resultados	Todos los vehículos de estudio Cumplen
Las ruedas soportan el peso del vehículo:	SI
La caja soporta la carga generada por el peso del vehículo:	SI
La Potencia del Motor es mayor o igual a la Potencia sugerida:	SI
La caja de cambios soporta el Torque del Motor:	SI
El diferencial soporta la carga generada por el peso del vehículo:	SI
El Paso diferencial es menor o igual al Paso sugerido:	SI
La Velocidad máxima del vehículo es mayor que Velocidad permitida	SI
La Capacidad de Arranque (Startability)	≥ 23.4 SI
La Potencia de Reserva:	> 0 SI
La capacidad de Ascenso (Gradeability)	≥ 28.4 SI

4.4 CURVAS DE POTENCIA, PAR Y CONSUMO GENERADAS

Mediante las curvas de torque, potencia y consumo se puede analizar a un motor en su totalidad, permitiendo identificar sus principales parámetros de funcionamiento, características, ventajas y desventajas frente a otros motores. A continuación se realiza un análisis individual de las curvas características del motor de los vehículos analizados.

4.4.1 CURVAS DE POTENCIA, PAR Y CONSUMO DEL CHEVROLET AVEO CHEVITAXY

Se observan curvas de torque, potencia y consumo, bastante prolijas que coinciden con los valores nominales dados por el fabricante para cada modelo. La curva de torque decae a partir de los 3300 rpm, mientras la curva de potencia tiene un crecimiento relativamente estable hasta el corte del estudio en las 5000 rpm.

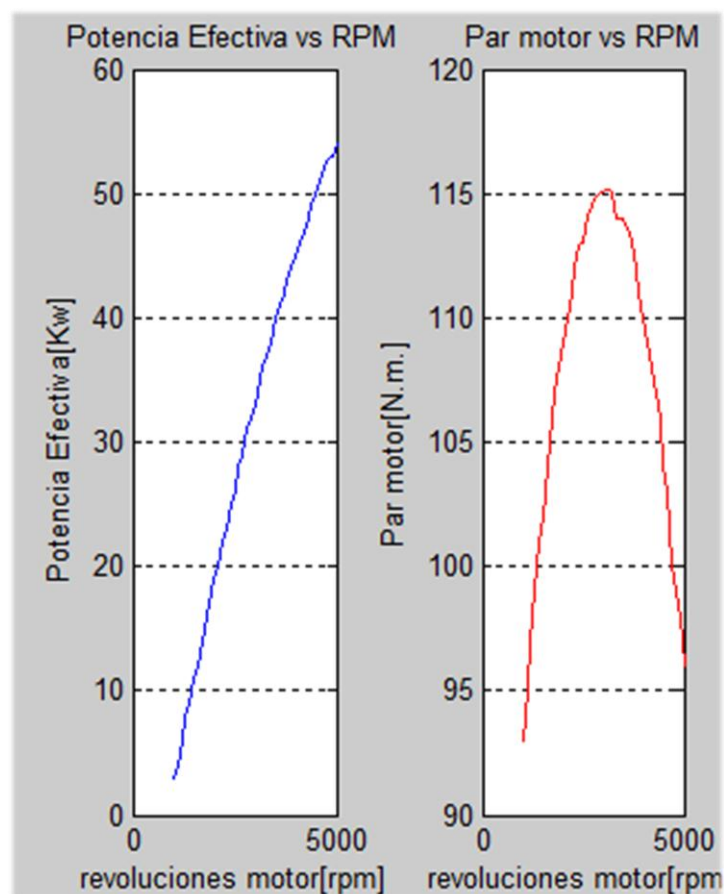


FIGURA 41: Torque, potencia y consumo para Aveo Chevytaxi

4.4.2. CURVAS DE POTENCIA, PAR Y CONSUMO DEL NISSAN SENTRA B13

Para el Sentra B13 del fabricante Nissan, se tiene un torque máximo a las 3700 rpm con un valor superior a los 115 Nm, además la curva de potencia efectiva muestra un comportamiento creciente hasta valores cercanos a los 60 kW, bordeando los 5000 rpm.

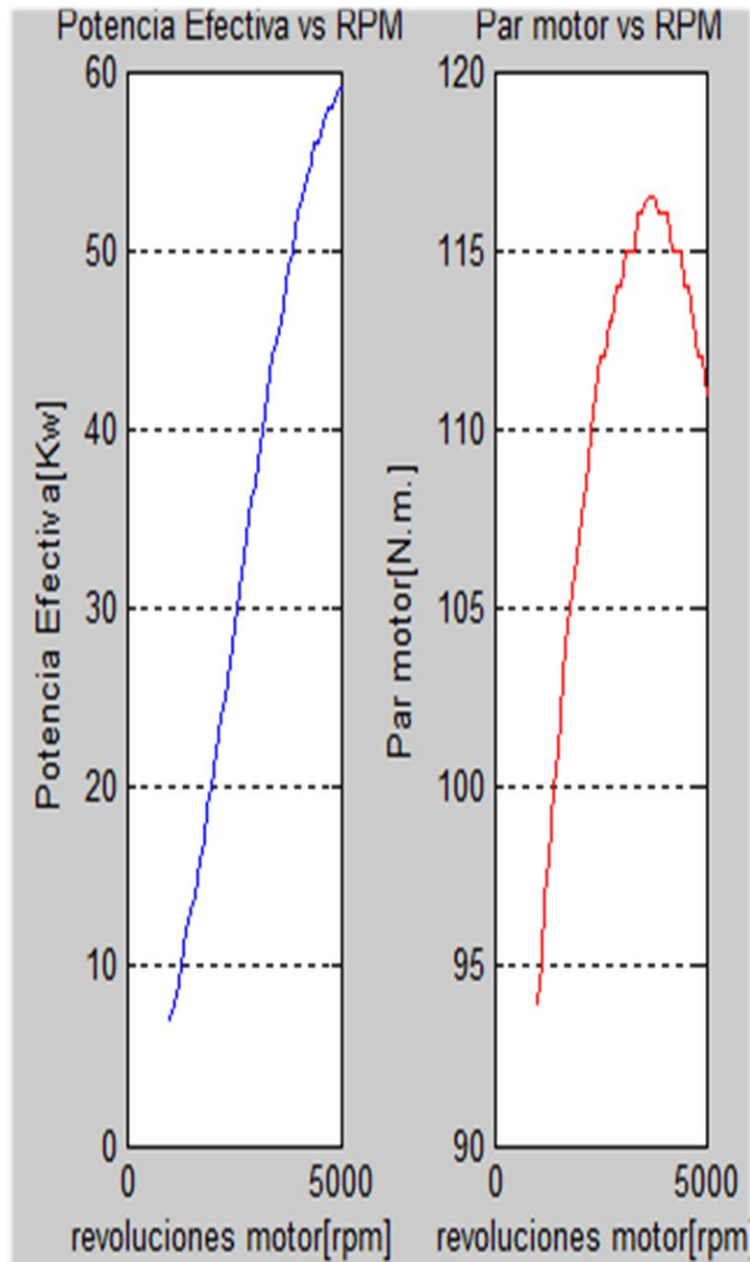


FIGURA 42: Torque, potencia y consumo para Nissan Sentra

4.4.3. CURVAS DE POTENCIA, PAR Y CONSUMO DEL KIA RIO 1.4

La curva de potencia entregada por el dinamómetro muestra un comportamiento más agudo, partiendo desde los 1000 rpm hasta las 5500 rpm, donde se corta el análisis. Los valores máximos están bordeando los 53 kW para potencia y 100 Nm en torque con una velocidad angular del motor de 4300 rpm.

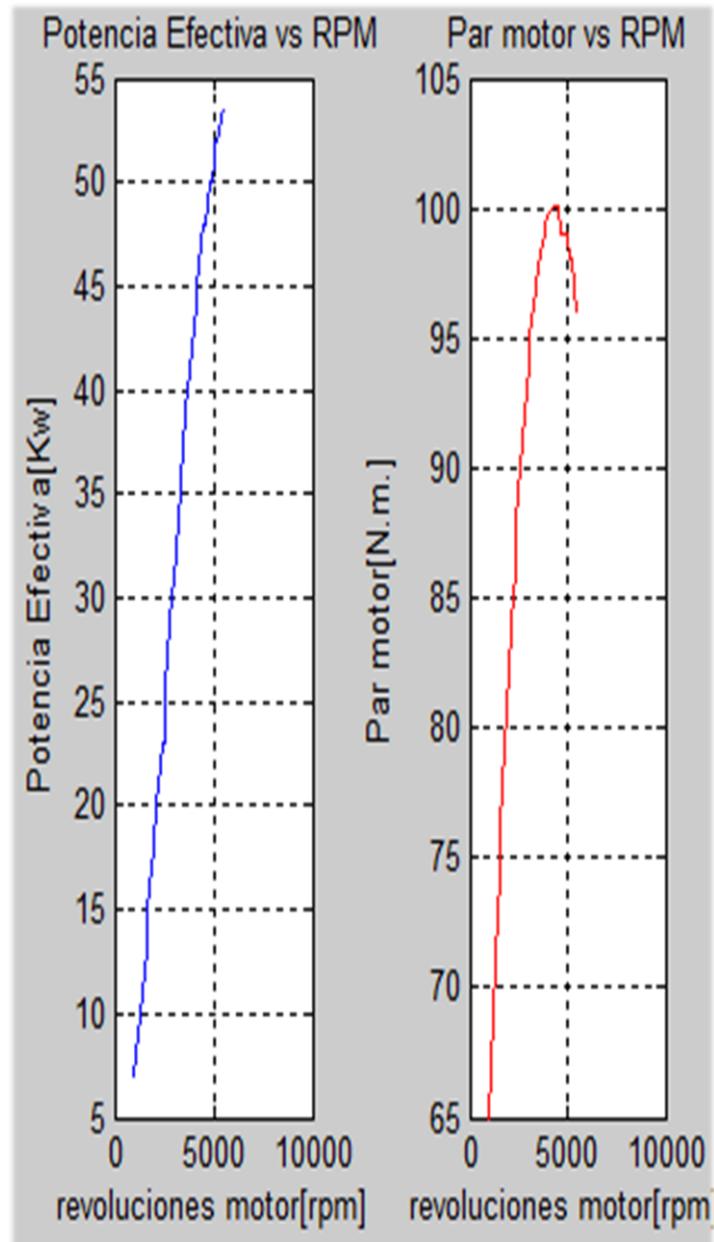


FIGURA 43: Torque, potencia y consumo para Kio Rio 1.4

4.4.4 CURVAS DE POTENCIA, PAR Y CONSUMO DEL CHEVROLET AVEO ACTIVO

Se observa que en valores cercanos a los 5000 rpm se tiene una potencia efectiva de 65 kW, y un par motor máximo de 132 Nm entre las 4500 rpm. Tener un par motor máximo demasiado alejado del eje de las ordenadas, puede ocasionar consumos elevados de combustible, esto en especial si se hace la comparación con sus principales contendientes del presente estudio.

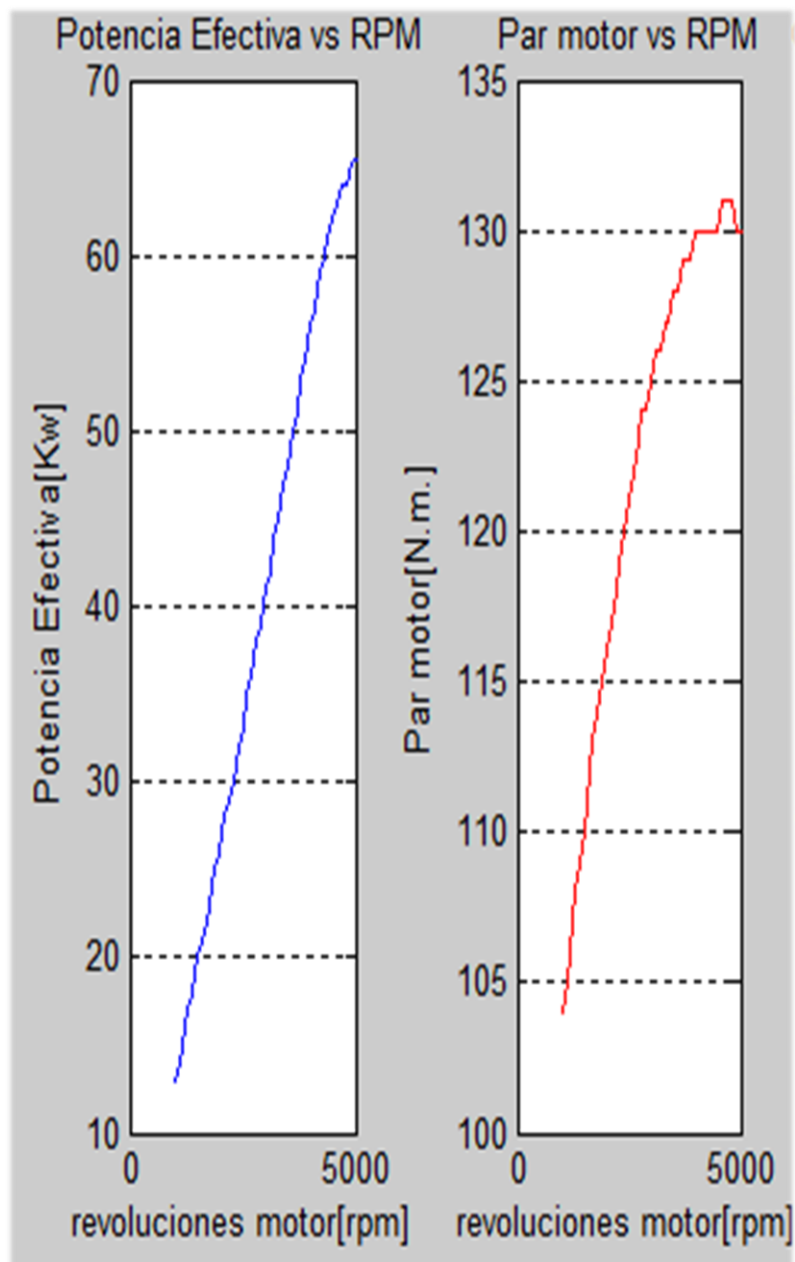


FIGURA 44: Torque, potencia y consumo para Aveo Activo

4.4.5 CURVAS DE POTENCIA, PAR Y CONSUMO DEL HYUNDAI ACCENT 1.6

Para el modelo Accent 1.6 del fabricante coreano Hyundai se obtienen parámetros claramente definidos, donde la potencia efectiva alcanza valores cercanos a 70 kW, mientras el par motor tiene un valor máximo de 137 Nm a 4600 rpm.

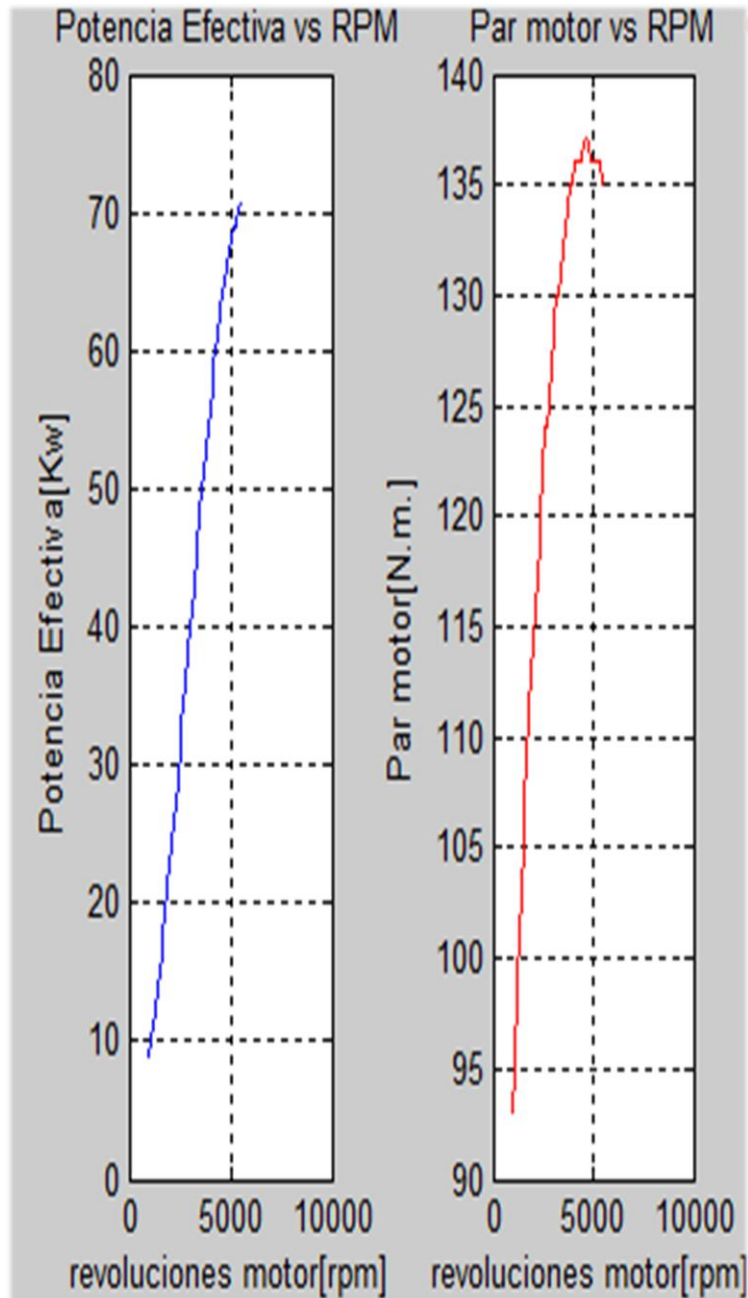


FIGURA 45: Torque, potencia y consumo para Hyundai Accent 1.6

4.5 VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO VS VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR

La velocidad lineal del vehículo es directamente proporcional a la velocidad rotacional del motor y a la relación de caja y diferencial, se realiza el siguiente análisis en base a los datos expuestos.

4.5.1 VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO VS VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR DEL CHEVROLET AVEO CHEVITAXY

La figura de Velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del motor del Chevrolet Aveo Chevitalxy, tiene una relación de transmisión del diferencial de fábrica que alcanza una velocidad máxima de 160 km/h en pendiente cero a 5000 rpm en su última marcha, lo que indica que el vehículo está acorde al tipo de servicio requerido, en este caso sector urbano, perimetral y carretera.

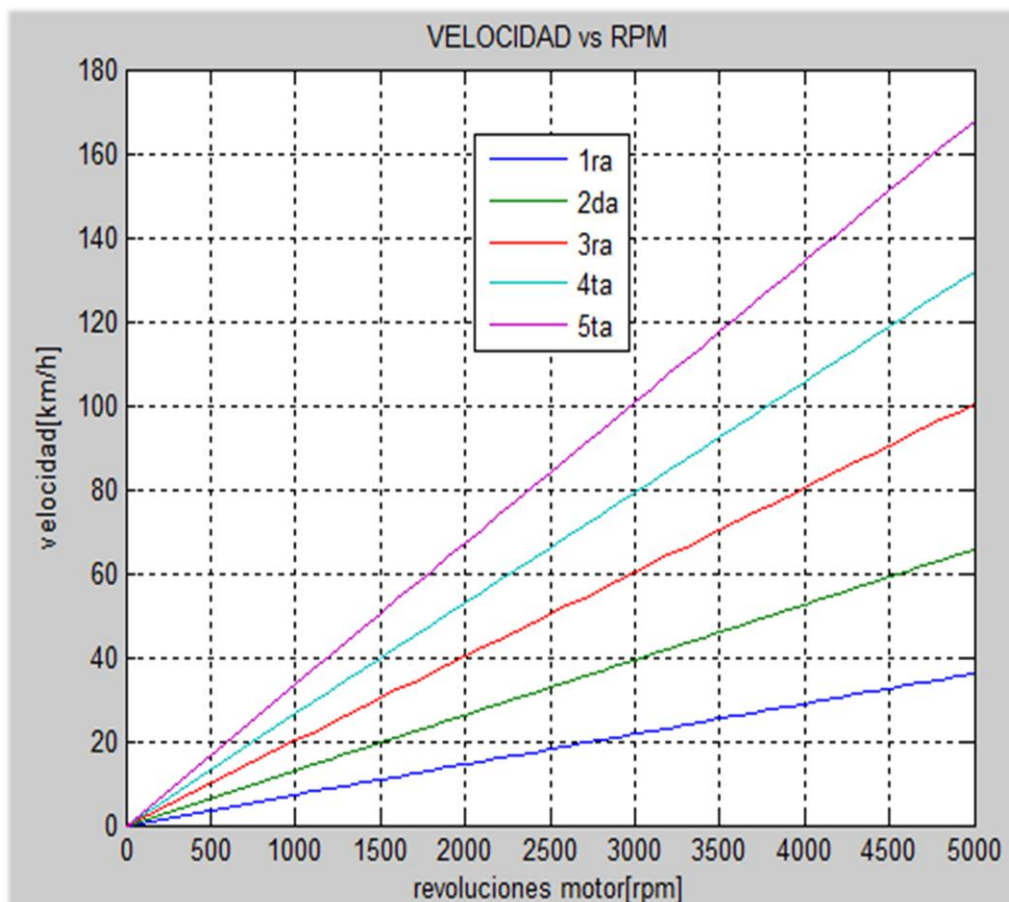


FIGURA 46: Velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del motor del Chevrolet Aveo Chevitalxy

4.5.2 VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO VS VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR DEL NISSAN SENTRA B13

La velocidad lineal del Sentra B13 alcanza los 165 km/h en una vía sin inclinación, es decir con pendiente cero, a 5000 rpm en su quinta marcha, lo que lo convierte en vehículo adecuado para el propósito requerido. Es un vehículo de buenas prestaciones y gran velocidad.

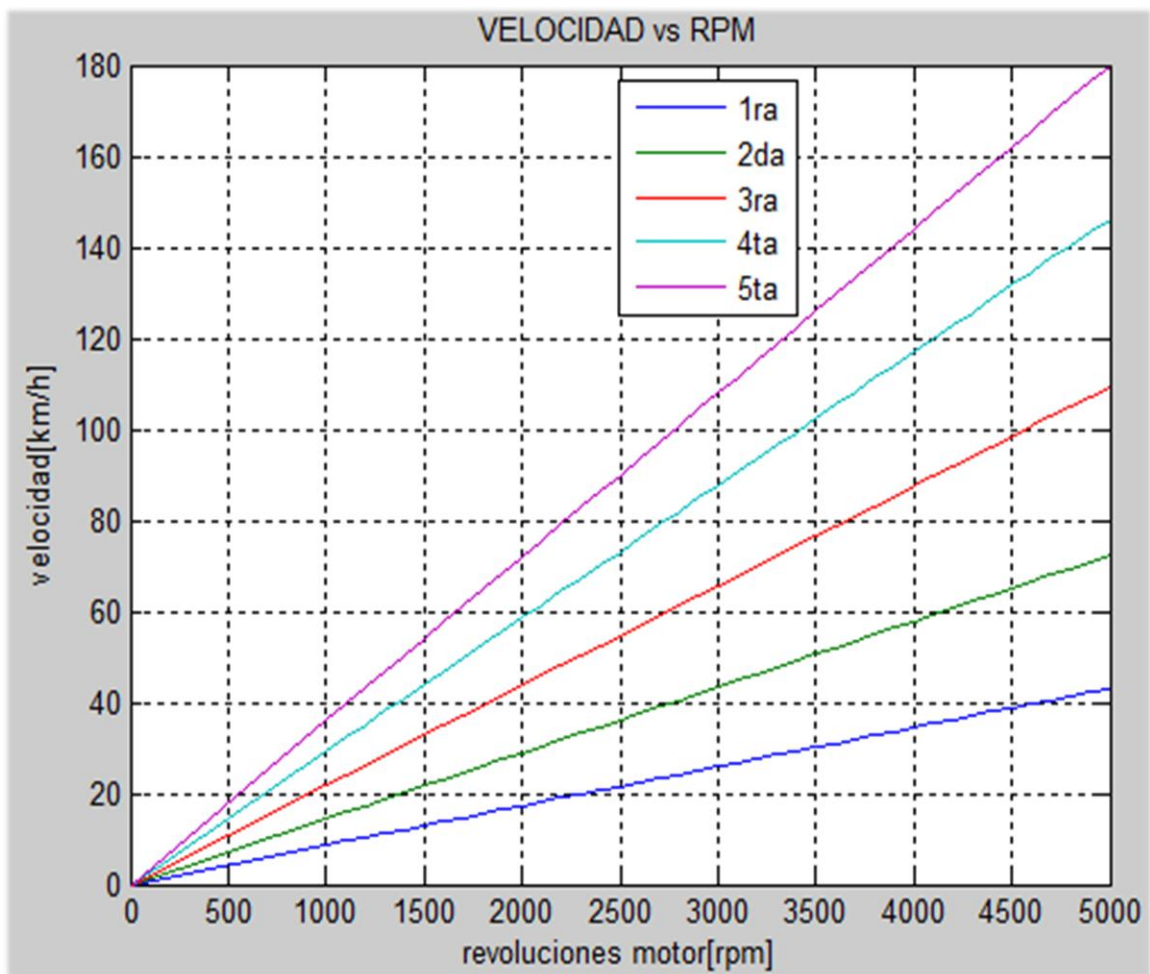


FIGURA 47: Velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del motor del Nissan Sentra

4.5.3 VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO VS VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR DEL KIA RIO 1.4

En la velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del motor del Kia Rio 1.4, se puede leer valores que alcanza velocidades de 158 km/h en pendiente cero a 5000 rpm en su última marcha, lo que significa que supera velocidad reglamentaria en el sector urbano, perimetral y carretera.

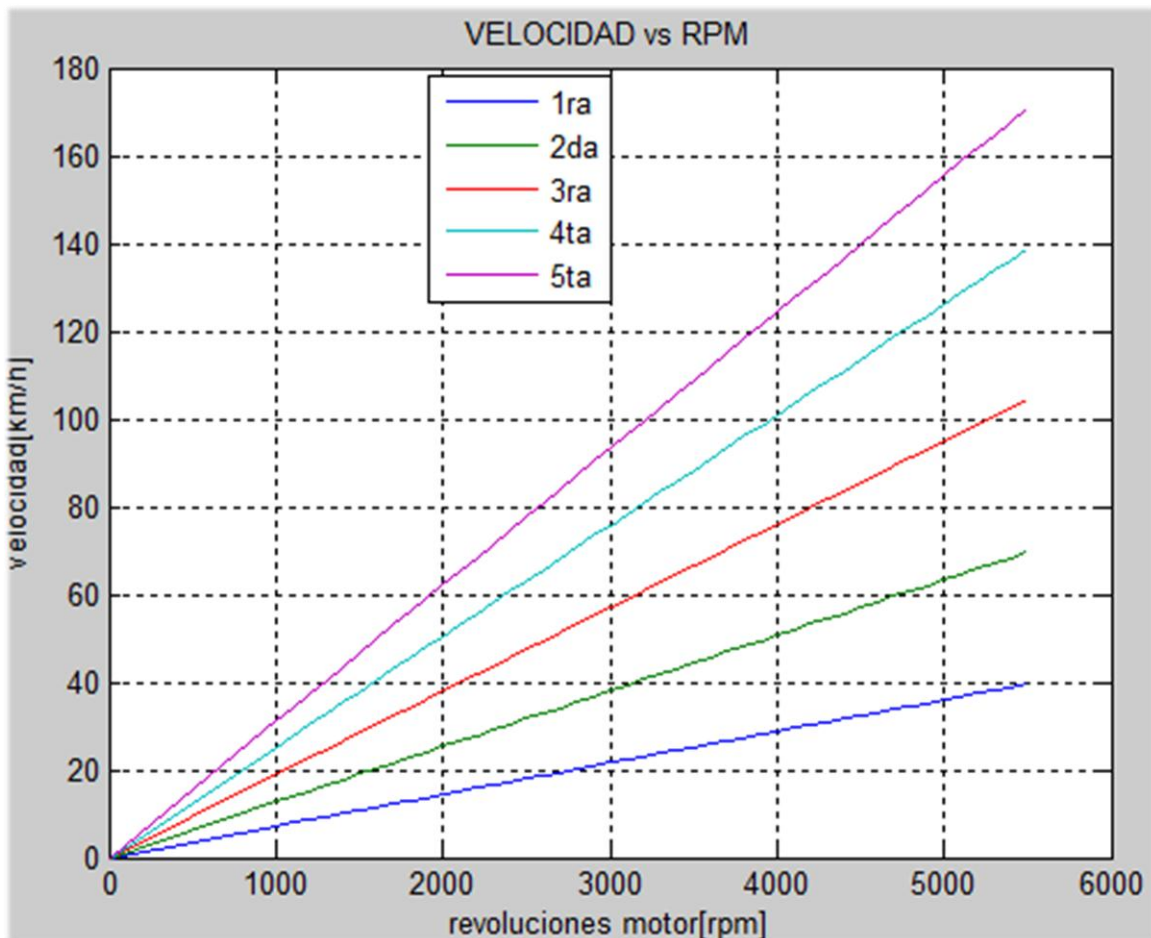


FIGURA 48: Velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del motor del Kia Rio 1.4

4.5.4 VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO VS VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR DEL CHEVROLET AVEO ACTIVO

La Velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del Chevrolet Aveo Activo, alcanza una velocidad máxima de 165 km/h en pendiente cero a 5000 rpm en su última marcha, y claramente puede este trabajar en cuarta y quinta marcha para estar dentro del rango establecido a la velocidad reglamentaria en el sector perimetral y carretera.

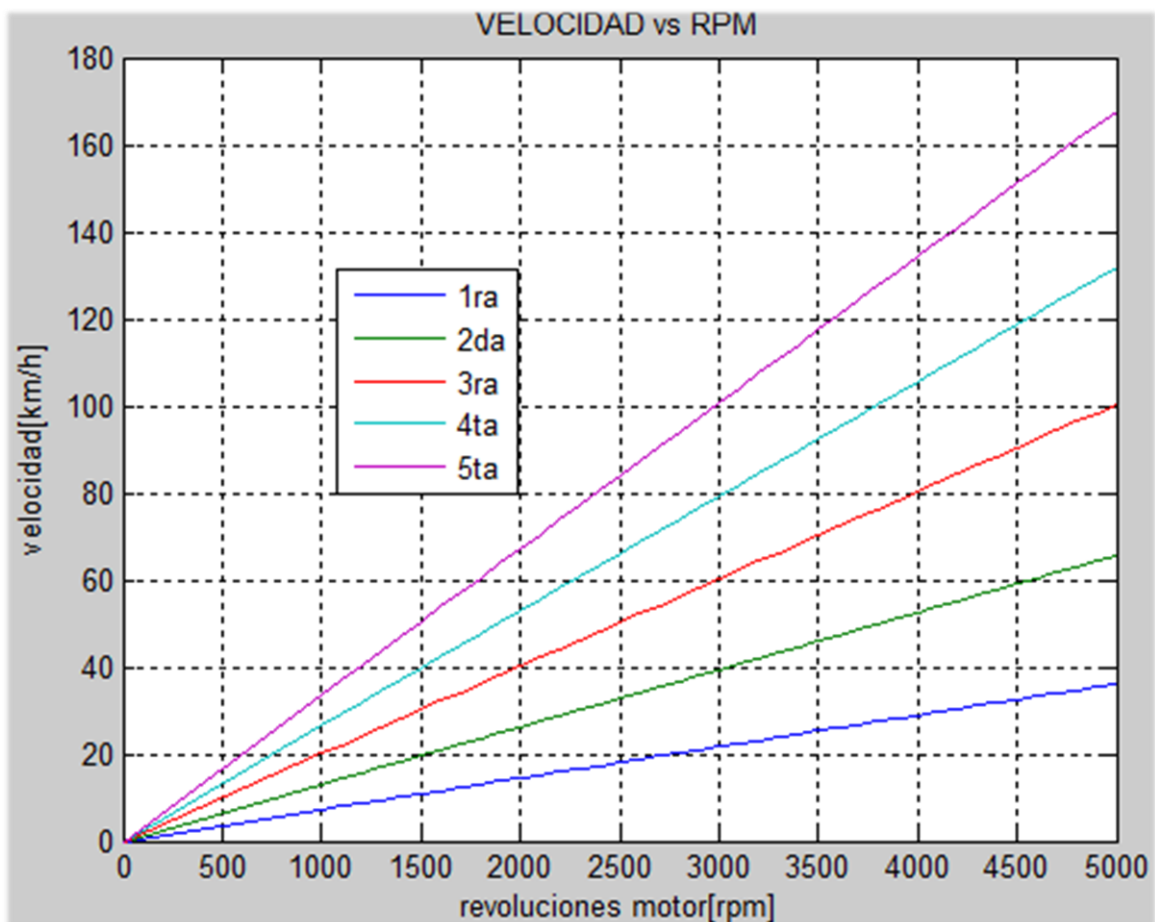


FIGURA 49: Velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del motor del Chevrolet Aveo Activo

4.5.5 VELOCIDAD LINEAL DEL VEHÍCULO VS VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR DEL HYUNDAI ACCENT 1.6

La velocidad lineal del Accent 1.6 alcanza los 145 km/h, en una vía sin inclinación, es decir con pendiente cero, a 5000 rpm en su quinta marcha, lo que lo convierte en un vehículo adecuado para el propósito requerido. Es un vehículo de buenas prestaciones y gran velocidad, haciendo extensivo el análisis, se observa que el vehículo podría circular en cuarta y quinta marcha a partir de los 100 km/h en vías perimetrales y carreteras.

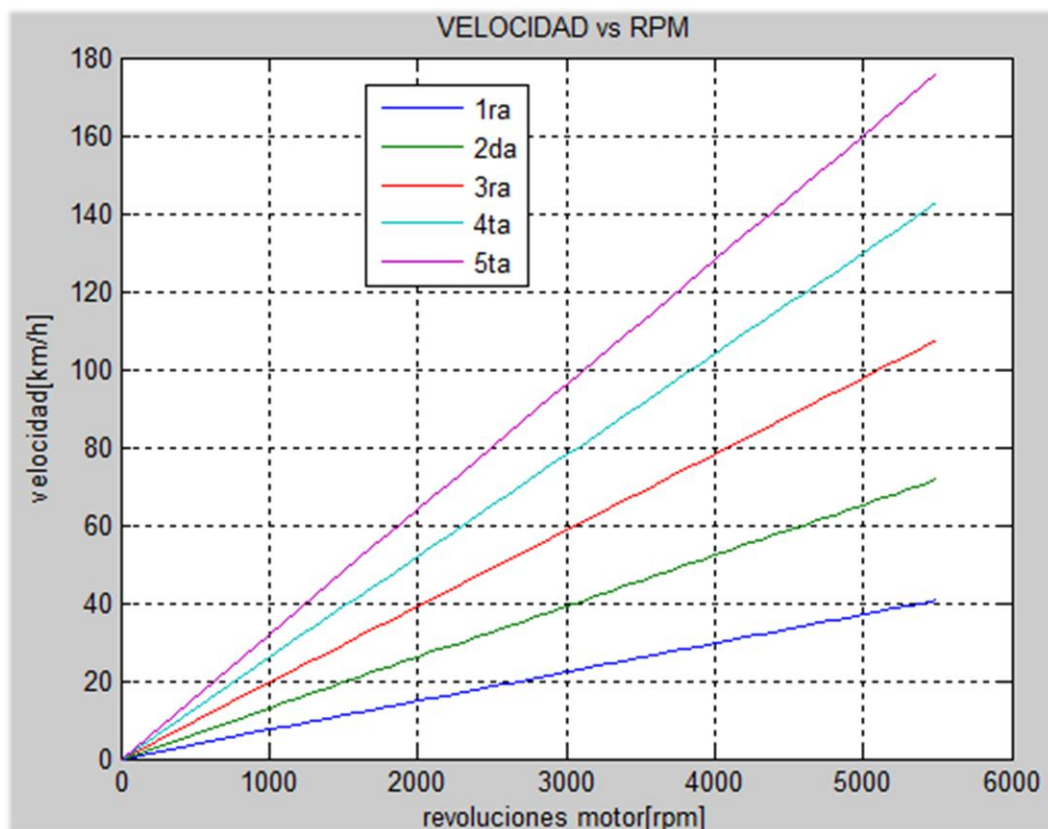


FIGURA 50: Velocidad lineal del vehículo vs velocidad de rotación del motor del Hyundai Accent 1.6

4.6 VELOCIDAD LÍNEA L INDIVIDUAL PARA CADA MARCHA

Cada marcha tiene un rango operativo en la cual puede trabajar, este está en función de la velocidad lineal de circulación y la velocidad angular del motor. Se realiza un análisis individual de cada marcha para cada modelo, revisando las características que puede ofrecer cada fabricante.

El fuerte de este estudio se centra en analizar la capacidad de arranque y avance en pendientes, lo cual hace fundamental que se analice con especial atención el comportamiento de primera y segunda marcha, para cada caso, sin dejar de lado las demás opciones.

4.6.1 ANÁLISIS DE VELOCIDAD LINEAL POR MARCHA PARA EL CHEVROLET AVEO CHEVITAXY

De color azul se observa la primera marcha, la cual es operativa en el rango de 0 a 36 km/h, de color verde se observa a la segunda marcha, la cual es operativa entre 16 a 65 km/h, de color rojo está la tercera marcha entre 20 a 100 km/h, de color cian está la cuarta marcha desde 25 a 135 km/h y de color purpura la quinta entre 40 a 170 km/h.

Los rangos medios operativos de cada marcha se definen a 3000 rpm teniendo para primera 22 km/h, segunda 40 km/h, tercera 60 km/h, cuarta 75 km/h y quinta 100 km/h.

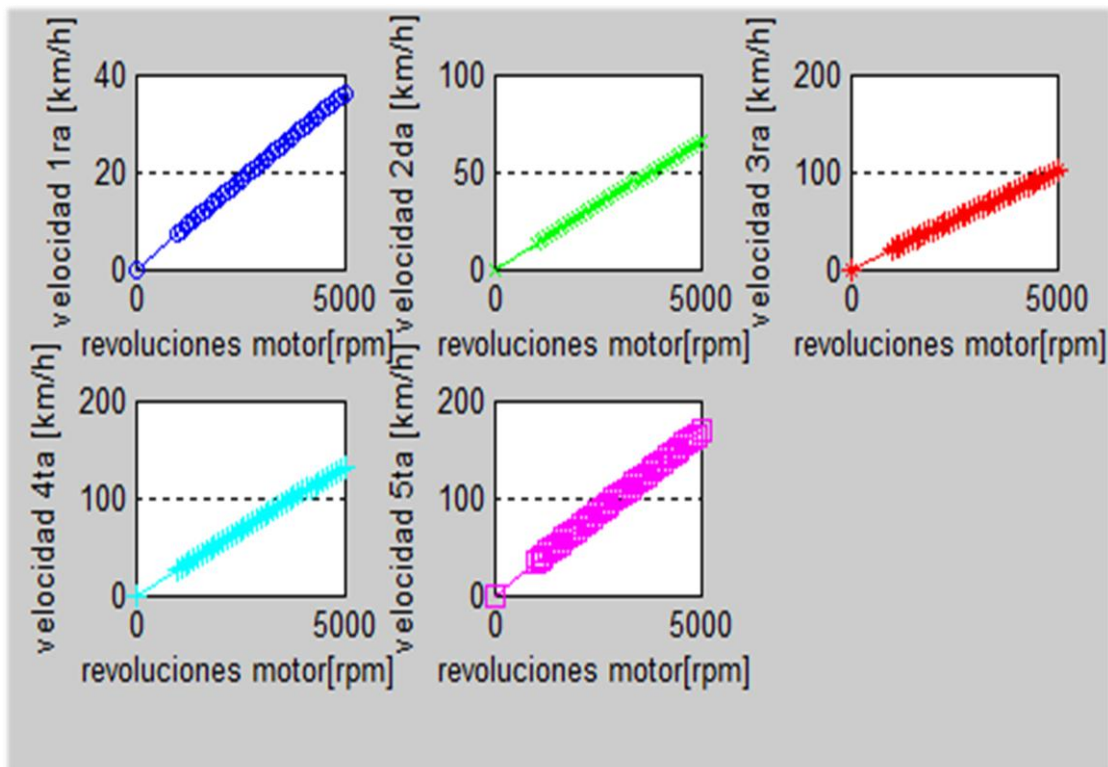


FIGURA 51: Velocidad lineal por marcha, Aveo Chevityxi

4.6.2 ANÁLISIS DE VELOCIDAD LINEAL POR MARCHA PARA EL NISSAN SENTRA B13

Para el vehículo Nissan Sentra B13, se observa de color azul la primera marcha, la cual es operativa en el rango de 0 a 40 km/h, de color verde se observa a la segunda marcha, la cual es operativa entre 18 a 70 km/h, de color rojo está la tercera marcha entre 25 a 105 km/h, de color cian está la cuarta marcha desde 35 a 150 km/h y de color púrpura la quinta entre 40 y 180 km/h.

Los rangos medios operativos de cada marcha se definen a 3000 rpm teniendo para primera 26 km/h, segunda 42 km/h, tercera 62 km/h, cuarta 80 km/h y quinta 110 km/h.

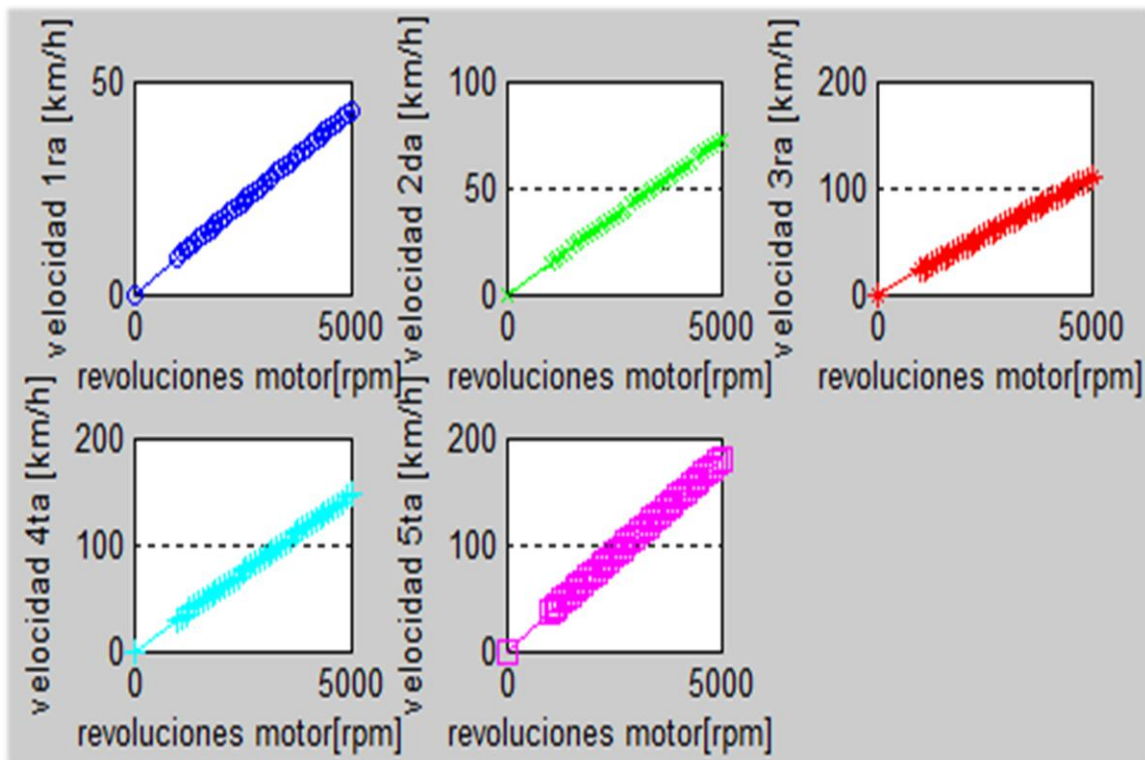


FIGURA 52: Velocidad lineal por marcha, Nissan Sentra

4.6.3 ANÁLISIS DE VELOCIDAD LINEAL POR MARCHA PARA EL KIA RIO 1.4

De color azul se observa la primera marcha, la cual es operativa en el rango de 0 a 40 km/h, de color verde se observa a la segunda marcha, la cual es operativa entre 15 a 65 km/h, de color rojo está la tercera marcha entre 20 a 110 km/h, de color cian está la cuarta marcha desde 25 a 145 km/h y de color purpura la quinta entre 35 a 170 km/h.

Los rangos medios operativos de cada marcha se definen a 3000 rpm teniendo para primera 22 km/h, segunda 39 km/h, tercera 58 km/h, cuarta 75 km/h y quinta 90 km/h.

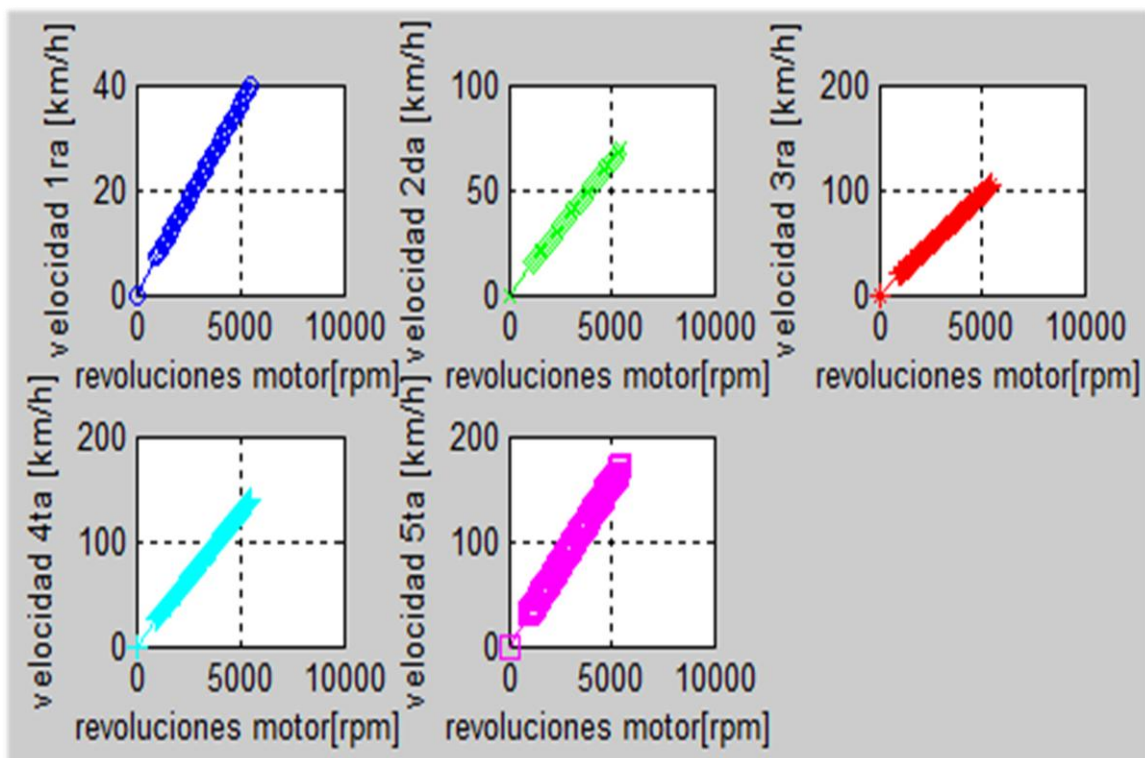


FIGURA 53 Velocidad lineal por marcha, Kia Rio

4.6.4 ANÁLISIS DE VELOCIDAD LINEAL POR MARCHA PARA EL CHEVROLET AVEO ACTIVO

Para el Aveo Activo, se observa de color azul la primera marcha, la cual es operativa en el rango de 0 a 38 km/h, de color verde se observa a la segunda marcha, la cual es operativa entre 18 a 64 km/h, de color rojo está la tercera marcha entre 20 a 100 km/h, de color cian está la cuarta marcha desde 25 a 135 km/h y de color púrpura la quinta entre 40 a 170 km/h.

Los rangos medios operativos de cada marcha se definen a 3000 rpm teniendo para primera 22 km/h, segunda 40 km/h, tercera 60 km/h, cuarta 75 km/h y quinta 105 km/h.

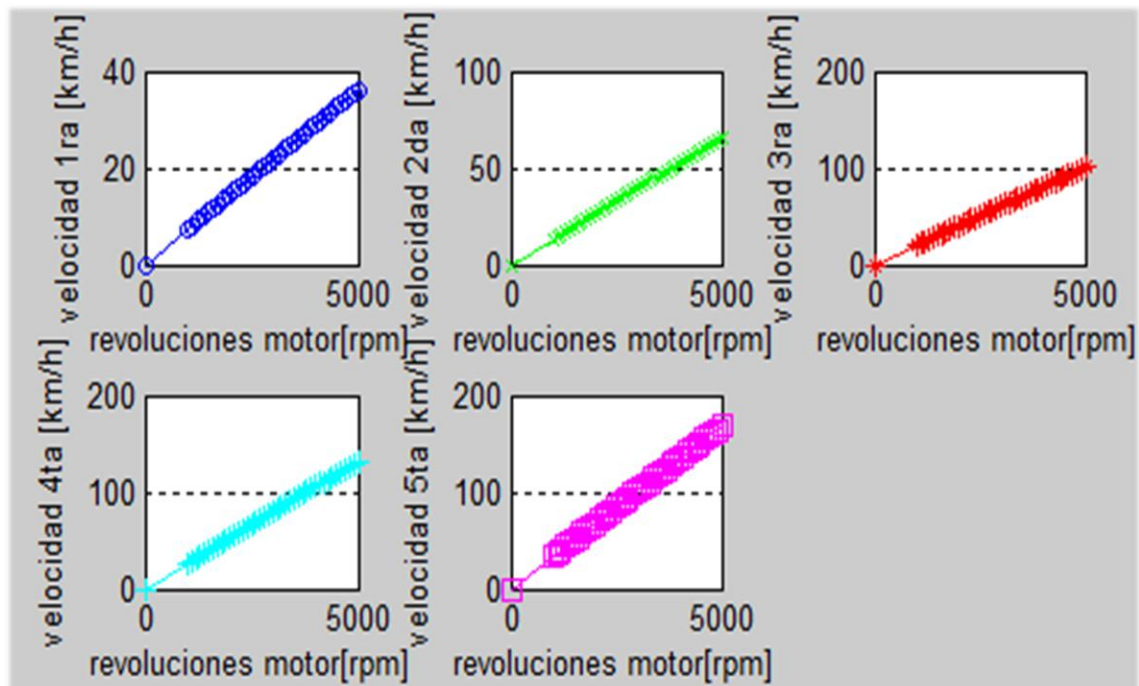


FIGURA 54: Velocidad lineal por marcha, Chevrolet Aveo Activo

4.6.5 ANÁLISIS DE VELOCIDAD LINEAL POR MARCHA PARA EL HYUNDAI ACCENT 1.6

Para el Accent del fabricante coreano Hyundai, tenemos, de color azul la primera marcha, la cual es operativa en el rango de 0 a 35 km/h, de color verde se observa a la segunda marcha, la cual es operativa entre 15 a 58 km/h, de color rojo está la tercera marcha entre 20 km/h a 80 km/h, de color cian está la cuarta marcha desde 22 km/h a 120 km/h y de color púrpura la quinta entre 30 a 140 km/h.

Los rangos medios operativos de cada marcha se definen a 3000 rpm teniendo para primera 18 km/h, segunda 30 km/h, tercera 40 km/h, cuarta 60 km/h y quinta 75 km/h.

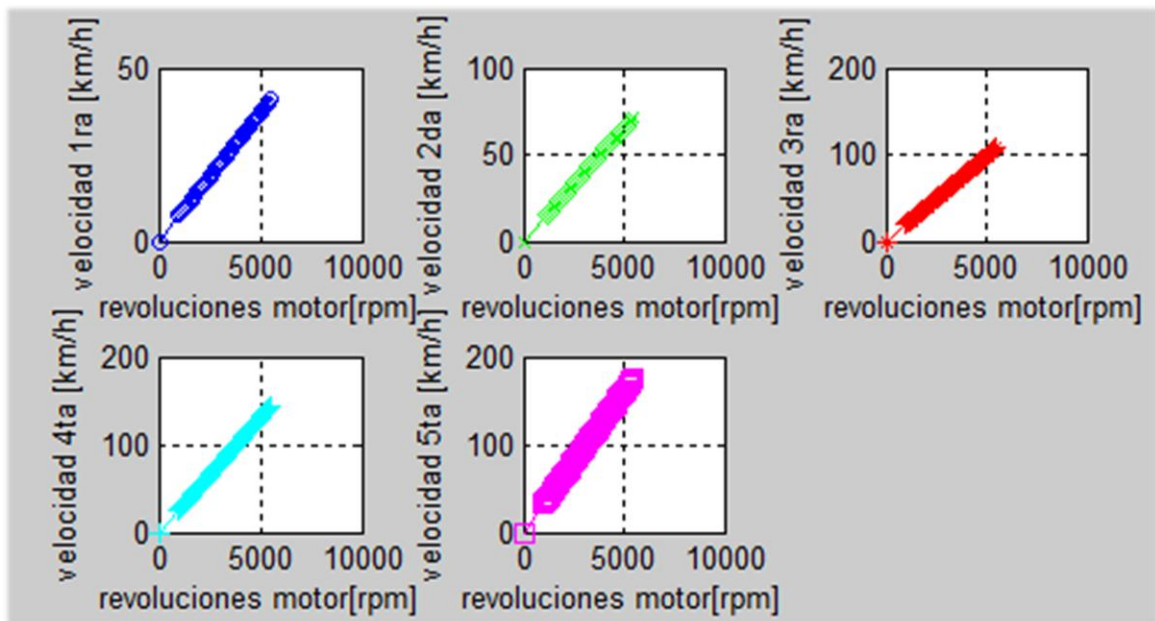


FIGURA 55: Velocidad lineal por marcha, Hyundai Accent

4.7 CAPACIDAD DE ASCENSO CONTRA VELOCIDAD DEL MOTOR

Rápidamente se puede explicar que todos los vehículos son capaces de cumplir la capacidad de ascenso en pendientes de 23,4 %, por otra la velocidad máxima está por encima de la reglamentaria, de ser el caso un poco más extremo con un valor adicional de 5% más en pendiente los vehículos seguirían cumpliendo el ascenso y finalmente tanto el kia rio 1.4 de bajo cilindraje logra ascender en 1ra marcha así como el Hyundai accent 1.6 de más alto cilindraje en nuestro estudio logra ascender en 1ra y 2da marcha. Tal como se puede observar en la siguiente tabla.

4.7.1 CAÍDA DE VELOCIDAD ANGULAR DEL MOTOR EN CAMBIOS DE MARCHA AVEO CHEVITAXY

Se observa que en el cambio de primera a segunda marcha hay una caída desde 5000 a 2750 rpm, al alcanza la velocidad máxima de 36 km/h. En el cambio de marcha de segunda a tercera, cae desde 5000 a 3550 rpm al alcanzar la velocidad máxima de 64 km/h, en el cambio de marcha de tercera a cuarta, cae desde 5000 a 3750 rpm con una velocidad de 100 km/h y en el cambio de marcha de cuarta a quinta, cae desde 5000 a 3800 rpm, con una velocidad máxima de 140 km/h.

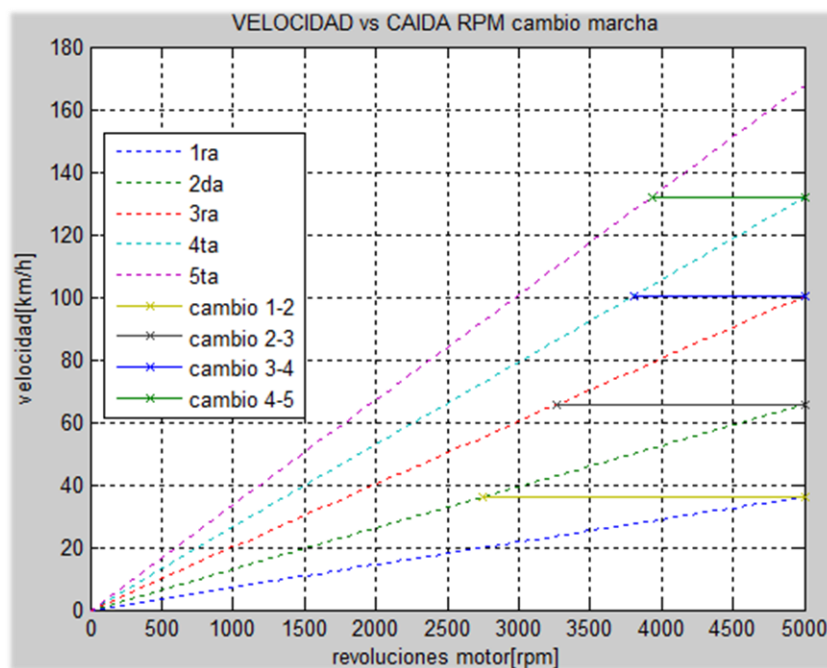


FIGURA 56: Caída de velocidad angular del motor en cambios de marcha Aveo Chevitaxy

4.7.2 CAÍDA DE VELOCIDAD ANGULAR DEL MOTOR EN CAMBIOS DE MARCHA NISSAN SENTRA B13

Se establece que en el cambio de primera a segunda marcha hay una caída desde 5000 a 2950 rpm, al alcanzar la velocidad máxima de 42 km/h.

En el cambio de marcha de segunda a tercera, cae desde 5000 a 3300 rpm al alcanzar la velocidad máxima de 70 km/h, en el cambio de marcha de tercera a cuarta, cae desde 5000 a 3700 rpm con una velocidad de 105 km/h y en el cambio de marcha de cuarta a quinta, cae desde 5000 a 4100 rpm, con una velocidad máxima de 150 km/h.

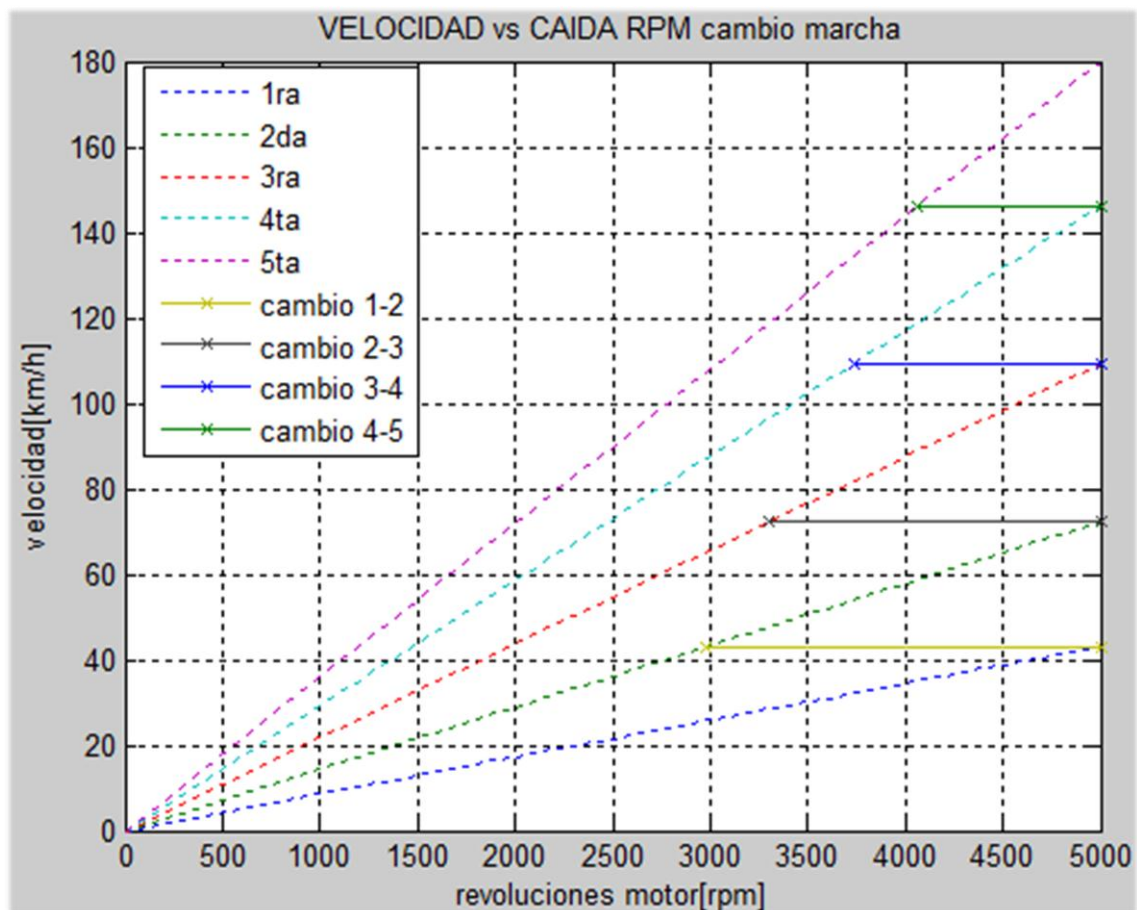


FIGURA 57: Caída de velocidad angular del motor en cambios de marcha Nissan Sentra B13

4.7.3 VELOCIDADES CONTRA CAÍDA DE REVOLUCIONES DEL KIA RIO 1.4

Se mira que en el cambio de primera a segunda marcha hay una caída desde 5500 a 3100 rpm, al alcanzar la velocidad máxima de 40 km/h. En el cambio de marcha de segunda a tercera, cae desde 5500 a 3600 rpm al alcanzar la velocidad máxima de 65 km/h, en el cambio de marcha de tercera a cuarta, cae desde 5500 a 4100 rpm con una velocidad de 110 km/h y en el cambio de marcha de cuarta a quinta, cae desde 5500 a 4400 rpm, con una velocidad máxima de 140 km/h.

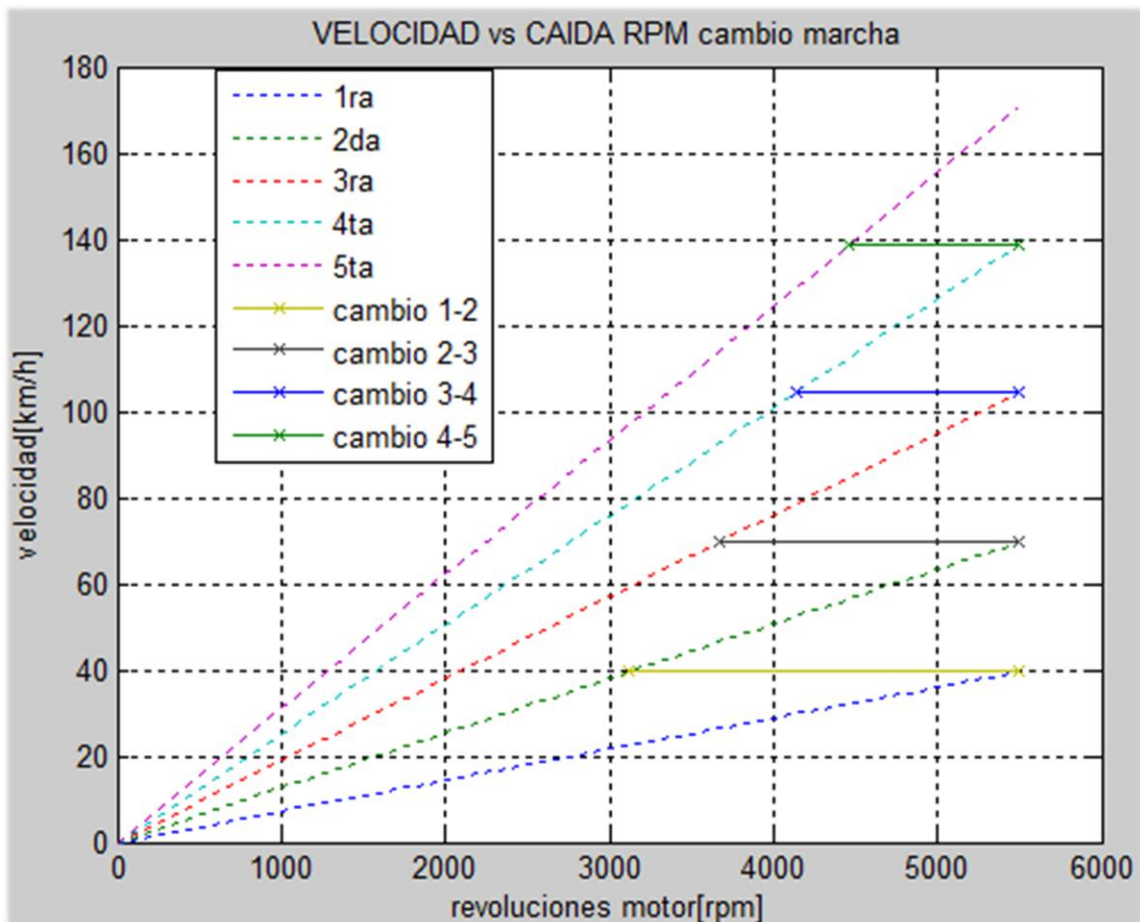


FIGURA 58: Caída de velocidad angular del motor en cambios de marcha Kia Rio 1.4

4.7.4 VELOCIDADES CONTRA CAÍDA DE REVOLUCIONES DEL CHEVROLET AVEO ACTIVO

El cambio de primera a segunda marcha hay una caída desde 5000 a 2750 rpm, al alcanzar la velocidad máxima de 36 km/h. En el cambio de marcha de segunda a tercera, cae desde 5000 a 3250 rpm al alcanzar la velocidad máxima de 64 km/h, en el cambio de marcha de tercera a cuarta, cae desde 5000 a 3750 rpm con una velocidad de 100 km/h y en el cambio de marcha de cuarta a quinta, cae desde 5000 a 3850 rpm, con una velocidad máxima de 135 km/h.

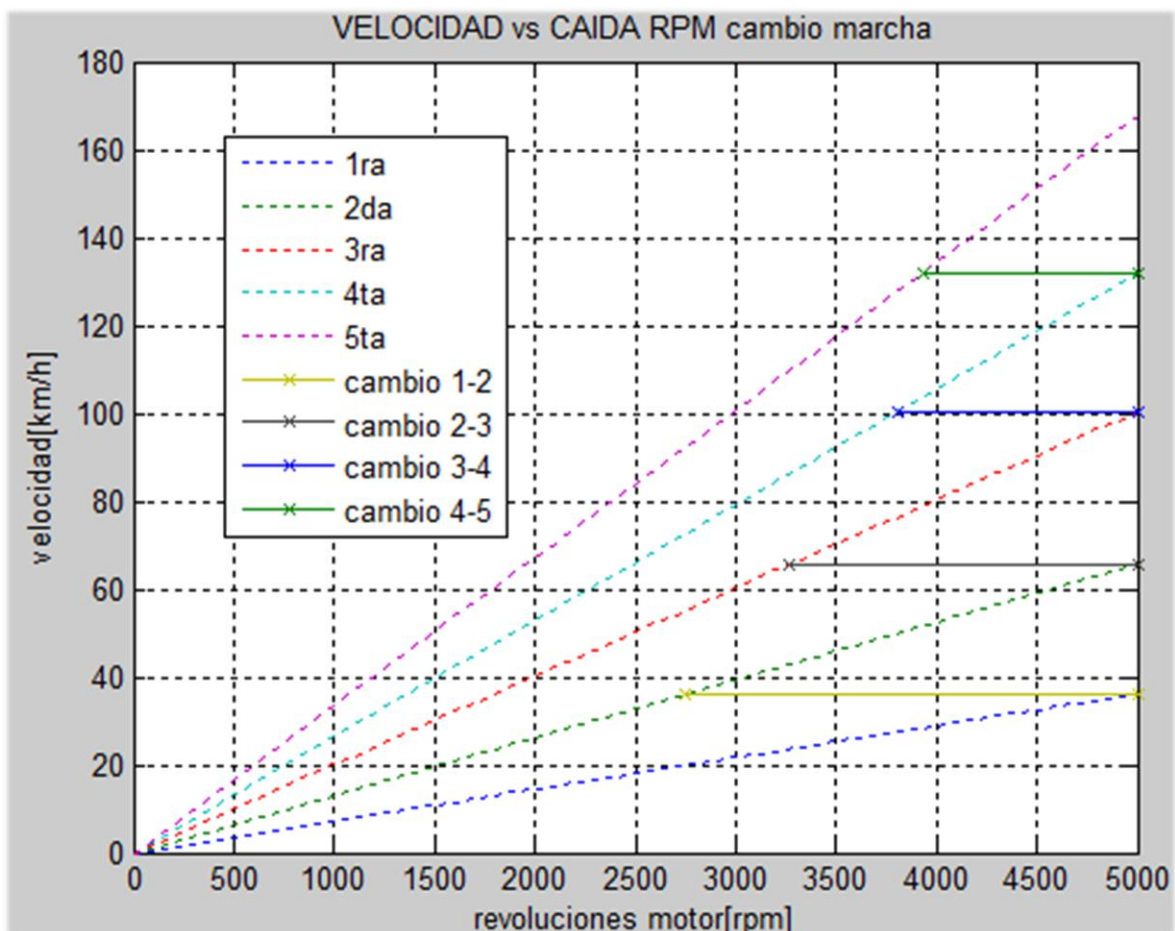


FIGURA 59: Caída de velocidad angular del motor en cambios de marcha Aveo Activo

4.7.5 VELOCIDADES CONTRA CAÍDA DE RPM DEL HYUNDAI ACCENT 1.6

Se determina que en el cambio de primera a segunda marcha hay una caída desde 5500 a 3100 rpm, al alcanzar la velocidad máxima de 33 km/h. En el cambio de marcha de segunda a tercera, cae desde 5500 a 3600 rpm al alcanzar la velocidad máxima de 58 km/h, en el cambio de marcha de tercera a cuarta, cae desde 5500 a 4100 rpm con una velocidad de 80 km/h y en el cambio de marcha de cuarta a quinta, cae desde 5500 a 4300 rpm, con una velocidad máxima de 120 km/h.

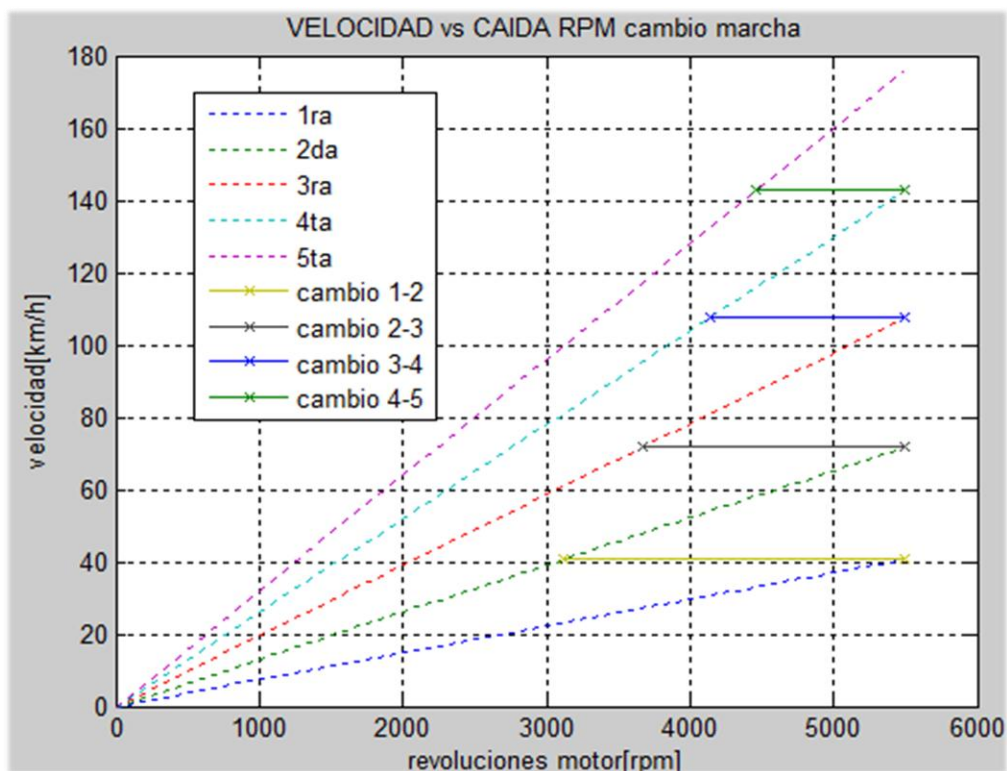


FIGURA 60: Caída de velocidad angular del motor en cambios de marcha Hyundai Accent 1.6

4.8 VELOCIDADES CONTRA CAÍDA DE REVOLUCIONES

Debido a las distintas relaciones de transmisión que tiene cada marcha, se producen caídas de potencia entre cada cambio, para obtener un consumo óptimo es necesario conducir en el rango de mayor eficiencia del motor, entre las 2500 rpm y las 4000 rpm, donde por lo general se tienen los consumos específicos más bajos y el torque o par motor, más elevado.

A continuación se hace un análisis del comportamiento individual de cada modelo entre cada cambio de marcha.

4.8.1 CAPACIDAD DE ASCENSO CONTRA VELOCIDAD DEL MOTOR DEL CHEVROLET AVEO CHEVITAXY

Se puede interpretar de la gráfica de capacidad de Ascenso vs. Velocidad del motor que se necesita marcha más fuerte cuando la velocidad disminuye y la inclinación de la pendiente aumenta. La Gradeability máxima del Chevrolet Aveo Chevitalxy es del 45%. El vehículo puede alcanzar una velocidad de 40 km/h de ascenso en pendiente del 23.4% en primera y segunda marcha. Para la pendiente máxima dentro de la ciudad de Ibarra.

N eewqw<5s5s

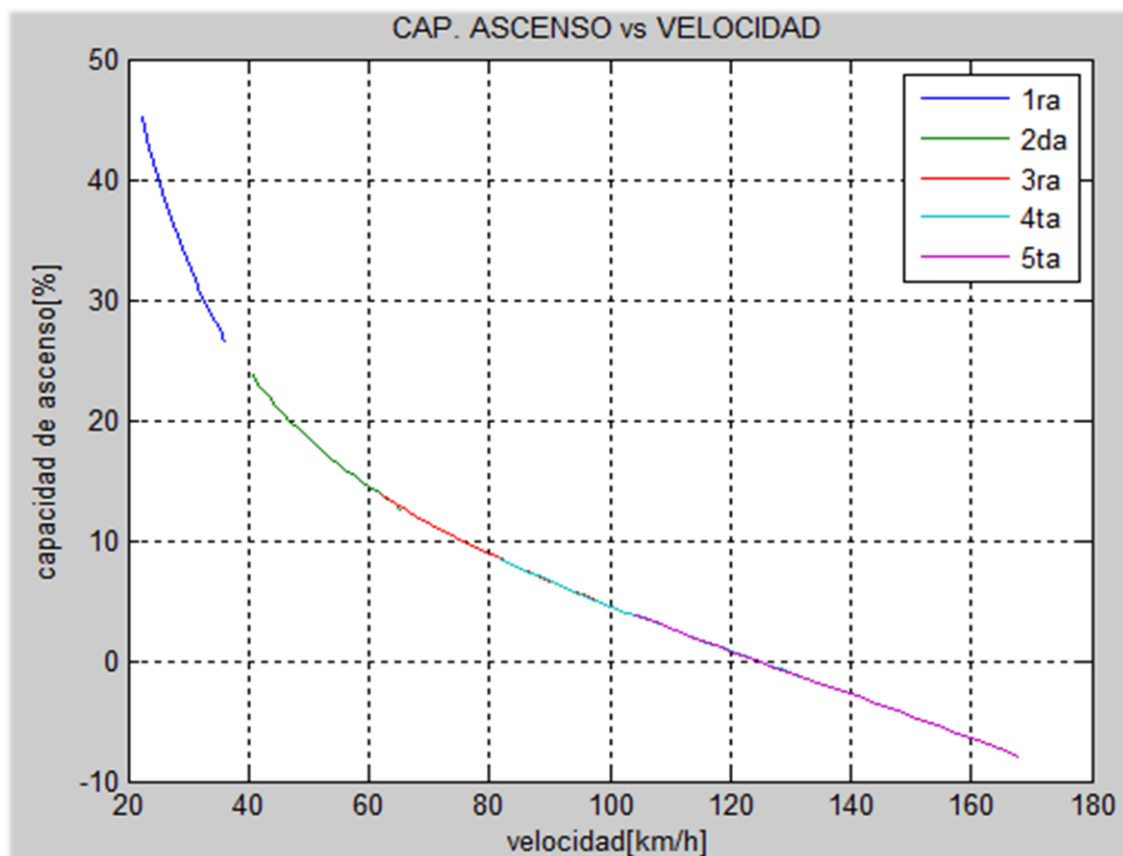


FIGURA 61: Capacidad de ascenso vs. Velocidad del motor del Chevrolet Aveo Chevitalxy

4.8.2 CAPACIDAD DE ASCENSO CONTRA VELOCIDAD DEL MOTOR DEL NISSAN SENTRA B13

La capacidad de ascenso vs velocidad del motor Nissan Sentra B13, presentan una capacidad de ascenso máxima del 37%. El vehículo puede alcanzar una velocidad de 50 km/h de ascenso en pendiente del 23.4% en primera y segunda marcha. Además los saltos de marcha en este vehículo son más exactos de tercera a quinta marcha refiriéndose a un posible cascabeleo del motor.

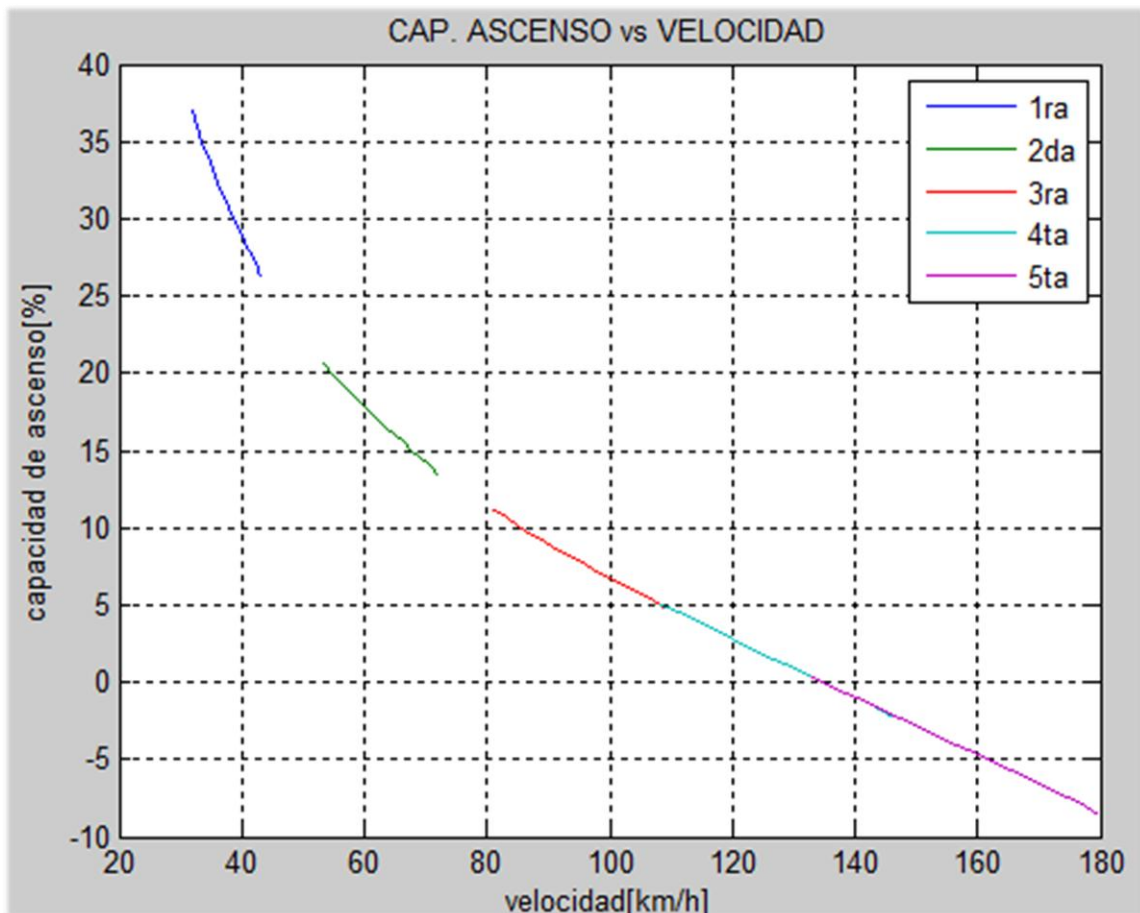


FIGURA 62: Capacidad de ascenso vs. Velocidad del motor del Nissan Sentra

4.8.3 CAPACIDAD DE ASCENSO CONTRA VELOCIDAD DEL MOTOR DEL KIA RIO 1.4

Para el Kia Rio 1.4 se puede indicar que se necesita marcha más fuerte cuando la inclinación de la pendiente aumenta y disminuye la velocidad. La Gradeability máxima del Kia Rio 1.4 es del 28% en primera marcha. Pese a su bajo cilindraje sobrepasa con 5% más el valor de la pendiente máxima de la ciudad de Ibarra.

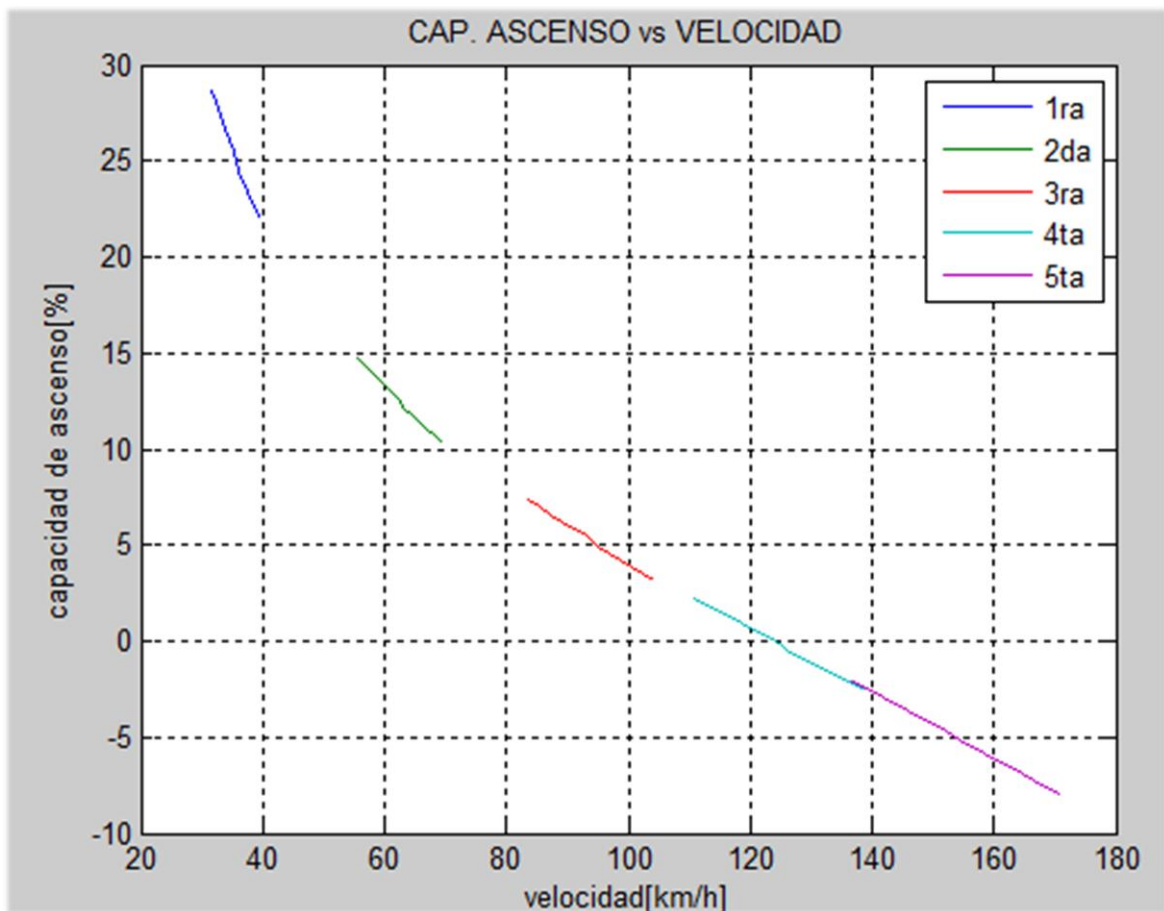


FIGURA 63: Capacidad de ascenso vs. Velocidad del motor del Kia Rio 1.4

4.8.4 CAPACIDAD DE ASCENSO CONTRA VELOCIDAD DEL MOTOR DEL CHEVROLET AVEO ACTIVO

Se puede interpretar de la gráfica de capacidad de ascenso vs. Velocidad del motor que se necesita marcha más fuerte cuando la inclinación de la pendiente aumenta. La Gradeability máxima del Chevrolet Aveo Activo es del 35%. El vehículo por otra parte puede sostener marcha entre cambios de marcha de quinta a segunda marchas mientras asciende la pendiente.

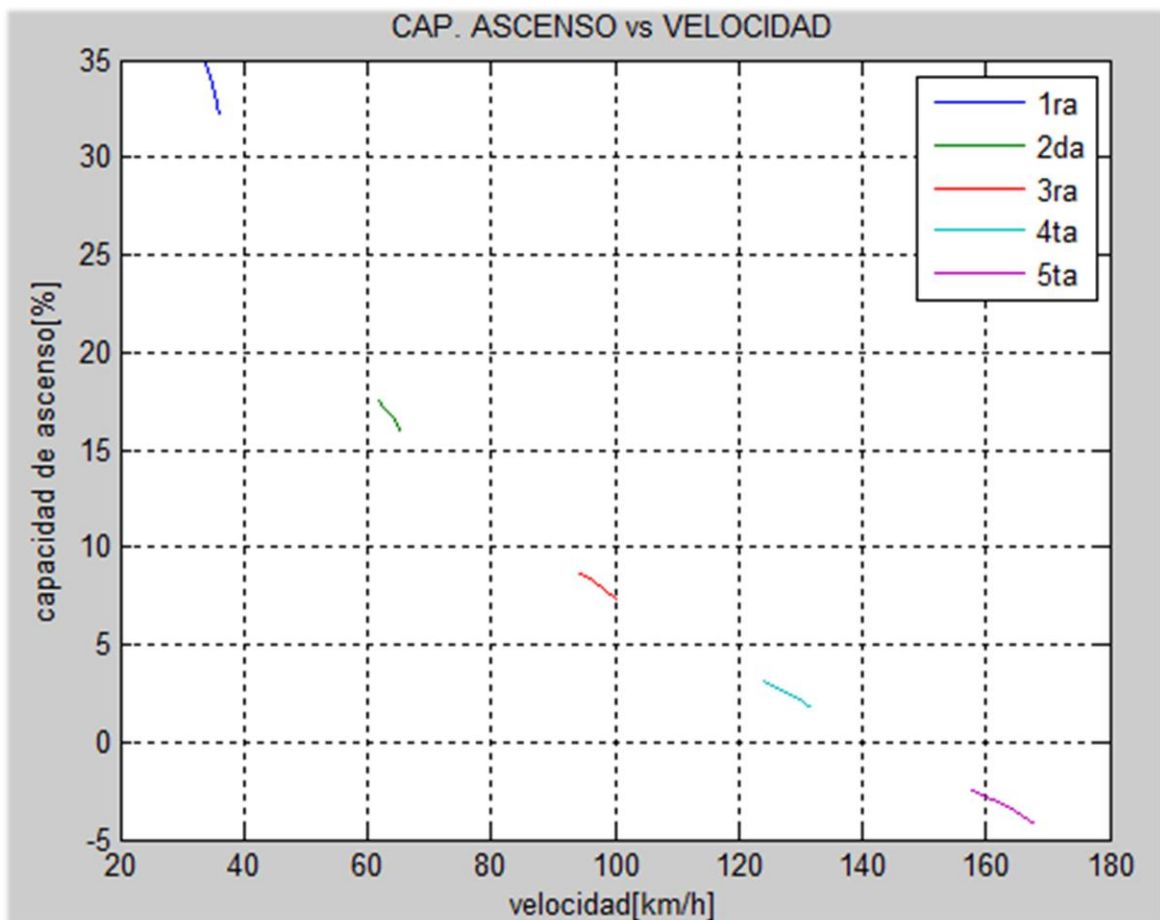


FIGURA 64: Capacidad de ascenso vs. Velocidad del motor del Aveo Activo

4.8.5 CAPACIDAD DE ASCENSO CONTRA VELOCIDAD DEL MOTOR DEL HYUNDAI ACCENT 1.6

Se puede interpretar los resultados de capacidad de ascenso vs. velocidad del motor del Hyundai Accent 1.6. Que este vehículo en particular tiene la Gradeability más alta del 67% frente a los otros vehículos de estudio, sin embargo el fin de este estudio no es determinar o elegir al vehículo que más sobresale en todas las pruebas si no al que cumple con las normativas establecidas con menos recursos como menor consumo de combustible y menor contaminación al ambiente.

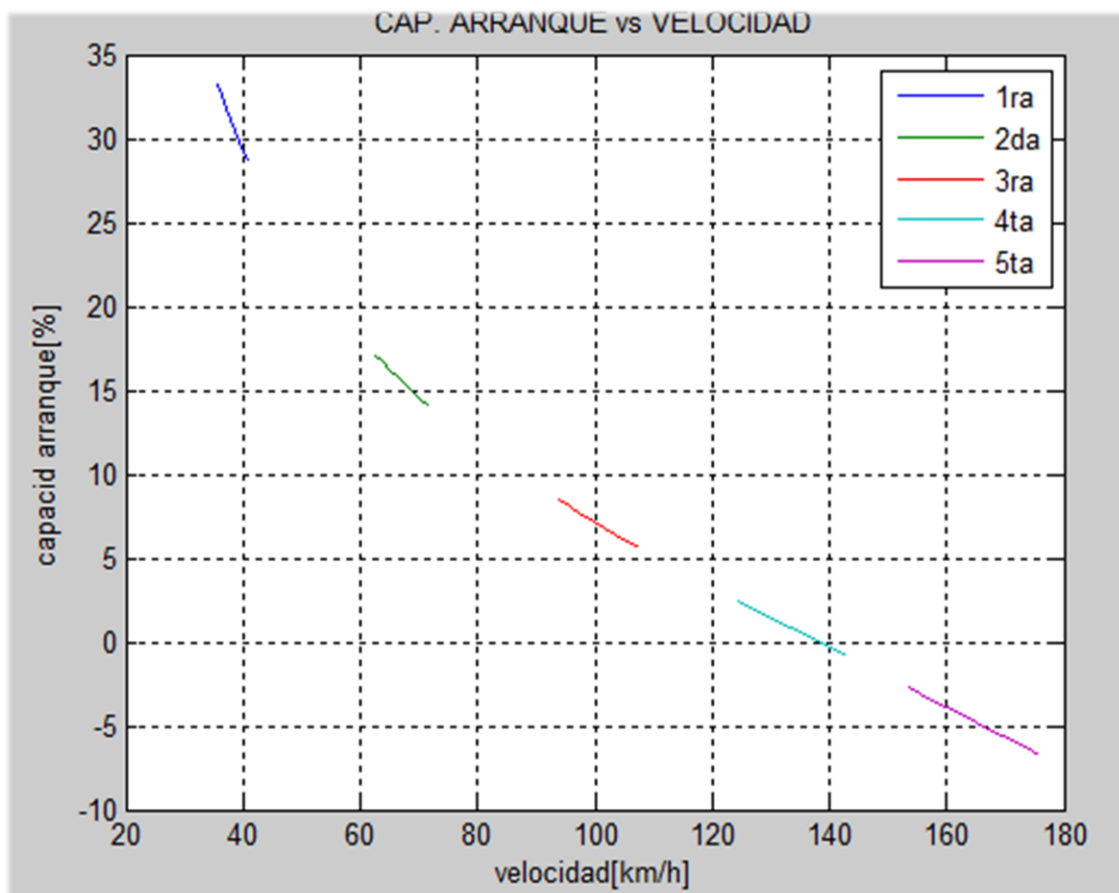


FIGURA 65: Capacidad de Ascenso vs. Velocidad del motor del Hyundai Accent

4.9 GRAFICA DE TORQUE, POTENCIA, CAPACIDAD DE ASCENSO Y VELOCIDAD LINEAL DEL KIA RIO 1.4

Finalmente se presenta un gráfico que resume todos los datos obtenidos para el vehículo Kia Rio 1.4. En la prueba dinamométrica, curvas de torque y potencia y en la prueba virtual, curvas de capacidad de ascenso en pendiente y caída de revoluciones en cambios de marcha a 5500 rpm, siendo estos los parámetros principales de la investigación.

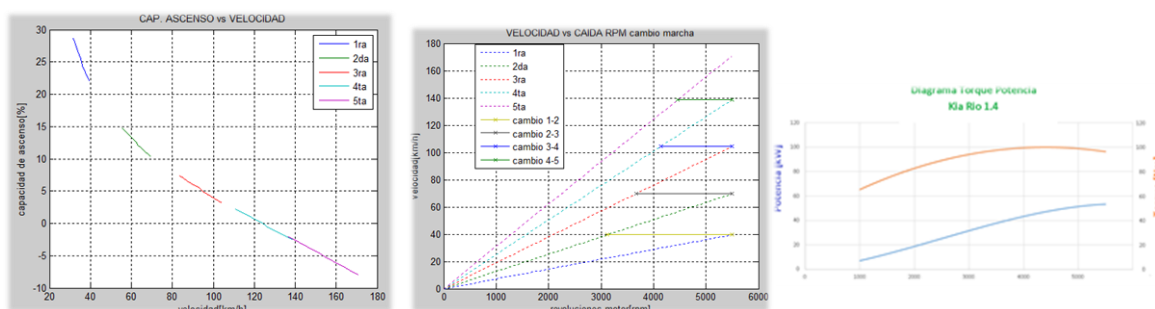


FIGURA 66: Kia Rio 1.4 Resumen de capacidades

4.10 ANÁLISIS DE RENDIMIENTO EN PENDIENTE MÁXIMA.

Mediante la siguiente tabla, se muestra el rendimiento de los automotores en análisis en la pendiente más alta de la ciudad de Ibarra, que corresponde a la ubicada en el sector de Azaya.

TABLA 23: Análisis de rendimiento en pendiente máxima

Modelo	Cap. de ascenso máx. m %	Pendiente en Azaya 20%	Marcha en la que cumple ascenso	Sobre dimensionado m%
Sentra B13	37%	Cumple	1ra y 2da Marcha	17%
Aveo Chevytaxi	45%	Cumple	1ra y 2da Marcha	25%
Rio 1.4	28%	Cumple	1ra Marcha	5%
Aveo activo	35%	Cumple	1ra y 2da Marcha	15%
Accent 1.6	65%	Cumple	2da y 3ra Marcha	45%

4.11 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL TREN DE POTENCIA DE LOS VEHÍCULOS*

En la siguiente tabla se muestra el rendimiento de combustible y la emisión de CO₂. Donde podemos apreciar que el más alto rendimiento de combustible es para el vehículo Kia Rio 1.4 con un valor de 15.7 (km/L) y de baja emisión de CO₂ con un valor de 114 (g/km).

Esta información ha sido tomada de la página web Eco vehículos que representa un ente de investigación del Gobierno Mexicano para estimar los datos de consumo y emisiones contaminantes de los vehículos comercializados en dicho país.

Se ha elegido esta información pues está dirigida a vehículos que circulan por zonas urbanas y carreteras de manera combinada, sin embargo no se especifica las condiciones del estudio como altura geográfica ni demás detalles.

Al ser México un país con alta experiencia en producción y diseño automotriz, se ha aceptado esta información para el presente estudio, debido a su trascendencia. Son estudios avalados por el gobierno mexicano y otros entes de control que certifican que la información es de validez confiable.

TABLA 24: Emisiones contaminantes por modelo

Cantidad	Modelo	Rendimiento Ciudad (km/l)	Emisión CO ₂ (g/km)	Emisión CO ₂ por el num. de vehículos en ocho horas (Ton)
136	Aveo Activo	14,3	184	6,01
249	Sentra B13	14,05	186	11,12
125	Accent 1.6	11,5	150	4,50
190	Aveo Family	14,9	140	6,38
137	Rio 1.4	15,7	114	3,75

* Información tomada de la página www.ecovehiculos.gob.mx.

Para poder hacer un análisis usamos la información anterior para establecer el ahorro de combustible que se podría obtener si todas las unidades vehiculares se normalizarían a una cilindrada mínima.

TABLA 25: Emisiones contaminantes Kia Rio 1.4

Cantidad	Marca	Modelo	Rendimiento Ciudad (km/l)	Emisión CO₂ (g/km)	Emisión CO₂ por el num. de vehículos en ocho horas (Ton)
837	Kia	Rio 1.4	15,7	114	22,90

Eco vehículos es un proyecto del gobierno mexicano que busca calificar el rango de emisiones y eficiencia energética de vehículos producidos para el mercado interno en dio país. La información brindada por este portal web es obtenida de fuentes fidedignas tales como la Procuraduría Federal de Protección del Ambiente, (PROFEPA), que recaba de igual manera la información proporcionada por los fabricantes automotrices.

Las pruebas a los vehículos se realizan en ambientes controlados, y bajo condiciones controladas por PROFEPA de México, los resultados de estas pruebas pueden no ser reproducibles ni obtenerse en condiciones y hábitos de manejo convencional, debido a condiciones climatológicas, combustible, condiciones topográficas y otros factores.

La Calificación de Gases de Efecto Invernadero, refleja las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Esta calificación también está basada en el rendimiento de combustible del vehículo, ya que mientras mayor es el rendimiento, se consumen menores cantidades de combustible para recorrer una misma distancia. Además las emisiones de CO₂ varían de acuerdo al tipo de combustible utilizado, ya que cada combustible tiene una concentración específica de carbono por litro.

Se obtiene el rendimiento en base a pruebas de laboratorio de Estados Unidos que la Agencia de Protección Ambiental (EPA) renovó a partir del 2008 para mostrar a los consumidores de autos nuevos un rendimiento de combustible más cercano a la realidad.

En comparación con los rendimientos de laboratorio, el rendimiento en ciudad disminuye cerca del 12% en promedio y con un máximo del 30% para algunos automotores. El rendimiento en carretera disminuye un 8% y como máximo 25% para algunos vehículos. El rendimiento combinado disminuye en un 25% con respecto al no ajustado.

Dado que el comportamiento de los conductores varía de conductor a conductor es difícil predecir el rendimiento de combustible que cada conductor tendrá, en algunos casos se obtendrán rendimientos más altos en otros rendimientos menores.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En base a la geografía de la ciudad de Ibarra, se establece que la capacidad de arranque mínima que debe tener un vehículo para servicio de taxi urbano es del 20.41%. en donde está pendiente es la más crítica que posee la ciudad de Ibarra, a pesar que no se encuentra en la parte más alta de la topografía de la ciudad, en donde la pendiente más relevante se localiza en el sector de las lomas de Azaya seguido por el Tejar y la 19 de Enero.
- En base a la capacidad de arranque y consumo de combustible, se establece que el modelo ideal para circular en la ciudad de Ibarra prestando el servicio de taxi es el Kia Rio 1.4, el mismo que tiene una capacidad de ascenso de 28% estando sobre dimensionado un porcentaje de 6.59 obteniendo una velocidad de 170.94 km/h en su quinta marcha.
- De acuerdo al análisis cuantitativo realizado con el programa, se verifica que todos los vehículos sobrepasan los requerimientos mínimos establecidos para poder circular en geografías complicadas como las de nuestra ciudad. En donde al estar sobre dimensionado los vehículos nos presenta problemas en la contaminación su consumo es más alto y su mantenimiento es más costoso.
- Se estima que si se reemplazaría todas la unidades de taxi, por vehículos de cilindrada mínima como el Kia Rio 1.4 se obtendría un consumo de combustible de 3380 galones en ocho horas, generando una emisión de 22.9 toneladas de CO₂, en contra posición a las 31.75 toneladas que se estima se generan actualmente, obteniéndose una reducción del 27.87 % en contaminación.
- Se establecen como las relaciones de caja de cambios y diferencial más adecuados para vehículos utilizados en el servicio de taxi de la ciudad de Ibarra las consideradas por el fabricante Kia que es de 4.05, para su modelo Rio 1.4. No se analizan relaciones de transmisión para cilindradas diferentes a 1.4 litros

5.2 RECOMENDACIONES

- La Agencia Nacional de Tránsito debería actualizar normativas para el servicio de taxis en base a la tecnología de vehículos híbridos, eléctricos. Tomando como referentes normativas extranjeras como es el caso de Holanda en donde lograron establecer un vehículo que cumple con topografía de dicho país para prestar el servicio de taxi, con la finalidad de cuidar el medio ambiente.
- Se recomienda que en base a la geografía donde trabajará el automotor se elija una cilindrada y una caja de cambios que permitan circular a una velocidad normalizada en superficies planas e inclinadas, con un consumo eficiente de combustible, hacer esto de forma colectiva disminuirá en algo la afectación al medio ambiente y de forma individual los propietarios reducirán gastos económicos en mantenimiento automotriz.
- La Universidad Técnica del Norte debería disponer de equipamiento tecnológico como un dinamómetro necesario para el análisis y obtención de curvas de potencia, torque y consumo de combustible reales para así homologar con los valores de potencia y torque que entrega el fabricante en las especificaciones.
- En vista que surgen nuevas incertidumbres acerca del comportamiento del vehículo a diferentes relaciones de marcha, se recomienda un estudio de selección de tren de potencia variando el comportamiento de estas relaciones para así determinar una mejora sustancial en la capacidad de ascenso, ahorro de combustible entre otros.

5.3 BIBLIOGRAFÍA

- Stoakes, G. (2014). *Hybrid Electric & Alternative Automotive Propulsion: Low Carbon Technologies*. illustrated.
- Andrade Freire, B. (2015). *Propuesta de una metodología para la selección del tren motriz y chasis para vehículos de transporte colectivo en el ecuador*. Tesis Mgs. Quito - Ecuador.
- Borja, J., Fenoll, J., & Herrera, J. (2009). *Sistemas de Transmisión Frenado*. España: MACMILLAN HEINEMANN.
- Castro, M. (1985). *Trucaje de Motores de 4 Tiempos*. Barcelona: CEAC.
- Cervantes, G., & Morales, R. (2004). *La selección del tren motriz basada en la eficiencia energética para vehículos de servicio pesado*. México: REDALYC.
- Mashadi, B., & Crolla, D. (2012). *Vehicle Powertrain Systems: Integration and Optimization*. Chichester UK: Wiley.
- Rahnejat, H. (2010). *tribology and Dynamics of Engine and Powertrain*. Cambrigde UK: Woodhead.
- Sanz Gonzales, A. (1997). *Tecnología Automoción*. Barcelona: Edebe.
- Schaeffler Technologies. (2014). *Solving the Power Train Puzzle*. Herzogenaurach Ge: Springer.
- Sun, Z., & Zhu, G. (2015). *Design and Control of Automotive Propulsion Systems*. Boca Ratón - FL: CRC Press.
- Escudero, S.& González, J. (2009) *Motores* España: MACMILLAN HEINEMANN.

ANEXOS

ANEXO A. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CHEVROLET AVEO FAMILY

MOTOR	1.5 L M/T	1.5 L M/T AC	APARIENCIA EXTERIOR	1.5 L M/T	1.5 L M/T AC	SEGURIDAD	1.5 L M/T	1.5 L M/T AC
Tipo	SOHC	SOHC	Corbata "CHEVROLET" en parrilla y tapa de maleta	X	X	Barra de protección de acero en puertas	X	X
Posición	Delantera transversal	Delantera transversal	Emblema "FAMILY" y "CHEVROLET" en compuerta trasera	X	X	Estructura delantera y posterior con absorción de impacto	X	X
Desplazamiento (cc)	1.498	1.498	Vidrio panorámico con franja degradé	X	X	Cinturones de seguridad retráctiles de tres puntos con regulación de altura en asientos delanteros	X	X
No. de Cilindros	4	4	Tapacubos plásticos 14"	X	X	Cinturones de seguridad retráctiles de tres puntos en los extremos y dos puntos en el centro del asiento trasero	X	X
No. de Válvulas	8	8	Parrilla Cromada	X	X	Apoyacabezas asientos delanteros regulables en altura	X	X
Potencia (hp@r.p.m.)	83@5.600	83@5.600	Espesjes retrovisores exteriores en color negro abatibles manualmente	X	X	Columna de dirección con absorción de impacto	X	X
Torque (Lb. fôr.p.m.)	94.02@3.000	94.02@3.000	Manijas de puertas de color negro	X	X	Desempañador de vidrio trasero	X	X
(N.m.@r.p.m.)	127.4@3000	127.4@3000	Panchoque delantero y trasero Body Color	X	X	Luces de retroceso	X	X
Relación compresión	9.5:1	9.5:1	Luz placa posterior	X	X	Limpiacristal delantero de 2 velocidades + intermitente	X	X
Díametro x carrera (mm)	76.5 x 81.5	76.5 x 81.5	Ruedas de acero (Repuestos)	X	X	Mecanismo de apertura de capó desde el interior del vehículo	X	X
Alimentación	MPFI	MPFI	Llanta de emergencia en compuerta posterior	X	X	Mecanismo de apertura de tapa tanque combustible	X	X
Calidad de gasolina	*	*	Faros delanteros	X	X	Pito	X	X
TRANSMISIÓN			PESOS Y CAPACIDADES			COMODIDAD Y APARIENCIA INTERIOR		
Tipo			Peso vacío (kg)			Aire Acondicionado		
1.5 L M/T			1.040			NO		
1.5 L M/T AC			1.040			X		
Mecánica 5 vel.			Peso bruto vehicular (kg)			Asas de techo en pasajero delantero		
1.5 L M/T			1.455			X		
1.5 L M/T AC			1.455			X		
Relaciones			Capacidad de carga (kg)			Asientos posteriores abatibles 80/40 con apoyacabezas		
1.º			415			X		
2.º			351			X		
3.º			11.88/45			Asientos delanteros tipo butaca con apoyacabeza y espaldar ajustable manualmente		
4.º			11.88/45			X		
5.º			5			X		
Reversa			Capacidad de pasajeros			Asientos laterales y en el espaldar del asiento del pasajero delantero		
3.333			5			X		
Relación final de eje			SISTEMA ELÉCTRICO			Cenicero		
3.944			1.5 L M/T			X		
Tracción (AWD/FWD/4x4/4x2)			1.5 L M/T AC			Encendedor de cigarrillos		
FWD			12 V-60 Ah			X		
			85 Amp			X		
			85 Amp			Consola central con compartimento y portavasos trasero		
			CONTROLES Y MEDIDORES			X		
			1.5 L M/T			X		
			1.5 L M/T AC			Doble portavasos delantero		
			Odómetro total y parcial			X		
			X			X		
			Nivel de combustible			Reloj digital		
			X			X		
			Temperatura de agua			X		
			X			X		
			Velocímetro km/h			Espejo retrovisor interior día/noche		
			X			X		
			LUCES INDICADORAS			Luz interior de techo		
			1.5 L M/T			X		
			1.5 L M/T AC			X		
			Cinturón de seguridad			X		
			X			X		
			Baja presión de aceite			X		
			X			X		
			Bajo nivel de combustible			X		
			X			X		
			Carga de batería			X		
			X			X		
			Chequeo de motor			X		
			X			X		
			Freno de mano			X		
			X			X		
			Luces de emergencia			X		
			X			X		
			Luces altas			X		
			X			X		
			Luces direccionales			X		
			X			X		
			Puertas abiertas			X		
			X			X		
			INTERRUPTORES			1.5 L M/T		
			1.5 L M/T AC			NO		
			X			X		
			Control de calefacción/aire acondicionado y ventilador			X		
			X			X		
			Interruptor de luces de emergencia			X		
			X			X		
			Interruptor de luces delanteras			X		
			X			X		
			Interruptor en la columna de dirección para luces altas, bajas y direccionales			X		
			X			X		
			Interruptor en la columna de dirección para limpiador y rociador de parabrisa			X		
			X			X		
			Interruptor de desempañador de vidrio trasero			X		
			X			X		
			X			X		



ANEXO B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE NISSAN SENTRATSURU

2017 | NISSAN TSURU®

EQUIPAMIENTO	GSI	GSI 1.5	GSIi
Interior			
Asientos delanteros reclinables	*	*	*
Descansabrazos en puertas	*	*	*
Desempañador trasero	*	*	*
Espejo interior antideslumbrante	*	*	*
Radio AM/FM/CD/MP3/Aux in/4 bocinas	-	-	*
Revistero en puertas (2)	*	*	*
Sistema de aire acondicionado	Opc	Opc	Opc
Tapetes	*	*	*
Tornacromete de 12V	-	-	*
Vistas en puertas forradas con tela (4)	-	-	*
Exterior			
Defensas al color de la carrocería	-	-	*
Espejos exteriores al color de la carrocería	-	-	*
Tapón completo en ruedas	*	*	*
Manejo			
Dirección hidráulica	-	*	*
Volante de 2 brazos	*	*	-
Volante de azos	-	-	*
Seguridad			
Alarma a control remoto	*	*	*
Cinturones de seguridad delanteros retráctiles de 3 puntos (2)	*	*	*
Cinturones de seguridad traseros estáticos de 2 puntos (2)	*	*	-
Cinturones de seguridad traseros retráctiles de 3 puntos (2) y pélvico central (1)	-	-	*
Seguros para niños en puertas traseras	*	*	*

* Aplica / - No aplica / Opc Opcional

GAMA DE COLORES



ROJO ESCARLATA



PLATA GLACIAR



BLANCO POLAR



NEGRO OBSIDIANA



ROJO BURDEOS



GRIS OXFORD

ESPECIFICACIONES	GSI	GSI 1.5	GSIi
Motor			
Desplazamiento (L)		GA16DNE	
Número y disposición de cilindros		16	
Pistón, diámetro y carrera (mm)		4L	
Número de válvulas		76 x 88	
Potencia neta (hp @ rpm)		16 (DOHC)	
Torque neto (lb-pie @ rpm)		105 @ 6000	
Capacidad del sistema de enfriamiento (L)		102 @ 4000	
Relación de compresión		4.55	
Transmisión			
1ra		Manual	
2da		3.333	
3ra		1.955	
4ta		1.286	
5ta		0.926	
Reversa		0.773	
Relación final		3.417	
Suspensión			
Delantera		Mc Pherson	
Trasera		Mc Pherson	
Sistema eléctrico			
Batería (amperes-hora)		49	
Tipo de batería		Bajo mantenimiento	
Alternador (amperes)		65	
Tipo de encendido		Electrónico	
Frenos			
Delanteros		Disco	
Traseros		Tambor	
Dimensiones exteriores (mm)			
Largo		4,325	
Ancho		1,650	
Alto		1,381	
Distancia entre ejes		2,430	
Entrevis delantero		1,444	
Entrevis trasera		1,421	
Volumen de cajuela (dm³)		338	
Dirección tipo			
	Mecánica, piñón y cremallera	Hidráulica, piñón y cremallera	
Rines			
		5JX13 Acero	
Llantas			
		175/70SR13	
Llanta de refacción			
		Tamaño normal 175/70SR13	
Peso (kg)			
Peso vehicular	946	957	987
Peso bruto vehicular	1,321	1,332	1,362
Rendimiento de combustible (km/L)*	18	17	17
Capacidad del tanque de combustible (L)		50	

*La información sobre rendimiento de combustible se refiere al valor que se obtuvo en condiciones controladas de laboratorio, que pueden no ser reproducibles ni obtenerse en condiciones y hábitos de manejo convencional, debido a condiciones climatológicas, combustible, condiciones topográficas y otros factores.

Nissan Mexicana, S.A. de C.V. se reserva el derecho de efectuar cualquier modificación sin previo aviso con respecto a colores, equipos o especificaciones detalladas en este folleto o discontinuar la producción de un modelo determinado. Los colores de los vehículos entregados podrán diferir ligeramente de los que figuran en este folleto. Las versiones aquí mostradas son las únicas aprobadas y certificadas por Nissan Mexicana, S.A. de C.V. para este modelo, conforme a las condiciones y requerimientos del mercado. Los accesorios mostrados en este catálogo se venden por separado. Consulta nivel de equipamiento y disponibilidad por versión con tu Distribuidor Autorizado Nissan.



ANEXO C. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS KIA – RIO 1.4

2011 > G 1.4 DOHC > Sistema mecanico de motor > Información general > Características técnicas Language

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Descripción	Características técnicas		Límite
	1,4 DOHC	1,6 CVVT	
General			
Tipo	En línea, DOHC		
Número de cilindros	4		
Orificio	75,5mm (2.9724in)	76,5mm (0,0472pulg.)	
Carrera	78,1mm (3.0748pulg.)	87mm (3.4252pulg.)	
Desplazamiento total	1,399 cc (85.37 pulg.cu.)	1,599 cc (97.57 pulg.cu.)	
Relación de compresión	10,0 : 1		
Orden de encendido	1-3-4-2		
Distribución de la válvula			
Válvula de admisión	Abre (BTDC)	9°	-8°
	Cierra (ABDC)	31°	60 °C
Válvula de escape	Abre (BBDC)	43°	46°
	Cierra (ATDC)	1분	10°
Valvulas			
Planicidad de la superficie de la junta	Menos de 0,03mm (0,0012 pulg.)		
Planitud del colector superficie de montaje	ADMISIÓN	Menos de 0,15 mm (0,0059 pulg.)	Activar Windows Ir a Configuración de PC para activar Wind
	ESCAPE	Menos de 0,15 mm (0,0059 pulg.)	

ESPECIFICACIONES

Tipo de motor		G4EE(1,4)/ G4ED(1,6)
Tipo de cambio		M5CF1
Relación de velocidades	1ª	3,615
	2ª	2,053
	3ª	1,370
	4ª	1,031
	5ª	0,837
	Marcha atrás	3,583
Relación final de velocidades		4,056

ANEXO D. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS HYUNDAI – ACCENT 1.6

2011 > G 1.4 DOHC > Sistema mecanico de motor > Información general > Características técnicas Language ▼

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

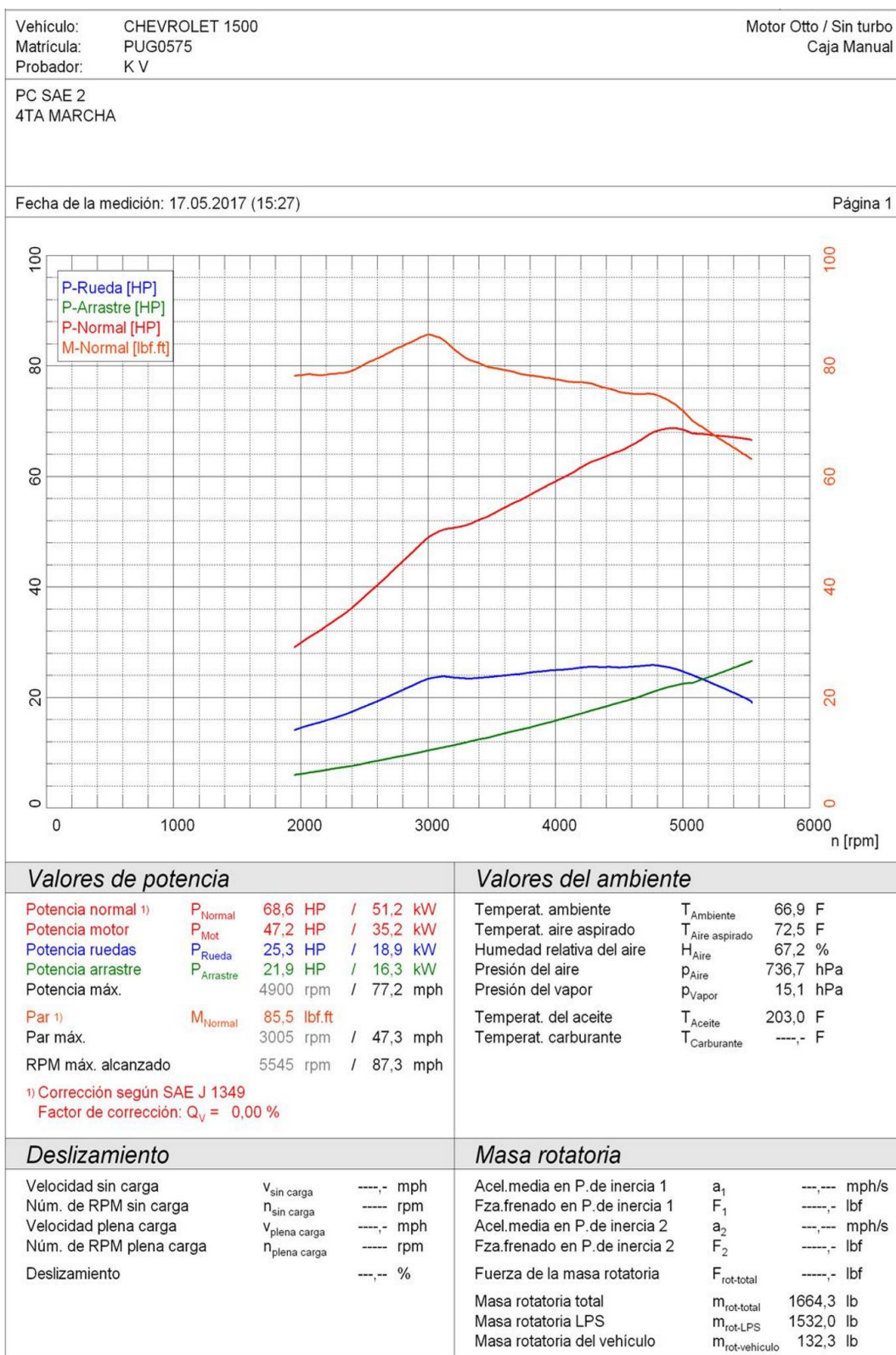
Descripción	Características técnicas		Límite
	1,4 DOHC	1,6 CVVT	
General			
Tipo	En línea, DOHC		
Número de cilindros	4		
Orificio	75,5mm (2,9724in)	76,5mm (0,0472pulg.)	
Carrera	78,1mm (3,0748pulg.)	87mm (3,4252pulg.)	
Desplazamiento total	1,399 cc (85,37 pulg.cu.)	1,599 cc (97,57 pulg.cu.)	
Relación de compresión	10,0 : 1		
Orden de encendido	1-3-4-2		
Distribución de la válvula			
Válvula de admisión	Abre (BTDC)	9°	-8°
	Cierra (ABDC)	31°	60 °C
Válvula de escape	Abre (BBDC)	43°	46°
	Cierra (ATDC)	1 $\frac{1}{2}$	10°
Valvulas			
Planitud de la superficie de la junta	Menos de 0,03mm (0,0012 pulg.)		
Planitud del colector superficie de montaje	ADMISIÓN	Menos de 0,15 mm (0,0059 pulg.)	
	ESCAPE	Menos de 0,15 mm (0,0059 pulg.)	

2011 > G 1.6 DOHC > Sistema de cambio manual > Información generalidades > Especificaciones (M5CF1) Language ▼

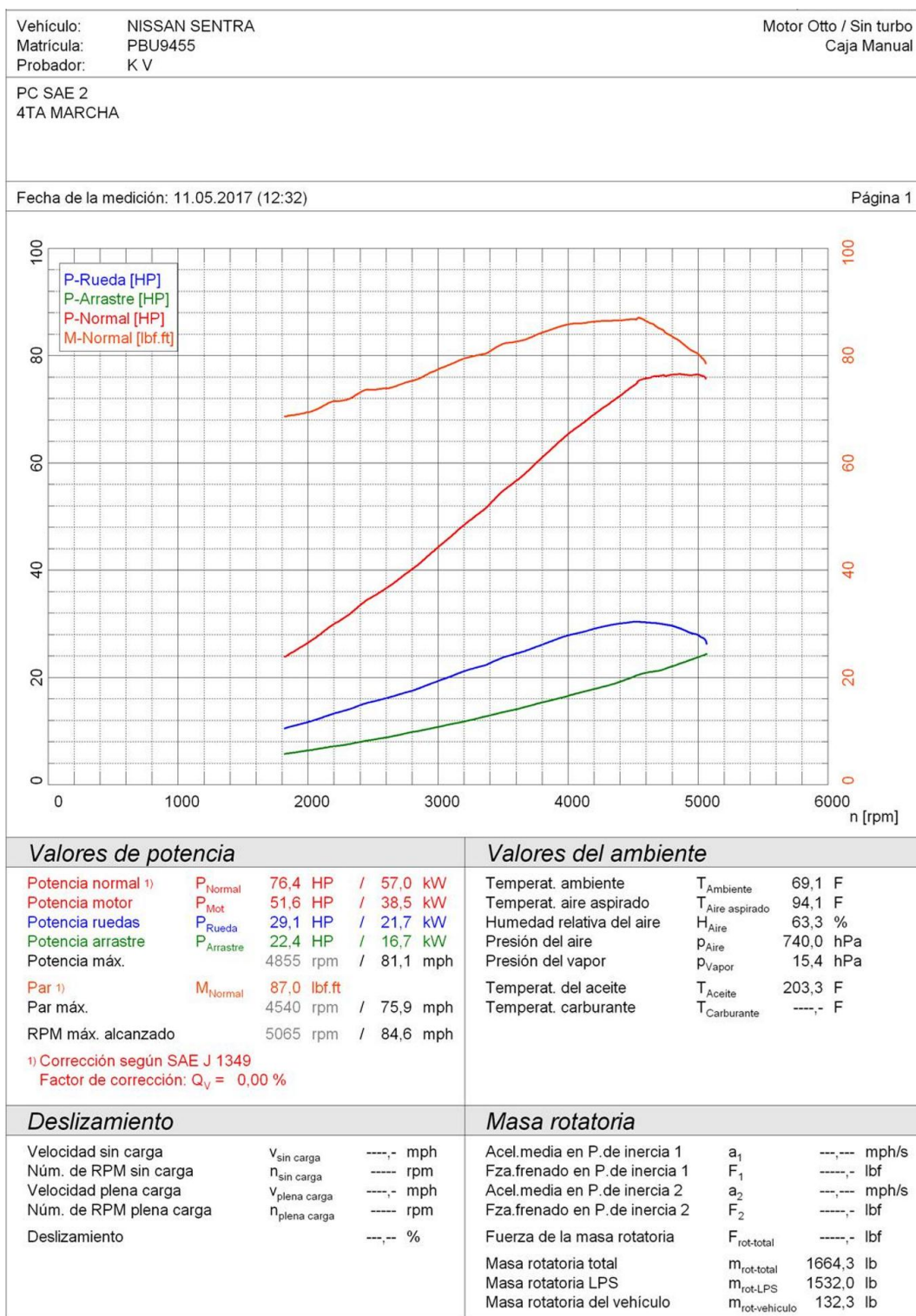
ESPECIFICACIONES

Tipo de motor		G4EE(1,4)/ G4ED(1,6)
Tipo de cambio		M5CF1
Relación de velocidades	1ª	3,615
	2ª	2,053
	3ª	1,370
	4ª	1,031
	5ª	0,837
	Marcha atrás	3,583
Relación final de velocidades		4,056

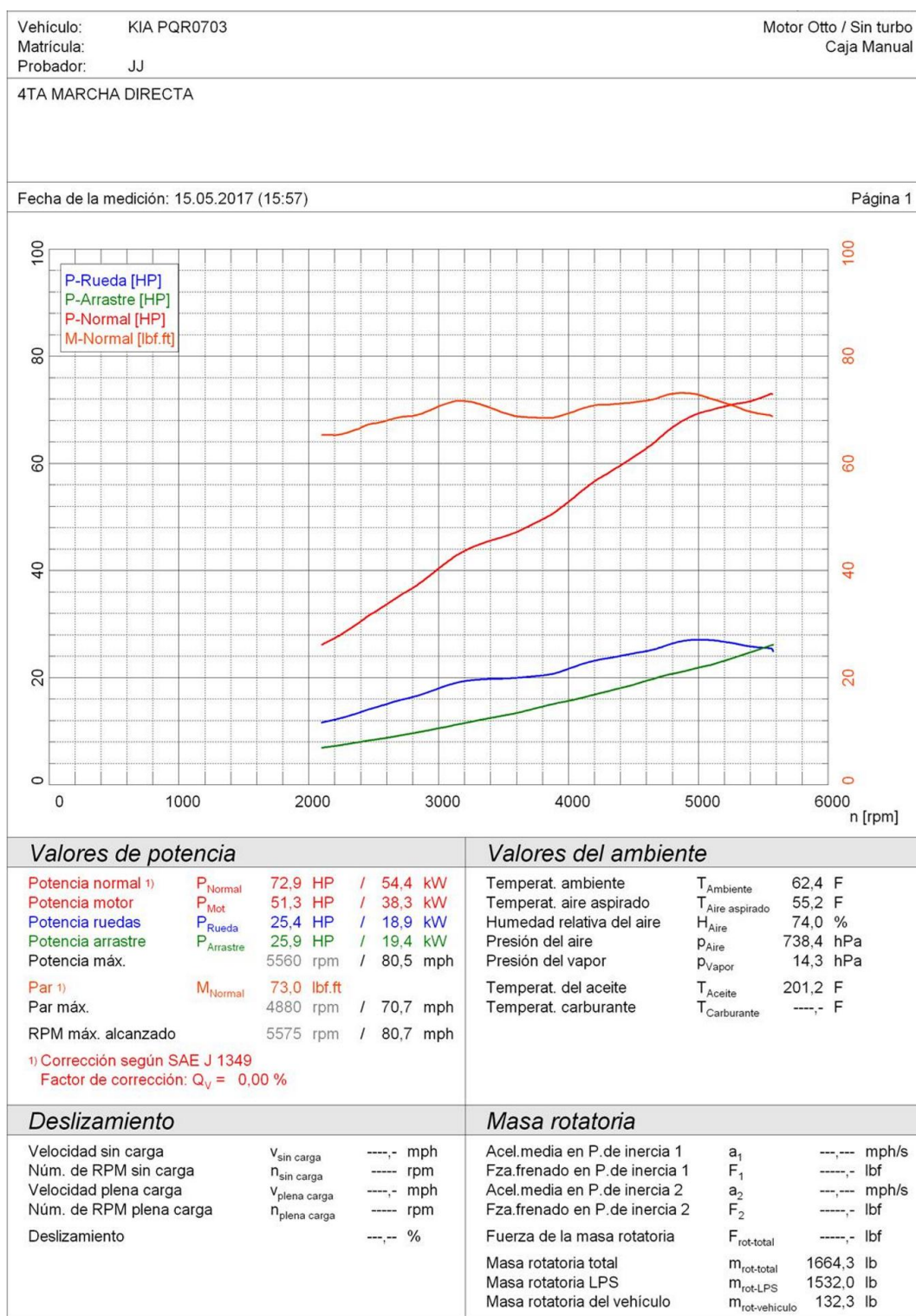
ANEXO E. CURVA DE TORQUE Y POTENCIA CHEVROLET AVEO FAMILY



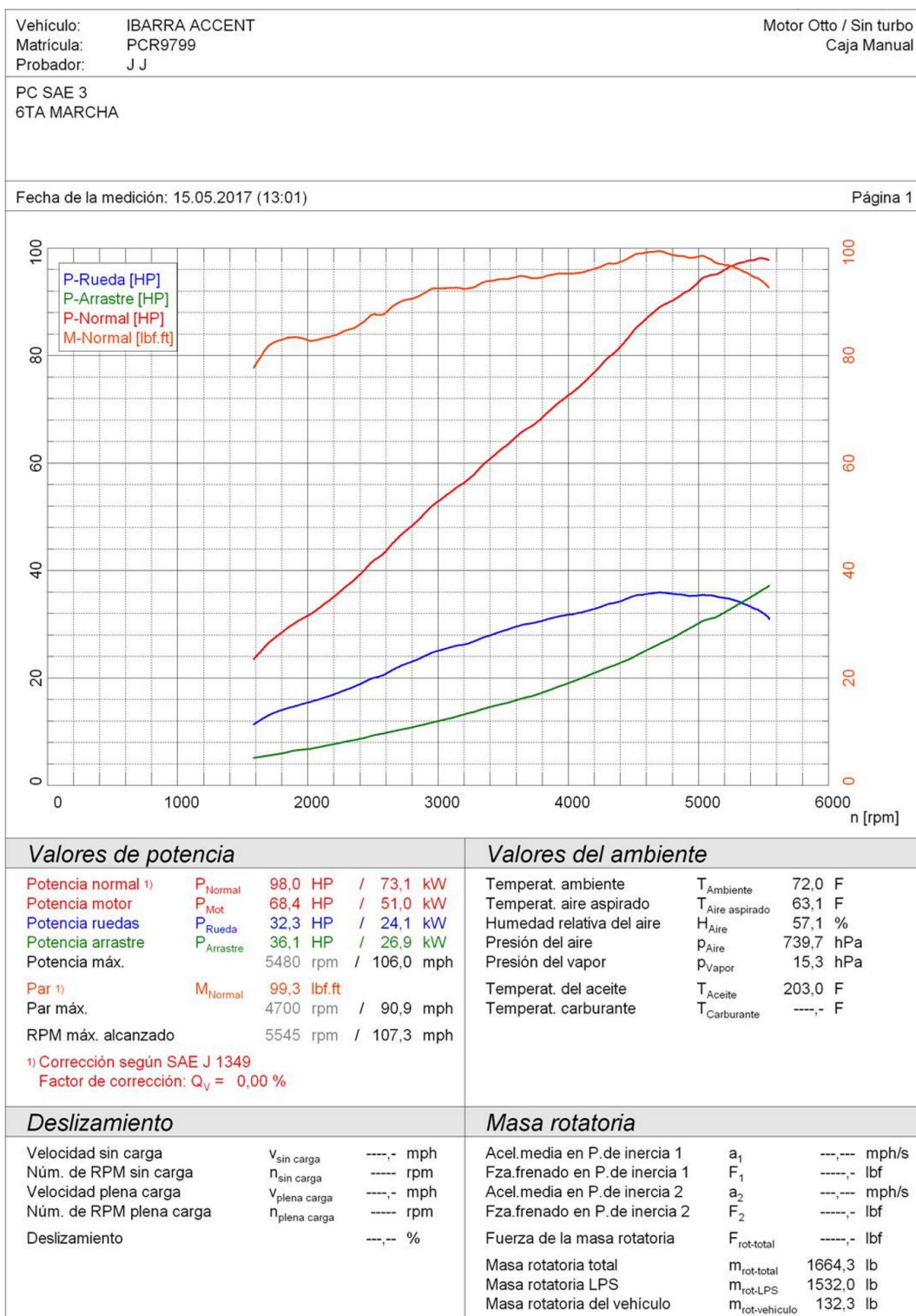
ANEXO F. CURVA DE TORQUE Y POTENCIA NISSAN SENTRA/TSURU



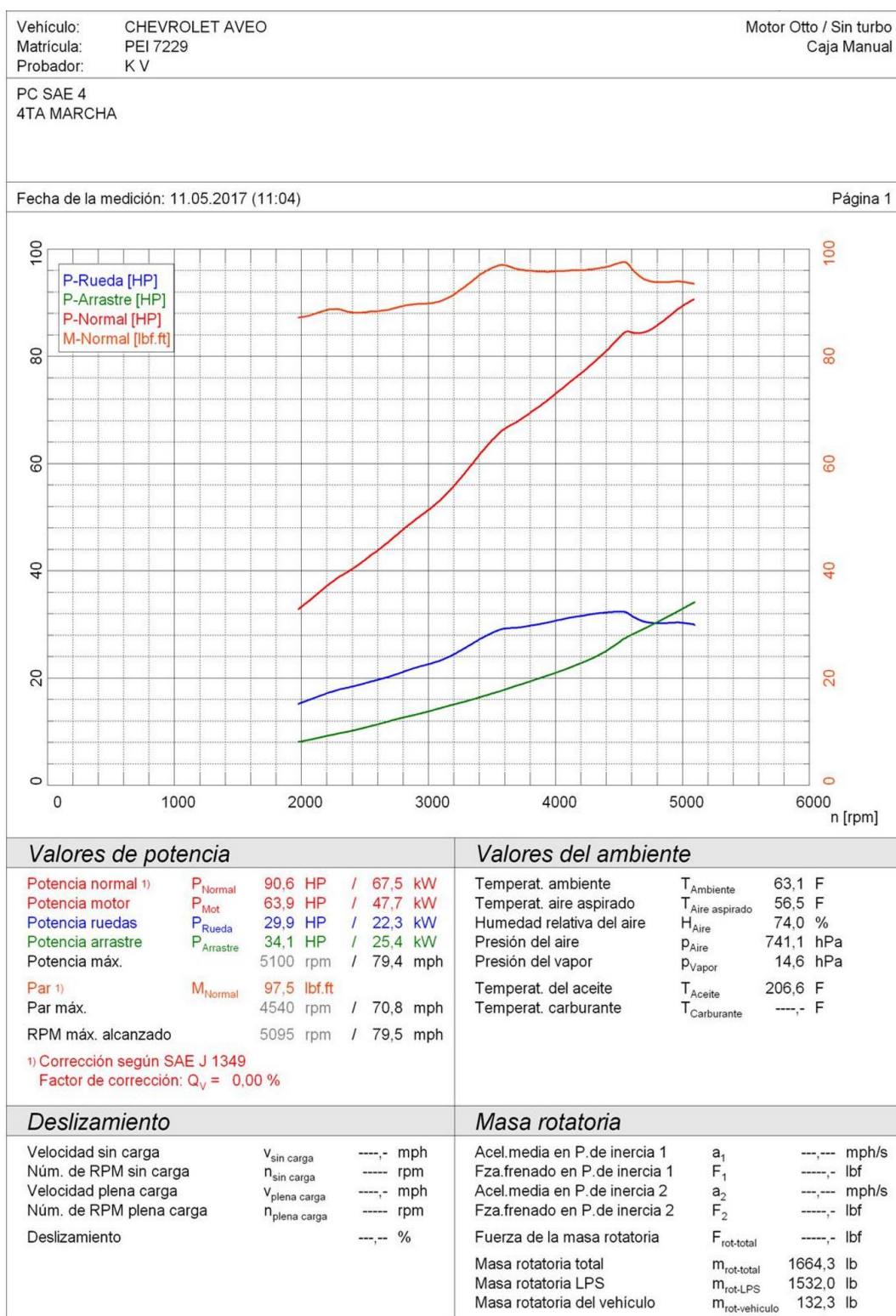
ANEXO G. CURVA DE TORQUE Y POTENCIA KIA – RIO 1.4



ANEXO H. CURVA DE TORQUE Y POTENCIA HYUNDAI – ACCENT 1.6



ANEXO I. CURVA DE TORQUE Y POTENCIA AVEO ACTIVO



ANEXO J. TABLA DE ÍNDICE DE CARGA

Tabla 8.- Índice de carga

IC	kg	IC	kg	IC	kg	IC	kg	IC	kg	IC	kg	IC	kg
0	45	24	90	48	180	72	365	96	710	120	1400	144	2600
1	46,2	25	92,5	49	185	73	365	97	730	121	1450	145	2900
2	47,5	26	95	50	190	74	375	98	750	122	1500	146	3000
3	48,7	27	97,5	51	195	75	387	99	775	123	1550	147	3075
4	50	28	100	52	200	76	400	100	800	124	1600	148	3150
5	51,5	29	103	53	206	77	412	101	825	125	1650	149	3250
6	53	30	106	54	212	78	425	102	850	126	1700	150	3350
7	54,5	31	109	55	218	79	437	103	875	127	1750	151	3450
8	56	32	112	56	224	80	450	104	900	128	1800	152	3550
9	58	33	115	57	230	81	462	105	925	129	1850	153	3650
10	60	34	118	58	236	82	475	106	950	130	1900	154	3750
11	61,5	35	121	59	243	83	487	107	975	131	1950	155	3875
12	63	36	125	60	250	84	500	108	1000	132	2000	156	4000
13	65	37	128	61	257	85	515	109	1030	133	2060	157	4125
14	67	38	132	62	265	86	530	110	1060	134	2120	158	4250
15	68	39	136	63	272	87	545	111	1090	135	2180	159	4375
16	71	40	140	64	280	88	560	112	1120	136	2240	160	4500
17	73	41	145	65	290	89	580	113	1150	137	2300	161	4625
18	75	42	150	66	300	90	600	114	1180	138	2360	162	4750
19	77,5	43	155	67	307	91	615	115	1215	139	2430	163	4875
20	80	44	160	68	315	92	630	116	1250	140	2500	164	5000
21	82,5	45	165	69	325	93	650	117	1285	141	2575	-----	-----
22	85	46	170	70	335	94	670	118	1320	142	2650	-----	-----
23	87,5	47	175	71	345	95	690	119	1360	143	2725	-----	-----

IC = INDICE DE CARGA

kg = kilogramos

ANEXO K. DATOS TÉCNICOS DEL DINAMÓMETRO MASCHINENBAU HALDENWANG MAHA LPS 3000 LKW



Rollen-Leistungs und Funktionsprüfstand LPS 3000

Technische Daten

	LPS 3000 PKW	LPS 3000 LKW	LPS 3000 Motorr.
Anzeige Farbmonitor	19 Zoll / diagonal	19 Zoll / diagonal	19 Zoll / diagonal
Maße PC- Pußt (BxHxL)	600x1850x800 mm	600x1850x800 mm	600x1850x800 mm
Drehzahl	0 - 10000 U/min.	0 - 10000 U/min.	0 - 10000 U/min.
Messgenauigkeit Radleistung	+/- 2% vom Messwert	+/- 2% vom Messwert	+/- 2% vom Messwert
Netzanschluss	230 V / 50 Hz	400 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
Absicherung	16 A träge ¹⁾	35 A träge ²⁾	16 A träge
Rollensätze	R 100, R 100/2	R 200, R 200/2	R 50
Radleistung	0 - 260 kW	0 - 400 kW	0 - 260 kW
Option 2. Wirbelstrombremse	0 - 520 kW	-	-
Option verstärkte Wirbelstrombr.	-	0 - 660 kW / 0 - 25 kN	-
Geschwindigkeit	0 - 260 km/h	0 - 200 km/h	0 - 300 km/h
Zugkraft	0 - 6 kN	0 - 15 kN	0 - 6 kN
Achslast	2,5 t	15 t	1,5 t
Maße (LxBxH)	3345x1100x625 mm	4550x1100x625 mm ³⁾	1420x1100x625 mm
Gewicht	1200 kg	2350 kg ³⁾	450 kg
Spur min.	800 mm	820mm / geteilt 950 mm ³⁾	-
Spur max.	2300 mm	2620mm / geteilt 2750 mm ³⁾	-
Rollendurchmesser	318 mm	318 mm	318 mm
Rollenachsabstand	540 mm ⁴⁾	565 mm	560 mm
Kleinster prüfb. Raddurchm.	12 Zoll	12 Zoll	12 Zoll
Laufrollenüberhöhung	45 mm	-	-
Hebeschwelle	pneumatisch	hydraulisch	pneumatisch (Option)
Optionen			
	Schnittstellenbox	Schnittstellenbox	Schnittstellenbox
	Drehzahlmesser	Drehzahlmesser	Drehzahlmesser
	Öltemperaturfühler	Öltemperaturfühler	Öltemperaturfühler
	Abgastemperaturfühler	Abgastemperaturfühler	Abgastemperaturfühler
	DIN-A-4-Drucker	DIN-A-4-Drucker	DIN-A-4-Drucker
	Hydr. Rollensatzverstellung	-	-
	Zus. Wirbelstrombremse	Verst. Wirbelstrombremse	-
	-	Hydr. Belastungseinrichtung	-
	-	Leerlaufrollensatz	-
	Kühlgebläse Typ Air ⁵⁾	Kühlgebläse Typ Air ⁵⁾	Kühlgebläse Typ Air ⁵⁾

1) bei 2 Bremsen 35 A träge. 2) bei verstärkter Bremse 63 A träge. 3) bei geteiltem Rollensatz auf Arbeitsgrube: Maße pro Rollensatz (LxBxH) 2260 x 1100 x 865 mm; Gewicht pro Rollensatz 1250 kg; Spur min. / max. je nach Grubenbreite (angegebenes Maß ist unsere Empfehlung) 4) bei zu geringer Bodenfreiheit mit Rollenachsabstand 500 mm lieferbar. 5) siehe Prospekt Luftkühlgebläse Typ: Air

Fertigungsprogramm:

Prüftechnik für PKW, LKW, Motorräder, Traktoren, Gabelstapler, Flugzeuge: Rollen-Bremsenprüfstände · Platten-Bremsenprüfstände · Rollen-Leistungs- und Funktionsprüfstände · Fahrzeug-Klima-Servicegerät · Stoßdämpfer- und Fahrwerktester · Radlauftester · Spieldetektoren · Tachometerprüfstände Achs- und Radlastwaagen · Scherenhebebühnen · Zwei- und Viersäulenhebebühnen · Ein- und Zweistempelhebebühnen Radgreiferhebebühnen · komplette PKW- und LKW-Prüfstraßen · Scheinwerfer-Einstellgeräte · Dieselrauchgastester · Verzögerungsmeßgeräte · Bremsflüssigkeitstester · Reifendiagnosetester · Werkstattpressen.

Weitere Leistungen: Werkstattplanung · Schulungsangebot für Anwender und Service-Techniker



MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG.

Hoyen 20, D-87490 Haldenwang (Allgäu) · Tel. +49 (0)8374-585-0 · Fax +49 (0)8374-585-497

Internet: <http://www.maha.de> · E-Mail sales@maha.de