



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“PROYECTO DE EVALUACIÓN EXPERIMENTAL ENTRE UN
VEHÍCULO DE TRANSMISIÓN MANUAL Y UNO DE
TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA PARA DETERMINAR LOS
BENEFICIOS DE CADA UNO SEGÚN LA TOPOGRAFÍA Y LAS
CONDICIONES DE MANEJO EN LA CIUDAD DE QUITO.”**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ**

SANTIAGO MAURICIO FERRI ALVAREZ

DIRECTOR: ING. JULIO LEGUÍSAMO

Quito, Febrero, 2013

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2013

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **SANTIAGO MAURICIO FERRI ALVAREZ**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

SANTIAGO MAURICIO FERRI ALVAREZ

C.I. 172152612-5

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Proyecto de evaluación experimental entre un vehículo de transmisión manual y uno de transmisión automática para determinar los beneficios de cada uno según la topografía y las condiciones de manejo en la ciudad de Quito.**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Santiago Mauricio Ferri Álvarez**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing. Julio Leguísamo

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I 171167879-5

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	X
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XVII
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA.....	1
1.1.1 Planteamiento del Problema	1
1.1.2 Formulación.....	1
1.1.3 Sistematización	2
1.1.3.1 Síntomas.....	2
1.1.3.2 Causas.....	2
1.1.3.3 Pronóstico.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	3
1.2.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	4
1.2.3 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	4
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4 MARCO TEÓRICO	6
1.4.1 ANTECEDENTES	6
1.4.1.1 Transmisión	6
1.4.1.2 Transmisión Manual.....	6
1.4.1.3 Transmisión Automática	7

1.5 HIPÓTESIS.....	8
1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL	8
1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	8
1.6 VARIABLES	9
1.6.1 DEPENDIENTE	9
1.6.2 INDEPENDIENTE	9
1.7 METODOLOGÍA	9
1.7.1 MÉTODO.....	9
1.7.2 TÉCNICA.....	10
CAPITULO 2.....	11
PARTE TEORICA.....	11
2. ELEMENTOS DE UNION ENTRE CAJA Y MOTOR PARA CAJA MANUAL Y CAJA AUTOMATICA	11
2.1 EL EMBRAGUE	11
2.1.1 DESCRIPCION	11
2.1.2 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO	12
2.1.3 TIPOS DE EMBRAGUE	12
2.1.3.1 Embragues de Fricción	13
2.1.3.2 Embrague por Conos de Fricción	19
2.1.3.3 Embrague Bidisco.....	20
2.1.3.4 Embrague Multidisco	21
2.1.3.5 Accionamientos de Embrague de Fricción.....	22
2.1.3.6 Embrague Hidráulico	27
2.1.3.7 Convertidor de Par.....	29
2.2 CAJA DE CAMBIOS MANUAL	38
2.2.1 CAJAS DE CAMBIOS MANUAL	38
2.2.2 MISION DE LA CAJA DE CAMBIOS.....	38
2.2.3 RELACIONES DE TRANSMISIÓN Y VELOCIDADES.....	39
2.2.3.1 Escalonamiento del cambio	41
2.2.4 CONFIGURACIÓN DE LA CAJA DE CAMBIOS	41
2.2.4.1 Cajas de cambio para tracción delantera.....	43
2.2.4.2. Cajas de cambios para tracción trasera o tracción total:	44
2.2.5 ELEMENTOS CONSTITUYENTES.....	45
2.2.5.1 Ruedas dentadas.....	45
2.2.5.2 Rodamientos.....	47

2.2.5.3 Retenes	49
2.2.5.4 Sincronizadores	49
2.2.5.5 Mecanismos de posicionamiento y enclavamiento de las velocidades.....	51
2.2.6 MANTENIMIENTO DE LAS CAJAS DE CAMBIOS MANUALES	52
2.2.6.1 Procedimiento de cambio de aceite de caja	53
2.2.7 DIAGNOSTICO DE AVERÍAS	54
2.3 CAJA DE CAMBIOS AUTOMATICA.....	56
2.3.1 ELEMENTOS CONSTITUYENTES.....	57
2.3.1.1 Trenes epicicloidales	58
2.3.1.2 Frenos y embragues	63
2.3.1.3 Rueda Libre	65
2.3.1.4 Dispositivo de parqueo	66
2.3.1.5 Bomba de aceite	67
2.3.1.6 Caja de válvulas.....	70
2.3.1.7 Sensores.....	73
2.3.1.8 Centralita Electrónica o Módulo	75
2.3.2 FUNCIONAMIENTO DEL CAMBIO AUTOMATICO.....	76
2.3.2.1 Primera velocidad	76
2.3.2.2 Segunda velocidad	77
2.3.2.3 Tercera velocidad	78
2.3.2.4 Cuarta velocidad	79
2.3.2.5 Quinta velocidad	80
2.3.2.6 Marcha atrás.....	81
2.3.3 SISTEMA TIPTRONIC	82
2.3.3.1 Características del Sistema TipTronic	84
2.3.3.2 Selección de marchas.....	84
2.3.3.3 Convertidor de par	86
2.3.4 ACEITES PARA CAJAS AUTOMATICAS	86
2.3.4.1 Dexron VI.....	86
2.3.4.2 ATF+3 y ATF+4	87
2.3.4.3 SP-II y SP-III	87
2.3.4.4 Aceites ATF Universal o Multi-Vehicular.....	88
2.3.5 MANTENIMIENTO DE LAS CAJAS AUTOMATICAS	88
2.3.5.1 Procedimiento de cambio de aceite de la transmisión automática	89
2.3.6 DIAGNÓSTICO DE AVERÍAS.....	90
2.3.7 VERIFICACIÓN DE LAS CAJAS DE CAMBIOS AUTOMATICAS ...	92
2.3.7.1 Comprobaciones eléctricas-electrónicas	93
2.3.7.2 Comprobaciones hidráulicas.....	95
2.3.7.3 Comprobaciones mecánicas.....	95

2.3.8 ENTRADAS Y SALIDAS EN EL CONTROL DEL CAMBIO AUTOMATICO	96
CAPITULO 3.....	98
METODOLOGÍA.....	98
3.1 INTRODUCCIÓN	98
3.2 MARCO DE DESARROLLO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO	99
3.3 ESTUDIO DE CONSUMO	100
3.3.1 Descripción del producto	100
3.3.2 Análisis de la Demanda.....	101
3.3.3 Aplicación de datos de encuestas	101
3.3.3.1 Encuesta aplicada a determinar las preferencias de los conductores de Quito.....	102
3.3.3.2. Comparación de valores entre vehículos de transmisión manual y automática.	102
3.4 DESCRIPCION DEL METODO DE ESTUDIO.....	103
3.4.1 MANTENIMIENTO Y VERIFICACIONES PREVIAS EN LOS VEHÍCULOS A SER UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS	103
3.5 NORMAS A SER APLICADAS EN LAS PRUEBAS.....	104
3.5.1 PRUEBA ESTACIONARIA	104
3.5.2 PRUEBAS EN RUTA.....	106
3.5.3 FORMULAS DE CÁLCULO DE FACTORES DE EMSIONES CONTAMINANTES	106
3.6 RUTA DE PRUEBAS	107
3.6.1 CONDICIONES DE LA RUTA	107
3.6.2 CONDICIONES AMBIENTALES	107
3.6.3 CONDICIONES DEL VEHICULO	108
3.6.4 CONDICIONES DE LA PRUEBA	108
3.7 EQUIPOS.....	109
CAPITULO 4.....	111
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	111
4.1 RESULTADOS DE ENCUESTA	111

4.1.1 Encuesta aplicada a determinar las preferencias de los conductores de Quito.....	111
4.1.2. Análisis de los resultados de las encuestas	115
4.2 ANALISIS DE DIFERENCIA DE COSTOS	116
4.3 FACTORES DE EMISIÓN EN PRUEBAS ESTACIONARIA Y EN RUTA	117
4.3.1 FACTORES DE EMISION EN PRUEBA ESTACIONARIA.....	118
4.3.2 FACTORES DE EMISION EN PRUEBA DE RUTA.....	121
4.3.2.1 Concentraciones Volumétricas de Emisiones	121
4.3.2.2 Rendimiento de Combustible	126
4.3.2.3 Factores de Emisión en Ruta.....	128
CAPITULO 5.....	131
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	131
5.1 CONCLUSIONES	131
5.2 RECOMENDACIONES.....	134
BIBLIOGRAFÍA	136
ANEXOS.....	139
ANEXO 1	139
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LAS PRUEBAS	139
Analizador de Gases NEXTECH NGA 6000	139
Escáner CARMAN VG PLUS	141
Medidor de flujo de combustible BIOTECH FCH-m-ALU	142
Equipo GPS GARMIN GPSmap 76 CSx	143
ANEXO 2	145
CONTAMINANTES OBTENIDOS EN CICLO DE RUTA PARA EL VEHÍCULO CON TRANSMISIÓN MANUAL	145
CONTAMINANTES OBTENIDOS EN CICLO DE RUTA PARA EL VEHÍCULO CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.....	149

ANEXO 3	153
GRÁFICOS DE VARIACIONES DE LOS CONTAMINATES OBTENIDOS EN EL CICLO DE RUTA PARA EL VEHÍCULO CON TRANSMISIÓN MANUAL	153
GRÁFICOS DE VARIACIONES DE LOS CONTAMINATES OBTENIDOS EN EL CICLO DE RUTA PARA EL VEHÍCULO CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA	165
ANEXO 4	177
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CAJA DE CAMBIOS AUTOMÁTICA DEL GRAND VITARA SZ	177
ANEXO 5	179
FOTOGRAFÍAS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA EL PRESENTE ESTUDIO	179

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 2.1 Relaciones de transmisión para el Grand Vitara SZ	45
Tabla 2.2 Tipos de rodamientos	48
Tabla 2.3 Diagnóstico de averías de una caja de cambio Manual	55
Tabla 2.4 Fórmulas de piñones frenados	61
Tabla 2.5 Funciones de sensores directos e indirectos	74
Tabla 2.6 Diagnóstico de averías de una caja de cambios Automática	90
Tabla 2.7 Verificación del cambio de velocidades	92
Tabla 2.8 Comprobaciones eléctricas-electrónicas	94
Tabla 2.9 Comprobaciones hidráulicas	95
Tabla 2.10 Entradas y salidas del cambio automático	96
Tabla 3.1 Comparación de costos entre vehículos manuales Automáticos	103
Tabla 4.1 Comparación entre precios en dólares americanos De autos con transmisión manual y automática	116
Tabla 4.2 Datos promedio comparativos de emisiones y factor	

	PÁGINA
Lambda en ralentí para ambos vehículos	118
Tabla 4.3 Datos promedio comparativos de emisiones y factor	
Lambda en 2500 RPM para ambos vehículos	118
Tabla 4.4 Consumo de combustible para el vehículo de transmisión manual	126
Tabla 4.5 Consumo de combustible para el vehículo de Transmisión automática	126
Tabla 4.6 Rendimientos y promedios de consumo de combustible para el vehículo de transmisión manual	127
Tabla 4.7 Rendimientos y promedios de consumo de Combustible para el vehículo de transmisión automática	127
Tabla 4.8 Factores de emisiones contaminantes en ruta del Vehículo de transmisión manual	129
Tabla 4.9 Factores de emisiones contaminantes en ruta del Vehículo de transmisión automática	130
Tabla A1.1 Características técnicas del analizador de gases Nextech	140
Tabla A1.2 Características técnicas del escáner Carman	141
Tabla A1.3 Características técnicas del medidor de flujo de	

	PÁGINA
combustible Biotech	143
Tabla A1.4 Características técnicas del equipo GPS Garmin	144
Tabla A2.1 Contaminantes obtenidos en el tramo Guápulo Carapungo, vehículo de transmisión manual. IDA 1	145
Tabla A2.2 Contaminantes obtenidos en el tramo Carapungo Guápulo, vehículo de transmisión manual. RETORNO 1	146
Tabla A2.3 Contaminantes obtenidos en el tramo Guápulo Carapungo, vehículo de transmisión manual. IDA 2	147
Tabla A2.4 Contaminantes obtenidos en el tramo Carapungo Guápulo, vehículo de transmisión manual. RETORNO 2	148
Tabla A2.5 Contaminantes obtenidos en el tramo Guápulo Carapungo, vehículo de transmisión automática. IDA 1	149
Tabla A2.6 Contaminantes obtenidos en el tramo Carapungo Guápulo, vehículo de transmisión automática. RETORNO 1	150

	PÁGINA
Tabla A2.7 Contaminantes obtenidos en el tramo Guápulo Carapungo, vehículo de transmisión automática. IDA 2	151
Tabla A2.8 Contaminantes obtenidos en el tramo Carapungo Guápulo, vehículo de transmisión automática. RETORNO 2	152
Tabla A4.1 Especificaciones técnicas de la caja de cambios Automática del Grand Vitara SZ	177

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1 Kit de embrague	13
Figura 1.2 Disco de embrague	14
Figura 1.3 Plato de presión	15
Figura 1.4 Diafragma	16
Figura 1.5 Muelles helicoidales	17
Figura 1.6 Carcasa de embrague	18
Figura 1.7 Collarín de empuje	18
Figura 1.8 Volantes de inercia	19
Figura 1.9 Embrague de conos de fricción	20
Figura 1.10 Componentes de un embrague bidisco	21
Figura 1.11 Embragues multidisco	22
Figura 1.12 Accionamiento por palancas	23
Figura 1.13 Accionamiento por cable y por palancas	24
Figura 1.14 Accionamiento hidráulico	25
Figura 1.15 Accionamiento hidroneumático	26
Figura 1.16 Accionamiento automático del embrague	27
Figura 1.17 Funcionamiento del embrague hidráulico	29
Figura 1.18 Convertidor de par	30
Figura 1.19 Diagrama del convertidor de par	30
Figura 1.20 Conjunto turbina, reactor y bomba	32

	PÁGINA
Figura 1.21 Funcionamiento hidráulico del convertidor de par	33
Figura 1.22 Transmisión de movimiento multiplicando el par	34
Figura 1.23 Transmisión de movimiento 1:1	34
Figura 1.24 Alimentación de aceite al convertidor de par y radiador de enfriamiento	36
Figura 1.25 Embrague anulador del convertidor de par	37
Figura 2.1 Trenes de engranajes de una caja de cambios manual	40
Figura 2.2 Rueda conductora y rueda conducida	40
Figura 2.3 Esquema interno de una caja de cambios de dos ejes y 4 velocidades	42
Figura 2.4 Caja de cambios para motor transversal	44
Figura 2.5 Caja de cambios para motor longitudinal	44
Figura 2.6 Piñones de dientes rectos	46
Figura 2.7 Engranajes helicoidales	47
Figura 2.8 Retén	49
Figura 2.9 Despiece parcial de un sincronizador	51
Figura 3.1 Caja de cambios automática con gestión electrónica	56
Figura 3.2 Esquema y sección de un engranaje epicicloidal	59
Figura 3.3 Línea de acción, punto de paso y ángulo de presión de engranajes	62

	PÁGINA
Figura 3.4 Freno de cinta	63
Figura 3.5 Rueda libre	66
Figura 3.6 Bomba de aceite de engranajes externos	68
Figura 3.7 Bomba de aceite de engranajes interiores	69
Figura 3.8 Bomba de rotor	69
Figura 3.9 Despiece de cuerpo de válvulas	71
Figura 3.10 Centralitas electrónicas	75
Figura 3.11 Circuito de primera velocidad	77
Figura 3.12 Circuito de segunda velocidad	78
Figura 3.13 Circuito de tercera velocidad	79
Figura 3.14 Circuito de cuarta velocidad	80
Figura 3.15 Circuito de quinta velocidad	81
Figura 3.16 Circuito de marcha hacia atrás	82
Figura 3.17 Esquema interno de la caja de cambios TipTronic	83
Figura 3.18 Palanca y pistas de selección de modo del sistema TipTronic	84
Figura A1.1 Analizador de gases Nextech	139
Figura A1.2 Escáner Carman	141
Figura A1.3 Medidor de flujo de combustible Biotech	142
Figura A1.4 Equipo GPS Garmin	143

	PÁGINA
Figura A5.1 Vehículo con transmisión manual	179
Figura A5.2 Vehículo con transmisión automática	179
Figura A5.3 Conexión de medidores de flujo de Combustible en el vehículo de transmisión Manual	180
Figura A5.4 Conexión de receptor de medidores de flujo de Combustible y convertidor de corriente en el Vehículo de transmisión manual	180
Figura A5.5 Conexión de sonda para medición de gases de Escape en el vehículo de transmisión manual	181
Figura A5.6 Conexión de analizador de gases de escape en el vehículo de transmisión manual	181
Figura A5.7 Conexión de medidor de flujo de combustible En el vehículo de transmisión automática	182
Figura A5.8 Conexión de receptor de medidor de flujo de combustible y convertidor de corriente en el vehículo de transmisión automática	182
Figura A5.9 Conexión de sonda para medición de gases de Escape en el vehículo de transmisión Automática	183
Figura A5.10 Conexión de analizador de gases de escape En el vehículo de transmisión automática	183

	PÁGINA
Figura A6.1 Factura de trabajos realizados en CICCEV	184
Figura A6.2 Datos pruebas de ruta Grand Vitara SZ T/M	185
Figura A6.3 Datos pruebas de ruta Grand Vitara SZ T/A	185
Figura A6.4 Consumo de Combustible Grand Vitara SZ T/A	186
Figura A6.5 Consumo de Combustible Grand Vitara SZ T/M	187
Figura A6.6 Prueba estática Grand Vitara SZ T/A en Ralentí	188
Figura A6.7 Prueba estática Grand Vitara SZ T/A en 2500 RPM	189
Figura A6.8 Prueba estática Grand Vitara SZ T/M en Ralentí	190
Figura A6.9 Prueba estática Grand Vitara SZ T/M en 2500 RPM	191

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	PÁGINA
Gráfico 4.1 Emisiones promedio de contaminantes para el vehículo de transmisión manual en marcha ralentí	119
Gráfico 4.2 Emisiones promedio de contaminantes para el vehículo de transmisión automática en marcha ralentí	119
Gráfico 4.3 Emisiones promedio de contaminantes para el vehículo de transmisión manual a 2500 RPM	120
Gráfico 4.4 Emisiones promedio de contaminantes para el vehículo de transmisión automática a 2500 RPM	120
Gráfico 4.5 Variación en ruta de las emisiones de CO para Ambos tipos de vehículos	122
Gráfico 4.6 Variación en ruta de las emisiones de HC para Ambos tipos de vehículos	123
Gráfico 4.7 Variación en ruta de las emisiones de CO ₂ para Ambos tipos de vehículos	124
Gráfico 4.8 Variación en ruta de las emisiones de NO _x para Ambos tipos de vehículos	125

	PÁGINA
Gráfico 4.9 Variación en ruta del factor lambda para ambos Tipos de vehículos	125
Gráfico A3.1 Variación de emisiones de CO, vehículo de Transmisión manual. IDA 1	153
Gráfico A3.2 Variación de emisiones de HC, vehículo de Transmisión manual. IDA 1	153
Gráfico A3.3 Variación de emisiones de CO ₂ , vehículo de Transmisión manual. IDA 1.	154
Gráfico A3.4 Variación de emisiones de O ₂ , vehículo de Transmisión manual. IDA 1.	154
Gráfico A3.5 Variación de emisiones de NO _x , vehículo de Transmisión manual. IDA 1.	155
Gráfico A3.6 Variación del factor Lambda, vehículo de Transmisión manual. IDA 1.	155
Gráfico A3.7 Variación de emisiones de CO, vehículo de Transmisión manual. RETORNO 1.	156
Gráfico A3.8 Variación de emisiones de HC, vehículo de Transmisión manual. RETORNO 1.	156
Gráfico A3.9 Variación de emisiones de CO ₂ , vehículo de Transmisión manual. RETORNO 1.	157

	PÁGINA
Gráfico A3.10 Variación de emisiones de O ₂ , vehículo de Transmisión manual. RETORNO 1.	157
Gráfico A3.11 Variación de emisiones de NO _x , vehículo de Transmisión manual. RETORNO 1.	158
Gráfico A3.12 Variación del factor Lambda, vehículo de Transmisión manual. RETORNO 1.	158
Gráfico A3.13 Variación de emisiones de CO, vehículo de Transmisión manual. IDA 2.	159
Gráfico A3.14 Variación de emisiones de HC, vehículo de Transmisión manual. IDA 2.	159
Gráfico A3.15 Variación de emisiones de CO ₂ , vehículo de Transmisión manual. IDA 2.	160
Gráfico A3.16 Variación de emisiones de O ₂ , vehículo de Transmisión manual. IDA 2.	160
Gráfico A3.17 Variación de emisiones de NO _x , vehículo de Transmisión manual. IDA 2.	161
Gráfico A3.18 Variación del factor Lambda, vehículo de Transmisión manual. IDA 2.	161
Gráfico A3.19 Variación de emisiones de CO, vehículo de Transmisión manual. RETORNO 2.	162

PÁGINA

Gráfico A3.20	Variación de emisiones de HC, vehículo de Transmisión manual. RETORNO 2.	162
Gráfico A3.21	Variación de emisiones de CO ₂ , vehículo de Transmisión manual. RETORNO 2.	163
Gráfico A3.22	Variación de emisiones de O ₂ , vehículo de Transmisión manual. RETORNO 2.	163
Gráfico A3.23	Variación de emisiones de NO _x , vehículo de Transmisión manual. RETORNO 2.	164
Gráfico A3.24	Variación del factor Lambda, vehículo de Transmisión manual. RETORNO 2.	164
Gráfico A3.25	Variación de emisiones de CO, vehículo de Transmisión automática. IDA 1	165
Gráfico A3.26	Variación de emisiones de HC, vehículo de Transmisión automática. IDA 1	165
Gráfico A3.27	Variación de emisiones de CO ₂ , vehículo de Transmisión automática. IDA 1	166
Gráfico A3.28	Variación de emisiones de O ₂ , vehículo de Transmisión automática. IDA 1	166
Gráfico A3.29	Variación de emisiones de NO _x , vehículo de Transmisión automática. IDA 1	167

PÁGINA

Gráfico A3.30	Variación del factor Lambda, vehículo de Transmisión automática. IDA 1	167
Gráfico A3.31	Variación de emisiones de CO, vehículo de Transmisión automática. RETORNO 1	168
Gráfico A3.32	Variación de emisiones de HC, vehículo de Transmisión automática. RETORNO 1	168
Gráfico A3.33	Variación de emisiones de CO ₂ , vehículo de Transmisión automática. RETORNO 1	169
Gráfico A3.34	Variación de emisiones de O ₂ , vehículo de Transmisión automática. RETORNO 1	169
Gráfico A3.35	Variación de emisiones de NO _x , vehículo de Transmisión automática. RETORNO 1	170
Gráfico A3.36	Variación del factor Lambda, vehículo de Transmisión automática. RETORNO 1	170
Gráfico A3.37	Variación de emisiones de CO, vehículo de Transmisión automática. IDA 2	171
Gráfico A3.38	Variación de emisiones de HC, vehículo de Transmisión automática. IDA 2	171
Gráfico A3.39	Variación de emisiones de CO ₂ , vehículo de Transmisión automática. IDA 2	172

	PÁGINA
Gráfico A3.40 Variación de emisiones de O ₂ , vehículo de Transmisión automática. IDA 2	172
Gráfico A3.41 Variación de emisiones de NO _x , vehículo de Transmisión automática. IDA 2	173
Gráfico A3.42 Variación del factor Lambda, vehículo de Transmisión automática. IDA 2	173
Gráfico A3.43 Variación de emisiones de CO, vehículo de Transmisión automática. RETORNO 2	174
Gráfico A3.44 Variación de emisiones de HC, vehículo de Transmisión automática. RETORNO 2	174
Gráfico A3.45 Variación de emisiones de CO ₂ , vehículo de Transmisión automática. RETORNO 2	175
Gráfico A3.46 Variación de emisiones de O ₂ , vehículo de Transmisión automática. RETORNO 2	175
Gráfico A3.47 Variación de emisiones de NO _x , vehículo de Transmisión automática. RETORNO 2	176
Gráfico A3.48 Variación del factor Lambda, vehículo de Transmisión automática. RETORNO 2	176

RESUMEN

En el presente estudio, se desarrolla una verificación y/o comparación práctica de los beneficios que presentan vehículos de transmisión manual y vehículos de transmisión automática en el Distrito Metropolitano de Quito, mediante un ciclo de pruebas en ruta para ambos tipos de vehículos.

En el primer capítulo se encuentra la introducción al estudio realizado, con el detalle de los problemas que se encontraron previo a la realización de este estudio, la justificación de los mismos, los objetivos planteados previo a la realización este trabajo, las hipótesis generadas, variables a ser tomadas en cuenta y la metodología a ser utilizada.

A lo largo del segundo capítulo, se puede encontrar toda la información teórica necesaria para poder respaldar este estudio. Se encuentra teoría relacionada al embrague, la caja de cambios manual y la caja de cambios automática.

En el tercer capítulo se explica la metodología que se utilizó en la realización de este estudio, como son, básicamente, encuestas aplicadas y pruebas de ruta con ciclos de estudio definidos.

En el cuarto capítulo se presentan y revisan todos los resultados obtenidos en el desarrollo de este estudio, mediante tablas y gráficas que explican claramente cada punto que se trató para la comparación de ambos tipos de vehículos según los métodos establecidos, llegándose a cumplir con los objetivos y las hipótesis planteadas al inicio.

Al final, se detallan las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo del estudio, en base a los resultados y dificultades que se presentaron a lo largo del presente estudio, principalmente.

ABSTRACT

In this study, we develop a verification and/or practical comparison of the benefits that manual transmission vehicles and automatic transmission vehicles have in the Metropolitan District of Quito, by a road test cycle for both types of vehicles.

The first chapter is the introduction to the study, with details of the problems that were found prior to the completion of this study, the justification for the same, the objectives set before performing this work, the hypotheses generated, variables to be taken into account and the methodology to be used.

Throughout the second chapter, you can find all the information needed to support theoretical study. It is theory related to the clutch, the manual gearbox and automatic gearbox.

The third chapter explains the methodology used in this study, as are, basically, administered surveys and road tests with defined study cycles.

In the fourth chapter we present and review all the results obtained in the development of this study, using tables and graphs that clearly explain each point that was used for the comparison of both types of vehicles according to established methods, reaching to meet the objectives and the assumptions made at the beginning.

At the end are detailed conclusions and recommendations obtained during the study, based on the results and difficulties encountered during the present study, mainly.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Planteamiento del Problema

- La gran cantidad de vehículos que circulan diariamente en las calles de la ciudad de Quito frecuentemente generan grandes congestiones que perjudican a los conductores que poseen vehículos de transmisión manual produciendo mayores emisiones contaminantes y menor confort al momento de conducir.
- El desconocimiento de los beneficios en menores emisiones contaminantes y mayor confort de la conducción tanto de vehículos de transmisión manual como de transmisión automática ha causado un índice bajo de preferencia por los vehículos de transmisión automática, tendencia notada en base a los conocimientos empíricos obtenidos mediante la observación.

1.1.2 Formulación

¿Tomando en cuenta las condiciones de manejo que se presentan diariamente en la ciudad de Quito será más conveniente, en beneficios ambientales y personales, conducir un auto de transmisión manual o un auto de transmisión automática?

1.1.3 Sistematización

1.1.3.1 Síntomas

La topografía irregular de la ciudad de Quito es uno de los problemas que los conductores enfrentan diariamente, además la cultura de estos impide que los vehículos de transmisión manual sean más aceptados en especial por las condiciones de manejo que se presentan diariamente en esta ciudad, desconociendo los beneficios de este tipo de vehículos.

1.1.3.2 Causas

La ciudad de Quito se encuentra ubicada en una zona montañosa que es causa de variabilidad en las vías de tránsito de la ciudad, además los conductores le temen al cambio causando que todo se mantenga en las mismas costumbres de conducción siendo también parte de esto la falta de conocimiento sobre los beneficios de los dos tipos de vehículos, aparte de esto las condiciones de tráfico que tiene la ciudad son causadas por las vías estrechas que mayormente podemos encontrar en la ciudad.

1.1.3.3 Pronóstico

La realización de esta evaluación comparativa entre un vehículo de transmisión manual y uno de transmisión automática permitiría dar a conocer, tanto a profesionales como público en general, los beneficios de conducir los dos tipos de vehículos en la ciudad de Quito, lo cual generaría preferencias ya no solamente por costumbres sino por conocimiento de resultados de pruebas realizadas en los dos tipos de vehículos beneficiando a los conductores y futuros conductores de la ciudad.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Esta evaluación dará a conocer los beneficios, principalmente ecológicos y las diferencias de consumo, de conducir vehículos de transmisión automática y vehículos de transmisión manual en la ciudad de Quito según su topografía y sus condiciones de manejo, ya que diariamente encontramos varios sectores con tráfico congestionado, cuestas, entre otras variables que dificultan la movilidad en la ciudad y provocan desgaste en los vehículos y por ende se genera gastos en sus dueños, pero si existiera información de que tipo de vehículo, según su transmisión, brinda mayores beneficios de conducción, de confort, de menores emisiones, de ahorro en reparaciones, de ahorro en combustible, entre otros, los conductores serían beneficiados de elegir el vehículo con la transmisión que les brinde mayores beneficios.

1.2.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Hoy en día en la ciudad de Quito, el parque automotor crece a pasos agigantados, lo cual, en vez de generar facilidades de movilidad para los ciudadanos, la complica cada día más, principalmente por la falta de vías, produciendo grandes congestionamientos que en muchas ocasiones se puede encontrar en varias partes de la ciudad durante todo el día. Con esta evaluación buscaré conocer cuál es el tipo de vehículos, en cuanto a sus transmisiones, más beneficiosos para la ciudad de Quito, no solo por los congestionamientos sino también por la tan variada topografía que se presenta en toda la ciudad.

1.2.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Esta investigación utilizará entre otros métodos el **ANALÍTICO** y **EXPERIMENTAL** para que los conductores de la Ciudad de Quito puedan identificar el vehículo con la transmisión que mayores beneficios les generen, debido que los sistemas de transmisiones automáticas y manuales son muy bien conocidos en el campo automotriz pero muy poco por los conductores de la ciudad de Quito, por lo cual es necesario agrupar la mayor cantidad de información sobre el funcionamiento y beneficios de los dos tipos de transmisiones, no solo en base a **encuestas** sino también a **pruebas de ruta programadas**, y analizarla para generar los datos requeridos en los cuales se basará y sustentará esta tesis.

1.2.3 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El levantamiento de toda la información requerida para la elaboración de este proyecto se realizará desde Mayo del 2011 realizando pruebas en un dinamómetro y además pruebas de ruta, como por ejemplo la principal ruta planteada para los dos tipos de vehículos va desde el Redondel del Condado continuando hacia el sur por la Av. Occidental llegando hasta la Av. Moran Valverde para desde este punto tomar la Av. Simón Bolívar hacia el norte llegando al Redondel del Ciclista como punto final, además se realizarán encuestas, se revisarán fuentes estadísticas, información escrita investigando todo lo que sea necesario para el caso.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una evaluación experimental para conocer cuáles son las ventajas y desventajas de conducir vehículos con transmisión manual y automática en la ciudad de Quito según sus condiciones de manejo y topografía mediante pruebas en dinamómetro, pruebas de ruta y análisis de información recopilada.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las circunstancias menos apropiadas en la ciudad de Quito para un vehículo con transmisión automática y para uno de transmisión manual mediante pruebas en un dinamómetro y pruebas de conducción en una ruta determinada.
- Determinar las preferencias de los conductores en cuanto al tipo de transmisión que ellos prefieren para circular en Quito y realizar pruebas personales que concluyan cual sería el vehículo más apropiado para circular en las calles congestionadas de la ciudad de Quito.
- Generar mayor información sobre los beneficios ambientales y personales de conducir vehículos de transmisión manual y vehículos de transmisión automática para las circunstancias de manejo que se presentan diariamente en la ciudad de Quito, buscando que los conductores no solo se basen en costumbres personales, sino en pruebas realizadas que demuestren cual es el tipo de transmisión más beneficiosa para la Ciudad de Quito, para su elección.

1.4 MARCO TEÓRICO

1.4.1 ANTECEDENTES

1.4.1.1 Transmisión.- Se denomina transmisión a un mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina. Son parte fundamental de los elementos u órganos de una máquina, muchas veces clasificados como uno de los dos subgrupos fundamentales de estos elementos de transmisión y elementos de sujeción.

En general, las transmisiones reducen una rotación inadecuada, de alta velocidad y bajo par motor, del eje de salida del impulsor primario a una velocidad más baja con par de giro más alto, o a la inversa. Muchos sistemas, como las transmisiones empleadas en los automóviles, incluyen la capacidad de seleccionar alguna de varias relaciones diferentes. En estos casos, la mayoría de las relaciones (llamadas usualmente "marchas" o "cambios") se emplean para reducir la velocidad de salida del motor e incrementar el par de giro; sin embargo, las relaciones más altas pueden ser sobremarchas que aumentan la velocidad de salida.

1.4.1.2 Transmisión Manual.- Una transmisión manual es una caja de cambios que no puede alterar la relación de cambio por sí sola, sino que el conductor debe hacerlo. Por lo tanto, se diferencia de una transmisión automática en que ésta sí puede cambiar de marcha.

A lo largo de la década de los 1980, los modelos de automóviles pasaron a incorporar cajas manuales de cinco cambios - en la década de los 1990, sólo los automóviles de bajo costo o del segmento A tenían cajas de cuatro marchas. En la última década, los modelos de alta gama, en particular aquellos con motor diésel,

pasaron a incorporar una sexta marcha, para poder circular en autopista con el motor a bajo régimen, y por lo tanto con consumos menores.

1.4.1.3 Transmisión Automática.- Una transmisión automática o "cambio automático" es una caja de cambios de automóviles u otro tipo de vehículos que puede encargarse por sí misma de cambiar la relación de cambio automáticamente a medida que el vehículo se mueve, liberando así al conductor de la tarea de cambiar de marcha manualmente. Dispositivos parecidos pero más grandes también se usan en las locomotoras diésel y máquinas de obras públicas, y en general cuando hay que transmitir un par muy elevado. Tradicionalmente las desmultiplicaciones no se obtienen con engranajes paralelos, como en los cambios manuales, sino con engranajes epicicloidales. Mediante unos dispositivos de mando hidráulico adecuado se inmoviliza selectivamente uno o más de los componentes de dichos trenes epicicloidales, denominados también engranajes planetarios.

Antiguamente, un automóvil con caja de cambios automática solía tener peores prestaciones y consumos que uno con caja de cambios manual. En la actualidad, algunos tipos de cajas de cambios automáticos han logrado valores de consumo destacados, sin embargo las cajas automáticas con convertidor de par no superan la velocidad del pasaje de cambios de una caja mecánica manual.

El tipo predominante de transmisión automática es la que funciona hidráulicamente, usando un acoplamiento fluido o convertidor de par y un conjunto de engranajes planetarios para proporcionar una multiplicación del par.

El convertidor de par consta de una bomba (el que lanza el aceite hidráulico) y una turbina (la que recibe el aceite). La bomba lanza el fluido con una determinada fuerza y la turbina recibe de la bomba gran parte de la fuerza mecánica del mismo, alrededor de un 90%, siendo ese porcentaje incluso del 100 % cuando el convertidor dispone de un "embrague de convertidor" o "puenteo" hidromecánico.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

A mayor información sobre el beneficio de conducir vehículos con transmisión automática y vehículos con transmisión manual basados en pruebas en dinamómetro, pruebas de conducción en una ruta que cubra la principal topografía que encontramos en la ciudad de Quito, los conductores tenderían no solamente a usar cierto tipo de vehículos por costumbres personales sino también por todos los beneficios que estos le llevarían, como menor contaminación, ahorro de combustible, ahorro en gastos de reparaciones y mantenimientos, facilidad de conducción, confort, entre otros.

1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Si existiera mayor información sobre los posibles beneficios de un vehículo de transmisión automática, basándose en pruebas y encuestas realizadas en la ciudad de Quito, se podría facilitar la decisión de adquirir el mencionado vehículo.
- Si se conociera por experiencia personal las bondades de conducir no solo un vehículo de transmisión automática sino también un vehículo de transmisión manual se podría elegir mejor el vehículo más apropiado para la ciudad de Quito lo cual facilitaría la vida de los conductores y ampliaría el mercado automotriz.
- Generando mayor conocimiento sobre los beneficios de conducir vehículos de transmisión manual y los beneficios de los vehículos de transmisión automática para las circunstancias de manejo que se encuentran en la ciudad de Quito, los conductores elegirían la mejor opción para cada uno logrando así beneficios no solo para ellos sino también para las casas

automotrices que podrían tener mayores opciones para los usuarios y principalmente podríamos disminuir la contaminación en la ciudad.

1.6 VARIABLES

1.6.1 DEPENDIENTE

Los conductores tendrían tendencia no solamente a usar cierto tipo de vehículos por costumbres personales sino también por todos los beneficios que estos le llevarían.

1.6.2 INDEPENDIENTE

Contando con mucha más información sobre el beneficio de conducir vehículos con transmisión automática y vehículos con transmisión manual basados en pruebas de conducción en una ruta que cubra la principal topografía que encontramos en la ciudad de Quito.

1.7 METODOLOGÍA

1.7.1 MÉTODO

El método a utilizarse para el cumplimiento de los objetivos en este tema será el método **experimental** debido a que se realizarán pruebas con vehículos de transmisión manual y automática en una ruta ya establecida.

1.7.2 TÉCNICA

1.7.2.1. Observaciones será una de las técnicas que se utilizarán para la realización del método experimental, además se utilizará la técnica de las

1.7.2.2. Encuestas a jefes de talleres automotrices, usuarios, entre otros.

CAPITULO 2

PARTE TEORICA

2. ELEMENTOS DE UNION ENTRE CAJA Y MOTOR PARA CAJA MANUAL Y CAJA AUTOMATICA

2.1 EL EMBRAGUE

2.1.1 DESCRIPCION

Está situado entre el motor y la caja de cambios. Es el primer mecanismo que interviene en la transmisión de potencia desde el motor hasta los neumáticos, encargado de transmitir o interrumpir el movimiento del motor a través del cigüeñal a la caja de velocidades, a voluntad de quien maneja el vehículo, al hacer funcionar un pedal, lo que permite que el motor trabaje sin impulsar el carro. Cuando el pedal está sin pisar, el movimiento de giro se transmite íntegramente y decimos que está embragado; cuando es accionado totalmente, el desacople es completo y decimos entonces que está desembragado.

Las características que ha de reunir el sistema de embrague son:

- Resistencia mecánica para transmitir todo el par motor a las ruedas.
- Resistencia térmica para poder absorber el calor generado por la fricción.

- Progresividad y elasticidad para que su movimiento se transmita sin brusquedad ni tirones.
- Adherencia para que no pueda patinar y pierda fuerza de transmisión.
- Rapidez de maniobra que permita embragar y desembragar con facilidad.

2.1.2 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

El embrague tiene dos miembros impulsados positivamente por el motor y un tercero unido a la flecha de transmisión. Cuando se separan estos miembros, oprimiendo el pedal del embrague, el motor trabajará sin hacer girar la flecha de transmisión, permitiendo que los engranes puedan fácilmente cambiarse, que el motor trabaje en marcha mínima o que el carro se detenga sin que se pare el motor. Las superficies de fricción del embrague están diseñadas de tal manera que el miembro impulsor resbale sobre los otros cuando primeramente se aplica la presión. A medida que se aumenta la presión, el miembro impulsado gradualmente va adquiriendo la velocidad de los miembros impulsores. Cuando la velocidad de los tres miembros es igual, el deslizamiento cesa por completo, los tres hacen un contacto firme y la impulsión se logra por la fricción entre los tres miembros.

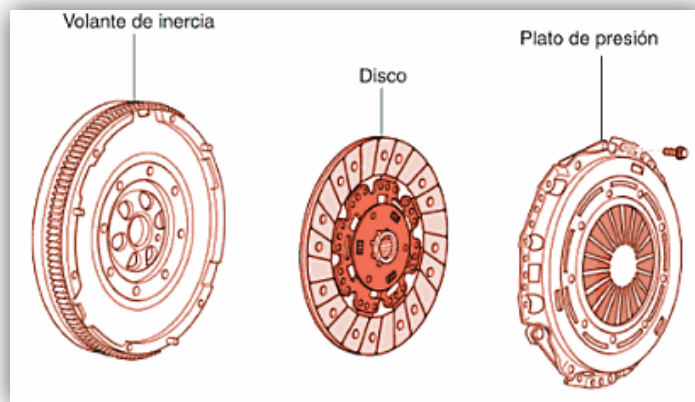
2.1.3 TIPOS DE EMBRAGUE

Existen muchos tipos de embragues, pero actualmente los embragues que más se emplean son los embragues de fricción e hidráulicos.

2.1.3.1 Embragues de Fricción

Los embragues de fricción con disco, como ejemplo el de la Figura 1.1, son muy empleados, mecánicamente son sencillos y de fácil mantenimiento. Cuando por motivos de espacio los embragues de disco en seco no se pueden montar un número mayor de discos en seco y en el caso de las motocicletas y algunos modelos de tractores agrícolas, embragues de discos bañados en aceite.

Figura 1.1 Kit de embrague



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.1.3.1.1 Principios de Funcionamiento

El conjunto de embrague está formado por tres subconjuntos. En el primero, tenemos el plato de presión formado por un plato fijo solidario al volante motor y uno móvil que comprime el disco de embrague. El disco está unido mediante un estriado al árbol de entrada de la caja de velocidades (segundo). La compresión del disco es asegurada por medio de muelles helicoidales o un resorte único en forma de diafragma. El accionamiento (tercero) se realiza mediante el

desplazamiento de un cojinete bajo la acción de una horquilla sobre las patillas de mando, dejando libre el disco de embrague de la acción del plato de presión.

Al soltar el pedal de embrague, se va transmitiendo el par motor a través del disco al árbol de transmisión.

El par de transmisión depende del coeficiente de rozamiento, de la presión en contacto, de la superficie en contacto, del diámetro del disco.

El embrague por discos de fricción está formado por los siguientes elementos:

2.1.3.1.2 Disco de Embrague

Es un disco metálico localizado entre el volante motor y el plato de presión. En el centro tiene un orificio estriado en el que engrana el eje primario de la caja de cambios.

La misión del disco de embrague, Figura 1.2, es transmitir el movimiento desde el volante motor, que gira junto al cigüeñal, hasta el eje primario de la caja de cambios.

Figura1.2 Disco de embrague



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

El disco de embrague consta de dos piezas, una que forma parte del exterior en la que se encuentran los forros, y la otra que forma parte del estriado en el que engrana el eje primario de la caja de cambios. La unión de estas dos piezas se realiza mediante muelles que se ubican en ventanas sobre las placas.

2.1.3.1.3 Plato de presión

Es la pieza que oprime el disco de embrague contra el volante motor. Como podemos ver en la Figura 1.3, está constituido por un plato metálico de acero en forma de corona circular unido a la carcasa mediante un dispositivo elástico que oprime el disco de embrague y que a su vez permite el movimiento axial necesario para liberar el disco de embrague y desembragar.

Figura 1.3 Plato de presión



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

Este dispositivo elástico puede ser un diafragma o unos muelles, dependiendo del tipo de embrague y esfuerzos a los que esté sometido y que tenga que soportar. Lógicamente, cualquiera que sea este dispositivo, debe estar

calculado para que la fuerza con la que oprima el plato de presión sea la suficiente para transmitir todo el par motor sin resbalamientos.

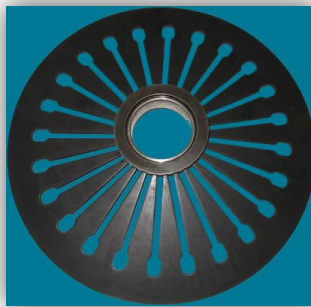
2.1.3.1.4 Resortes elásticos (diafragmas o muelles)

El resorte elástico es el elemento que ejerce la fuerza de empuje al plato de presión, formando un conjunto con este y con la carcasa exterior.

El diafragma, Figura 1.4, es un disco de acero en forma de cono al que se le han realizado unas hendiduras radiales que permiten su acoplamiento. Este sistema es muy usado en embragues de vehículos ligeros debido a la simplicidad del conjunto y a su fácil montaje y desmontaje.

Sus características de presión dependerán esencialmente de su espesor, su conicidad y la longitud de su parte activa.

Figura 1.4 Diafragma



Fuente: <http://www.extremoweb.com.ar/wali/principal.htm>

Otros embragues no montan diafragma, sino que utilizan muelles helicoidales, Figura 1.5, repartidos por la periferia del plato de presión. Los muelles ejercen toda la fuerza de empuje que el embrague necesita para su funcionamiento.

Figura 1.5 Muelles helicoidales



Fuente: http://www.bristilo.cl/Reparacion_prensas.htm

2.1.3.1.5 Carcasa del embrague

Mostrada en la Figura 1.6, sujeta exteriormente al plato de presión, sirve de alojamiento a los resortes elásticos del mismo y protege todos los mecanismos ya nombrados. Está sujeta mediante tornillos al volante motor girando solidaria con él, por lo que también cubre el disco de embrague que permanece en su interior pero sin un contacto directo con el mismo.

Figura 1.6 Carcasa de embrague



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.1.3.1.6 Collarín de empuje

Es la pieza que oprime el centro del diafragma o las placas basculares que separan el plato, consiguiendo despegar el plato de presión y desembragar el vehículo. Está constituido por una pequeña corona metálica que empuja un rodamiento que permite que gire sin dañar el diafragma o las palancas, como se muestra en la Figura 1.7. Una horquilla desplaza todo el conjunto, cualquiera que sea su accionamiento.

Figura 1.7 Collarín de empuje



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.1.3.1.7 Volante de Inercia

El volante de inercia del motor, Figura 1.8, también forma parte del conjunto de embrague. La cara exterior de este, es la superficie donde el disco asienta cuando se ejerce presión a través de la maza. Esta superficie debe estar perfectamente lisa y libre de rayas e irregularidades.

La corona dentada que posee el volante de inercia en su exterior, engrana en el piñón del motor de arranque.

Figura 1.8 Volantes de inercia



Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/high-quality-polished-finish-flywheels-514592751.html>

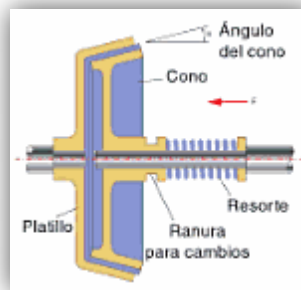
2.1.3.2 Embrague por Conos de Fricción

Los embragues de cono no emplean disco interpuesto.

Estos embragues, como se muestra en la Figura 1.9, disponen de dos piezas troncocónicas, una hembra y otra macho, que se acoplan por una fuerza de empuje, la fricción entre las superficies igualará las velocidades de los ejes.

Este tipo de embrague se ha empleado en camiones y actualmente se emplean en sincronizadores de cajas de cambios manuales y siempre bañados en aceite.

Figura 1.9 Embrague de conos de fricción



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

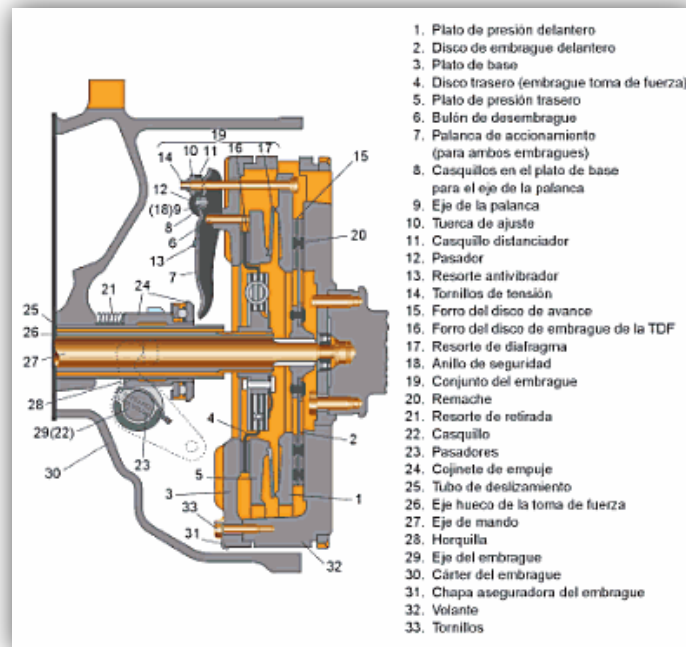
2.1.3.3 Embrague Bidisco

En vehículos de mucha potencia y par motor, las dimensiones del embrague de un solo disco serían demasiado grandes y por ende estos serían muy pesados, lo ideal, es el montaje de dos discos en serie con lo que se reducen las dimensiones y se evitan muchos problemas en la construcción y en el diseño.

En vehículos agrícolas también se emplean embragues bidisco, o un doble embrague; el motivo es la transmisión de la fuerza del motor a una toma trasera o PTF.

El doble embrague se acciona desde el pedal y permite conectar la toma de fuerza sin desembragar la fuerza del motor. El pedal desembraga primero la toma de fuerza y pisando a fondo se desembraga el cambio.

Figura 1.10 Componentes de un embrague bidisco



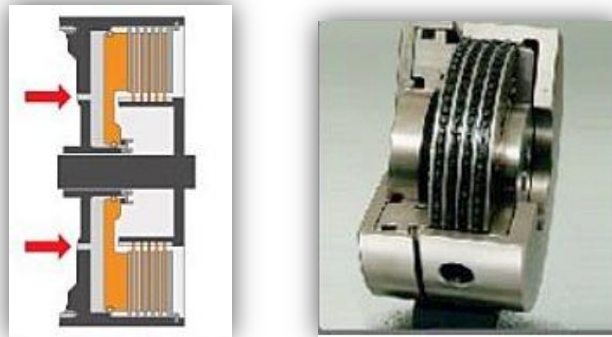
Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.1.3.4 Embrague Multidisco

Los embragues de fricción multidisco bañados en aceite, por su reducido tamaño, son ideales para el montaje en el interior de las cajas de cambios. Los principios de funcionamiento son los mismos que en los embragues en seco, pero hay que tener en cuenta que usan aceite que lubrica y refrigera el conjunto, a la vez que disminuye el rozamiento y aumenta la duración de los discos.

Los discos, representados en la Figura 1.11, se montan intercalando discos de embrague unidos entre sí en una carcasa, por donde se transmite el giro del motor con láminas de acero unidas al árbol primario.

Figura 1.11 Embragues multidisco



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

El bajo coeficiente de rozamiento de los materiales de los discos bañados en aceite es una ventaja en la transmisión del giro, con la cual se ofrece suavidad en las arrancadas y poco mantenimiento. El principal inconveniente es que no pueden transmitir un elevado par motor, ya que el diámetro de los discos suele ser pequeño.

2.1.3.5 Accionamientos de Embrague de Fricción

El accionamiento del mecanismo de embrague de fricción puede realizarse de forma manual, el conductor pisa un pedal; o de forma automática, el conductor no acciona directamente el mecanismo, si no que el accionamiento se realiza de forma automática como ocurre en los cambios secuenciales.

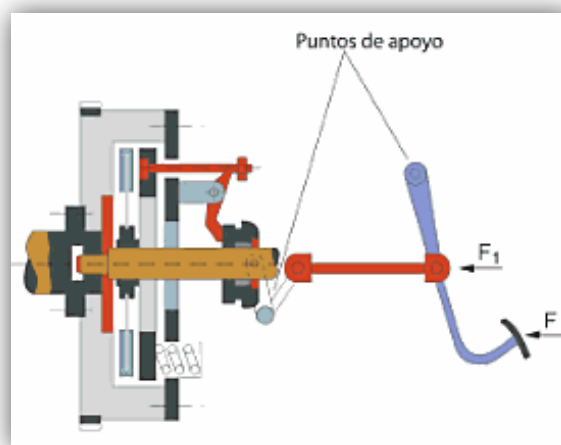
2.1.3.5.1 Accionamiento Manual

El esfuerzo necesario para accionar el mecanismo del embrague se realiza por el conductor, mediante diferentes sistemas de transmisión de fuerzas. En estos accionamientos se emplean varillas, cables y circuitos hidráulicos o neumáticos.

2.1.3.5.1.1 Manual por palancas y varillas

Se utiliza en automóviles y maquinaria agrícola. Como se muestra en la Figura 1.12, la fuerza necesaria para vencer los muelles o el diafragma en el embrague, la realiza el conductor pisando un pedal que a través de varillas y por medio de distintas desmultiplicaciones de palancas consigue multiplicar la fuerza de accionamiento. La fuerza transmitida por el pedal depende de la longitud de las palancas en relación a sus puntos de apoyo.

Figura 1.12 Accionamiento por palancas



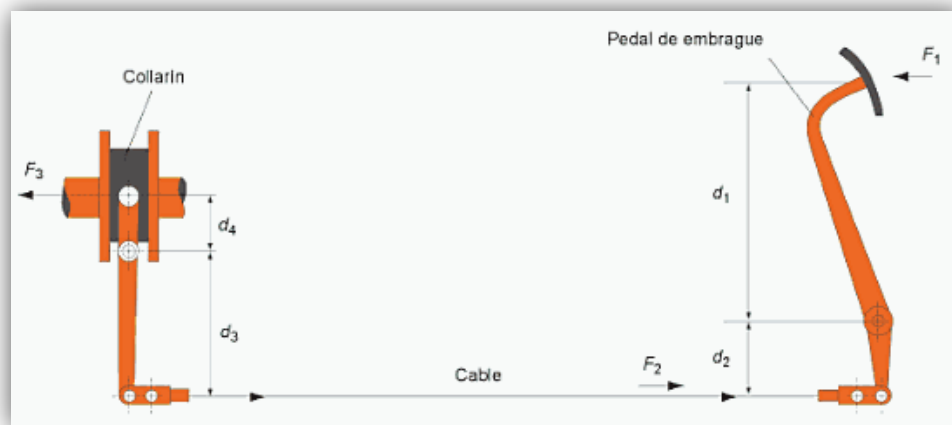
Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.1.3.5.1.2 Manual por Cable

El accionamiento por cable es similar al de palancas y varillas, con menos mantenimiento y más versátil y sencillo. Se utiliza con frecuencia en motocicletas y vehículos ligeros. El accionamiento por cable suprime todo el varillaje por un cable de acero que se desplaza por el interior de una camisa especial.

La fuerza de accionamiento se transmite desde la palanca que acciona el conductor, a través del cable, a la horquilla del embrague, Figura 1.13. Esta fuerza depende de la longitud entre los puntos de apoyo de la palanca y la relación de los puntos de apoyo de la horquilla.

Figura 1.13 Accionamiento por cable y por palancas



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

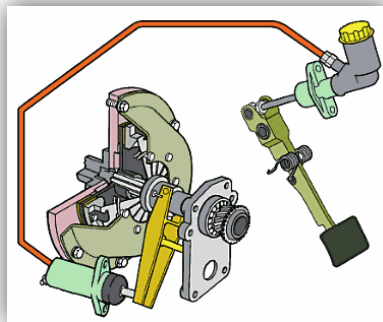
2.1.3.5.1.3 Hidráulico

El accionamiento hidráulico permite realizar grandes esfuerzos en el collarín de empuje, con una pequeña fuerza aplicada en el pedal por el conductor.

Emplea un circuito hidráulico con una bomba que es accionada por el conductor a través del pedal de embrague y que transmite la presión hidráulica al bombín que empuja la horquilla del collarín, Figura 1.14.

La bomba y el bombín se unen por una tubería formando así un circuito hidráulico. La fuerza de accionamiento dependerá de las secciones de los émbolos de la bomba y el bombín y de sus palancas que son el pedal y la horquilla.

Figura 1.14 Accionamiento hidráulico



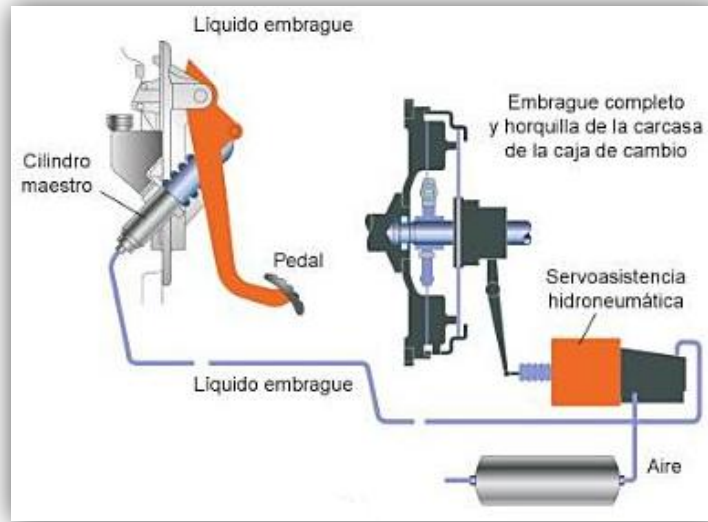
Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.1.3.5.1.4 Hidroneumático

Este tipo de accionamiento se utiliza en vehículos industriales que van provistos de un circuito de aire comprimido. Mezcla un circuito hidráulico que es el que transmite el esfuerzo del conductor al embrague y una servoasistencia

hidroneumática que facilita su accionamiento, Figura 1.15. El servoembrague actúa cuando se alcanza un determinado esfuerzo sobre el pedal.

Figura 1.15 Accionamiento hidroneumático

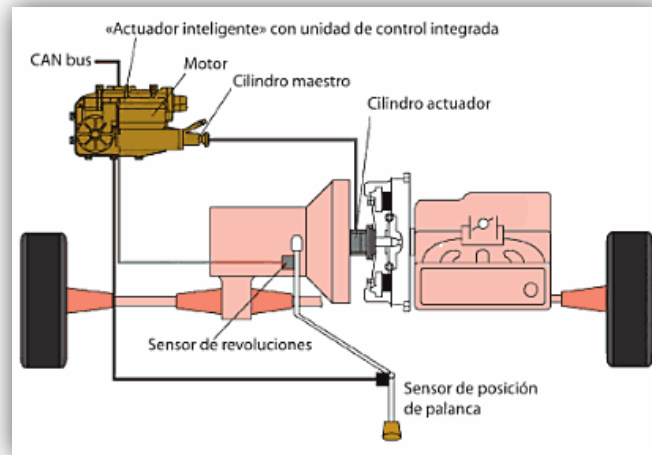


Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.1.3.5.2 Accionamiento automático o pilotado

Este accionamiento combina la velocidad de la electrónica y la fuerza que proporciona la hidráulica, Figura 1.16. Se usa en cajas de cambio manuales convencionales o de tipo secuencial con embrague de fricción. Está compuesto por un actuador inteligente que integra una bomba hidráulica con un motor eléctrico que gestiona un cilindro maestro o cilindro transmisor, que proporciona la presión necesaria en el elemento de accionamiento o cilindro actuador u este realiza el esfuerzo necesario sobre el disco de embrague y de esta manera se elimina la intervención del conductor.

Figura 1.16 Accionamiento automático del embrague



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

Una centralita electrónica de control recibe a través del CAN bus de datos señales de la palanca de cambios, de la velocidad del vehículo, de las RPM del motor y de la forma en que el conductor pisa el acelerador y determina el desembrague y el embrague del cambio, calculando el resbalamiento necesario para que la maniobra del cambio de velocidad se realice de la manera más suave y progresiva posible.

2.1.3.6 Embrague Hidráulico

El embrague hidráulico es un mecanismo automático que permite acoplar y desacoplar el motor de la caja de cambios sin que el conductor actúe sobre mecanismo alguno. El acoplamiento del embrague se realiza a medida que el motor aumenta las RPM. Este tipo de embrague no se puede montar en cajas

de cambios, pues al no poder desacoplarlo a voluntad del conductor, no es posible realizar el cambio de marchas.

Los embragues hidráulicos o convertidores de par se montan con cajas de cambios automáticas en las que no es necesario desacoplar la transmisión para poder cambiar de velocidad.

2.1.3.6.1 Funcionamiento del embrague hidráulico

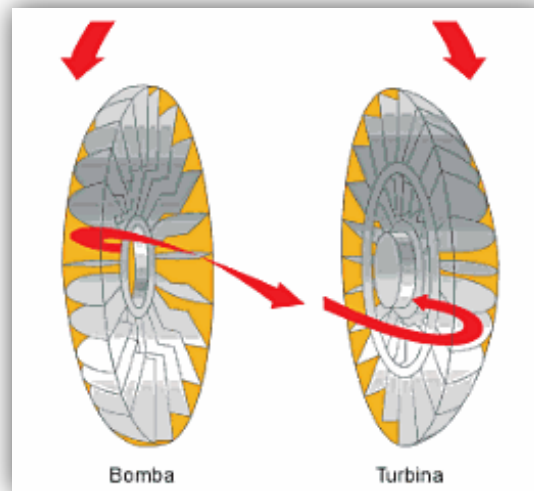
El embrague hidráulico transmite el movimiento y el par motor a través de la fuerza que ejerce la circulación de un fluido entre la bomba y la turbina.

La bomba de embrague está unida al volante de inercia, y la turbina, al eje primario de la caja de cambios formando un conjunto cerrado en el que se encuentra interiormente el aceite.

Al girar el volante de inercia, este transmite el movimiento a la bomba que impulsa el aceite contra la turbina. Cuando las revoluciones de la bomba son bajas, el aceite impulsado choca contra los álabes de la turbina con una fuerza insuficiente para desplazar el vehículo. Si aumentamos las revoluciones del motor, la bomba impulsará el aceite con más fuerza hasta conseguir girar la turbina, al encontrarse engranada al eje de entrada de la caja de cambios, transmitirá el giro y el par motor hasta las ruedas desplazando así el vehículo.

Los álabes de la bomba y de la turbina tienen un diseño que permite al aceite retornar a la bomba una vez impulsada la turbina. Estos forman un torbellino que se hace cada vez mayor a medida que aumenta el número de revoluciones de la bomba, Figura 1.17.

Figura. 1.17 Funcionamiento del embrague hidráulico



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

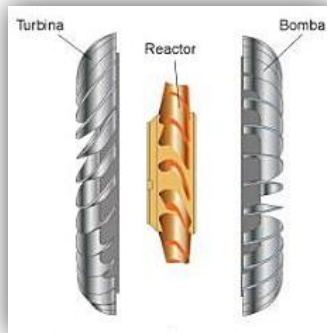
El número de álabes de la bomba es inferior al de la turbina, evitando así las vibraciones que se producirían en el embrague por la interrupción de movimiento del aceite.

2.1.3.7 Convertidor de Par

El convertidor de par es básicamente un embrague hidráulico perfeccionado. Nos permite aprovechar las ventajas del acoplamiento de un circuito hidráulico a presión para mejorar así el rendimiento a cualquier régimen de funcionamiento.

Esta mejora se consigue mediante la incorporación de un elemento denominado Reactor y un diseño especial de los álabes, en forma helicoidal, tanto de la bomba como de la turbina, Figura 1.18.

Figura 1.18 Convertidor de par

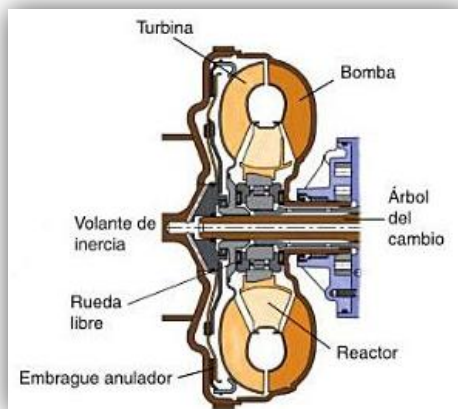


Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

El convertidor de par, Figura 1.19, actúa en dos etapas:

Primera Etapa: en esta etapa el convertidor de par es capaz de multiplicar hasta por tres el par motor que recibe.

Figura 1.19 Diagrama del convertidor de par



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

Segunda Etapa: a medida que aumenta el número de revoluciones, el convertidor de par reduce el factor multiplicador de par motor que desciende hasta valores de 1:1. En esta etapa, el convertidor se comporta como un embrague hidráulico, transmitiendo hasta el 98% del giro del motor, es decir, se produce un 2% de resbalamiento, aproximadamente.

Las ventajas que ofrece el convertidor de par con respecto al embrague hidráulico han generalizado su empleo en todos los modelos equipados con cambio automático.

2.1.3.7.1 Funcionamiento del convertidor de par

El convertidor de par es un mecanismo hidráulico que, dependiendo de las revoluciones a las que gire, actúa como un embrague hidráulico o como un multiplicador de par.

Emplea los principios de funcionamiento del embrague hidráulico. Está formado por un recipiente estanco con aceite en el interior y de los siguientes elementos, Figura 1.20:

- Una bomba impulsora de aceite
- Una turbina receptora de aceite
- Un estator, entre la bomba y la turbina, que canaliza el aceite en el interior

Figura 1.20 Conjunto turbina, reactor y bomba



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

La bomba se encuentra unida al volante de inercia por medio de la carcasa del convertidor de par, girando al mismo número de revoluciones del motor. Esta es la encargada de impulsar el aceite contra la turbina.

La turbina está acoplada al eje de entrada de la caja de cambios. Esta recibe el aceite impulsado por la bomba obligándola a girar.

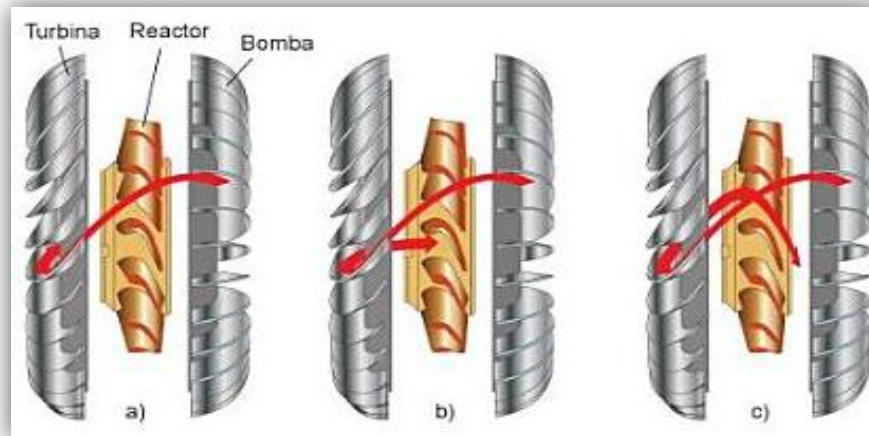
El estator está ubicado entre la bomba y la turbina. Posee un mecanismo de rueda libre que le permite girar libremente.

En el funcionamiento del convertidor de par, Figura 1.21, el aceite, con la fuerza de la bomba, es enviado a los álabes de turbina, dándole así la misma cantidad de fuerza.

Desde la turbina, el aceite se regresa a la bomba logrando mover el estator, el cual se encarga de canalizar el aceite nuevamente a la bomba.

Cuando el número de revoluciones de la bomba aumenta, el aceite, al retornar a la turbina no choca contra el estator y sus funciones quedan anuladas girando libremente.

Figura 1.21 Funcionamiento hidráulico del convertidor de par



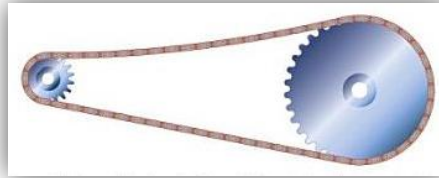
Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.1.3.7.1.1 Funcionamiento en fase de Multiplicador de Par

En las fases de trabajo en que la bomba gira más rápido que la turbina, el convertidor actúa como un embrague desacoplando la entrega de giro del motor a la transmisión, y a medida que se incrementan las revoluciones del motor y la bomba, el convertidor multiplica el par proveniente del motor de una manera similar a la transmisión por piñones y cadena, Figura 1.22.

Gracias al diseño helicoidal de los álabes y a la canalización del retorno del aceite por medio del estator, se evitan choques innecesarios del aceite contra las paredes de la turbina, consiguiéndose así que el aceite retorne con fuerza a la bomba traduciéndose en un par adicional que se suma al que el motor le aplica a la bomba, logrando de esta manera aumentar el par motor.

Figura 1.22 Transmisión de movimiento multiplicando el par



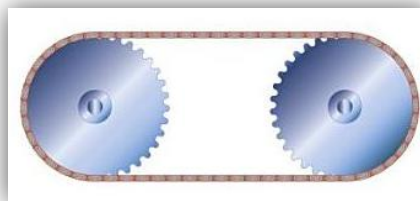
Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

A medida que las velocidades de la turbina y de la bomba se equiparan, este efecto se reduce y el convertidor trabaja como un embrague hidráulico normal, con una relación de transmisión de 1:1.

2.1.3.7.1.2 Funcionamiento como Transmisor de Par

Cuando la bomba gira a altas velocidades, la turbina es impulsada con muy elevada fuerza por el aceite y prácticamente a la misma velocidad que la bomba, en este caso, el convertidor de par es semejante al embrague hidráulico y transmite el par con una relación aproximada de 1:1, Figura 1.23

Figura 1.23 Transmisión de movimiento 1:1



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.1.3.7.2 Alimentación de aceite para el Convertidor de Par

La alimentación de aceite del convertidor de par se realiza continuamente a través de un circuito hidráulico alimentado por una bomba de engranajes.

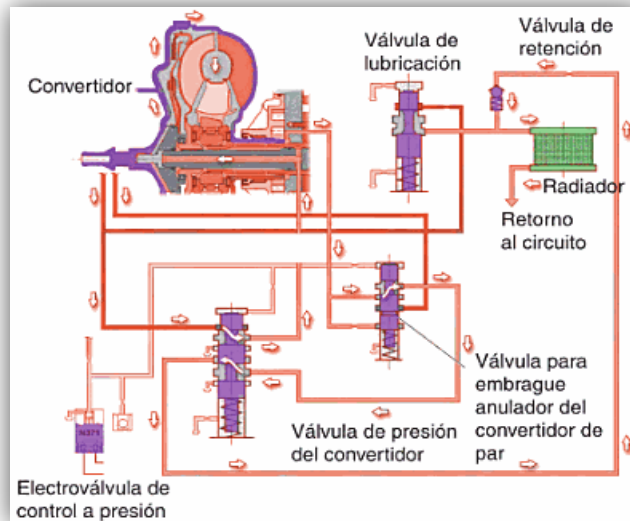
Este circuito refrigera el aceite a través de un intercambiador de calor refrigerante-aceite, como se muestra en la Figura 1.24.

La presión hidráulica se controla por unas electroválvulas, a través de la unidad de control del cambio que gestionan el embrague anulador y el convertidor de par.

Para la regulación se recurre a los siguientes parámetros:

- Régimen y par del motor
- Régimen de la turbina
- Régimen de salida
- Temperatura
- Régimen de marcha

Figura 1.24 Alimentación de aceite al convertidor de par y radiador de enfriamiento



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.1.3.7.3 Embrague Anulador del Convertidor de Par

El convertidor de par trabaja según la diferencia de velocidades entre la bomba y la turbina. Esta diferencia está regida por el patinaje del convertidor.

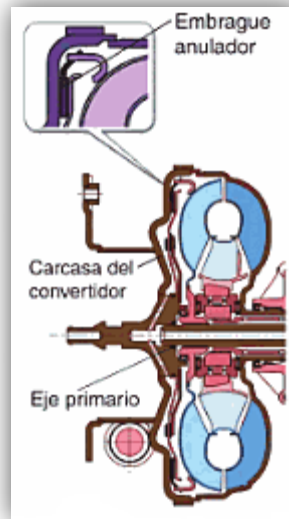
El embrague anulador elimina el patinaje del convertidor de par de una forma regulada, de tal manera que puede ser accionado en cualquier marcha, a cualquier régimen y a partir de una determinada temperatura de funcionamiento que es de aproximadamente 40°C.

Consiste en un embrague de fricción unido al arrastre de fuerza, que transmite el movimiento al convertidor desde su carcasa, Figura 1.25. Tiene tres estados de funcionamiento, los cuales son:

- Embrague abierto
- Embrague en ciclo de regulación
- Embrague cerrado

Al cerrar el embrague anulador se transmite el par del motor íntegro sobre la rueda de la turbina, se anula el convertidor, ganando el 2% de resbalamiento.

Figura 1.25 Embrague anulador del convertidor de par



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.2 CAJA DE CAMBIOS MANUAL

2.2.1 CAJAS DE CAMBIOS MANUAL

La caja de cambios es un conjunto mecánico que se intercala entre el embrague y el diferencial, capaz de transmitir y transformar el par motor, manteniéndolo en el régimen óptimo; de tal manera que el vehículo sea capaz de subir y bajar pendientes, parar o invertir el sentido de giro de las ruedas, adaptando la velocidad según las distintas condiciones de marcha.

En las cajas de cambio manuales, el conductor selecciona la velocidad inicialmente y según las necesidades de la marcha, cambian a otras velocidades manualmente.

En las cajas de cambio automáticas, una vez seleccionada la velocidad por el conductor, el cambio se encarga automáticamente de realizar el cambio de las distintas velocidades.

2.2.2 MISION DE LA CAJA DE CAMBIOS

La caja de cambios permite al conductor seleccionar la velocidad apropiada, según las necesidades de conducción, y realizar el cambio en el momento que se desee. Es capaz de invertir el giro de salida del motor y hace posible la marcha hacia atrás.

La caja de cambios permite aprovechar al máximo la potencia del motor, actuando en ciertas ocasiones como un reductor de las revoluciones del motor.

Como consecuencia de transformar las revoluciones de salida del motor el par aumenta o disminuye en la misma proporción.

Si un vehículo no equipase caja de cambios, y las revoluciones del motor se transmitiesen directamente a las ruedas, para desplazarse, el par motor, debería superar el par resistente de las ruedas. Con el empleo de la caja de cambios se consigue adaptar la velocidad del vehículo al número de revoluciones del motor más adecuadas para el funcionamiento.

2.2.3 RELACIONES DE TRANSMISIÓN Y VELOCIDADES

La multiplicación o desmultiplicación de las revoluciones del motor en la caja de cambios se consigue mediante trenes de engranajes engranados entre sí.

La relación de transmisión depende del número de dientes de la rueda conductora y del número de dientes de la rueda conducida, es decir:

$$Rt = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Rt= Relación de transmisión

Z_1 = Dientes de la rueda conductora

Z_2 = Dientes de la rueda conducida¹

¹ Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

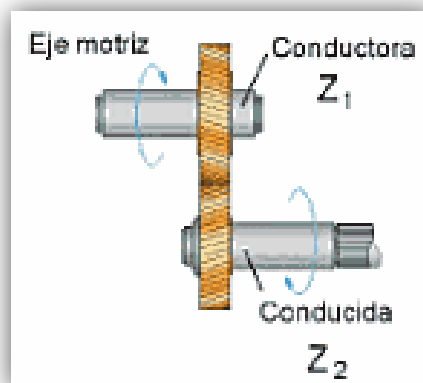
Figura 2.1 Trenes de engranajes de una caja de cambios manual



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

Cada marcha de la caja de cambios tiene una relación de transmisión y esta depende de las ruedas dentadas que intervengan en esa marcha y el número de dientes de cada uno.

Figura 2.2 Rueda conductora y rueda conducida



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.2.3.1 Escalonamiento del cambio

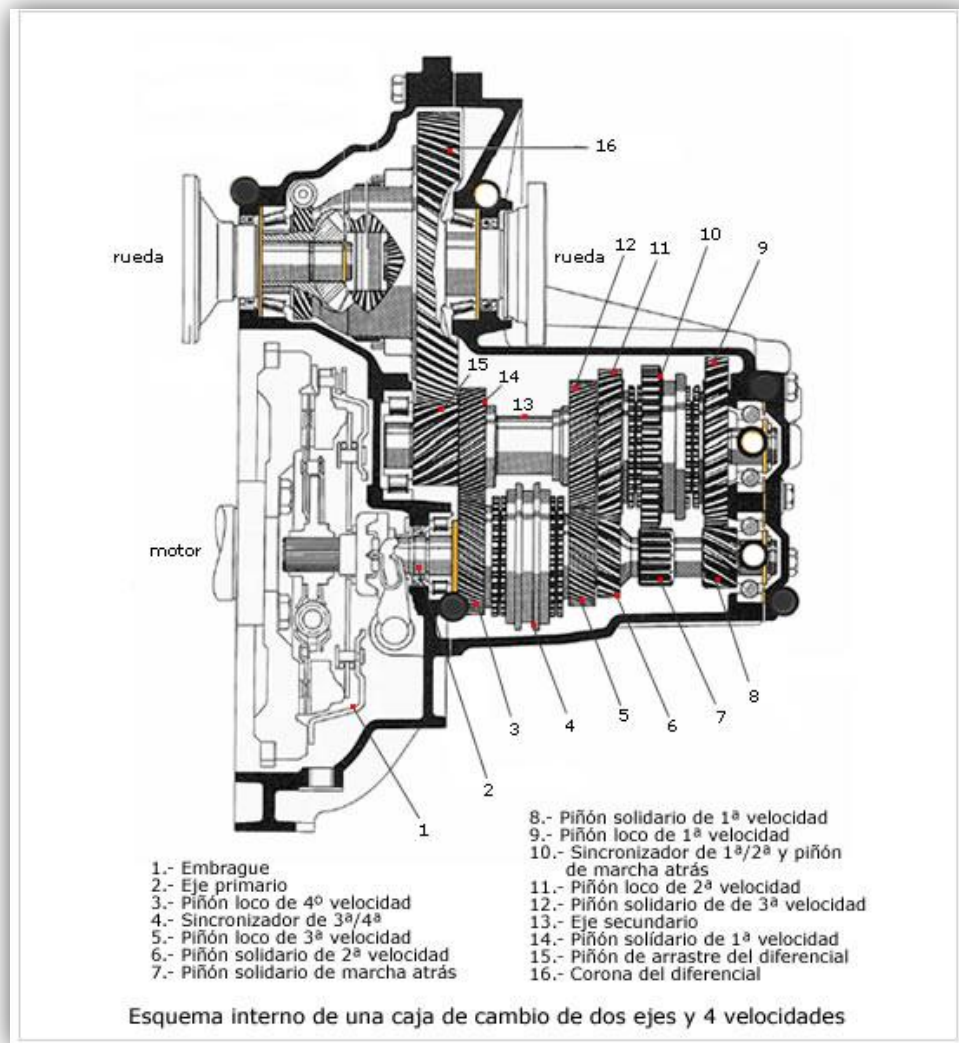
El momento de cambiar la velocidad del vehículo es una decisión del conductor dependiendo de las necesidades de velocidad, carga de vehículo, superación de pendientes, etc. Analizando el diagrama de velocidades, se puede determinar el momento idóneo que permita conseguir el máximo rendimiento del vehículo y un consumo óptimo de combustible.

Una conducción adecuada y equilibrada en potencia y consumo permite una oscilación del 20% de las revoluciones en cada velocidad.

2.2.4 CONFIGURACIÓN DE LA CAJA DE CAMBIOS

La caja de cambios es un conjunto mecánico formado por ejes paralelos con ruedas dentadas que giran sobre rodamientos. Uno de los ejes normalmente tiene talladas las ruedas dentadas y en el otro giran libremente. Las cajas disponen de un mecanismo para enclavar las ruedas que giran libremente llamado sincronizador. El conductor desplaza la palanca de cambios y mediante un sistema de varillas y cables o neumáticamente mueve una horquilla y enclava el piñón que gira con su eje, consiguiéndose de este modo las distintas velocidades que disponga la caja.

Figura 2.3 Esquema interno de una caja de cambios de dos ejes y 4 velocidades



Fuente: <http://erick-reno10.blogspot.com/2010/10/transmision-manual.html>

Con la incorporación de engranajes helicoidales se desarrolló un sistema que permite realizar un cambio de relación sin tener que desplazar los piñones; a este diseño se lo denomina caja de toma constante sincronizada.

Estos elementos antes mencionados van alojados dentro de una carcasa con aceite para lubricar los distintos mecanismos, esta se encuentra sellada y hermetizada para impedir la pérdida de aceite.

A continuación estudiaremos los componentes de las distintas cajas de cambios según el sistema de transmisión empleado.

2.2.4.1 Cajas de cambio para tracción delantera

Las cajas de cambio para tracción delantera montan el diferencial y el grupo reductor en el mismo conjunto.

Las cajas de cambios disponen de dos o tres ejes, un eje primario que reciben el giro del embrague y uno o dos secundarios que transmiten el giro al grupo reductor y al diferencial.

Todas las ruedas dentadas se encuentran engranadas entre sí, excepto la marcha hacia atrás formando pares de engranajes que dan lugar a diferentes relaciones de transmisión.

Estos cambios pueden llevar un tren de engranajes fijo y otro con piñones que giran libremente hasta que se selecciona la velocidad deseada.

El principio básico de funcionamiento de la caja de cambios manual es el siguiente:

El conductor, desde el habitáculo, acciona una palanca que mediante un mecanismo empuja en el interior de la caja la corona desplazable del sincronizador, que fija el piñón o rueda dentada al eje. De este modo, se transmite el giro de un eje al otro y se produce una relación de transmisión, que depende del número de dientes de cada rueda dentada.

Figura 2.4 Caja de Cambios para motor transversal



Figura 2.5 Caja de cambios para motor longitudinal



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.2.4.2. Cajas de cambios para tracción trasera o tracción total:

La caja forma un conjunto independiente que acopla en su salida al árbol de transmisión de los vehículos 4x2 o la caja de transferencia en los vehículos 4x4. El giro entra y sale en la misma dirección, lo que obliga a disponer de un eje intermediario. El eje primario es el más corto de los ejes, solamente se encarga de transmitir el movimiento desde el disco de embrague hacia el tren intermediario o piñón de toma constante.

El eje intermediario dispone de los piñones que actúan de conductores en las relaciones de transmisión, están fijos y mecanizados en el mismo eje.

En el eje secundario se encuentran los piñones que giran libremente, los sincronizadores y el piñón de marcha atrás, este último se forma con tres piñones de dientes rectos, uno en el eje intermediario otro en el secundario y por último otro que gira libremente llamado piñón inversor.

Tabla 2.1 Relaciones de transmisión para el Grand Vitara SZ

VELOCIDAD	RELACION DE TRANSMISION
1°	4,545
2°	2,354
3°	1,693
4°	1,241
5°	1,000
MARCHA ATRÁS	4,431

Fuente: www.chevrolet.com.ec

2.2.5 ELEMENTOS CONSTITUYENTES

Las cajas de cambios forman un conjunto mecánico que está adaptado a las necesidades del vehículo, tanto en la calidad de los materiales como en la robustez y precisión de montaje. Los elementos principales que forman las cajas de cambios son:

- Ruedas dentadas.
- Rodamientos.
- Retenes.
- Sincronizadores.
- Mecanismos de posicionamiento y enclavamiento de las velocidades.

2.2.5.1 Ruedas dentadas

La pareja de ruedas dentadas engranadas entre sí se conoce como engranaje; en la transmisión del giro, una de ellas es la conductora y la otra, conducida.

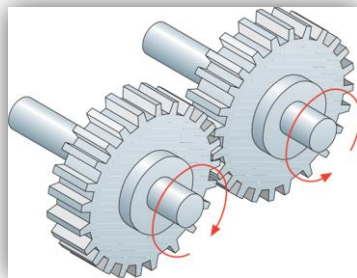
Las ruedas dentadas pueden ser con dientes rectos o helicoidales.

2.2.5.1.1 Dentado recto

Los dientes y vanos se tallan paralelos a las generatrices y al eje de las ruedas. Las características de los dientes rectos, Figura 2.6, son las siguientes:

- La circunferencia primitiva es la circunferencia imaginaria en la que se efectúa la tangencia entre dientes. El diámetro de la circunferencia primitiva se denomina diámetro primitivo
- El paso circular es la distancia entre un diente y un vano consecutivo medido sobre la circunferencia primitiva. Para que dos ruedas puedan engranar deben tener el mismo paso circular
- El módulo es la relación entre el diámetro primitivo en milímetros y el número de dientes. Para que dos ruedas engranen entre sí deben tener el mismo módulo. Los módulos de los piñones están normalizados al igual que los pasos de las roscas

Figura 2.6 Piñones de dientes rectos



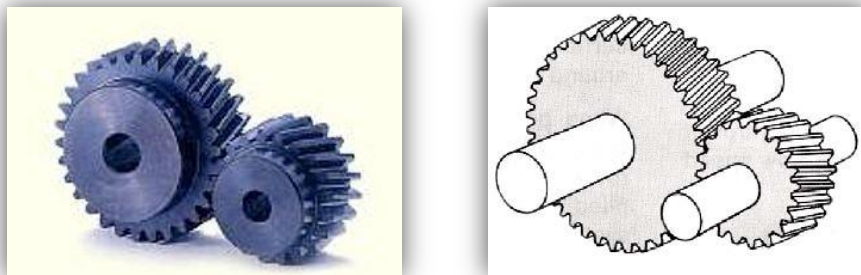
Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.2.5.1.2 Engranajes helicoidales

En los engranajes helicoidales, Figura 2.7, los dientes están tallados en forma de hélice. Estos son utilizados por casi todas las cajas de cambios, la excepción está en la marcha hacia atrás.

El funcionamiento de los dientes de los engranajes con dientes helicoidales es más suave y silencioso que en los engranajes con dientes rectos. Los engranajes helicoidales general esfuerzos axiales que los rodamientos tienen que soportar. Para definir sus características hay que considerar los tres pasos que tienen: paso circunferencial, paso normal y paso helicoidal y los dos módulos: el módulo circunferencia y el módulo normal.

Figura 2.7 Engranajes helicoidales







Fuente: <http://maquinariaautomotriz.blogspot.com/2012/11/tipos-de-engranajes-y-conjuntos>

2.2.5.2 Rodamientos

Para permitir el giro de los ejes sobre sus alojamientos estos se montan sobre rodamientos, estos reducen el rozamiento y el desgaste facilitando el giro y alargando periodos de mantenimiento en las cajas de cambio.

Los tipos de rodamientos más empleados en las cajas de cambio son de bolas, de rodillos cilíndricos, cónicos y de agujas.

Tabla 2.2 Tipos de rodamientos

RODAMIENTOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	ESFUERZOS	GRÁFICO
RODAMIENTOS DE BOLAS	Altas velocidades de giro Soportan cargas medias radiales	Soportan cargas axiales muy pequeñas	Radial y axial	
RODAMIENTOS DE RODILLOS CILÍNDRICOS	Soportan grandes cargas radiales	No permiten cargas axiales	Radial	
RODAMIENTOS DE AGUJAS	Se pueden montar con poca diferencia de metros entre ejes Los propios ejes pueden hacer de pista	Soportan grandes cargas radiales pero no permiten cargas axiales	Radial	
RODAMIENTOS DE RODILLOS CÓNICOS	Soportan grandes cargas axiales y radiales	Necesitan un reglaje de precarga en el montaje	Radial y axial	

Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.2.5.3 Retenes

En el interior de la caja de cambios se encuentra el aceite de engrase de los mecanismos, para evitar pérdidas entre la unión de los ejes y los rodamientos se montan anillos tóricos y retenes.

Los retenes, Figura 2.8, se fabrican con caucho sintético sobre una carcasa metálica que configura el diámetro exterior. El diámetro interior se forma por medio de un muelle y labio anular de goma que impide la pérdida de aceite.

Algunos retenes tienen sentido de montaje y giro el cual es indicado mediante una flecha que se encuentra en el retén.

Figura 2.8 Retén



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.2.5.4 Sincronizadores

Es el mecanismo más característico y específico de las cajas de cambios, estos se encargan de igualar las velocidades de los piñones y sus ejes evitando así que rasquen las velocidades al cambiar de marcha.

Las primeras cajas de cambios no incorporaban estos dispositivos y para seleccionar una velocidad el piñón se desplazaba y engranaba con su pajera del otro eje fijo. Las ruedas dentadas tenían que ser de dientes rectos al engranar una rueda con la otra, si las velocidades entre ejes no eran iguales, rascaban. La sincronización se realizaba a oído mediante doble embrague o con el vehículo parado.

La incorporación de cajas de cambios con ruedas helicoidales y toma constante, no permite desplazar los piñones como en la de dentado recto. Un piñón de la pareja del engranaje gira libre en su eje y el mecanismo sincronizador iguala las velocidades y enclava el piñón con su eje.

El conjunto sincronizador está formado por el collarín desplazado que es movido por la horquilla de selección desde la palanca selectora de velocidades del puesto de conducción.

Los anillos sincronizadores se encuentran entre el cono del piñón y el collarín desplazable. Cuando se intenta seleccionar una velocidad el mecanismo del sincronizador empuja el anillo sincronizador que roza con el cono de la rueda dentada y la frena igualando las velocidades de los dos ejes lo que permite el engranaje suave del collarín con el estriado de la rueda e introducir de este modo una velocidad en la caja de cambios. Existen muchos tipos y modelos de sincronizadores pero todos tienen un principio de funcionamiento general, frenan el piñón que gira libre y más rápido a través de frenos y embragues de cono.

Figura 2.9 Despiece parcial de un sincronizador



Fuente: <http://auto-mecanico.blogspot.com/>

2.2.5.5 Mecanismos de posicionamiento y enclavamiento de las velocidades

En las cajas manuales la selección de las velocidades con su relación de transmisión se realizan por el conductor del vehículo mediante la palanca de cambios, esta palanca desplaza un mecanismo de varillas que llevan ancladas las horquillas que acoplan en los collarines de los sincronizadores.

El desplazamiento de la palanca en la dirección adecuada ocasiona el desplazamiento de una varilla y su horquilla, la cual al estar abrazada por el collarín del sincronizador engrana la velocidad.

2.2.5.5.1 Dispositivos que impiden la selección de dos velocidades

Las cajas de cambio manuales disponen de un sistema o mecanismo que evita que una vez seleccionada una velocidad otra pueda engranarse, ya que si esto ocurriera, los mecanismos de la caja se bloquearían o podrían llegar a romperse.

Mecánicamente es imposible el funcionamiento con dos relaciones de transmisión al mismo tiempo y para evitar que se engranen dos velocidades a la vez se interponen calas o bolas entre las varillas. Al desplazarse una varilla para que entre una velocidad, la holgura de la bola en la ranura de la varilla permite su desplazamiento, y esta a su vez, deja enclavadas las restantes varillas lo cual impide su movimiento hasta que no vuelva la varilla engranada a su posición neutra.

Todas las varillas de la caja están interrelacionadas entre sí con dispositivos que actúan entre las varillas e impiden que con una velocidad específica seleccionada, se pueda mover otra varilla y engrane otra velocidad al mismo tiempo.

2.2.6 MANTENIMIENTO DE LAS CAJAS DE CAMBIOS MANUALES

El principal mantenimiento de las cajas de cambio manuales es la sustitución del aceite y el control de su nivel.

Las cajas necesitan de aceite para lubricar los rodamientos, las ruedas dentadas y los sincronizadores, es decir, todos los mecanismos interiores de las mismas.

El aceite que se emplea en la mayoría de las cajas de cambios varía desde las viscosidades SAE 60 hasta las SAE 90.

Cuando se sustituya el aceite, se deberá recurrir a las recomendaciones del fabricante respetando cantidades y periodos de cambio.

Para el caso del Grand Vitara SZ, el período de cambio de aceite de transmisión manual, es de 20000 km.

2.2.6.1 Procedimiento de cambio de aceite de caja

Instrucciones paso a paso para completar los procedimientos del cambio de aceite de caja.

- Calentar el aceite de transmisión dejando el motor en neutro o conduciendo el vehículo.
- Elevar el vehículo, verificando que éste esté nivelado y estable.
- Hacer una inspección visual verificando posibles pérdidas de aceite de transmisión.
- Ubicar la posición del tapón de drenaje de aceite y remover cualquier cubierta de protección si es necesario.
- Seleccionando la llave adecuada, aflojar el tapón sin retirarlo.
- Ubicar debajo de la transmisión, una bandeja de drenado de gran diámetro.
- Limpiar el tapón de aceite y removerlo totalmente.
- Mientras el aceite está drenando, limpiar el tapón de aceite y verificar el estado de la arandela. Si es necesario, cambiarla.
- Volver a colocar el tapón de aceite en su lugar y, en lo posible, ajustar con la llave de torque para verificar su ajuste correcto.

- Verificar fluido y cantidad correcta para el vehículo que se está cambiando el aceite de caja.
- Limpiar el pico de la bomba de llenado con una toalla de papel para evitar contaminación en el aceite nuevo.
- Usar la bomba de llenado para colocar el aceite nuevo en el agujero de llenado.
- Detenerse un par de segundos después de cada bombeo para permitirle al aceite fluir hasta el fondo de la caja.
- Detenerse cuando el aceite alcance el fondo o base del agujero del tapón de llenado o, si es el caso, en la varilla de medición, hemos alcanzado la marca “Frío”.

2.2.7 DIAGNOSTICO DE AVERÍAS

Las averías más importantes se producen por la falta de lubricación, por rotura de órganos mecánicos y por desgaste de piezas, ya sea por mal uso o por desgaste en funcionamiento.

En la siguiente página, en la tabla 2.3 se encuentra una lista con averías que se pueden producir en una caja de cambios manual.

Tabla 2.3 Diagnóstico de averías de una caja de cambios manual

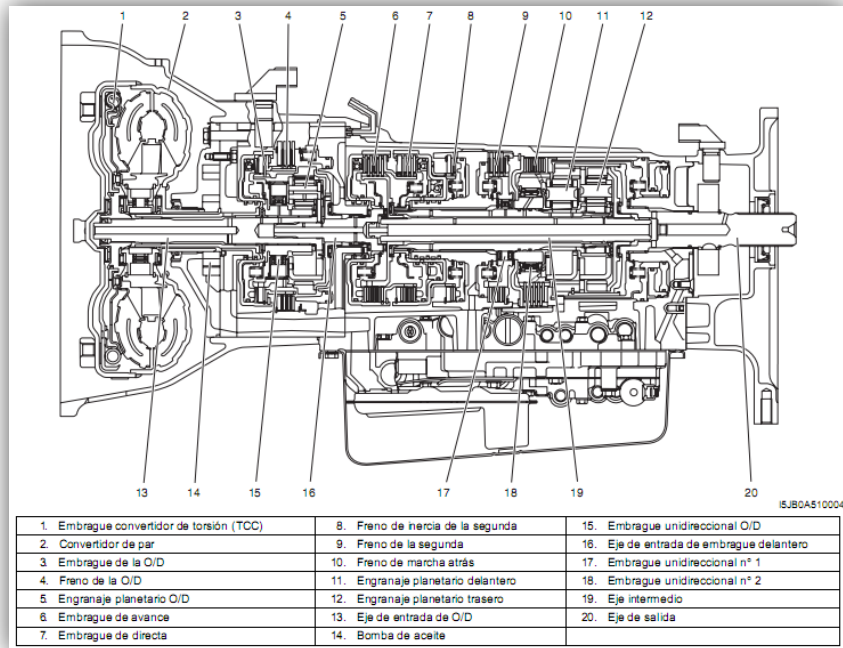
SINTOMA	CAUSA	REVISAR O SUSTITUIR
RUIDOS EXTRAÑOS	<ul style="list-style-type: none"> Holgura excesiva de los engranajes Rodamientos desgastados Anillos sincronizadores deteriorados Falta de aceite 	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar los engranajes Revisar los rodamientos y elementos sometidos a desgastes con medidas fuera de cota del fabricante Verificar nivel de aceite
RASCAN TODAS LA VELOCIDADES AL SELECCIONARLAS	<ul style="list-style-type: none"> Embrague en mal estado o mal regulado Dispositivo de selección defectuoso o mal reglado 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar embrague y sistema de accionamiento Comprobar en mecanismo de selección de la caja
RASCA UNA VELOCIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Sincronizador de dicha velocidad desgastado 	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar sincronizador
SE SALE UNA VELOCIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Muelle fiador roto o desgastado Ranura de la varilla desgastad Holgura excesiva entre la horquilla y el cubo del sincronizador 	Verificar los muelles, la ranura de la varilla y la holgura entre la horquilla y el cubo o carrete desplazable
DUREZA EN LA SELECCIÓN DE LAS VELOCIDADES	<ul style="list-style-type: none"> Suciedad en el cambio Varilla en mal estado Desgaste en las horquillas y cubos sincronizadores 	Limpiar el cambio y verificar las varillas y las horquillas

Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.3 CAJA DE CAMBIOS AUTOMATICA

Para transformar el par y obtener las distintas velocidades, las cajas automáticas emplean trenes epicicloidales. El cambio de una velocidad a otra se logra liberando un elemento del tren epicicloidal mediante conjuntos de embragues. Las cajas de cambios automáticas emplean el convertidor de par como embrague entre el motor y la caja de cambios. El cambio de velocidades se consigue sin necesidad de interrumpir la transmisión de fuerza del motor. La gestión para la selección de velocidades, se realiza de manera electrónica, empleando captadores de parámetros que afectan al cambio y un módulo electrónico los procesa y comanda el circuito hidráulico de los frenos y embragues interiores de la caja.

Figura 3.1 Caja de cambios automática con gestión electrónica



Fuente: Chevrolet

El cambio automático combina los circuitos electrónicos, hidráulicos y mecánicos, el resultado es un conjunto completo que dispone de los circuitos antes mencionados interrelacionados entre sí.

El circuito electrónico dispone de captadores (temperatura de cambio, revoluciones por minuto de entrada y de salida del cambio, posición del acelerador, etc.), y un módulo electrónico. Este módulo recibe las señales eléctricas de los captadores y de los otros módulos del vehículo por medio de la red CAN BUS. Las señales son procesadas para activar con señales eléctricas las electroválvulas de los circuitos hidráulicos, que a su vez, accionan los frenos y los embragues.

El circuito hidráulico dispone de todos los elementos de un circuito (bomba de presión, electroválvulas, válvulas limitadoras de presión, cilindros actuadores, entre otros) y se encarga de lubricar todas las partes móviles de la caja y manda el caudal de aceite que necesita el convertidor de par, además, actúa sobre los émbolos de los embragues y los frenos de los trenes.

El conjunto mecánico es el encargado de transmitir y transformar el par motor. Emplea, entre otros, trenes epicicloidales, rodamientos, frenos y embragues de discos y cinta bañados en aceite, ruedas libres.

2.3.1 ELEMENTOS CONSTITUYENTES

El principal elemento del cambio automático es el tren epicicloidal. El resto de elementos que disponen las cajas pueden considerarse colaboradores del tren epicicloidal, ya que ayudan a que éste funcione.

Las cajas automáticas están formadas de los siguientes elementos:

- Trenes epicicloidales
- Frenos y embragues
- Rueda libre
- Dispositivo de aparcamiento
- Bomba de aceite
- Turbina del convertidor de par
- Reactor del Convertidor
- Carcasa y bomba del Convertidor
- Satélites y planetas
- Árbol de salida de transmisión
- Regulador centrífugo
- Enclavamiento para P (parking)
- Mando de frenos
- Caja de válvulas
- Sensores
- Centralita electrónica

2.3.1.1 Trenes epicicloidales

Es un mecanismo formado por engranajes epicicloidales y su misión es la de formar las relaciones de transmisión de cada velocidad, sustituyen a las parejas de ruedas dentadas de las cajas manuales.

La transmisión que se realiza con un tren epicicloidal es más versátil y dispone de más relaciones de transmisión que en las transmisiones realizadas con pares de ruedas dentadas.

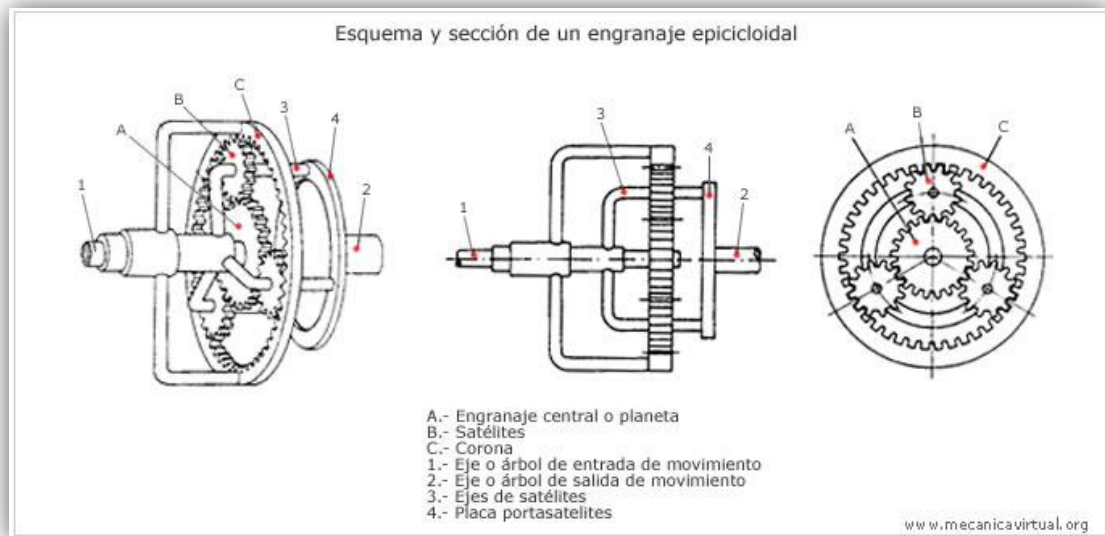
Los trenes epicicloidales ofrecen las siguientes ventajas:

- Permiten realizar varias relaciones de transmisión, según se frene o se accione un componente del tren.
- Son capaces de invertir el sentido de giro de transmisión.
- Con ellos, no es necesario cortar la salida de fuerza del motor para realizar el cambio de velocidad.

2.3.1.1.1 Constitución de los trenes epicicloidales

Están constituidos por un eje de accionamiento, un piñón central y sobre este se sitúan los satélites, los cuales giran sobre su eje. Una placa une todos los ejes de los satélites y transmiten el giro por el eje portasatélites. Los satélites engranan sobre una corona con un dentado interior formando un conjunto de engranajes con tres elementos, piñón planetario con su eje de accionamiento, piñones satélites y eje de la placa portasatélites, corona con dentado interior y eje de accionamiento.

Figura 3.2 Esquema y sección de un engranaje epicicloidale



Fuente: <http://www.transpart.com/7.html>

2.3.1.1.2. Relaciones de transmisión de un tren epicicloidal

Para poder calcular las velocidades de salida y las relaciones de transmisión se debe tomar en cuenta el número de dientes del planetario y el número de dientes interiores de la corona. La fórmula de Willys relaciona las velocidades y el número de dientes de los elementos, así:

$$n_2 = \frac{Z_2}{Z_2 + Z_1} \cdot (Z_2 \cdot n_3 + Z_1 \cdot n_1)$$

Dónde:

n_1 = número de rpm del planetario

n_2 = número de rpm del portasatélites

n_3 = número de rpm de la corona

Z_1 = número de dientes del engranaje principal

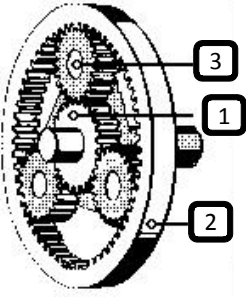
Z_2 = número de dientes interiores de la corona

Z_3 = número de dientes del planetario²

² Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.3.1.1.2.1 Formulas para cuando uno de los piñones se encuentra frenado

Tabla 2.4. Fórmulas de piñones frenados

TREN EPICICLOIDAL	FIJO	ENTRADA	SALIDA	RELACION DE TRANSMISIÓN
	1	3	2	$Rt = \frac{1}{1 + \frac{Z_1}{Z_2}}$
	1	2	3	$Rt = 1 + \frac{Z_1}{Z_2}$
	2	1	3	$Rt = 1 + \frac{Z_2}{Z_1}$
Enganaje Principal = 1	2	3	1	$Rt = \frac{1}{1 + \frac{Z_2}{Z_1}}$
Corona = 2	3	1	2	$Rt = -\frac{Z_2}{Z_1}$
Planetarios = 3	3	2	1	$Rt = -\frac{Z_1}{Z_2}$

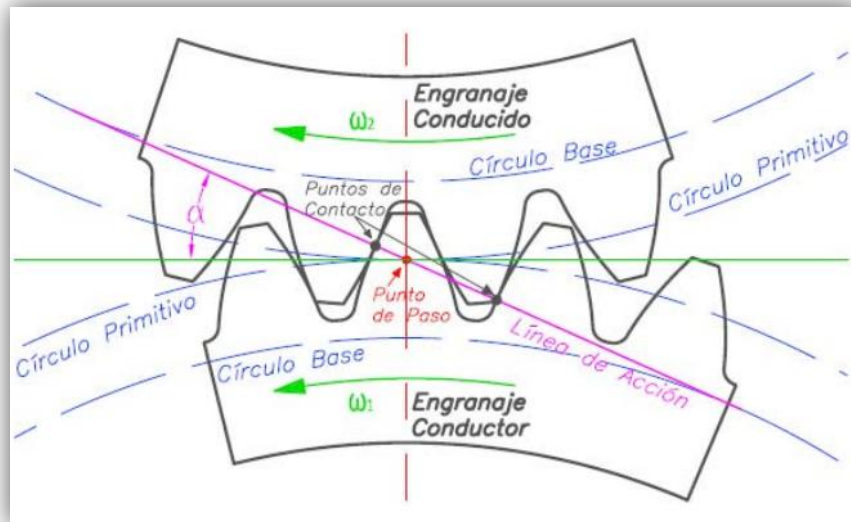
Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.3.1.1.3 Leyes de engranajes

Los perfiles de dientes de engranajes se diseñan para que la relación de velocidades angulares sea constante. Si esto no llegara a cumplirse, se generarían vibraciones muy serias, incluso en bajas velocidades. Normalmente se utilizan perfiles de envolvente para satisfacer esta condición, Figura 3.3, cumpliéndose lo siguiente:

- La posición del punto de paso, punto tangente a los círculos primitivos de un par de engranajes acoplados, permanecerá constante para una relación constante de velocidades.
- El punto de contacto que se genera entre dos perfiles conjugados se desplazará, conforme gire el engranaje, siguiendo la trayectoria de una línea normal a la tangente común a esos perfiles. Esta línea, que además es tangente a ambos círculos bases y pasa por el punto de paso se denomina línea de acción.
- Las fuerzas que se generan en el punto de contacto, en cualquier instante, tendrán la misma dirección que la línea de acción, formando un ángulo con la línea tangente a las circunferencias primitivas denominado ángulo de presión (α).

Figura 3.3 Línea de acción, punto de paso y ángulo de presión de engranajes



Fuente: <http://fundamentosdemaquinaswmn.blogspot.com/2010/08/kaolskaoskao.html>

2.3.1.2 Frenos y embragues

Son dispositivos empleados para frenar o liberar algún elemento del tren epicycloidal. Los frenos más empleados son de cinta y de discos.

2.3.1.2.1 Frenos de cinta

Permiten abrazar diámetros de gran tamaño. El sistema, Figura 3.4, consta de un tambor rodeado por una cinta de acero, con curvatura igual a la del tambor, con un forro de fricción de elevador coeficiente de rozamiento, similar al empleado en los discos de embrague, adherido en el interior.

Sin accionamiento el tambor gira libremente, cuando el émbolo hidráulico recibe presión, tensa la cinta y frena el tambor.

El inconveniente de este sistema es que la fuerza que ejerce el émbolo hidráulico provoca esfuerzos radiales sobre la carcasa del cambio.

Figura 3.4 Freno de cinta



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios8.htm>

2.3.1.2.2 Frenos de discos

Está compuesto por dos tipos diferentes, exteriores que se apoyan en la carcasa de cambio e interiores unidos al componente del cambio al frenar.

Los discos interiores están formados por forro de fricción pegado, compuesto por celulosa, material plástico altamente resistente y resinas fenólicas, mientras que los discos exteriores son de acero sin forro de fricción.

Ambos discos están entrelazados y giran libremente. Cuando el sistema es accionado, el aceite empuja el émbolo de accionamiento y al comprimir los discos estos se frenan y el componente del cambio queda retenido. Al cesar la presión de aceite, el resorte del platillo empuja el émbolo liberando los discos de presión.

El aceite de la caja, en el que están bañados los discos, los lubrica y refrigera evitando los recalentamientos.

2.3.1.2.3 Embragues de discos

Son elementos de mando que permiten la unión entre dos elementos cuando son accionados. Su constitución es similar a los frenos de discos.

En los embragues el aceite accede al émbolo de mando por la ranuras. Estos canales se encuentran sellados por juntas. Los embragues se emplean para transmitir el par entre trenes o dos elementos del mismo tren.

2.3.1.2.4 Cruce entre velocidades

El cambio automático permite acoplar con carga de fuerza del motor las velocidades, a cada velocidad le corresponde un embrague o freno que se encarga de transmitir la fuerza de rozamiento.

Al cambiar de marchar se desacopla un elemento y se acopla otro, un elemento empieza a resbalar cuando otro inicia el acoplamiento, el par transmitido por el elemento que empieza a patinar disminuye y en el elemento que se acopla aumenta.

La nueva velocidad queda totalmente conectada cuando el par del elemento último conectado supera al del elemento que se desacopla.

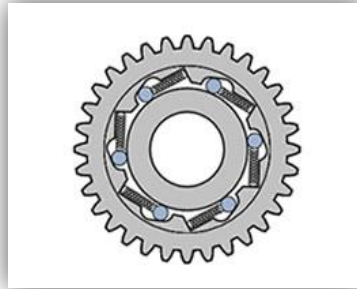
Los acoplamientos de los elementos de los trenes se realizan con presión hidráulica.

El módulo electrónico controla las electroválvulas de la central hidráulica para conseguir el cruce se realice con suavidad.

2.3.1.3 Rueda Libre

El control del cruce puede simplificarse con ruedas libre, de rodillos o de cuerpos de apriete.

Figura 3.5 Rueda Libre



Fuente: <http://seritiummecanismos.wikispaces.com/Rueda+libre>

Las ruedas libres toman el par en la dirección de bloqueo, mientras que en el sentido contrario giran libremente gracias al desacople automático del sistema de bloqueo.

2.3.1.4 Dispositivo de parqueo

Es un sistema de enclavamiento que permite bloquear el vehículo cuando esté parado. Consiste en una rueda dentada unida al eje de salida de la caja con un dispositivo de enclavamiento en forma de trinquete.

Cuando se selecciona la posición P con la palanca selectora, el dispositivo mecánico bloquea el eje transmisor, impidiendo así su movimiento y por ende el del vehículo.

2.3.1.5 Bomba de aceite

Es la encargada de hacer que el aceite circule por el interior de la caja de cambios y el convertidor de par. Lubrica y realiza el control de los elementos que intervienen en los cambios.

Generalmente está ubicada en la entrada de la caja de cambios, cercana al convertidor.

La bomba más utilizada es la de caudal constante con engranes rectos, la cual, dispone de una rueda con dentado interior, y otra, con dentado exterior, con una leva separadora entre las dos.

Es accionada a través de un elemento de arrastre desde el convertidor y girará siempre que el motor esté en marcha.

En su trabajo, los engranajes provocan una succión en el lado de entrada de la bomba, la cuando extrae el aceite desde el colector y lo aceite circular por el interior de la bomba, el aceite presurizado retorna hacia la salida de la bomba y es controlado por la válvula reguladora de presión que se localiza en la centralita hidráulica.

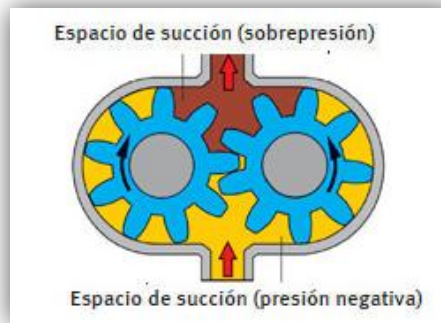
2.3.1.5.1 Tipos de bombas de aceite

Las bombas de aceite difieren bastante en cuanto a construcción y aspecto. Las características principales más importantes que las diferencian son el tipo de bombeo, el tipo de accionamiento y el modelo de la caja. Los principios diferentes empleados por las bombas dependen de la finalidad, el lugar de montaje y la capacidad volumétrica.

Las construcciones más frecuentes son:

- **Bombas de aceite de engranajes externos:** la rotación de los dos engranajes, situados entre los dientes y la pared, transportan el aceite. Cuando los dientes del par de engranajes entran unos en otros, éstos impiden que el aceite vuelva al cárter, Figura 3.6.

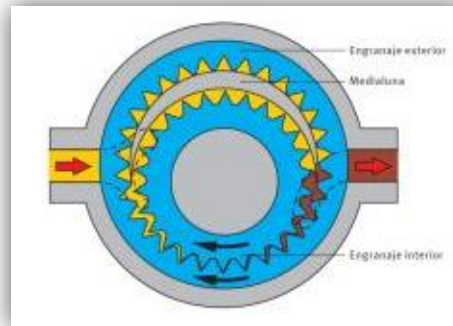
Figura 3.6 Bomba de aceite de engranajes externos



Fuente: <http://www.ms-motor-service.es>

- **Bomba de engranajes interiores:** el engranaje exterior se encuentra montado excéntricamente en la caja de la bomba con respecto al engranaje interior, Figura 3.7. El aceite fluye a través de los espacios intermedios de los dientes. La rotación continua de la bomba genera un sector con presión negativa en el lado en que los dientes se separan, siendo éste el lado de succión de la bomba, en cambio, la sobrepresión se produce en el espacio en que los dientes se vuelven a engranar. La ventaja de esta bomba, se encuentra en el aumento de la capacidad volumétrica funcionando especialmente a bajas revoluciones.

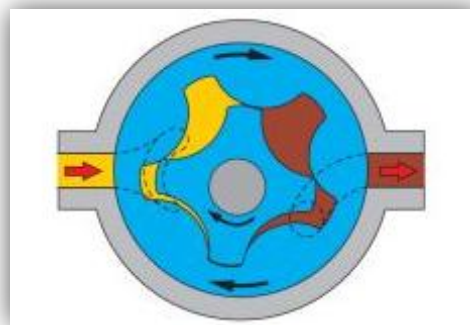
Figura 3.7 Bomba de aceite de engranajes interiores



Fuente: <http://www.ms-motor-service.es>

- **Bomba de rotor:** esta bomba está compuesta de un rotor exterior engranado hacia adentro y otro interior engranado hacia afuera. El rotor exterior se mueve sobre los dientes del rotor interior y gira de esa manera dentro de la caja de bomba. El rotor interior tiene un diente menos que el exterior de modo que el líquido va pasando de un diente del rotor exterior al próximo durante la rotación. Con este tipo de construcción se logra la generación de presiones altas con elevado caudal.

Figura 3.8 Bomba de rotor



Fuente: <http://www.ms-motor-service.es>

2.3.1.6 Caja de válvulas

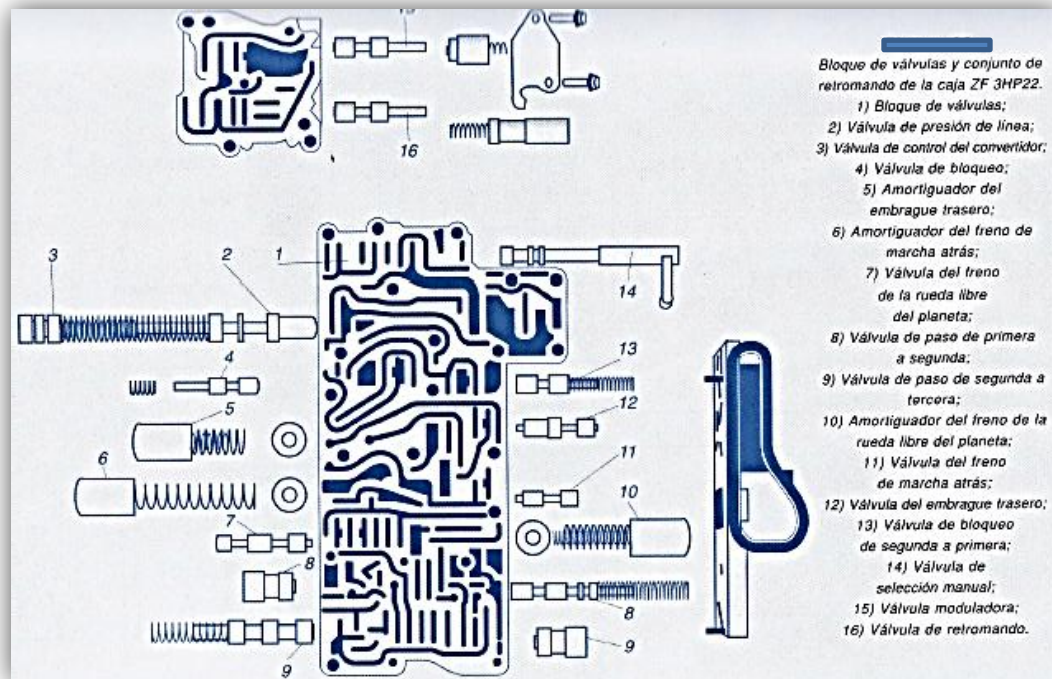
Situada en la parte inferior de la caja de cambios, en el cárter de aceite junto al filtro, es el mecanismo que gestiona el control hidráulico de la caja de cambios.

Formado de un cuerpo de aluminio fundido con canalizaciones hidráulicas que unen diferentes electroválvulas. El conjunto permite anclar las electroválvulas y la válvula de accionamiento manual. Los distintos elementos que dispone dependen del tipo y del diseño de caja de cambios automática.

Consta principalmente de:

- Válvula reguladora de presión
- Válvulas de cambio con solenoide y muelle
- Válvulas de accionamiento manual sincronizada con la palanca selectora
- Válvula del convertidor
- Válvula del embrague del convertidor
- Válvula de bloqueo
- Amortiguador del embrague trasero
- Amortiguador del freno de marcha hacia atrás
- Válvula del freno de la rueda libre del planeta
- Válvula de paso de primera a segunda
- Válvula de paso de segunda a tercera
- Amortiguador del freno de la rueda libre del planeta
- Válvula del freno de marcha atrás
- Válvula del embrague trasero
- Válvula de bloqueo de segunda a primera
- Válvula de selección manual
- Válvula moduladora
- Válvula de retromando

Figura 3.9 Despiece de Cuerpo de Válvulas



Fuente: Ceac. (2004). *Manual Ceac del automóvil*. España: Ediciones Ceac

Las válvulas de la caja de cambios automática son de corredera y son accionadas por solenoides controlados por el módulo del cambio.

El control electrónico, está pensado para un cambio automático de mando hidráulico. Su gestión corre a cargo de una unidad de control electrónico central del motor o Motrónic.

Por medio de sensores, se obtiene el régimen de revoluciones en la salida de la caja de cambios, el estado de carga y el régimen de revoluciones del motor. Así mismo, se registra la posición de la palanca selectora, el selector de programa y el conector del Kickdown, enviándose todos estos datos a la unidad electrónica de control, en forma de magnitudes eléctricas.

El control electrónico puede asumir cinco funciones:

- **Control del punto de cambio de marcha:** la selección de marcha se realiza en forma automática, dependiendo de la velocidad de marcha y de la carga del motor. La elección de marchas se realiza de forma controlada por dos válvulas electromagnéticas o actuadores.
El conductor puede elegir entre un programa económico y uno deportivo, además de optar por el programa manual, con el que el conductor puede intervenir en el proceso manteniendo el cambio en primera o circulando únicamente en primera y segunda para, por ejemplo, aprovechar mejor el efecto de frenado.
- **Control de la presión de modulación:** dependiendo de la señal de carga, la presión de modulación actúa, a través de un regulador electrohidráulico de presión, sobre la presión principal y sobre la destinada al accionamiento de los embragues de disco. Su intervención es decisiva para la calidad del cambio de marchas.
- **Control del convertidor de par:** tanto en tercera como en cuarta se produce un puente mecánico directo desde el convertidor de par, lo que permite suprimir las pérdidas hidráulicas en este último. El embrague es pilotado mediante una válvula electromagnética o actuador, en función de la carga del motor y del régimen de revoluciones de salida de la caja de cambios.
- **Intervención en el encendido:** dependiendo de la carga y del régimen de revoluciones del motor, se consigue, durante el proceso del cambio de marchas, una reducción del par motor por retraso del momento de encendido. Esto permite un mayor confort en el cambio de marchas y una reducción de la fricción del embrague, lo que prolonga la vida de los elementos rozantes.
- **Circuitos de seguridad:** el sistema comprende dispositivos de bloqueo que impiden introducir la marcha atrás a velocidades superiores a 8

km/h, así como a marchas más bajas viajando a velocidades excesivas. En caso de avería, el sistema se desconecta, y la caja de cambios pasa a un estado de servicio de seguridad con características de funcionamiento de emergencia. En caso de avería se enciende un indicador.

2.3.1.7 Sensores

Son los encargados de transmitir al módulo información relativa al funcionamiento del vehículo.

2.3.1.7.1 Sensores o entradas directas

Son entradas con una conexión directa al módulo para gestionar el cambio. Por ejemplo tenemos:

- Tensión de la batería
- Tensión de encendido
- Sensor de posición del pedal del acelerador
- Sensor de posición de la palanca selectora
- Sensor de temperatura del aceite de la caja de cambios
- Sensor de RPM del eje de entrada a la caja de cambios
- Sensor de RPM del eje de salida de la caja de cambios
- Sensor de kick-down

2.3.1.7.2 Sensores o entradas indirectas

Las entradas indirectas se originan en otros circuitos como por ejemplo los de la gestión del motor, frenos, etc., y son compartidas mediante la red con BUS de comunicación entre módulos.

Tabla 2.5 Funciones de Sensores Directos e Indirectos

SENSOR	FUNCION
Sensor del regulador o de vacío (mariposa)	Detecta la abertura del regulador y determina el punto de cambio, la presión de línea y la velocidad del vehículo de enclavamiento, de acuerdo con la carga del vehículo.
Sensor de velocidad del vehículo 1 (transmisión)	Detecta la velocidad del vehículo. Esta señal se emplea para controlar el cambio, enclavamiento, presión de línea y embrague de caja.
Sensor de velocidad del vehículo 2 (medidor)	FWD: utilizado como refuerzo en caso de fallo del sensor de revoluciones del vehículo. 4WD: utilizado para controlar el embrague de caja y como refuerzo en caso de fallo del sensor de velocidad 1.
Revoluciones del motor	Detecta la velocidad del motor. Esta señal se emplea para suavizar el embrague de enclavamiento, controlar el enclavamiento y para evitar que el motor se sobre revolucione en las marchas o gamas 2 y 1.
Interruptor inhibidor	Se emplea para determinar el cambio y la presión de línea de las marchas o gamas respectivas P, R, N, D, 3, 2, 1.
Interruptor de marcha de vacío	Detecta el cierre del regulador. Esta señal se emplea para liberar el enclavamiento y para controlar la presión de línea.
Interruptor de crucero (control de crucero)	Detecta el funcionamiento del control de crucero.
Sensor de temperatura de	Detecta la temperatura de ATF. Esta señal se emplea para inhibir el enclavamiento.

ATF	
Interruptor manual	Se emplea para mantener la transmisión en la gama seleccionada, 2da, 3ra, al subir o bajar cuestas inclinadas, al circular sobre arena, barro o superficies deslizantes.
Interruptor de economía	Cuando este interruptor está en ON, se fija un patrón de cambio en modo económico para mejorar el consumo de combustible.
Interruptor de FWD	Se emplea para cambiar el modo 4WD a FWD.
Interruptor de aceleración forzada	Detecta la abertura del regulador. Esta señal se emplea para controlar la aceleración forzada.

Fuente: <http://www.metallube.es/caja-de-cambios-automatica/>

2.3.1.8 Centralita Electrónica o Módulo

El módulo de gestión del cambio es un microprocesador capaz de procesar las señales que recibe de todos los sensores y de otros módulos o centralitas de mandos.

Figura 3.10 Centralitas electrónicas



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net>

Las señales de entrada son analizadas y procesadas de tal modo que se determinen las señales de salida para las distintas electroválvulas de la unidad hidráulica.

La activación de las electroválvulas en la unidad hidráulica provoca la apertura o el cierre de una canalización de aceite para producir el frenado, liberación o unión de los distintos elementos de los trenes epicicloidales y obtener las distintas velocidades disponibles en la caja de cambios automática.

2.3.2 FUNCIONAMIENTO DEL CAMBIO AUTOMATICO

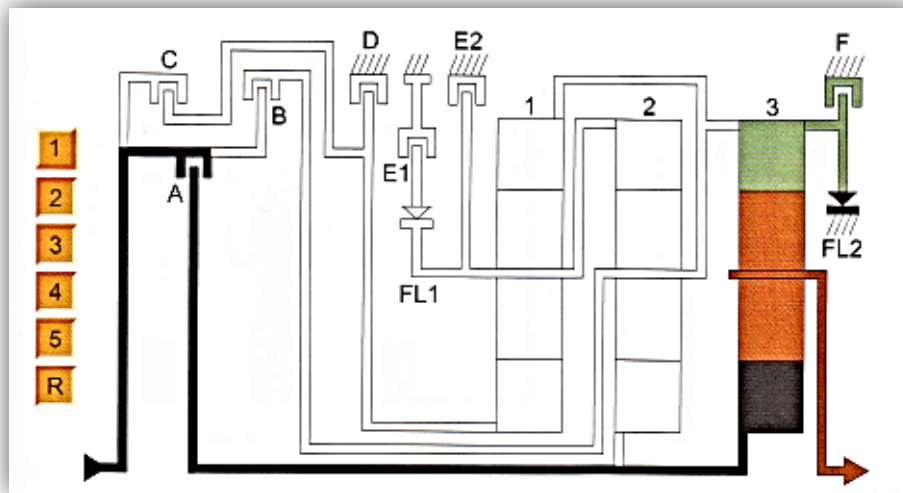
El tipo de cambio a ser revisado en este punto, se base en tres juegos de trenes epicicloidales de acoplamiento Wilson, obteniéndose cinco velocidades y marcha hacia atrás.

La obtención de las distintas velocidades en este diseño de cambio se la realiza del siguiente modo:

2.3.2.1 Primera velocidad

El par entra por el embrague A, que se encuentra enclavado y acciona el tercer conjunto epicicloidal por medio del piñón planetario. La corona dentada está bloqueada por la rueda libre FL2. El par sale por el eje portasatélites con la máxima reducción de la caja. Figura 3.11.

Figura 3.11 Circuito de primera velocidad

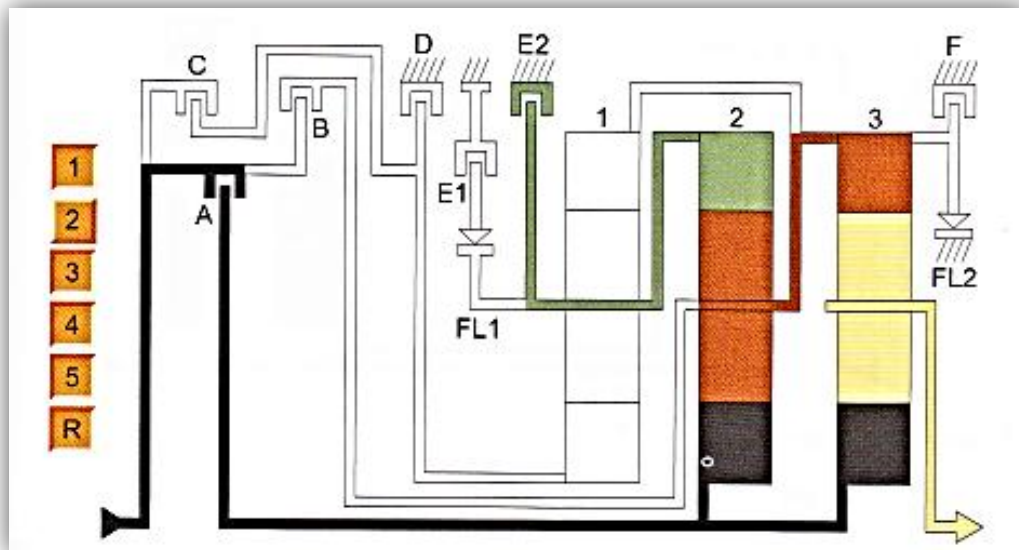


Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.3.2.2 Segunda velocidad

El par entra por el embrague A, al segundo y tercer tren por medio de sus planetarios que se encuentran unidos. La corona del segundo tren se encuentra frenada por el freno E1 y la rueda libre FL1 o por el freno E2. El portasatélites del segundo tren impulsa la corona del tercer tren, generando un efecto similar al de andar sobre una escalera eléctrica en movimiento. En el tercer juego, la salida del par se produce por el eje portasatélites del tercer tren, igual que en la primera velocidad, pero con menos reducción, sabiendo que la corona del tercer tren se encuentra en movimiento. Figura 3.12

Figura 3.12 Circuito de segunda velocidad

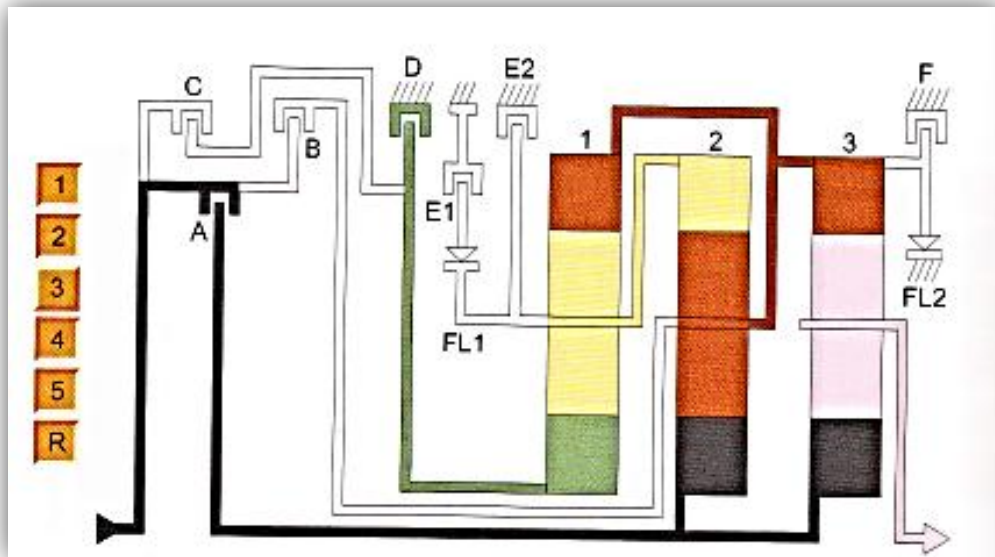


Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.3.2.3 Tercera velocidad

En esta velocidad, Figura 3.13, intervienen los tres juegos epicicloidales, los juegos 2 y 3 se impulsan de igual manera que en la primera y segunda velocidad. El planetario del primer tren se encuentra frenado por el freno D. Al contrario que en la segunda velocidad, los satélites del primer juego ruedan contra el planetario fijo impulsando así la corona de dentado interior del segundo tren, resultando un efecto de escalera eléctrica por partida doble de modo que la desmultiplicación final sea más pequeña que en la segunda velocidad.

Figura 3.13 Circuito de tercera velocidad



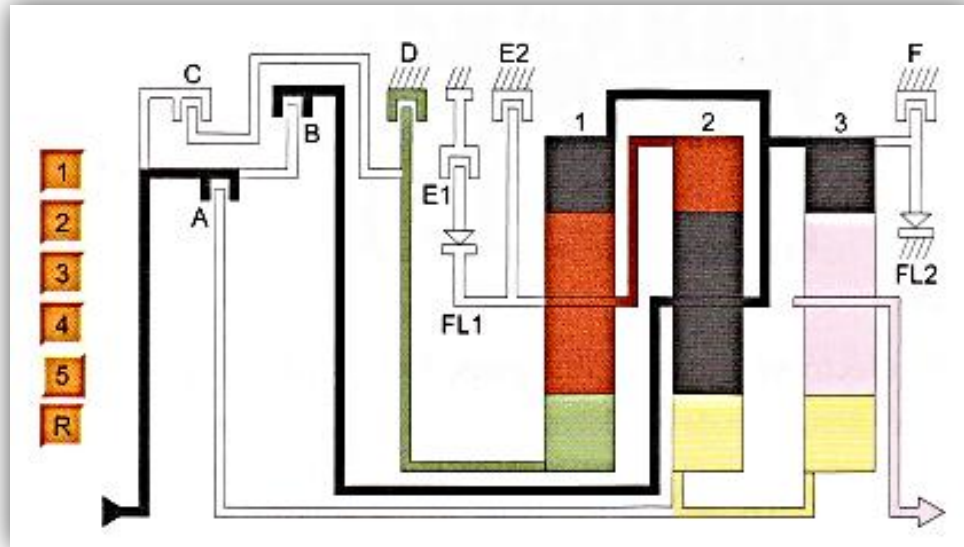
Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.3.2.4 Cuarta velocidad

El segundo y tercer engranaje planetario forman un bloque, para lograrlo, el par se transmite a dos de los elementos del tren. En el segundo tren, se transmite el par por el planetario doble y al eje portasatélites por el embrague B. El tercer tren recibe el par por el planetario doble igual que en el segundo tren y la segunda entrada se realiza desde el eje portasatélites del segundo tren. A la corona del tercer tren, la salida del par se realiza por el eje portasatélites del tercer tren, consiguiéndose con este diseño una relación de transmisión 1:1.

Figura 3.14

Figura 3.15 Circuito de quinta velocidad

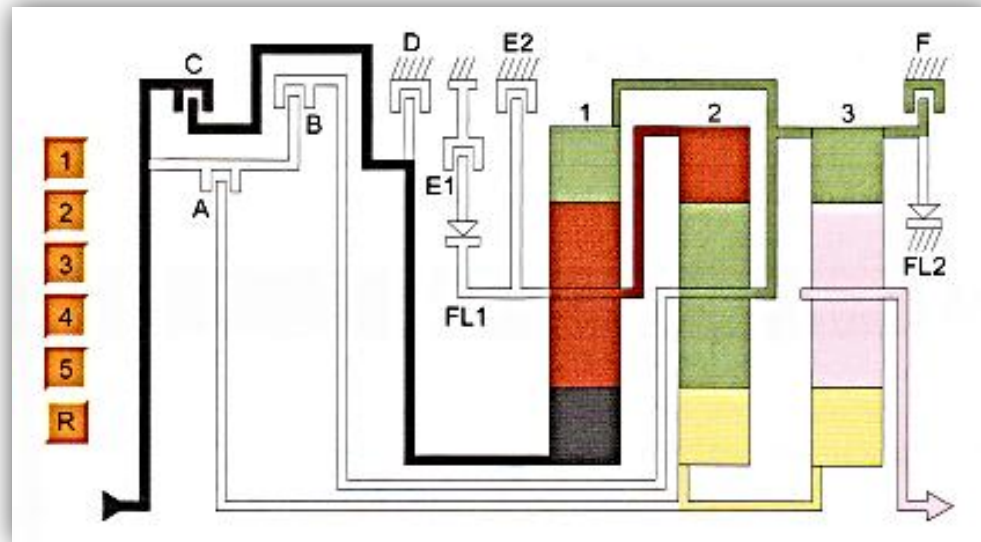


Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.3.2.6 Marcha atrás

En la marcha atrás intervienen los tres juegos de satélites. El par entra por el embrague C al primer tren por el piñón planetario. El conjunto tambor, formado por la corona del primer tren, el eje portasatélites del segundo y la corona del tercero, se encuentra frenado por el freno F, el giro sale por el eje portasatélites hasta la corona del segundo tren. El segundo tren tiene frenado el eje portasatélites con el freno F, lo que produce la inversión del giro. La corona del tercer interior del segundo tren gira y transmite el par en sentido contrario al planetario doble, que transmite el par al tercer tren. La corona del tercer tren se encuentra frenada por el freno F, por lo tanto, el par saldrá por el eje portasatélites como en el resto de velocidades pero en sentido contrario, generando la marcha atrás. Figura 3.16

Figura 3.16 Circuito de marcha atrás



Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.3.3 SISTEMA TIPTRONIC

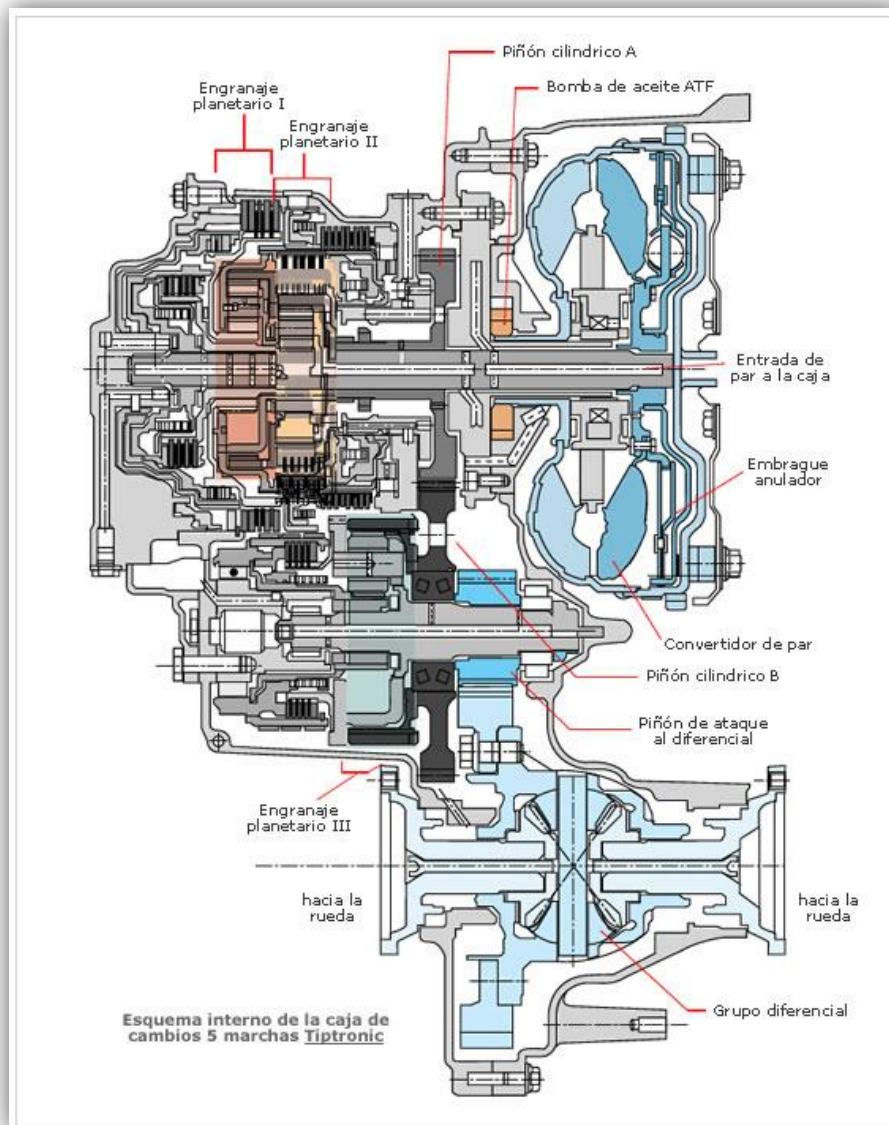
TipTronic es un sistema de caja de cambios automático, bajo marca registrada, del Grupo Volkswagen (Audi, Seat, Skoda, Bugatti, Lamborghini, Porsche y Volkswagen).

Es una caja de cambios de 5 velocidades adaptada para vehículos con el motor montado en posición transversal.

La escasez de espacio en el vano motor de los vehículos de las marcas antes mencionadas, ha hecho disponer de tres engranajes planetarios a dos niveles. En el árbol de salida del convertidor de par están dispuestos directamente los engranajes planetarios 1 y 2. En un árbol separado y por debajo, se encuentra el engranaje planetario 3, éste último, comunicado con los otros engranajes a

través de piñones cilíndricos. La salida de par se realiza a través del piñón de salida sobre el árbol del engranaje planetario 3. Figura 3.17 (siguiente página).

Figura 3.17 Esquema interno de la caja de cambios TipTronic



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios8.htm>

2.3.3.1 Características del Sistema TipTronic

- El cambio automático se realiza mediante programas de conducción supeditados al conductor y a las condiciones de marcha.
- Posee un programa de conducción en función de la resistencia que se opone a la marcha, por ejemplo, subidas, bajadas, conducción con remolque y viento contrario.
- Posee un indicador de marchas en el cuadro de instrumentos.
- Bloqueo anti-extracción de la llave en contacto.
- Convertidor de par con embrague anulador
- Desacoplamiento en P

2.3.3.2 Selección de marchas

Figura 3.18 Palanca y pistas de selección de modo del Sistema TipTronic



Fuente: www.audi.com

2.3.3.2.1 Pista de cambios automáticos

En la posición D, la transmisión selecciona de manera automática las marchas desde la 1era a la 5ta, en función de las necesidades según las cargas momentáneas.

Cabe acotar, que en este caso el conductor no puede seleccionar directamente la primera marcha, ya que ésta es seleccionada por la unidad de control en base a la carga del vehículo.

La primera marcha solamente puede ser seleccionada de forma directa, teniendo la palanca selectora en la pista TipTronic.

2.3.3.2.2 Pista de selección TipTronic

A la derecha de la pista de cambios automático se encuentra la pista de selección TipTronic, Figura 3.18, ubicando la palanca selectora en esta posición, podemos controlar los cambios, presionando levemente la palanca hacia arriba para subir las marchas y presionando levemente hacia abajo para bajar las marchas.

En el cuadro de instrumentos podremos visualizar la marcha que se encuentra engranada en ese momento.

2.3.3.3 Convertidor de par

El convertidor de par del sistema TipTronic, está equipado con un embrague anulador, que, a regímenes superiores, transmite el par del motor directamente al árbol primario del cambio sin resbalamiento por parte del convertidor.

El embrague anulador del convertidor de par cierra de forma regulada por la unidad del control del cambio. Teniendo en cuenta el régimen y el par motor, la unidad de control del cambio decide si resulta mejor cerrar el embrague anulador, activando una electroválvula, la cual, abre la cámara de aceite antes del embrague anulador, de modo que se pueda descargar la presión de aceite.

2.3.4 ACEITES PARA CAJAS AUTOMATICAS

El desarrollo de las transmisiones automáticas en los últimos años ha dado como resultado transmisiones que pueden brindar 400,000 kilómetros de servicio sin reparaciones, mientras se utilice el aceite correcto y se lo cambie bajo la frecuencia recomendada.

A continuación se presentan los tipos de aceites más utilizados en las transmisiones automáticas en los últimos 10 años, con algunas de las marcas de vehículos que principalmente los utilizan:

2.3.4.1 Dexron VI

General Motor, en el año 2005, desarrolló una nueva especificación para los aceites ATF en conjunto con sus nuevas transmisiones de vehículos del año 2006 en adelante, principalmente vendidos en los Estados Unidos. Este aceite

también puede ser utilizado en las transmisiones que requieren Dexron III, pero no se ha demostrado mejoras en las transmisiones antiguas con el aceite Dexron VI.

2.3.4.2 ATF+3 y ATF+4

Las cajas automáticas de Chrysler requieren ATF+3 o ATF+4, aceites mucho más suaves para embragues y bandas. Si usamos Dexron, Dexron II o Dexron III en este tipo de cajas se provocará un desgaste prematuro y cambios bruscos. La mayoría de los vehículos Daimler Chrysler requieren estos fluidos. American Universal Automatic Transmission Fluid, cumple con las especificaciones y pruebas de ATF+3 y ATF+4

2.3.4.3 SP-II y SP-III

Las cajas automáticas de Mitsubishi requieren un aceite con características de fricción especial. El uso de ATF tipo A o tipo F hará mucho daño a bandas y embragues, y provocará cambios muy bruscos. El uso de Dexron y Mercon causará cambios bruscos y acortará la vida útil de la transmisión. Por la cooperación entre Mitsubishi y Hyundai en el desarrollo y producción de vehículos, y la compra de Kia por Hyundai, las transmisiones automáticas de estas marcas también utilizan este fluido. American Universal Automatic Transmission Fluid, cumple con las especificaciones y pruebas de SP-II y SP-III.

2.3.4.4 Aceites ATF Universal o Multi-Vehicular

Por las diferencias de coeficiente de fricción y bombeabilidad, la industria de aceites elabora aceites para cada tipo de transmisión. Por las confusiones de los consumidores y los daños hechos a transmisiones por el uso incorrecto de productos, la industria de lubricantes trabajó en el desarrollo de aceites que podrían cumplir con los requisitos de casi todas las marcas. Estos aceites, ahora están en el mercado con nombres como ATF Universal o ATF Multi-Vehicular. Existen una variedad de formulaciones entre sintéticos, semisintéticos y una variedad de especificaciones.

American Universal Automatic Transmission Fluid no solo cumple con las especificaciones de Mercon V, Dexron III – H, ATF+4, SP-III y otras, sino que su formulación sintética provee la mejor protección posible a este tipo de mecanismos.

2.3.5 MANTENIMIENTO DE LAS CAJAS AUTOMATICAS

Una de las mayores ventajas de las cajas de cambios automáticas es que tienen un mínimo mantenimiento, el cual, se limita únicamente a la sustitución del aceite en los períodos recomendados por el fabricante, sin dejar de lado la sustitución del filtro.

El nivel de aceite se verifica con el motor en marcha y la palanca selectora en posición P.

2.3.5.1 Procedimiento de cambio de aceite de la transmisión automática

- Reconocer el tipo de transmisión que tiene el vehículo, por la marca, por su tipo o por su serie.
- Verificar el nivel de aceite con el que se encontraba trabajando la caja de cambios por la varilla de medición y/o por el tapón de llenado de aceite.
- Drenar el aceite antiguo, preferiblemente retirando totalmente el cárter de aceite de la transmisión, teniendo precaución con el empaque del mismo. Lo ideal, sería mantener drenando el aceite de la transmisión aproximadamente unas 12 horas para asegurarse la extracción mayoritaria del aceite usado. Si el tipo de transmisión lo permite, retirar el tapón del convertidor para extraer el aceite que se encuentra ahí, si no lo posee, encender el motor en períodos cortos de aproximadamente 5 segundos, para que el convertidor gire, cambie de posición y evacue el aceite presente en el mismo.
- Retirar el filtro de aceite de la transmisión junto con el buje que lo sujeta, verificando que no quede ningún tipo de residuo en este lugar.
- Limpiar los componentes extraídos de la mejor manera posible para evitar contaminaciones y asegurar, en el caso del cárter, un sellado ideal para evitar fugas.
- Colocar el filtro y buje nuevos, primero este último y al final asegurarnos que éste sujete muy bien al filtro nuevo.
- Colocar el cárter con un empaque nuevo y apretar los pernos en forma de cruz y homogéneamente, ya que esto ayuda a que el empaque nuevo se sitúe bien.
- Colocar el aceite especificado por el fabricante, en la cantidad correcta, de forma lenta para que el aceite pueda ubicarse y no haya regreso del mismo. Esperar unos 30 segundos al terminar de colocar el aceite y verificar el nivel antes de colocar y ajustar el tapón de llenado.

- Por último, es recomendable encender el vehículo, dejarlo llegar a temperatura normal de funcionamiento, colocar la palanca de selección en todas las opciones que presente (mínimo 30 segundos en cada una), y al final, volver a revisar el nivel para verificar que sea correcto.

2.3.6 DIAGNÓSTICO DE AVERÍAS

Las cajas de cambio automáticas pueden presentar varios tipos de averías, siendo necesario consultar el manual del fabricante, siguiendo detalladamente las indicaciones, para localizar el tipo de avería partiendo de los síntomas que el vehículo presenta.

A continuación se presenta una tabla general de las averías más importantes que pueden llegar a producirse, junto con su causa y posible reparación:

Tabla 2.6 Diagnóstico de averías de una caja de cambios automática

AVERÍA	CAUSA DE AVERÍA	REPARACIÓN
El vehículo no se mueve hacia adelante ni hacia atrás	<ul style="list-style-type: none"> • Conmutador multifunción averiado • Cables y sellado defectuoso • Tapones de cierre de la caja de correderas partidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el conmutador y los cableados según el esquema de corriente • Sustituir cables y conectores • Verificar los tapones laterales de las correderas
El vehículo no se mueve hacia adelante	<ul style="list-style-type: none"> • Embrague de las velocidades primera y tercera averiado 	<ul style="list-style-type: none"> • Repara el embrague de primera y tercera
El vehículo no se mueve hacia atrás	<ul style="list-style-type: none"> • Freno de marcha atrás averiado • Embrague de marcha atrás averiado 	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar el embrague o freno de marcha atrás
El accionamiento de las marchas está duro	<ul style="list-style-type: none"> • Accionamiento de marchas en caja de cambios duro 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarmar y armar el bloqueo de estacionamiento
El régimen de revoluciones del motor	<ul style="list-style-type: none"> • La señal de P/N no es reconocida por la unidad de 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la señal P/N, cables y conectores

Continúa Tabla 2.6

Continuación Tabla 2.6

cae al engranar una velocidad	<p>control</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unidad de control de motor averiada 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar autodiagnóstico de unidad de control y, si es necesario, sustituir
El vehículo no arranca o el motor se apaga después de algún tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto flojo de relé de alimentación de corriente para la UCE de motor 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar cableado • Sustituir relé de alimentación de corriente de la UCE
La caja de cambios reduce velocidades, sin motivo aparente, circulando a marcha constante	<ul style="list-style-type: none"> • El ATF no refrigera suficientemente: al reducir el cambio realiza una función de seguridad • La señal de régimen de revoluciones por minuto del motor no es reconocida por la unidad de control 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el debido aumento de temperatura del ATF • Verificar el cableado y las conexiones • Realizar el autodiagnóstico de la unidad de control del motor
La caja de cambios no cambia en caso de kickdown o pedal a fondo	<ul style="list-style-type: none"> • Conmutador de kickdown averiado o falta de señal • La señal del potenciómetro no es reconocida por la unidad de control 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la señal de kickdown • Iniciar ajuste básico • Verificar cableado y conectores • Verificar la señal del potenciómetro de la mariposa • Realiza autodiagnóstico de la unidad de control
La caja de cambios cambia a medida que se calienta	<ul style="list-style-type: none"> • Correderas de la caja de correderas o electroválvulas defectuosas 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustituir caja de correderas
La caja de cambios cambia al programa de emergencia	<ul style="list-style-type: none"> • Transmisor o conector para las revoluciones del motor o del cambio, defectuoso • Conector en el cambio dañado o contacto flojo • Cortocircuito/interrupción entre los cables de las válvulas, quías de cables o cables de las electroválvulas • Tapones de cierre de las correderas partidos • Correderas de la caja se atasca 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar autodiagnóstico • Borrar memoria de averías • Realizar ajuste básico • Verificar cableado y conectores • Verificación eléctrica de los cables • Sustituir lámina conductora • Desmontar el cárter y verificar estado de los tapones • Sustituir caja de correderas

Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.3.7 VERIFICACIÓN DE LAS CAJAS DE CAMBIOS AUTOMATICAS

Actualmente la verificación del funcionamiento de las cajas de cambio automáticas se la realiza por medio de equipos de diagnóstico específicos para cada tipo o marca de vehículo. Estos equipos disponen de conectores apropiados que permiten realizar el chequeo del funcionamiento del cambio y la detección de las averías, las cuales son memorizadas en el módulo electrónico para su verificación y reparación.

Si no se tiene a disposición un equipo de diagnosis o el equipo no llega a detectar la avería, se debe actuar del siguiente modo:

- Verificar el correcto funcionamiento del motor
- Verificar el nivel del líquido ATF, ya que la falta o el exceso de éste genera anomalías en el funcionamiento.
- Ajustar la palanca selectora. El desplazamiento debe ser normal y según las normas del fabricante.
- Verificación de los puntos de cambio de velocidades.

Las verificaciones del cambio de velocidades, se las debe realizar en terreno plano, sin pendientes y entre dos operarios, en base a la siguiente tabla:

Tabla 2.7 Verificación del cambio de velocidades

CAMBIO DE VELOCIDADES	Km/h
1° a 2°	47 a 53
2° a 3°	97 a 103
3° a 4°	118 a 137
4° a 3°	125 a 109
3° a 2°	93 a 87

Continúa Tabla 2.7

Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

Si el problema en la caja de cambios persiste, se deben realizar las siguientes verificaciones:

- Comprobaciones eléctricas-electrónicas
- Comprobaciones hidráulicas
- Comprobaciones mecánicas

2.3.7.1 Comprobaciones eléctricas-electrónicas

En el módulo electrónico, se pueden realizar las comprobaciones de las resistencias de los captadores y de las tensiones que recibe la batería.

En la siguiente página, se encuentra la Tabla 2.8 que muestra una serie de comprobaciones eléctricas y electrónicas que se realizan a las cajas de cambio automáticas.

Tabla 2.8 Comprobaciones eléctricas-electrónicas

Conexiones entre bornes	Órgano comprobado	Condiciones de control	Valor preconizado	Soluciones
1 y masa	Conexión a masa de UC		R nula	Comprobar cableado
63 y 1	Contactor múltiple de la palanca selectora	Palanca en R, N, D, 3 ó 2	R infinita	Comprobar cableado
40 y 1		Palanca en P ó 1	0,5 a 0,9 Ω	Cambiar contactor
62 y 1		Palanca en P, R, 2 ó 1	R infinita	
		Palanca en N, D ó 3	0,5 a 0,9 Ω	
		Palanca en P, R, N ó D	R infinita	
	Palanca en 3, 2 ó 1	0,5 a 0,9 Ω		
57 y 67	Electroválvula del bloque hidráulico		55 a 65 Ω	Comprobar cableado
55 y 1			R infinita	Cambiar tarjeta circuito impreso. Cambiar bloque hidráulico
54 y 67			55 a 65 Ω	
54 y 1			R infinita	
9 y 67			55 a 65 Ω	
9 y 1			R infinita	
47 y 67			4,5 a 5,5 Ω	
47 y 1			R infinita	
56 y 67			55 a 65 Ω	
56 y 1			R infinita	
58 y 22			4,5 a 5,5 Ω	
58 y 1			R infinita	
22 y 1			R infinita	
10 y 67			55 a 65 Ω	
10 y 1			R infinita	
23 y 29	Imán de bloqueo de palanca selectora		14 a 25 Ω	Comprobar cableado
				Cambiar imán de bloqueo
1 y 16	Contador de kickdown	Pedal en reposo	R infinita	Comprobar cableado
		Pedal hundido al fondo	1,5 Ω máx	Cambiar el contactor
20 y 65	Captador de velocidad		750 Ω < R < 750	Comprobar cableado
				Cambiar captador
1 y 43	Blindaje de cable de captador de velocidad	Contacto quitadoo dado	R infinita	Comprobar cableado
6 y 67	Sonda temperatura de aceite	Aceite a 20 °C	250000 Ω	Comprobar cableado
		Aceite a 60 °C	48800 Ω	Cambiar tarjeta circuito impreso
		Aceite a 120 °C	7400 Ω	
23 y 1	Alimentación UC		Tensión de batería	Comprobar cableado
29 y 15	Imán de bloqueo de palanca selectora	Pedal de freno de reposo	Tensión de batería	Comprobar cableado
		Pedal de freno hundido	0,2 V	Cambiar imán y ajustar cable de selección
15 y 1	Contacto luces stop	Pedal de freno en reposo	0 V	Cambiar contactor
60 y 1	Alimentación regulador velocidad	Pedal de freno hundido	Tensión de batería	Comprobar cableado
			Tensión de batería	
28 y 1	Contactor múltiple	Palanca en P, R o N	Tensión de batería	Comprobar cableado
		Palanca D, 3, 2 ó 1	0 a 0,2 V	Cambiar contactor

Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

2.3.7.2 Comprobaciones hidráulicas

Éstas consisten en la comprobación del buen funcionamiento de la bomba y de las válvulas reguladoras de presión.

Las distintas presiones serán comprobadas con un manómetro que se enrosca en las tomas de presión que dispone la caja.

Tabla 2.9 Comprobaciones hidráulicas

RPM	Posición de la palanca selectora	Presión en bares
Ralentí	D	3,4 a 3,8
Ralentí	R	5 a 6
2000	D	12,4 a 13,2
2000	R	23 a 24

Fuente: Ferrer, J. y Domínguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex

Las verificaciones de las resistencias en el módulo se tienen que realizar con la batería desconectada.

2.3.7.3 Comprobaciones mecánicas

Las comprobaciones mecánicas de la caja de cambios automática se las realiza cuando ésta se encuentra desmontada. Las principales son las siguientes:

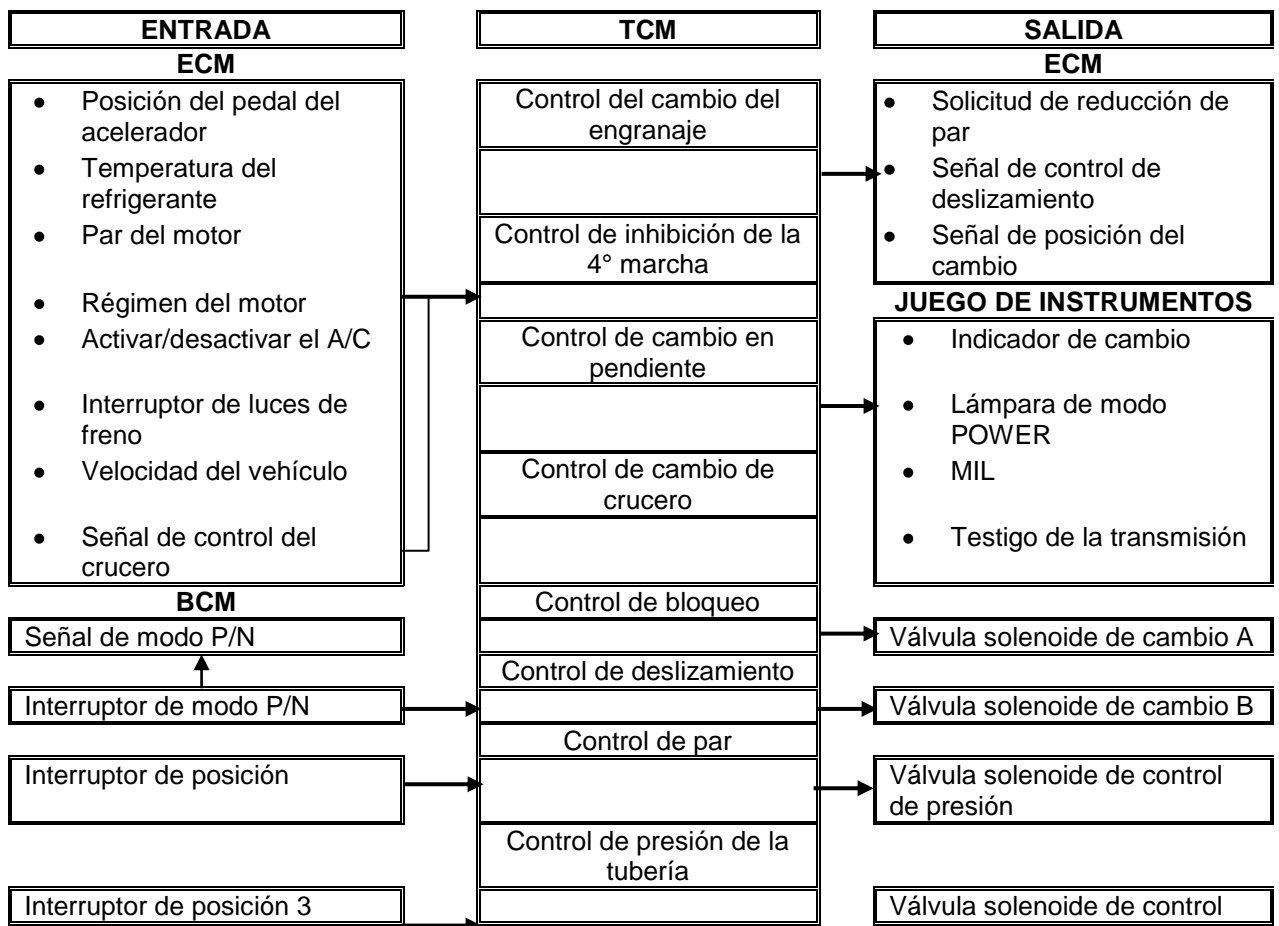
- Rodamientos y retenes
- Trenes epicicloidales y ruedas libres

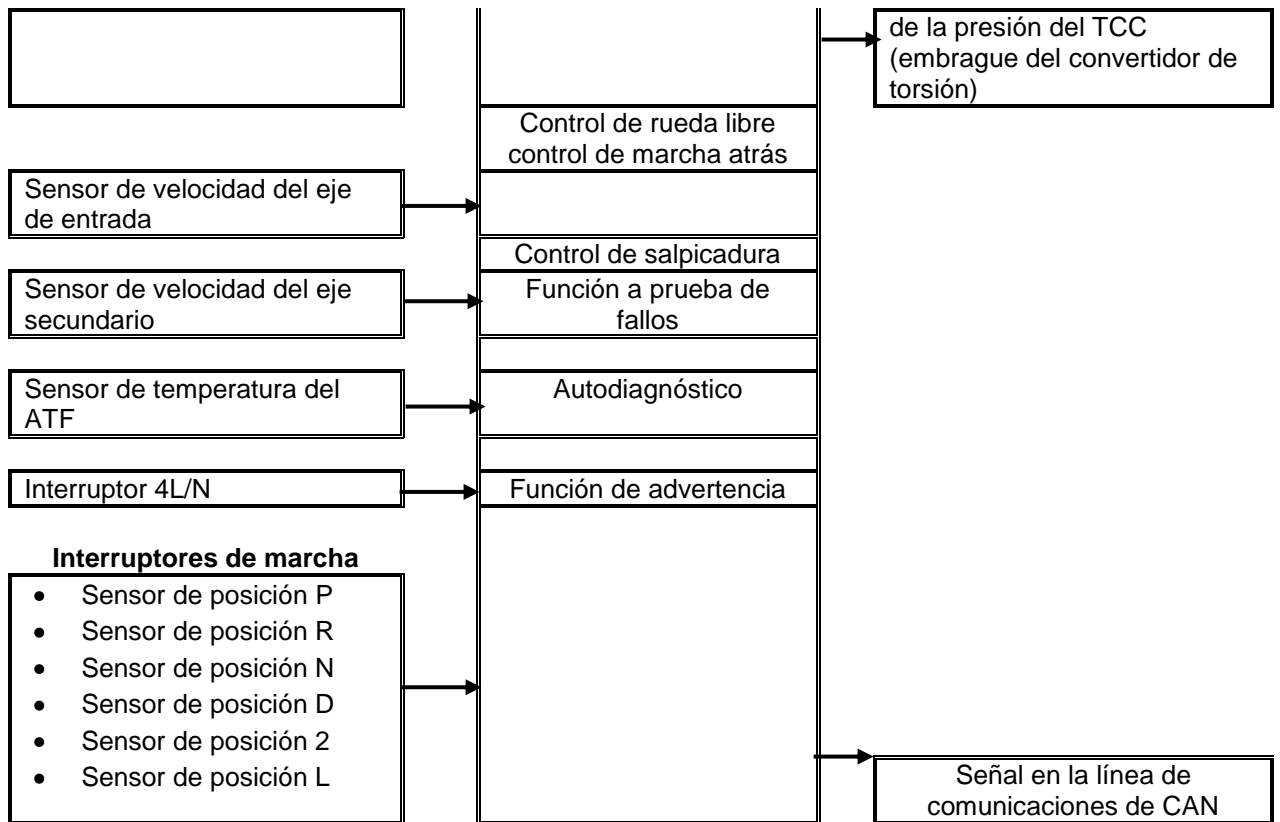
- Frenos y embragues (discos y juntas).
- Roturas de piezas (ejes, trinquetes, piñones, entre otros)

Si la caja dispone de grupo cónico y diferencial, las verificaciones se las realizarán como si se tratase de un grupo normal.

2.3.8 ENTRADAS Y SALIDAS EN EL CONTROL DEL CAMBIO AUTOMATICO

Tabla 2.10 Entradas y salidas del cambio automático





Fuente: Chevrolet

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

3.1 INTRODUCCIÓN

Este proyecto realiza una evaluación experimental entre un vehículo de transmisión manual y uno de transmisión automática para determinar los beneficios de cada uno según la topografía y las condiciones de manejo en la ciudad de Quito, en cuanto a los aspectos de demanda y técnico.

La primera parte de este proyecto comprende el estudio de consumo, se analiza la cantidad de vehículos de transmisión manual y de transmisión automática en, análisis de la demanda de cada uno y su proyección, análisis de la oferta de cada uno y su proyección y análisis de precios de cada tipo de vehículo en la ciudad de Quito.

La segunda parte del proyecto comprende el análisis técnico que se basará en encuestas realizadas a personas especializadas en el área automotriz, personas que trabajen en el área automotriz y personas que no tengan conocimientos del área, indiferentemente.

La tercera parte, consta de pruebas en ruta realizadas con dos vehículos de las mismas características, exceptuando su transmisión, basándonos en circuitos establecidos por el Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV).

3.2 MARCO DE DESARROLLO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Estamos en una ciudad que crece día tras día en todos sus aspectos, excepto en vialidad, lo cual crea grandes congestiones que afecta de varias maneras la vida de sus habitantes.

Este estudio busca conocer la inclinación de los habitantes de la ciudad de Quito en el momento de decidir el tipo de transmisión del auto que van a adquirir y el conocimiento, entre otras cosas, de los beneficios que cada tipo de transmisión les puede brindar. Esta inquietud nace en el momento de comprobar personalmente las diferencias entre una transmisión manual y una automática, conociendo los posibles mayores beneficios que pueden prestar los vehículos con transmisiones automáticas en esta ciudad, tengo el deseo de demostrar que cualquier vehículo equipado con este tipo de transmisión es capaz de brindar mayores beneficios a los conductores de esta ciudad.

En este contexto se genera el presente *Proyecto de evaluación experimental entre un vehículo de transmisión manual y uno de transmisión automática para determinar los beneficios de cada uno según la topografía y las condiciones de manejo en la ciudad de Quito*, cuyos principales objetivos son:

- Demostrar mediante pruebas en ruta los beneficios de cada tipo de transmisión.
- Demostrar la falta de conocimiento de los conductores de la ciudad de Quito de posibles mayores beneficios de un vehículo con transmisión automática.
- Demostrar los mayores beneficios ambientales que presentan los vehículos de transmisión automática.

3.3 ESTUDIO DE CONSUMO

3.3.1 Descripción del producto

Las cajas de cambio manuales son una muy buena solución para aprovechar la potencia de los motores de explosión, pero, la elección de la marcha adecuada en cada circunstancia es tanto más acertada cuanto mayor sea la pericia del conductor. Con las cajas de cambio automáticas, también llamadas transmisiones automáticas, la adaptación del par motor al par resistente se hace sin su intervención directa, pues únicamente aporta la gama de velocidades que desea emplear y la posición del pedal del acelerador. Con estos datos y la velocidad del vehículo, un dispositivo de mando hidráulico selecciona la marcha conveniente. Así, además de tener un mejor aprovechamiento de las posibilidades del motor, el conductor puede dedicar toda su atención al tráfico.

La multiplicación del par en las cajas de cambios automáticas se obtiene por dos procedimientos complementarios: un convertidor de par y unos trenes de engranajes epicicloidales gobernados por un circuito hidráulico. Los engranajes están siempre en toma constante, y no existen desplazables ni sincronizadores. Los ejes de los diferentes elementos son coaxiales, excepto los que llevan el diferencial incorporado, que tienen otro eje paralelo para transmitir el movimiento al piñón de ataque.

A pesar de su complejidad, estas cajas están constituidas por agrupaciones más o menos complicadas de mecanismos elementales, variando únicamente la disposición y los detalles constructivos en cada modelo. Entre los mecanismos elementales frecuentes en las cajas de cambio automáticas se pueden destacar: el mecanismo de rueda libre, el convertidor de par hidráulico,

el tren de engranaje planetario, el embrague de fricción de discos múltiples y el freno de cinta o de banda.

3.3.2 Análisis de la Demanda

Para cuantificar la demanda se utilizó fuentes en base a encuestas, que indican la tendencia de los conductores en el momento de comprar un vehículo y cuáles son los factores que influyen en su elección.

3.3.3 Aplicación de datos de encuestas

El nivel de confianza que se requiere en los resultados de las encuestas tiene que ser de un 95% con un error de un 5%.

N= 450000 vehículos en Quito

P+Q=1

Z= nivel de confianza de 95%

e= error de muestreo de 5%

n= tamaño de la muestra

S= desviación estándar

P= probabilidad de ocurrencia

Q= probabilidad de no ocurrencia

$$n = \frac{(Z^2 \times P \times Q \times N)}{(Z^2 \times P \times Q + N \times e^2)} \quad ^3$$

$$n = N / [e^2 \times (N-1) + 1]$$

$$n = 450000 / [0,05^2 \times (450000-1) + 1] = 399,65 \text{ encuestas}$$

³ Baca, G. (2010). *Evaluación de Proyectos*. México: McGraw Hill

3.3.3.1 Encuesta aplicada a determinar las preferencias de los conductores de Quito

La encuesta a realizarse para conocer las preferencias y conocimientos generales de los habitantes en la ciudad de Quito consta de ocho preguntas, las cuales son:

1. ¿Sabe conducir?
2. ¿Con cuánta regularidad conduce?
3. ¿Qué tipo de transmisión usa?
4. ¿Qué tipo de transmisión prefiere utilizar en la Ciudad de Quito?
5. ¿Conoce usted los beneficios de una transmisión automática versus una transmisión manual?
6. Al momento de adquirir un vehículo, ¿cree usted que es un factor importante el tipo de transmisión?
7. A su criterio, ¿qué vehículo es más económico en su manutención?
8. Bajo su consideración ¿Un vehículo con qué transmisión es más contaminante?

3.3.3.2. Comparación de valores entre vehículos de transmisión manual y automática.

A continuación se muestra una corta comparación entre los vehículos que las marcas nos presentan las opciones de transmisión manual y automática, siendo el último caso el utilizado en las pruebas en este proyecto.

Tabla 3.1 Comparación de costos entre vehículos automáticos y manuales

MARCA	T. MANUAL	T. AUTOMÁTICA
Chevrolet Optra 2005	10900	11200
Honda ACCORD 2007	23600	24900
Mazda 3 2008	15800	16300
Mitsubishi Lancer 2007	16200	17000
Nissan Almera 2012	18990	19990
Toyota Corolla 2008	17300	17400
Volkswagen Jetta 2012	24950	27500
Suzuki Grand Vitara 2012	24990	27990

Fuente: Vargas, H. (2012). *Guía nacional de precios de vehículos usados*. Ecuador: AEADE.

3.4 DESCRIPCION DEL METODO DE ESTUDIO

Para determinar la influencia de la transmisión de un vehículo en las emisiones contaminantes de un motor Ciclo Otto, de inyección electrónica de gasolina, se plantean realizar dos pruebas, una de ellas estacionaria, conocida como prueba TIS (Two Idle Speed) y la otra siguiendo el ciclo de ruta establecido por el CCICEV.

3.4.1 MANTENIMIENTO Y VERIFICACIONES PREVIAS EN LOS VEHÍCULOS A SER UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS

Previo a realizar las pruebas, será necesario someter los dos vehículos a las siguientes verificaciones:

- Mantenimiento al sistema de lubricación
- Mantenimiento al sistema de combustible
- Mantenimiento al sistema de entrada de aire
- Mantenimiento al sistema de encendido
- Verificación del sistema de escape

3.5 NORMAS A SER APLICADAS EN LAS PRUEBAS

Para determinar las emisiones contaminantes mediante la prueba estacionaria y la prueba en ruta serán aplicadas las siguientes normas:

- Para la prueba estacionaria será utilizada la Norma NTE INEN 2203: “Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones de Escape en Condiciones de Marcha Mínima o Ralentí.”, de acuerdo al procedimiento TIS, según la Ordenanza Municipal OM136 del Distrito Metropolitano de Quito.
- Para la prueba estacionaria se utilizará el procedimiento implementado por el Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV), en base a requerimientos según la Norma SAE J1082 (Society of Automotive Engineers Surface Vehicle Standard J1082 “Fuel Economy Measurement Road Test Procedure”).

3.5.1 PRUEBA ESTACIONARIA

Mediante la prueba estacionaria (TIS), se determinarán los óxidos de carbono, hidrocarburos no combustionados y óxidos de nitrógeno, estos últimos no

representan el valor verdadero de emisión ya que se deben medir con carga mediante pruebas dinámicas. Estos valores nos permitirán obtener los factores de emisión de los dos autos a ser utilizados en las pruebas TIS y de ruta.

Las mediciones se efectúan aplicando el procedimiento TIS, en condiciones de ralentí y a 2500 RPM de acuerdo a la norma NTE INEN 2203:00. Basándonos en esta norma, se deben ejecutar los siguientes pasos:

- Verificar que el sistema de escape del vehículo se encuentre en perfectas condiciones y sin modificaciones al diseño original que pueda provocar dilución de los gases de escape o fugas de los mismos.
- Conectar el tacómetro del equipo de medición al sistema de encendido del motor y verificar las condiciones de marcha mínima o ralentí.
- Retirar todo material en forma de partículas y eliminar toda sustancia extraña o agua que se haya acumulado en la sonda de prueba, que pueda alterar las lecturas de la muestra.
- Revisar que la transmisión del vehículo este en neutro en el auto manual o parqueo en el auto automático.
- Revisar que los accesorios del vehículo estén apagados.
- Con el motor a temperatura normal de operación y en condición de marcha mínima o ralentí introducir la sonda de prueba en el punto de salida del sistema de escape del vehículo y asegurarse que la sonda permanezca fija dentro del sistema de escape mientras dure la prueba.
- Esperar por el tiempo de respuesta del sistema del equipo de medición que es de aproximadamente 15 segundos.
- Repetir el procedimiento en un régimen de motor a 2500 RPM, con una rango de más 300 RPM o menos 300 RPM.

3.5.2 PRUEBAS EN RUTA

Las pruebas en ruta nos permiten determinar las concentraciones de emisiones contaminantes que el vehículo emite al ambiente durante un ciclo de conducción real. Existen varios ciclos de conducción empleados internacionalmente, uno de los más empleados está establecido en la Norma SAE J1082, en el cual nos basaremos para las pruebas con los dos vehículos a ser utilizados.

3.5.3 FORMULAS DE CÁLCULO DE FACTORES DE EMISIONES CONTAMINANTES

Mediante el análisis de gases para la prueba estacionaria y de ruta, se determinan las concentraciones volumétricas de los mismos, considerándose éstas como concentraciones molares y gases ideales, y, para poder transformar estos datos en factores de emisión usaremos las siguientes fórmulas proporcionadas por el Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV):

- Fórmula para encontrar el factor de monóxido de carbono por kilómetro

$$\frac{gCO}{km} = \frac{28 \frac{\%CO}{\%CO_2}}{\frac{\%CO}{\%CO_2} + 3 \frac{\%HC}{\%CO_2} + 1} * \frac{\delta_{COMBUSTIBLE} * CONSUMO_{COMBUSTIBLE} \frac{m^3}{km}}{0,01425}$$

- Fórmula para encontrar el factor de hidrocarburos por kilómetro

$$\frac{gHC}{km} = \frac{42 \frac{\%HC}{\%CO_2}}{\frac{\%CO}{\%CO_2} + 3 \frac{\%HC}{\%CO_2} + 1} * \frac{\delta_{COMBUSTIBLE} * CONSUMO_{COMBUSTIBLE} \frac{m^3}{km}}{0,01425}$$

- Fórmula para encontrar el factor de óxidos de nitrógeno

$$\frac{gNO}{km} = \frac{30 \frac{\%NOx}{\%CO_2}}{\frac{\%CO}{\%CO_2} + 3 \frac{\%HC}{\%CO_2} + 1} * \frac{\delta_{COMBUSTIBLE} * CONSUMO_{COMBUSTIBLE} \frac{m^3}{km}}{0,01425}$$

NOTA: la densidad del combustible fue proporcionada por el Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV).

3.6 RUTA DE PRUEBAS

El ciclo de conducción según la Norma SAE J1082, exige cumplir con los siguientes requerimientos:

3.6.1 CONDICIONES DE LA RUTA

- Carretera en buen estado, sea de asfalto o de concreto
- Tramo con la longitud deseada (12 km aproximados)
- Tramo sin cruces peligrosos
- Carretera seca, limpia y lisa.

3.6.2 CONDICIONES AMBIENTALES

- Temperatura ambiente entre -1°C a 32°C

- No presencia de niebla o lluvia.
- Velocidad promedio de viento no mayor a 24km/h o con picos mayores a 32km/h.

3.6.3 CONDICIONES DEL VEHICULO

- Tener un recorrido mínimo de 3200 km o 2000 millas.
- Llantas en buen estado y con un labrado mínimo del 75%.
- Llantas con recorrido mínimo de 161 km o 100 millas.
- El peso del vehículo sin carga debe ser mayor a 136kg o 300 lb, incluyendo el conductor y los equipos.
- Presión de llantas en frío recomendada por el fabricante del vehículo.
- El vehículo antes de la prueba debe calentarse, para lo cual se recomienda conducirlo al menos 32 km o 20 millas, a una velocidad promedio de 50km/h antes de la prueba.
- Todos los accesorios que consumen potencia deben ser apagados.
- Las ventanas deben permanecer cerradas.

3.6.4 CONDICIONES DE LA PRUEBA

- La marcha mínima deberá ser engranada con el embrague accionado en caso del vehículo manual, en el vehículo automático se realizará la prueba en Drive.
- La desaceleración se la realizará con marcha, debiéndose accionar el embrague al llegar a la velocidad de 24km/h, hasta detenerse totalmente.
- La velocidad crucero se la realizará en el mayor cambio posible.

- La disminución del cambio de permite para alcanzar la velocidad requerida o para que la operación del motor sea suave.
- El consumo de combustible se determinará en base al promedio de al menos dos pruebas consecutivas, una en cada sentido.

3.7 EQUIPOS

Los equipos que se utilizarán en las pruebas son los siguientes:

- Analizador de gases estático, marca MAHA
- Analizador de gases portable, marca NEXTECH
- GPS, marca GARMIN
- Herramienta de escáner, marca CARMAN
- Medidores de flujo, fabricación CCICEV
- Convertidor de corriente, marca Schumacher

Las características de estos equipos se encuentran en el Anexo 1.

Los vehículos utilizados en las pruebas tienen las siguientes características:

- Marca: Suzuki
- Modelo: Grand Vitara SZ T/M y T/A
- Grand Vitara SZ T/M: año de fabricación 2010
- Grand Vitara SZ T/A: año de fabricación 2013
- Grand Vitara SZ T/M: 92440 km de recorrido
- Grand Vitara SZ T/A: 9044 Km de recorrido
- Grand Vitara SZ T/M: ultimo mantenimiento 91215 km
- Grand Vitara SZ T/A: ultimo mantenimiento 5631 km

- Combustible utilizado: Gasolina Extra
- Cilindrada: 2000cc
- Tipo: Jeep
- Tipo de inyección: MPFI
- Torque: 183 Nm @ 4000 RPM
- Potencia: 138 Hp @ 6000 RPM

Revisar Anexo 4 para especificaciones técnicas de la caja de cambios automática del vehículo a ser utilizado en las pruebas.

CAPITULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se determinan los resultados de la encuesta aplicada a determinar las preferencias de los conductores de la ciudad de Quito, el análisis de la diferencia de costos en los vehículos automáticos y manuales, y por último se determinan los factores de emisión para las dos condiciones de funcionamiento de los vehículos con los resultados de las emisiones contaminantes obtenidos en la prueba estacionaria y la prueba de ruta.

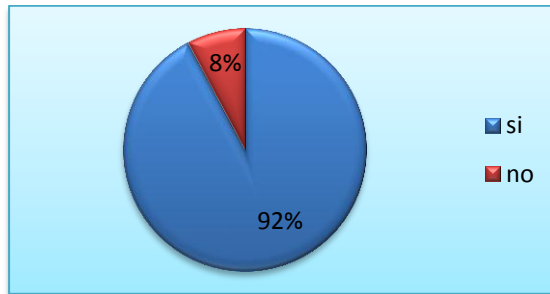
4.1 RESULTADOS DE ENCUESTA

Para poder determinar las preferencias de conductores (entre profesionales en el campo automotriz, técnicos y personas sin conocimientos técnicos en el área, inclusive personas que no saben conducir) en la ciudad de Quito sobre qué tipo de transmisión prefieren utilizar en su diario transitar se utilizó el sistema de encuesta. A continuación los resultados:

4.1.1 Encuesta aplicada a determinar las preferencias de los conductores de Quito

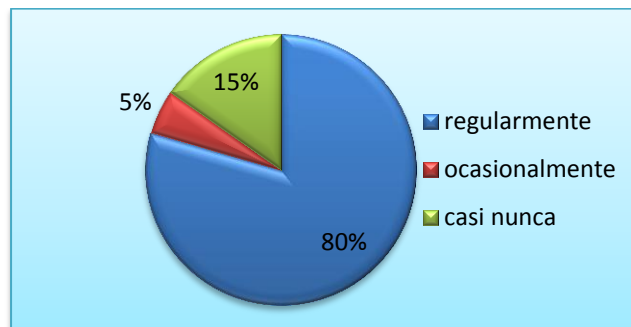
a) ¿Sabe conducir?

Si,	368	No,	31
-----	-----	-----	----



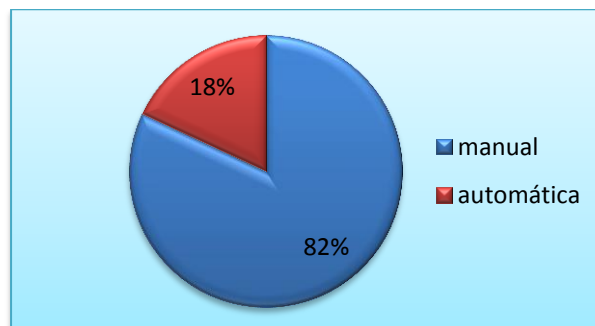
b) ¿Con cuánta regularidad conduce?

Regularmente, 317 Ocasionalmente, 21
 Casi nunca, 61



c) ¿Qué tipo de transmisión usa?

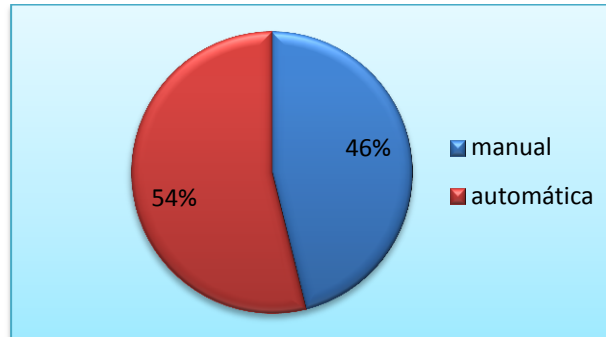
Manual, 327 Automática, 72



d) ¿Qué tipo de transmisión prefiere utilizar en la Ciudad de Quito?

Manual, 184

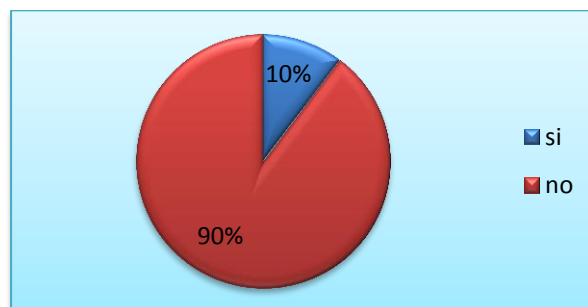
Automática, 215



e) ¿Conoce usted los beneficios de una transmisión automática versus una transmisión manual?

Si, 41

No, 358



f) Al momento de adquirir un vehículo, ¿cree usted que es un factor importante el tipo de transmisión?

Si, 358

No, 41

4.1.2. Análisis de los resultados de las encuestas

Las preguntas iban encaminadas a determinar los conocimientos prácticos y teóricos de los habitantes de la ciudad de Quito en cuanto a los diferentes pros y contras que tienen los dos tipos de transmisiones. En la pregunta a) determinamos que el 98% de los encuestados saben conducir, esto se debe a que en la actualidad saber conducir es una necesidad más que un lujo.

La pregunta b) nos ayuda a determinar que el 80% de las personas encuestadas conduce con regularidad, es decir prácticamente a diario, esto se refleja en el tráfico que encontramos todos los días en la ciudad de Quito debido a las facilidades que nos presenta el uso del transporte privado.

La pregunta c) nos muestra un mayor uso de la transmisión manual por los participantes de dicha encuesta, pero la pregunta d) nos demuestra que a pesar de un mayor uso de la transmisión manual, la transmisión automática está ganando adeptos para esta ciudad por la variedad de circunstancias que se encuentran a diario en las vías de Quito.

Los resultados de la pregunta e) demuestran un desconocimiento mayoritario de los beneficios de la transmisión automática versus la transmisión manual, determinando la importancia de este proyecto de tesis encaminado a demostrar los beneficios mayoritarios de una transmisión automática en la ciudad de Quito, dado que esta ciudad posee en la actualidad circunstancias que perjudican el uso de transmisión manual, como se ha detallado a lo largo del estudio de este proyecto.

Hoy en día las personas buscan satisfacer sus necesidades en el momento de conducir eligiendo la transmisión ideal que cumplan sus expectativas en todo lugar donde se encuentren, esto se demuestra con los resultados de la pregunta f).

Se puede constatar que los costos de mantenimiento de los vehículos de transmisión automática siguen siendo considerados más elevados para nuestros encuestados debido al mayor uso de la transmisión manual.

Finalmente, el 59% de los encuestados piensan que es más contaminante un vehículo con transmisión manual, lo que nos demuestra que a pesar de no ser una diferencia en porcentaje tan elevada, los participantes de dicha encuesta confían en la transmisión automática para evitar la contaminación.

4.2 ANALISIS DE DIFERENCIA DE COSTOS

En este caso se utilizó un pequeño cuadro comparativo que nos muestra los costos de los que son, bajo criterio personal, los vehículos más utilizados en la ciudad de Quito, que sus respectivas casas comerciales, nos presentan las dos opciones de compra, tanto en transmisión automática como transmisión manual.

Tabla 4.1. Comparación entre precios en dólares americanos de autos con transmisión manual y automática.

MARCA	T.MANUAL	T.AUTOMÁTICA
Chevrolet Optra 2005	10900	11200
Honda ACCORD 2007	23600	24900
Mazda 3 2008	15800	16300
Mitsubishi Lancer 2007	16200	17000
Nissan Almera 2012	18990	19990
Toyota Corolla 2008	17300	17400
Volkswagen Jetta 2012	24950	27500
Suzuki Grand Vitara 2012	24990	27990

Continuación Tabla 4.1

VALOR PROMEDIO	19091,25	20285,00
DIFERENCIA PROMEDIO	1193,75	

Fuente: Vargas, H. (2012). *Guía nacional de precios de vehículos usados*. Ecuador: AEADE.

En esta tabla encontramos que la diferencia de precios es bastante corta entre un vehículo automático a un vehículo manual, la diferencia promedio encontrada es de 1193,75 dólares americanos, que no representan en nada las mayoritarias ventajas que nos proporcionan los vehículos automáticos.

A pesar de esto la mayoría de los habitantes de Quito prefieren comprar vehículos de transmisión manual, como se demostró en la encuesta antes ya tratada, por el desconocimiento de las prestaciones que tienen los dos vehículos, principalmente hablando, de las mayores prestaciones, facilidades o comodidades si se quiere, de un vehículo de transmisión automática.

En el siguiente punto se presentarán los resultados de las pruebas realizadas con los dos tipos de vehículos.

4.3 FACTORES DE EMISIÓN EN PRUEBAS ESTACIONARIA Y EN RUTA

Para establecer las diferencias de cada vehículo, tanto con transmisión manual como automática, se utilizaron las instalaciones, equipos y procedimientos de pruebas del Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV).

Durante las pruebas estacionarias y de ruta se midieron las concentraciones volumétricas de las emisiones de CO, CO₂, O₂, NO_x, así como el factor Lambda.

4.3.1 FACTORES DE EMISION EN PRUEBA ESTACIONARIA

Se presentan los resultados promedio de la pruebas estacionaria con los vehículos manual y automático, comparándolos en condiciones de ralentí y a 2500 RPM.

Tabla 4.2. Datos promedio comparativos de emisiones y factor Lambda en ralentí para ambos vehículos.

Prueba TIS en Ralentí - Datos Promedio						
Tipo de transmisión	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)	NOx (ppm)	Lambda
Manual	0,28	14,70	116,50	0,16	5,00	0,995
Automático	0,04	14,70	51,00	0,08	0,00	1,001

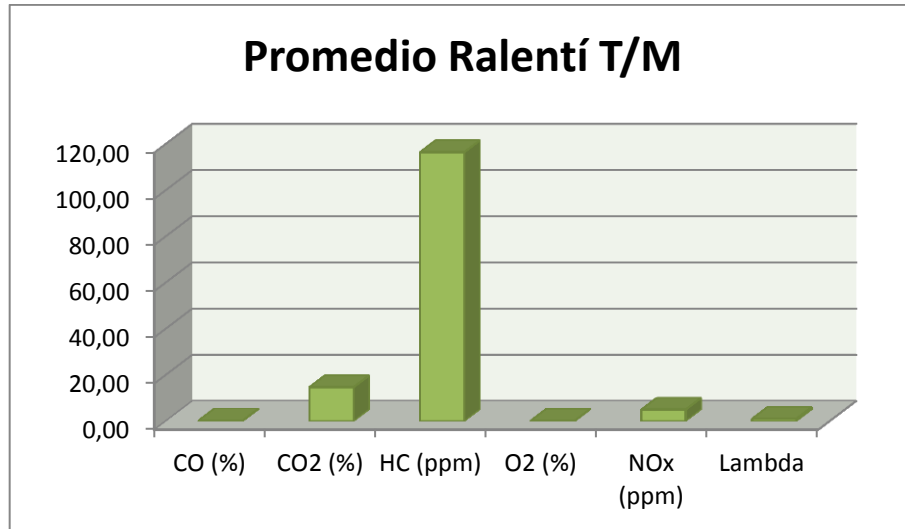
Elaborado por Santiago Ferri

Tabla 4.3 Datos promedio comparativos de emisiones y factor Lambda en 2500 RPM para ambos vehículos.

Prueba TIS a 2500 RPM - Datos Promedio						
Tipo de transmisión	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)	NOx (ppm)	Lambda
Promedio Manual	0,28	14,70	116,50	0,16	5,00	0,995
Promedio Automático	0,04	14,70	51,00	0,08	0,00	1,001

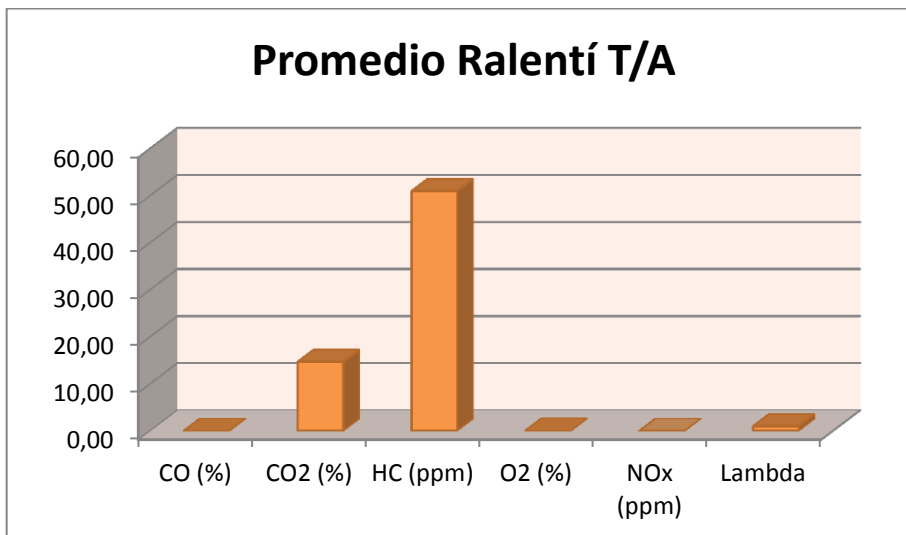
Elaborado por Santiago Ferri

Gráfico 4.1 Emisiones promedio de contaminantes para el vehículo de transmisión manual, en marcha ralentí.



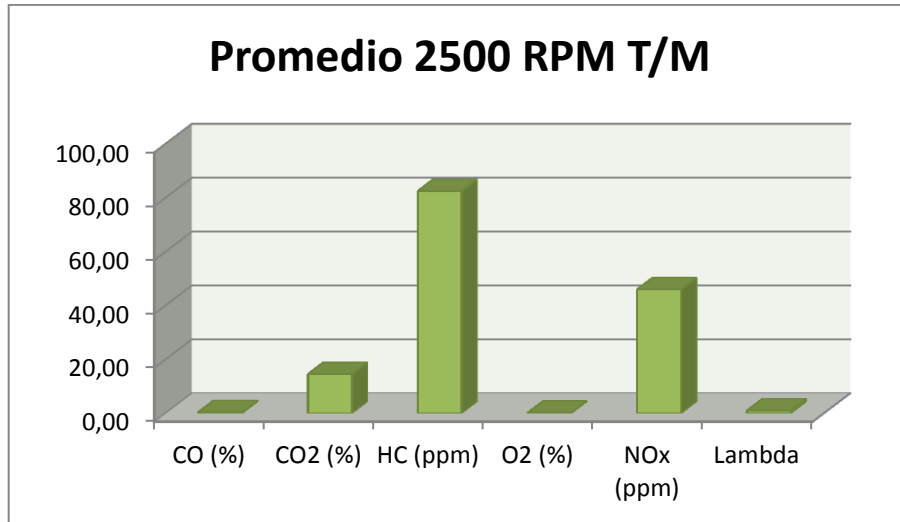
Elaborado por Santiago Ferri

Gráfico 4.2 Emisiones promedio de contaminantes para el vehículo de transmisión automática, en marcha ralentí.



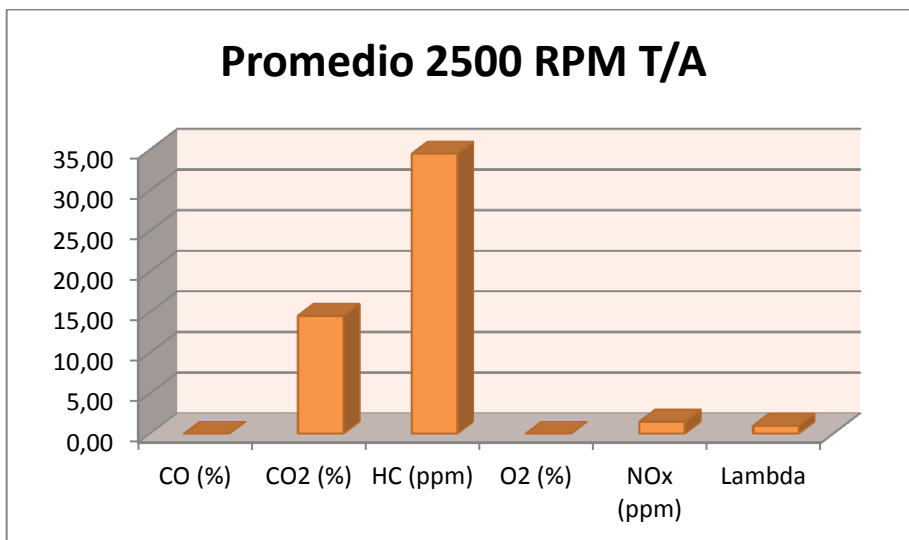
Elaborado por Santiago Ferri

Gráfico 4.3 Emisiones promedio de contaminantes para el vehículo de transmisión manual, a 2500 RPM.



Elaborado por Santiago Ferri

Gráfico 4.4 Emisiones promedio de contaminantes para el vehículo de transmisión automática, a 2500 RPM.



Elaborado por Santiago Ferri

Podemos encontrar que los resultados en su mayoría varían por muy poco, pero siempre encontramos una clara ventaja en los resultados del vehículo automático.

Un ejemplo claro podemos encontrar en las emisiones de Hidrocarburos (HC), que llegan a contaminar la mitad en comparación al vehículo manual.

Las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), no representan el valor real de este contaminante, ya que éstos deben ser evaluados en una prueba bajo carga, a pesar de esto, el vehículo con transmisión automática sigue teniendo ventaja contra el vehículo de transmisión manual.

Cabe recalcar que estos resultados no son determinantes en las conclusiones finales, ya que representan más un valor de comparación base para las pruebas en ruta realizadas

4.3.2 FACTORES DE EMISION EN PRUEBA DE RUTA

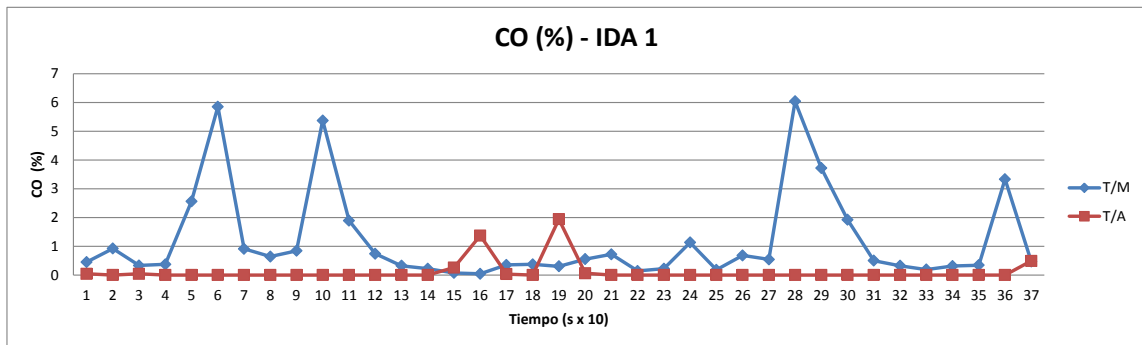
4.3.2.1 Concentraciones Volumétricas de Emisiones

Durante la ejecución de la prueba de ruta se midieron las concentraciones de las emisiones de CO₂, CO, NOx y el factor Lambda, utilizando el método de prueba de ruta del CCICEV. En los gráficos 4.5 al 4.9, se muestra un ejemplo del comportamiento de las emisiones en la prueba de ruta, para el vehículo manual y para el vehículo automático. En este caso se tomó de ejemplo el tramo IDA 1 para ambos vehículos. En el ANEXO A#, se presentan los gráficos de los demás tramos.

En el gráfico 4.5, se muestra la variación de CO, en los momentos en que se acelera y se deja de desacelerar, en esto, presenta un beneficio el vehículo de

transmisión automática, representándose en el gráfico mayores puntos mínimos o de cero contaminaciones de CO.

Gráfico 4.5 Variación en ruta de las emisiones de CO, para ambos tipos de vehículos.

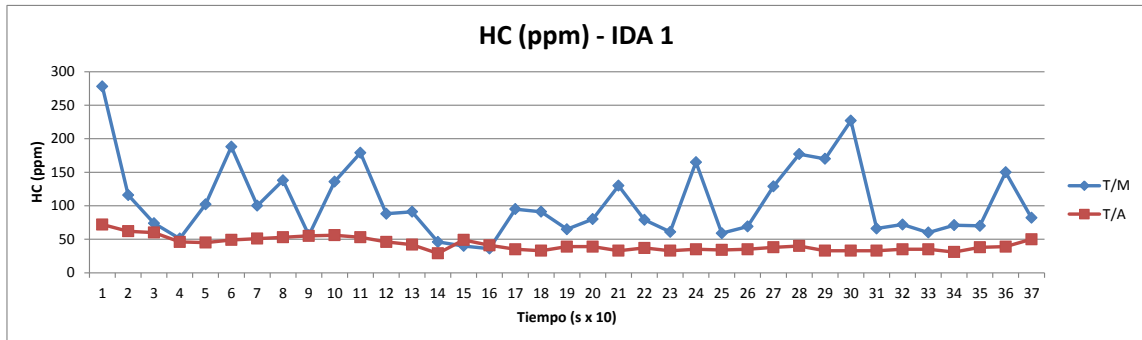


Elaborado por Santiago Ferri

El gráfico 4.6, nos muestra las variaciones de los HC en cada vehículo, siendo los picos más altos donde hay momentos de aceleración.

Aquí, se tiene una clara ventaja en el vehículo con transmisión automática, llegando a ser la mitad de contaminante que el vehículo con transmisión manual, gracias a que mediante la transmisión automática la marcha se mantiene mucho más constante en comparación al vehículo manual, y con esto, se evitan cambios bruscos de velocidad en aceleración y frenado

Gráfico 4.6 Variación en ruta de las emisiones de HC, para ambos tipos de vehículos.

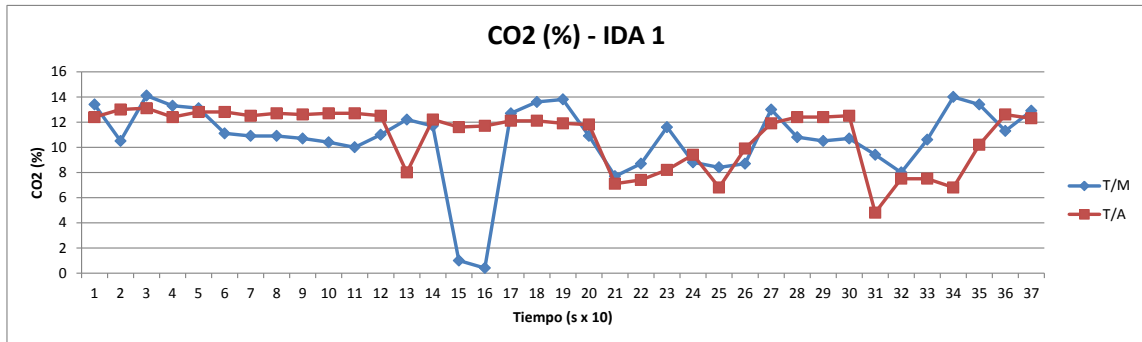


Elaborado por Santiago Ferri

El CO₂ tiene también un comportamiento dinámico, correspondiente a las varias aceleraciones y frenadas producidas durante el ciclo de prueba. Podemos apreciar que para el vehículo automático el rango se encuentra en 4% y 14%, mientras que el vehículo manual tiene un rango más amplio que va desde 0% hasta 15%.

En este caso encontramos que hay una diferencia mínima que favorece al vehículo de transmisión manual.

Gráfico 4.7 Variación en ruta de las emisiones de CO2, para ambos tipos de vehículos.

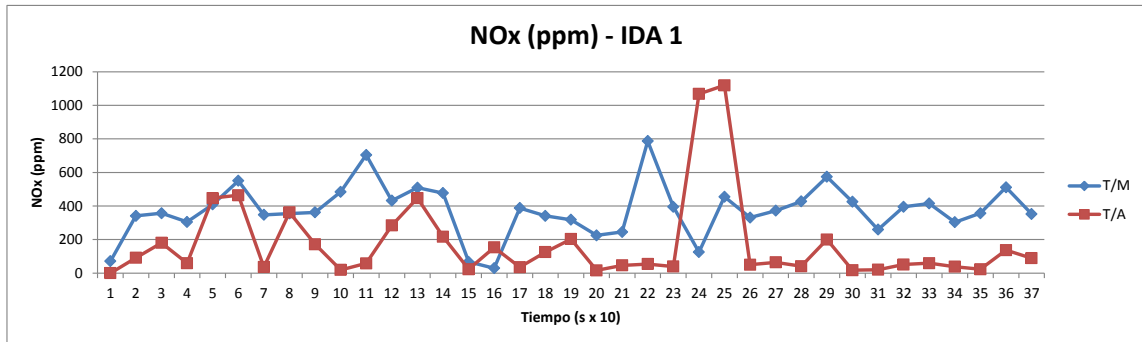


Elaborado por Santiago Ferri

El gráfico 4.8, de las muestras de NOx, indica que estos crecen cuando el vehículo es sometido a aceleraciones durante la conducción, ya que es, bajo estas condiciones, cuando más se exige al motor, subiendo la temperatura de la cámara de combustión.

Este es un nuevo caso en el que el vehículo de transmisión automática produce menor cantidad de este tipo de contaminantes, ya que como se ha dicho en varios de los anteriores casos, con este tipo de transmisión es menor la cantidad de veces que se necesita acelerar, según sea el caso, ya que la marcha misma controlada por el sistema de la caja de cambios ayuda a que el vehículo siga una marcha estable y constante, o, si es necesario en caso de tráfico, solo es necesario soltar el pedal del freno para que el vehículo avance.

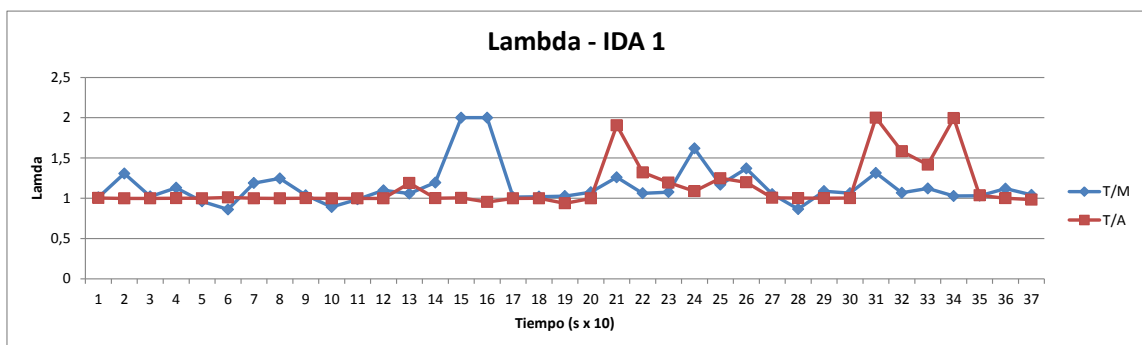
Gráfico 4.8 Variación en ruta de las emisiones de NOx, para ambos tipos de vehículos.



Elaborado por Santiago Ferri

Las variaciones del factor Lambda se muestran en el gráfico 4.9, en este caso se aprecia la tendencia para cada vehículo a tener una mezcla ideal, es decir, $\lambda = 1$, siendo en este caso más constante, en el vehículo con transmisión automática.

Gráfico 4.9 Variación en ruta del factor Lambda, para ambos tipos de vehículos.



Elaborado por Santiago Ferri

4.3.2.2 Rendimiento de Combustible

Es importante conocer el rendimiento de combustible que nos presenta cada tipo de vehículo, al igual que en el caso de los contaminantes se realizó la medición en cada tramo de las pruebas de ruta. Los resultados se presentan en las tablas 4.4 y 4.5, y los promedios, los cuales tendremos en cuenta para conocer que vehículo consume menos combustible, se presentan en las tablas 4.6 y 4.7.

Tabla 4.4 Consumo de combustible para el vehículo de transmisión manual.

TRAMO	CONSUMO (PULSOS)		CONSUMO (l)		CONSUMO (l)	DISTANCIA (Km)
	IDA	RETORNO	IDA	RETORNO		
GUAPULO - CARAPUNGO	27280	26013	19,05	17,952	1,098	13,78
CARAPUNGO - GUAPULO	27619	25976	19,29	17,927	1,360	13,32
GUAPULO - CARAPUNGO	26553	25366	18,54	17,506	1,037	13,68
CARAPUNGO - GUAPULO	26323	24680	18,38	17,032	1,350	13,74

Elaborado por CCICEV

Tabla 4.5 Consumo de combustible para el vehículo de transmisión automática.

TRAMO	CONSUMO (PULSOS)		CONSUMO (l)		CONSUMO (l)	DISTANCIA (Km)
	IDA	RETORNO	IDA	RETORNO		
GUAPULO - CARAPUNGO	1182	0,000	0,83	0,000	0,825	13,47
CARAPUNGO - GUAPULO	1405	0,000	0,98	0,000	0,981	13,65
GUAPULO - CARAPUNGO	1440	0,000	1,01	0,000	1,006	13,71
CARAPUNGO - GUAPULO	1496	0,000	1,04	0,000	1,045	13,84

Elaborado por CCICEV

Podemos apreciar un menor consumo en vehículo de transmisión automática, el principal motivo ya descrito anteriormente, la no necesidad de estar constantemente acelerando para mantener una marcha constante.

Cabe recalcar que no se presentan datos de pulsos de retorno en la tabla 4.5 del vehículo de transmisión automática, ya que éste, no posee ducto de retorno de combustible, solo de ingreso.

Tabla 4.6 Rendimientos y promedios de consumo de combustible para el vehículo de transmisión manual.

RENDIMIENTO (l/Km)	RENDIMIENTO (m3/Km)	RENDIMIENTO (Km/l)	RENDIMIENTO (Km/Gal)
0,080	0,000080	12,551	47,512
0,102	0,000102	9,793	37,070
0,076	0,000076	13,195	49,950
0,098	0,000098	10,181	38,540
PROMEDIO	0,000089	11,430	43,268

Elaborado por CCICEV

Tabla 4.7 Rendimientos y promedios de consumo de combustible para el vehículo de transmisión automática.

RENDIMIENTO (l/Km)	RENDIMIENTO (m3/Km)	RENDIMIENTO (Km/l)	RENDIMIENTO (Km/Gal)
0,061	0,000061	16,319	61,774
0,072	0,000072	13,912	52,664
0,073	0,000073	13,634	51,610
0,075	0,000075	13,248	50,149
PROMEDIO	0,000070	14,278	54,049

Elaborado por CCICEV

Mediante la comparación de estas dos tablas, encontramos que el vehículo de transmisión automática tiene un mejor rendimiento en kilómetros recorridos por galón de combustible (km/Gal), que en este caso llega a ser de casi 10 km/Gal, reiterando una vez más, debido a que con el vehículo de transmisión automática se puede mantener una velocidad constante sin la necesidad de usar continuamente el acelerador o dar aceleradas bruscas que consuman mayor cantidad de combustible.

4.3.2.3 Factores de Emisión en Ruta

Los factores de emisión para las pruebas de ruta, se calculan con las fórmulas descritas en el capítulo 3, utilizando además el rendimiento promedio de combustible de los vehículos medido durante las pruebas. En las tablas 4.8 y 4.9 se muestran los factores de emisión en concentraciones de CO/km, HC/km, NOx/km, para cada tramo, en cada prueba y en cada tipo de vehículo. En la parte inferior de estos, se muestran los promedios de las concentraciones que serán los puntos de partida para las comparaciones.

Tabla 4.8 Factores de emisiones contaminantes en ruta, del vehículo de transmisión manual.

FACTORES DE EMISION - MANUAL			
IDA 1		IDA 2	
GRAMOS CO/Km.	11,636	GRAMOS CO/Km.	11,906
GRAMOS HC/Km.	0,155	GRAMOS HC/Km.	0,082
GRAMOS NOx/Km.	0,392	GRAMOS NOx/Km.	0,359
RETORNO 1		RETORNO 2	
GRAMOS CO/Km.	21,598	GRAMOS CO/Km.	18,006
GRAMOS HC/Km.	0,213	GRAMOS HC/Km.	0,130
GRAMOS NOx/Km.	0,553	GRAMOS NOx/Km.	0,513
PROMEDIO IDA			
GRAMOS CO/Km.		11,771	
GRAMOS HC/Km.		0,118	
GRAMOS NOx/Km.		0,376	
PROMEDIO RETORNO			
GRAMOS CO/Km.		19,802	
GRAMOS HC/Km.		0,172	
GRAMOS NOx/Km.		0,533	

Elaborado por Santiago Ferri

Tabla 4.9 Factores de emisiones contaminantes en ruta, del vehículo de transmisión automática.

FACTORES DE EMISION - AUTOMATICO			
IDA 1		IDA 2	
GRAMOS CO/Km.	0,850	GRAMOS CO/Km.	1,505
GRAMOS HC/Km.	0,051	GRAMOS HC/Km.	0,104
GRAMOS NOx/Km.	1,337	GRAMOS NOx/Km.	1,030
RETORNO 1		RETORNO 2	
GRAMOS CO/Km.	1,334	GRAMOS CO/Km.	1,030
GRAMOS HC/Km.	0,061	GRAMOS HC/Km.	0,099
GRAMOS NOx/Km.	0,701	GRAMOS NOx/Km.	0,746
PROMEDIO IDA			
GRAMOS CO/Km.		1,177	
GRAMOS HC/Km.		0,078	
GRAMOS NOx/Km.		1,184	
PROMEDIO RETORNO			
GRAMOS CO/Km.		1,182	
GRAMOS HC/Km.		0,080	
GRAMOS NOx/Km.		0,723	

Elaborado por Santiago Ferri

Como resultado de todo lo anteriormente ya descrito, encontramos una clara ventaja a favor del vehículo de transmisión automática, que, por tener una constante menor contaminación, se traduce en una mayor y más duradera eficiencia del sistema de escape que filtra de mejor manera los gases de escape del motor.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Habiendo finalizado este estudio se concluye, principalmente, con el cumplimiento total de los objetivos planteados al inicio de este proyecto de tesis.
- Los procedimientos que se utilizaron para realizar las evaluaciones de los vehículos empleados en las pruebas, permitieron determinar las bondades de la transmisión automática versus la transmisión manual.
- La colaboración y experiencia en ésta área, del Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV), permitió realizar de gran manera las pruebas en los dos vehículos utilizados y tener la certeza de que los datos recogidos en las pruebas son correctos y permiten brindar con seguridad los resultados generales en cada uno de los campos revisados anteriormente en el presente estudio.
- Utilizando el horario entre las 9h30 y las 12h00 se pudo evitar congestión vehicular, lo que permitió realizar las pruebas con los dos vehículos, (a día seguido), sin ningún inconveniente.
- Utilizando la metodología de cálculo en base al consumo de combustible y los valores promedio de contaminación, permitió tener valores de coeficientes de contaminación claros para cada tipo de vehículo.
- Después de haber realizado las dos pruebas de ruta, una con el vehículo automático y otra con el vehículo manual, se pudo experimentar un

mayor cansancio, tanto físico como mental, al terminar la prueba con el vehículo manual.

- Una de las principales características a favor que se pudo comprobar al mando del vehículo de transmisión automática es, dejando de lado el confort, la seguridad que brinda este tipo de transmisión, ya que, al despreocuparnos de realizar los cambios en el momento adecuado, podemos concentrarnos totalmente en todas las circunstancias que podemos encontrarnos en el camino y estar preparados para cualquier emergencia teniendo las dos manos siempre en el volante.
- Se pudo desmentir una de las principales ideas que circulan en torno a los vehículos de transmisión automática, sobre que éstos consumen mucho más combustible que los vehículos con transmisión manual, llegando a ser, para el caso de los vehículos utilizados en las pruebas de este estudio, casi de 10 km/Gal más efectivo en promedio que el de transmisión manual, ya que la transmisión automática realiza cambios más rápidos y a un régimen más adecuado.
- Otra de las principales ideas que corre en contra de las transmisiones automáticas se trata sobre sus “excesivos” costos de mantenimiento, los cuales, como ya se trató en el capítulo dos, solo se remiten al cambio de aceite de transmisión. para los vehículos utilizados en esta prueba, la marca los recomienda cada 20000km, llegando a ser, en casos de otras marcas que se encuentran en el mercado quiteño, de hasta cada 60000km, y ni pensar de una reparación de caja de cambios, ya que los principales componentes de éstas, están diseñados para durar igual o más que el mismo motor del vehículo.
- A pesar de tener un mayor costo en concesionarios los vehículos de transmisión automática, se puede concluir que, a pesar de ser una diferencia promedio de 1000 dólares aproximadamente, los beneficios que presentan estos tipos de vehículos es mucho mayor a corto y largo

plazo, llegando a compensar de gran manera, el relativamente pequeño costo extra del vehículo con transmisión automática.

- Uno de los temas más tratados en los últimos años a nivel mundial ha sido la contaminación ambiental que perjudica en gran manera la vida en nuestro planeta, en este estudio se demostró que los vehículos de transmisión automática expulsan menor cantidad de gases contaminantes al ambiente, siendo éste, a criterio propio, el mayor beneficio que presentan los vehículos con transmisión automática.
- Siguiendo el tema de beneficios ambientales, hoy en día encontramos en las calles de la Ciudad de Quito, y del mundo, vehículos híbridos que, sin excepciones, llevan transmisiones automáticas por los beneficios que presentan, ya demostrados en este estudio, a favor del ambiente, y más aún, en conjunto con los sistemas que poseen este tipo de vehículos.
- En Quito, encontramos una gran mayoría de vehículos de transmisión manual, a pesar de que ya se demostró bajo encuestas, que las personas preferirían en su mayoría manejar o poseer un vehículo de transmisión automático por las circunstancias de manejo que a diario se presentan en nuestra ciudad y los beneficios que estos presentan, pero las creencias erróneas o mitos, costos de venta en algo elevados y falta de oferta, impiden que los quiteños podamos hacernos de vehículos con transmisión automática que en algo facilitaría nuestro diario transitar en las conflictivas calles de Quito.
- Para las personas que desean sentir los cambios al momento de conducir o les gusta la deportividad, en la actualidad las casas comerciales presentan en sus vehículos automáticos opciones de manejo deportivo que le permiten al conductor controlar de manera semiautomática los cambios, como el ejemplo presentado en el capítulo del sistema de cambio TipTronic.
- A pesar de todos los beneficios presentados de los vehículos de transmisión automática, se puede acotar que los vehículos de

transmisión manual permiten al conductor elegir el momento deseado para el cambio de marcha, teniendo total control sobre el vehículo, además, ciertas marcas automotrices, de cada 10 versiones de motorización y equipamiento de un mismo vehículo, presentan 7 en versión manual y apenas 3 en versión automática, esto debido a que estas marcas, consideradas de gama baja, necesitan en sus vehículos de transmisión automática motores de alto cilindraje que puedan mover la transmisión.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es recomendable que se ejecuten una mayor cantidad de pruebas, como las realizadas en este estudio, con otro tipo de vehículos, de diferentes marcas y modelos, y, con mayor y menor tecnología a la de los vehículos utilizados en el presente estudio, para generar un parámetro comparativo que permita a las casas comerciales, patios de autos y conductores tener datos más amplios de todas las ventajas de poseer y conducir diariamente, vehículos con transmisión automática, en la ciudad de Quito.
- Adicional al punto anterior, se recomienda realizar estas pruebas en diferentes ciudades del país, para conocer la influencia que puede ejercer sobre los resultados variables como, por ejemplo, la altura, la humedad, el calor, entre otras, y así tener resultados que no solo se limiten al Distrito Metropolitano de Quito sino también, en lo posible, al país entero.
- Para futuras pruebas, que busquen resultados iguales o similares, es recomendable utilizar el método empleado en este estudio, ya que

presenta datos totalmente confiables, en un tiempo relativamente corto y con costos bastante reducidos.

- Si se tiene la posibilidad, realizar estas pruebas en dinamómetros o bancos de pruebas para eliminar variables y tener la posibilidad de realizar una mayor cantidad de mediciones, pero sin dejar de lado las pruebas en ruta, ya que éstas presentan variables que son muy importantes a tener en cuenta para los resultados, como son por ejemplo, el tránsito vehicular y el roce del vehículo con las irregularidades del asfalto, por mínimas que éstas sean, ya que éstas variables afectarán principalmente al consumo de combustible que es esencial para el cálculo de factores de emisión.
- Se recomienda utilizar el presente estudio como una base para lograr a futuro la mayor utilización de vehículos con transmisión automática, no solo por el confort que éstos presentan en su conducción, sino también porque este tipo de vehículos generan una importante menor cantidad de gases contaminantes, favoreciendo al medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- AEADE. (2012). *Anuario 2012*. Ecuador: AEADE
- Águeda, E., Navarro, J., y Gómez, T. (2012). *Sistemas de transmisión de fuerza y trenes de rodaje*. España: Paraninfo.
- Albán, E., López, J. (2010). *Desarrollo y validación de un método para la determinación de factores de emisión vehicular mediante pruebas a bordo en la ciudad de Quito*. Tesis no publicada. Ecuador: EPN.
- Alonso, J. (2010). *Tecnología del automóvil*. España: Paraninfo.
- Baca, G. (2010). *Evaluación de Proyectos*. México: McGraw Hill.
- Bosch, R. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Alemania: Bosch.
- Bosch, R. (2003). *Técnica de gases de escape para motores de gasolina*. Alemania: Bosch.
- Brejcha, M. (1978). *Los cambios automáticos*. España: Reverté.
- Daniels, J. (2005). *Tecnología del coche moderno*. España: Ceac.
- Ediciones Ceac. (2004). *Manual Ceac del automóvil*. España: Ediciones Ceac.
- Ferrer, J. y Dominguez, E. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Editex.
- Gerschler, H. (1985). *Tecnología del automóvil*. España: Reverté.
- Gonzales, R. (2006). *Los ciclos de manejo, una herramienta útil si es dinámica para evaluar el consumo de combustible y las emisiones contaminantes del auto transporte*. Tesis no publicada. México: UNAM.
- Heitner, J. (1989). *Mecánica automotriz: Principios y prácticas*. Editorial Diana.
- Martínez, H. (2006). *Manual del automóvil. Reparación y mantenimiento*. Editorial Cultural.
- Mezquita, J., y Dols, J. (2004). *Tratado sobre automóviles*. España: UPV.

- Molina, M. y Muñoz, E. (2006). *Desarrollo de un método para determinar factores de emisión*. Ecuador. EPN.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2203: 2000. Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. *Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí*. Prueba estática. Ecuador: INEN.
- Orovio. (2010). *Tecnología del automóvil*. España: Paraninfo.
- Portilla, A. (1999). *Manual de control de emisiones vehiculares en el Distrito Metropolitano de Quito*. Ecuador. Primera Edición.
- Portilla, A. y Caiza, P. (2010). *Determinación de la influencia de la altura en emisiones contaminantes de un motor de ciclo Otto de inyección electrónica de gasolina*. Tesis no publicada. Ecuador: EPN.
- Society of Automotive Engineers Surface Vehicle Standard. J1082. *Fuel Economy Measurement Road Test Procedure*. Issued 1974-04, Revised 1995-06.
- Torres, L., Urvina, V. (2008). *Determinación de los factores reales de emisión de los motores ciclo Otto en la ciudad de Quito*. Tesis no publicada. Ecuador. EPN.
- Vargas, H. (2012). *Guía nacional de precios de vehículos usados*. Ecuador: AEADE.
- Zavala, S. (2010). *Guía a la redacción en el estilo APA*. UM.
- www.auto10.com
- www.cajas-automáticas.com
- www.caranddriver.com
- www.chevrolet.com.ec
- www.mecanicavirtual.org
- www.motortrend.com
- www.ms-motor-service.es
- www.slideshare.net/MSPABLO/cajas-de-cambio-automaticas-y-manuales

- www.transmisionesautomaticas.cr
- www.velocidadmaxima.com
- <http://auto-mecanico.blogspot.com/>
- <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios8.htm>
- <http://www.aficionadosalamecanica.net>

ANEXOS

ANEXO 1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LAS PRUEBAS

Analizador de Gases NEXTECH NGA 6000

Figura A1.1 Analizador de Gases Nextech



Este equipo permite la medición de cuatro gases (CO, CO₂, HC, O₂), además de la relación aire-combustible o factor Lambda. Posee una pantalla con seis

indicadores LED. Los resultados pueden obtenerse mediante su impresora incorporada o conectándolo a un escáner automotriz.

En la Tabla A1.1 se muestran las características técnicas del analizador de gases Nextech NGA 6000.

Tabla A1.1 Características técnicas del analizador de gases Nextech

Ítem de medición	CO, HC, CO ₂ , Lambda, O ₂ , AFR, NO _x			
Método de medición	CO, HC, CO ₂ : Método NDIR O ₂ , NO _x : Celda electroquímica			
Rango de medición	CO	0,00 a 9,99%	HC	0 a 9,999 ppm
Resolución		0,01%		1 ppm
Display		LED 4 dígitos 7 segmentos		LED 4 dígitos 7 segmentos
Rango de medición	CO ₂	0,00 a 20,0%	O ₂	0,00 a 25,00%
Resolución		0,1%		0,01%
Display		LED 4 dígitos 7 segmentos		LED 4 dígitos 7 segmentos
Rango de medición	Lambda	0 a 2000	AFR	00 a 99,0
Resolución		0,001%		0,1
Display		LED 4 dígitos 7 segmentos		LED 4 dígitos 7 segmentos
Rango de medición	NO _x	0 a 5,000 ppm		
Resolución		1 ppm		
Display		LED 4 dígitos 7 segmentos		
Repetitividad		Menos que +/- 2% FS		
Tiempo de respuesta	Entre 10 segundos (más del 90%)			
Tiempo de calentamiento	2 a 8 minutos			
Cantidad de muestra necesaria	2 a 8 L/min			
Fuente	220V AC o 110V AC +/- 10% 50/60 Hz			
Potencia consumida	Alrededor de 50W			
Temperatura de operación	0°C a 40°C			
Dimensiones	420 x 298 x 180 (mm)			
Peso	6,9 Kg			

Escáner CARMAN VG PLUS

Figura A1.2 Escáner Carman



Escáner gráfico que permite graficar el comportamiento de sensores y actuadores. También funciona como osciloscopio, generador de señales, multímetro digital y biblioteca de diagramas esquemáticos. Posee conexión al analizador de gases Nextech presentando sus resultados en la pantalla del dispositivo.

En la tabla A1.2 se muestran las características técnicas del Escáner Carman VG Plus.

Tabla A1.2 Características técnicas del escáner Carman

Comunicación con protocolos	ODB II (ISO 9141, ISO 14230), SAE J1850, KWP 2000, CAN BUS, SAE J1587
Sistema	128 SD-RAM, 128 MB CF-Card O/S
Pantalla	LCD de 7", Touch Screen

Osciloscopio	4 canales
Capacidad de memoria	512 Mb, disco duro de 80 Gb
Utilidad	Motor, ABS, Air Bag, Transmisión, Body, ASC, ECS, A/C, TCS, EPS.

Medidor de flujo de combustible BIOTECH FCH-m-ALU

Figura A1.3 Medidor de flujo de combustible Biotech



Estos medidores de flujo de combustible o flujómetros, permiten la medición del consumo de combustible en motores ciclo Otto.

En la tabla A1.3 se presentan las características técnicas del medidor de flujo de combustible Biotech FCH-m-ALU.

Tabla A1.3 Características técnicas del medidor de flujo de combustible Biotech

Tipo de medidor	Turbina
Principio de funcionamiento del sensor	Efecto Hall
Rango de medición del flujo	0,05 a 7,5 L/min
Salida	950 pulsos/litro
Precisión	+/- 2%
Alimentación	5 a 24V DC, 15 mA

Equipo GPS GARMIN GPSmap 76 CSx

Figura A1.4 Equipo GPS GARMIN



Equipo receptor GPS de alta sensibilidad que recibe señales de satélite rápidamente y rastrea la ubicación del usuario en cualquier circunstancia. Entre sus principales aplicaciones de este equipo, permite obtener la velocidad de un

objeto, distancia y/o trayectoria en movimiento, la velocidad media realizada, tiempo en que el objeto se encuentra en movimiento o se encuentra estático, altura sobre el nivel del mar, brújula, entre otras.

En la Tabla A1.4 se presentan las características del GPS Garmin GPSmap 76CSx.

Tabla A1.4 Características del equipo GPS Garmin

FISICA	
Tamaño	16 x 7 x 3,5 (cm)
Peso	216 gramos (incluidas las baterías)
Pantalla	3,80 x 5,60 (cm) Alta resolución, antireflectante, retroiluminación, 160x240 píxeles
Carcasa	Robusta, sellada, estanco, IEC-529, IPX7
Escala de temperatura	De -15 a 70°C
RESOLUCIÓN	
Receptor	Activado WAAS
Tiempo de adquisición	Aproximadamente 1 segundo (en caliente) Aproximadamente 38 segundos (en frío) Aproximadamente 45 segundos (reestableciendo valores de fábrica)
ALIMENTACIÓN	
Fuente	Dos baterías AA de 1,5V, cable de datos USB, cable adaptador de 12V hasta 36V DC de alimentación externa
PRECISIÓN	
GPS	< 10 metros 95% típico

ANEXO 2

CONTAMINANTES OBTENIDOS EN CICLO DE RUTA PARA EL VEHÍCULO CON TRANSMISIÓN MANUAL

Tabla A2.1 Contaminantes obtenidos en el tramo Guápulo - Carapungo,
vehículo de transmisión manual. IDA 1.

	DATO No.	TIEMPO (s)	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	O2 (%)	Nox (ppm)	Lambda
IDA 1	1	10	0,45	278	13,4	0,77	71	1,011
	2	20	0,92	116	10,5	5,86	341	1,307
	3	30	0,33	74	14,1	0,76	357	1,022
	4	40	0,37	51	13,3	2,89	305	1,13
	5	50	2,56	102	13,1	0,87	409	0,961
	6	60	5,85	188	11,1	0,66	550	0,861
	7	70	0,91	100	10,9	3,94	347	1,188
	8	80	0,64	138	10,9	4,72	355	1,246
	9	90	0,84	56	10,7	1,22	362	1,037
	10	100	5,37	136	10,4	1,23	484	0,891
	11	110	1,89	179	10	1,15	704	0,986
	12	120	0,74	88	11	2,25	432	1,098
	13	130	0,32	91	12,2	1,36	509	1,058
	14	140	0,22	46	11,7	3,58	477	1,194
	15	150	0,07	40	1	19,18	67	2
	16	160	0,04	36	0,4	19,79	29	2
	17	170	0,35	95	12,7	0,59	388	1,014
	18	180	0,37	91	13,6	0,72	341	1,019
	19	190	0,3	65	13,8	0,8	318	1,026
	20	200	0,55	80	10,9	1,67	225	1,074
	21	210	0,72	130	7,7	3,81	245	1,26
	22	220	0,14	79	8,7	0,97	787	1,062
	23	230	0,22	61	11,6	1,52	395	1,076
	24	240	1,13	165	8,8	9,96	125	1,619
	25	250	0,18	59	8,4	2,29	455	1,168
	26	260	0,68	69	8,7	5,59	331	1,369
	27	270	0,54	129	13	1,49	372	1,051
	28	280	6,04	177	10,8	0,92	427	0,865
	29	290	3,72	170	10,5	4,46	574	1,088
	30	300	1,92	227	10,7	2,63	425	1,063
	31	310	0,5	66	9,4	4,95	259	1,314
	32	320	0,32	72	8	1,09	395	1,067
	33	330	0,19	60	10,6	2,12	415	1,122
	34	340	0,31	71	14	0,85	303	1,028
	35	350	0,34	70	13,4	0,92	357	1,031
	36	360	3,33	150	11,3	4,9	511	1,119
	37	370	0,47	82	12,9	1,2	352	1,042
	PROMEDIO		1,185	105,054	10,654	3,343	372,946	1,148

Tabla A2.2 Contaminantes obtenidos en el tramo Carapungo – Guápulo, vehículo de transmisión manual. RETORNO 1.

	DATO No.	TIEMPO (s)	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	O2 (%)	Nox (ppm)	Lambda
RETORNO 1	1	10	0,83	97	12,6	7,42	184	1,344
	2	20	0,08	65	1,4	19,66	41	2
	3	30	0,29	61	6,5	5,32	587	1,509
	4	40	3,29	176	12,2	2,92	576	1,026
	5	50	4,47	145	8,1	3,98	378	1,044
	6	60	0,27	81	12,6	2,5	351	1,119
	7	70	0,26	67	12,5	2,87	362	1,141
	8	80	0,05	58	6,9	4,82	76	1,463
	9	90	0,36	107	12,1	1,5	354	1,064
	10	100	3,33	144	8,2	8,89	314	1,385
	11	110	0,23	62	10,6	7,21	284	1,441
	12	120	4,6	83	9,5	3,12	407	0,997
	13	130	0,62	93	9,9	2,64	280	1,139
	14	140	0,98	104	9,8	6,86	245	1,387
	15	150	0,51	71	7,3	5,39	194	1,435
	16	160	0,04	49	8	3,31	819	1,274
	17	170	4,09	135	11,9	0,77	410	0,912
	18	180	3,87	162	9,6	6,33	526	1,181
	19	190	4,53	165	9,5	3,39	422	1,009
	20	200	3,49	135	7,9	6,87	497	1,263
	21	210	3,48	205	7,2	9,23	154	1,424
	22	220	0,54	62	10,8	0,95	330	1,033
	23	230	0,17	75	8,8	1,55	379	1,104
	24	240	0,35	66	8,4	3,82	264	1,275
	25	250	2,67	234	12,2	1,87	605	0,996
	26	260	0,42	82	9,7	0,97	442	1,042
	27	270	0,25	78	9,3	3,46	679	1,23
	28	280	0,71	81	9	1,19	540	1,046
	PROMEDIO		1,599	105,107	9,375	4,600	382,143	1,224

Tabla A2.3 Contaminantes obtenidos en el tramo Guápulo – Carapungo, vehículo de transmisión manual. IDA 2.

	DATO No.	TIEMPO (s)	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	O2 (%)	Nox (ppm)	Lambda
IDA 2	1	10	0,41	82	10,8	0,57	375	1,014
	2	20	0,2	46	13,5	0,84	357	1,033
	3	30	0,33	45	12,9	1,36	288	1,057
	4	40	0,24	35	13,1	0,8	340	1,031
	5	50	0,23	24	13,6	0,4	355	1,011
	6	60	2,55	40	10,6	3,00	332	1,067
	7	70	0,57	81	10,7	0,7	437	1,016
	8	80	4,81	89	12,2	1,10	459	0,912
	9	90	0,62	65	10,5	1,17	521	1,043
	10	100	3,4	48	9,6	0,36	429	0,898
	11	110	4,16	113	10	3,29	639	1,019
	12	120	0,25	35	6,7	1,66	269	1,144
	13	130	0,25	0	5,6	3,44	454	1,382
	14	140	0,28	56	6,4	5,02	290	1,488
	15	150	0,39	33	10,9	4,63	404	1,263
	16	160	2,34	87	12	0,76	477	0,96
	17	170	0,22	27	13,4	0,61	320	1,022
	18	180	0,59	47	9,3	3,72	136	1,227
	19	190	0,35	26	11,4	1,75	429	1,087
	20	200	0,24	46	9,4	2,51	479	1,163
	21	210	0,65	96	7,6	5,57	164	1,417
	22	220	1,41	46	9,6	3,16	230	1,136
	23	230	5,13	133	11,8	0,31	506	0,869
	24	240	5,57	155	10,7	0,29	545	0,849
	25	250	0,43	100	11,2	0,34	417	0,998
	26	260	0,06	38	11,1	0,82	318	1,045
	27	270	0,03	42	8,2	3,06	77	1,248
	28	280	0,19	41	13,5	0,47	317	1,015
	29	290	0,22	35	13,6	0,29	309	1,005
	30	300	0,33	51	12,9	0,5	337	1,012
	31	310	4,08	92	13,1	0,51	385	0,91
	PROMEDIO		1,307	59,806	10,835	1,710	367,581	1,076

Tabla A2.4 Contaminantes obtenidos en el tramo Carapungo – Guápulo, vehículo de transmisión manual. RETORNO 2.

	DATO No.	TIEMPO (s)	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	O2 (%)	Nox (ppm)	Lambda
RETORNO 2	1	10	4,69	118	11	4,12	572	1,038
	2	20	0,06	56	1,9	16,89	56	2
	3	30	0,23	25	8	3,13	490	1,245
	4	40	0,27	57	12,4	0,75	360	1,028
	5	50	3,66	120	12,9	3,24	436	1,03
	6	60	0,32	48	13	0,56	380	1,016
	7	70	0,37	50	13,1	0,59	338	1,015
	8	80	0,18	34	13,5	0,51	337	1,018
	9	90	0,26	37	9,4	2,18	171	1,14
	10	100	0,28	26	8,4	2,31	372	1,165
	11	110	0,15	23	9	0,94	441	1,061
	12	120	0,21	49	12,4	2,74	345	1,138
	13	130	3,46	49	12,5	1,35	605	0,958
	14	140	6,05	117	10,2	1,18	266	0,872
	15	150	4,69	164	9,6	1,88	614	0,932
	16	160	4,86	129	9,9	0,98	521	0,889
	17	170	2,91	149	9,4	3,56	391	1,083
	18	180	0,66	95	8,2	2,36	632	1,142
	19	190	0,03	32	6,8	4,61	208	1,455
	20	200	0,72	27	10,9	3,54	126	1,179
	21	210	0,19	35	11,9	0,58	335	1,024
	22	220	0,22	44	13,5	1,24	326	1,052
	23	230	0,35	42	12,8	1,32	371	1,055
	24	240	4,63	107	11,7	1,43	464	0,927
	25	250	4,38	135	9,4	3,49	458	1,021
	26	260	2,02	71	6,3	5,91	376	1,369
	27	270	3,44	85	8,2	6,38	532	1,234
	28	280	0,24	75	11,2	2,14	334	1,114
	29	290	4,49	95	10,8	2,43	403	0,971
	30	300	0,05	23	9,1	2,73	143	1,199
	31	310	0,22	16	7,5	6,64	614	1,573
	32	320	0,69	88	7,9	7,23	191	1,53
	33	330	0,18	38	6,8	2,46	518	1,225
	34	340	0,02	52	9,4	3,67	39	1,261
	35	350	0,26	46	13,1	0,37	380	1,008
	36	360	1,08	146	10,4	4,04	353	1,19
	37	370	0,13	27	8,1	0,75	526	1,053
	38	380	0,6	51	7,1	2,27	551	1,162
	39	390	0,4	50	9,5	4,16	246	1,265
	40	400	0,77	53	12,4	0,35	403	0,99
	41	410	0,67	163	9,1	1,35	485	1,053
	PROMEDIO		1,441	69,439	9,968	2,887	383,146	1,139

CONTAMINANTES OBTENIDOS EN CICLO DE RUTA PARA EL VEHÍCULO CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Tabla A2.5 Contaminantes obtenidos en el tramo Guápulo – Carapungo, vehículo de transmisión automática. IDA 1.

	DATO No.	TIEMPO (s)	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	O2 (%)	Nox (ppm)	Lambda
IDA 1	1	10	0,04	72	12,4	0,15	0	1,003
	2	20	0,09	62	13	0,09	91	0,998
	3	30	0,04	60	13,1	0,05	180	0,998
	4	40	0	46	12,4	0,07	59	1,001
	5	50	0	45	12,8	0,03	447	0,999
	6	60	0	49	12,8	0,24	464	1,01
	7	70	0	51	12,5	0,04	36	0,999
	8	80	0	53	12,7	0,02	362	0,998
	9	90	0	55	12,6	0,08	172	1,001
	10	100	0	56	12,7	0,02	19	0,998
	11	110	0	53	12,7	0,02	58	0,998
	12	120	0	46	12,5	0,02	284	0,998
	13	130	0	42	8	2,26	447	1,189
	14	140	0	29	12,2	0,06	217	1,001
	15	150	0,26	49	11,6	0,29	23	1,004
	16	160	1,37	41	11,7	0,05	153	0,954
	17	170	0,03	35	12,1	0,02	35	0,998
	18	180	0	33	12,1	0,02	125	0,999
	19	190	1,94	39	11,9	0,02	203	0,937
	20	200	0,06	39	11,8	0,05	16	0,998
	21	210	0	33	7,1	9,47	46	1,906
	22	220	0	37	7,4	3,52	54	1,321
	23	230	0	33	8,2	2,37	39	1,194
	24	240	0	35	9,4	1,24	1068	1,087
	25	250	0	34	6,8	2,52	1119	1,249
	26	260	0	35	9,9	2,91	50	1,198
	27	270	0	38	11,9	0,13	64	1,005
	28	280	0	40	12,4	0,08	41	1,002
	29	290	0	33	12,4	0,04	200	1
	30	300	0	33	12,5	0,07	17	1,002
	31	310	0	33	4,8	12,11	20	2
	32	320	0	35	7,5	6,45	51	1,583
	33	330	0	35	7,5	4,62	59	1,417
	34	340	0	31	6,8	9,94	38	1,994
	35	350	0	38	10,2	0,58	23	1,036
	36	360	0	39	12,6	0,07	137	1,001
	37	370	0,49	50	12,3	0,04	89	0,983
	38	380	0,22	41	8,3	0,73	11	1,044
	39	390	0	45	10,9	0,29	36	1,015
	40	400	0,01	50	12,5	0,08	31	1,001
	41	410	0	43	12,6	0,05	60	1
	42	420	0	42	12,5	0,06	55	1,001
	43	430	0	45	12,4	0,02	5	0,998
		PROMEDIO	0,106	42,628	10,988	1,45	155,907	1,119

Tabla A2.6 Contaminantes obtenidos en el tramo Carapungo – Guápulo, vehículo de transmisión automática. RETORNO 1.

	DATO No.	TIEMPO (s)	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	O2 (%)	Nox (ppm)	Lambda
RETORNO 1	1	10	0	45	12,4	0,03	10	0,999
	2	20	0	37	12,5	2,59	112	1,139
	3	30	0	46	8,7	3,91	131	1,303
	4	40	0	52	13,9	0,16	293	1,005
	5	50	0	42	13,4	0,12	31	1,004
	6	60	1,12	52	13,6	0,20	56	0,973
	7	70	0,02	41	8	3,74	59	1,313
	8	80	0	35	9,3	0,90	160	1,063
	9	90	0	39	13,5	0,18	97	1,007
	10	100	0,01	39	14,1	0,1	16	1,002
	11	110	0,06	46	13,8	0,06	23	0,999
	12	120	0,01	37	14,1	0,04	11	1
	13	130	0,11	44	13,7	0,08	19	0,998
	14	140	0	37	13,9	0,07	10	1,001
	15	150	0	40	14	0,03	3	0,999
	16	160	0	37	10,6	9,32	47	1,597
	17	170	0	0	7,6	1,93	92	1,173
	18	180	0,01	51	13,7	0,16	136	1,005
	19	190	0,83	64	13,8	0,09	136	0,976
	20	200	1,36	55	13,9	0,57	58	0,984
	21	210	0,04	47	13,9	0,14	57	1,003
	22	220	0,01	48	14	0,04	393	0,999
	23	230	1,56	63	13,6	0,03	166	0,953
	24	240	0,04	50	13,9	0,07	16	1
	25	250	0,01	51	14	0,03	10	0,998
	26	260	0,01	56	14	0,53	7	1,023
	27	270	0	59	8,3	2,56	16	1,205
	28	280	0	60	13,7	1,05	236	1,049
	29	290	0	61	8	1,74	71	1,143
	30	300	0	63	12,4	0,84	3	1,043
	31	310	0	65	8,5	3,81	32	1,3
	32	320	0	61	8,4	2,5	27	1,198
	33	330	0	64	12	1,92	14	1,105
	PROMEDIO		0,158	48,091	12,218	1,198	77,212	1,078

Tabla A2.7 Contaminantes obtenidos en el tramo Guápulo – Carapungo, vehículo de transmisión automática. IDA 2.

	DATO No.	TIEMPO (s)	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	O2 (%)	Nox (ppm)	Lambda
IDA 2	1	10	0	63	9,8	1,27	0	1,084
	2	20	0	57	14,4	1,42	0	1,064
	3	30	0	66	14,4	0,08	246	1,001
	4	40	0,01	63	14,5	0,49	14	1,020
	5	50	0	59	14,1	0,12	38	1,003
	6	60	0	68	14,4	0,06	201	1
	7	70	3,41	75	13,7	0,04	60	0,910
	8	80	0,07	82	9,5	5,79	34	1,403
	9	90	0	73	13,5	0,13	24	1,003
	10	100	1,33	100	12,6	0,04	156	0,955
	11	110	0,06	88	13,2	0,04	82	0,996
	12	120	0	76	14	0,11	75	1,002
	13	130	0,46	77	13,8	0,06	41	0,985
	14	140	0,09	94	12,5	0,06	64	0,995
	15	150	0,01	79	13,7	0,04	43	0,998
	16	160	0	83	13,7	0,17	304	1,004
	17	170	0	91	11,4	1,93	12	1,11
	18	180	0	81	12,3	0,44	45	1,02
	19	190	0	92	13,9	0,07	72	0,999
	20	200	0,16	94	13,6	0,53	4	1,017
	21	210	0	83	11,7	1,82	0	1,101
	22	220	0	84	11,6	0,86	0	1,046
	23	230	0	88	14,1	0,07	191	0,999
	24	240	0	93	13,7	0,11	550	1,001
	25	250	0	108	12,3	0,26	8	1,009
	26	260	0	116	7,5	2	203	1,171
	27	270	0	120	13,4	0,16	101	1,002
	28	280	0	114	14	0,08	232	0,999
	29	290	0	108	14,1	0,06	761	0,998
	30	300	0	104	14	0,04	17	0,997
	PROMEDIO		0,187	85,967	12,980	0,612	119,267	1,030

Tabla A2.8 Contaminantes obtenidos en el tramo Carapungo – Guápulo, vehículo con transmisión automática. RETORNO 2.

	DATO No.	TIEMPO (s)	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	O2 (%)	Nox (ppm)	Lambda
RETORNO 2	1	10	0	94	15,6	0,09	0	1
	2	20	0	89	14,1	0,04	73	0,998
	3	30	0	88	14,1	0,03	18	0,997
	4	40	0	84	10,1	1,27	11	1,080
	5	50	0,08	101	13,1	0,09	72	0,997
	6	60	0	79	13,7	0,09	25	1,001
	7	70	0	81	3	16,92	38	2
	8	80	0	81	9,4	4,33	796	1,308
	9	90	0	81	13,8	1,82	79	1,086
	10	100	0	79	14,2	0,1	264	1,001
	11	110	0,01	82	14,3	0,07	16	0,999
	12	120	0,01	84	14,4	0,06	7	0,999
	13	130	0,03	85	14,3	0,05	12	0,997
	14	140	0,02	80	14,2	0,61	4	1,025
	15	150	0	76	14	1,21	39	1,055
	16	160	0	78	14,2	0,07	151	1
	17	170	0,08	82	13,8	0,04	53	0,995
	18	180	0,01	76	14	0,32	35	1,012
	19	190	0	74	8,9	1,89	93	1,139
	20	200	0	73	9,2	11,53	4	1,848
	21	210	0	73	13,4	0,17	23	1,005
	22	220	0,44	86	13,8	0,09	47	0,987
	23	230	0,57	88	13	0,1	68	0,982
	24	240	1,29	95	13,3	0,05	178	0,959
	25	250	0,22	83	13,6	0,05	58	0,992
	26	260	1,1	84	13,7	0,04	56	0,966
	27	270	0,16	78	13,7	0,06	26	0,994
	28	280	0,09	77	13,6	0,07	17	0,997
	29	290	0,02	77	14	0,04	29	0,998
	30	300	0	45	8,9	4,92	9	1,373
	31	310	0	43	11,5	5,29	20	1,311
	32	320	0	46	6,6	3,78	52	1,385
	33	330	0	44	7,6	2,91	25	1,257
	34	340	0	47	13,4	1,93	9	1,096
	35	350	0	43	10,7	8,1	385	1,514
	PROMEDIO		0,118	75,886	12,377	1,949	79,771	1,124

ANEXO 3

GRÁFICOS DE VARIACIONES DE LOS CONTAMINANTES OBTENIDOS EN EL CICLO DE RUTA PARA EL VEHÍCULO CON TRANSMISIÓN MANUAL

Gráfico A3.1 Variación de emisiones de CO, vehículo de transmisión manual.

IDA 1

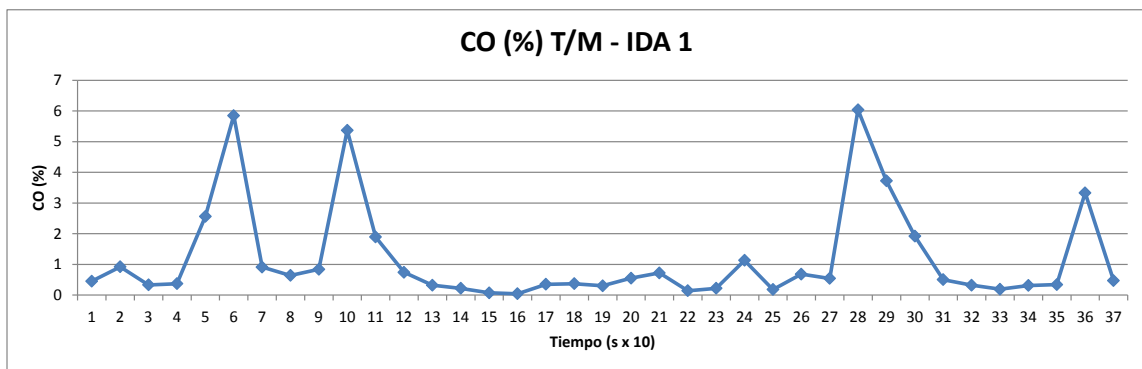


Gráfico A3.2 Variación de emisiones de HC, vehículo de transmisión manual.

IDA 1

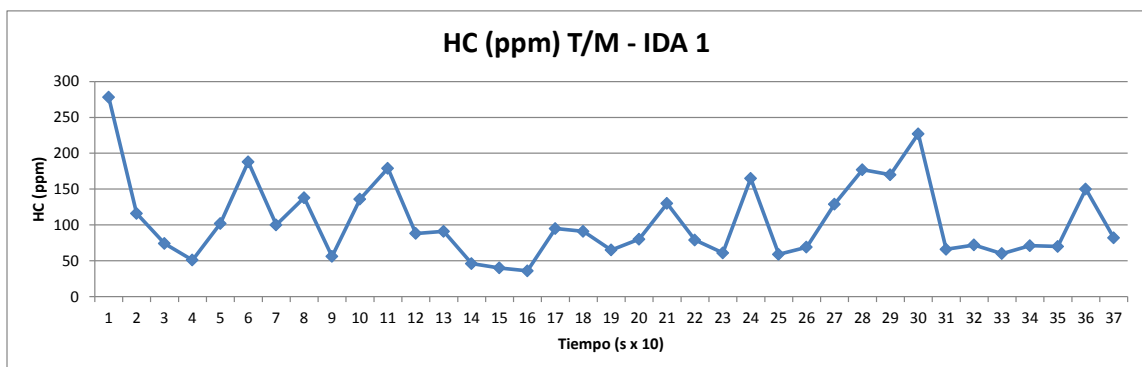


Gráfico A3.3 Variación de emisiones de CO₂, vehículo de transmisión manual.
IDA 1.

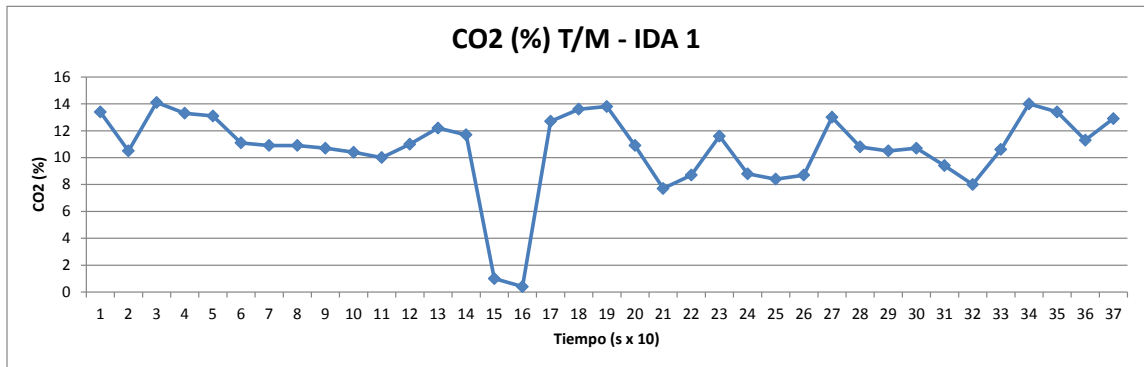


Gráfico A3.4 Variación de emisiones de O₂, vehículo de transmisión manual.
IDA 1.

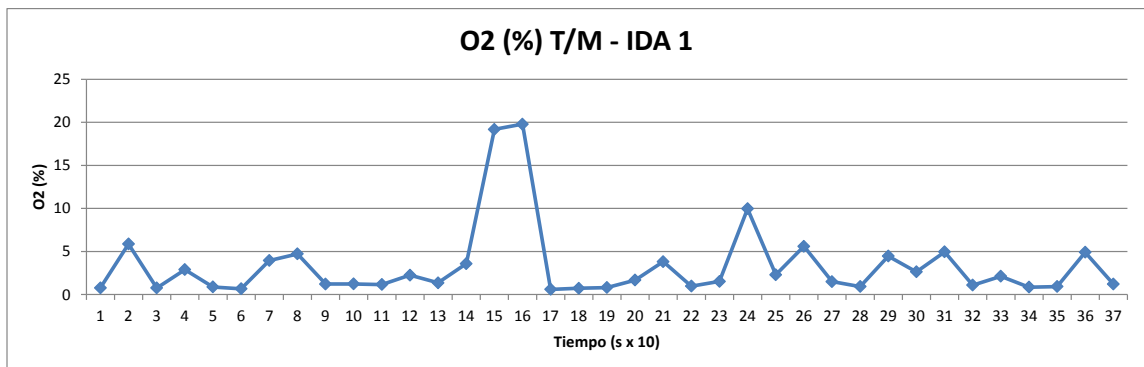


Gráfico A3.5 Variación de emisiones de NOx, vehículo de transmisión manual.
IDA 1.

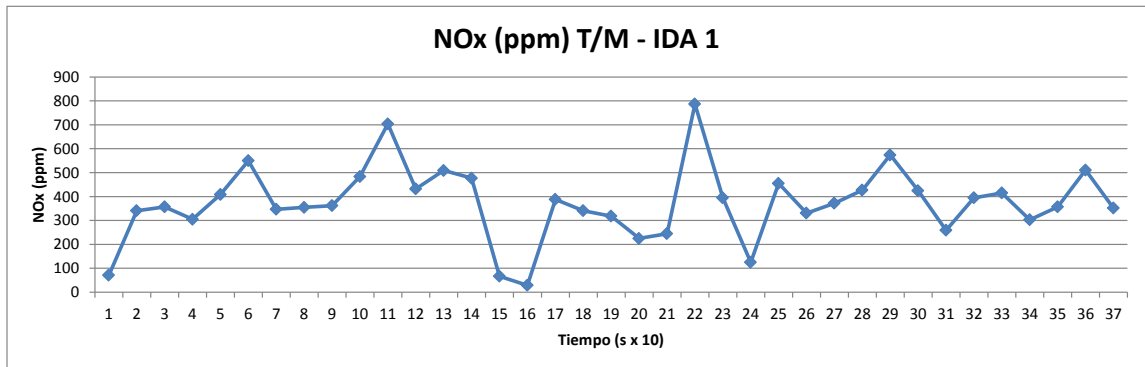


Gráfico A3.6 Variación del factor Lambda, vehículo de transmisión manual.
IDA 1.

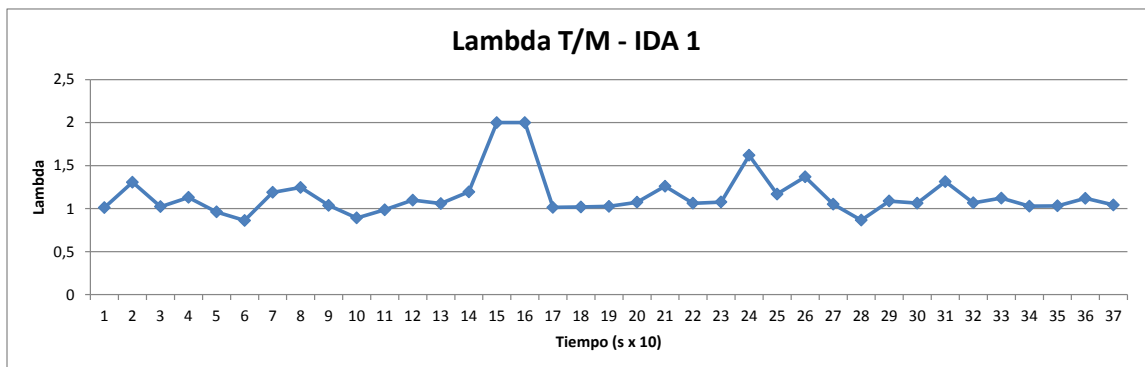


Gráfico A3.7 Variación de emisiones de CO, vehículo de transmisión manual.
RETORNO 1.

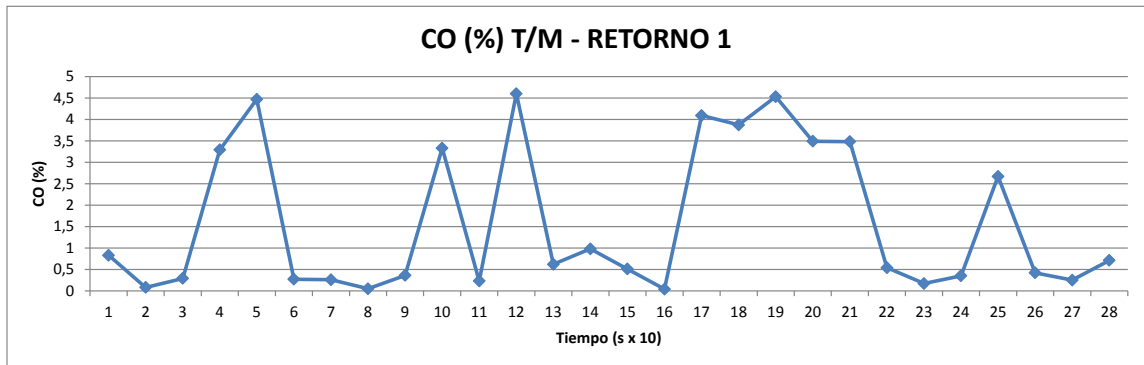


Gráfico A3.8 Variación de emisiones de HC, vehículo de transmisión manual.
RETORNO 1.

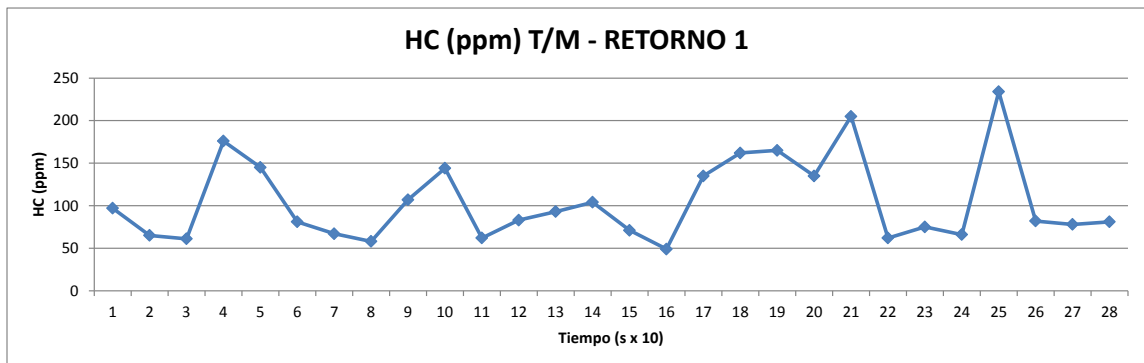


Gráfico A3.9 Variación de emisiones de CO2, vehículo de transmisión manual.
RETORNO 1.

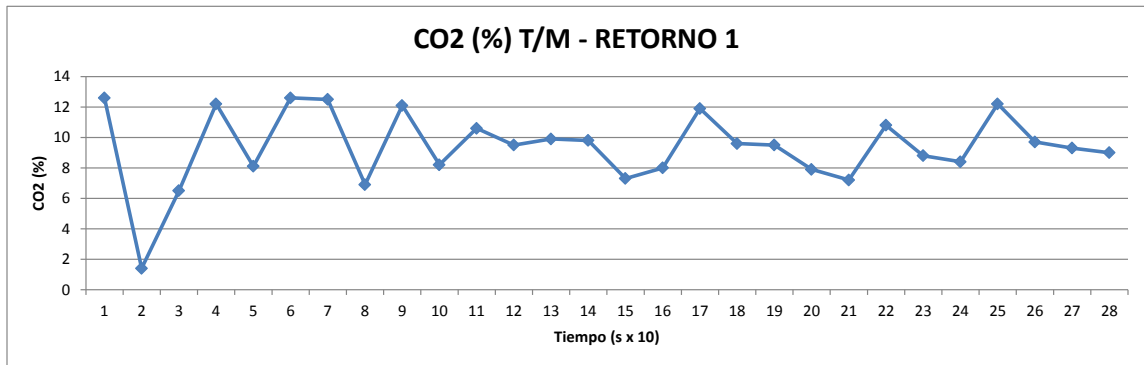


Gráfico A3.10 Variación de emisiones de O2, vehículo de transmisión manual.
RETORNO 1.

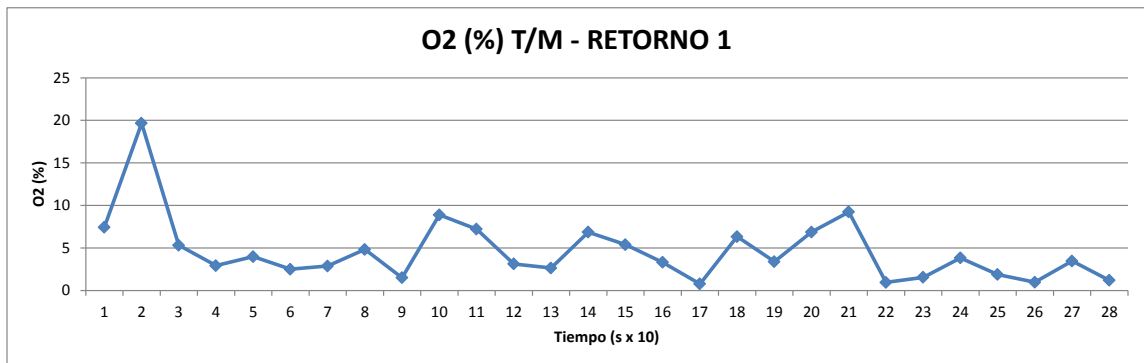


Gráfico A3.11 Variación de emisiones de NOx, vehículo de transmisión manual.
RETORNO 1.

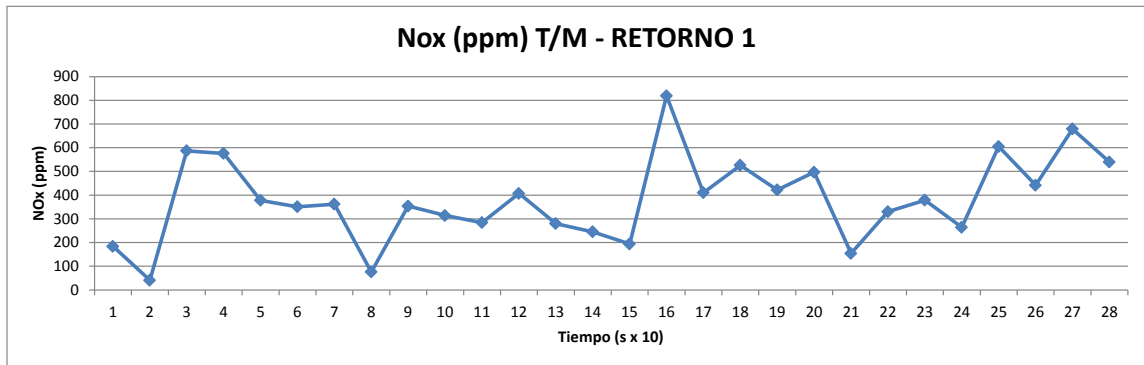


Gráfico A3.12 Variación del factor Lambda, vehículo de transmisión manual.
RETORNO 1.

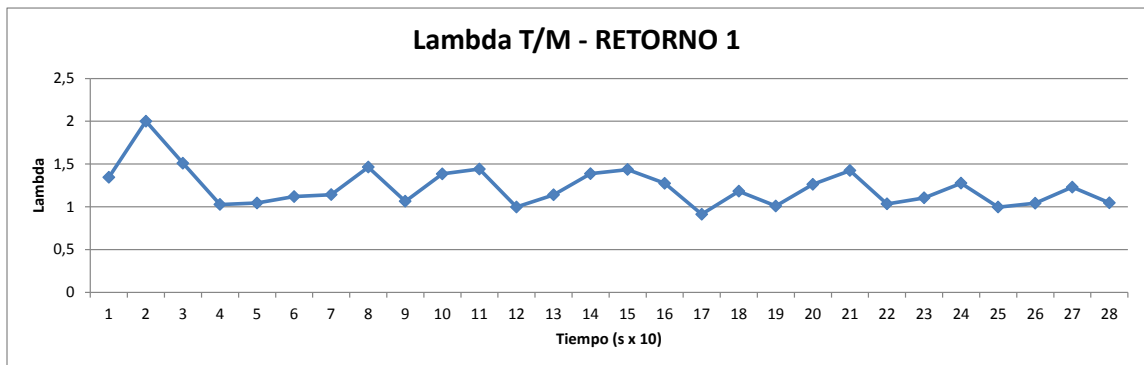


Gráfico A3.13 Variación de emisiones de CO, vehículo de transmisión manual.
IDA 2.

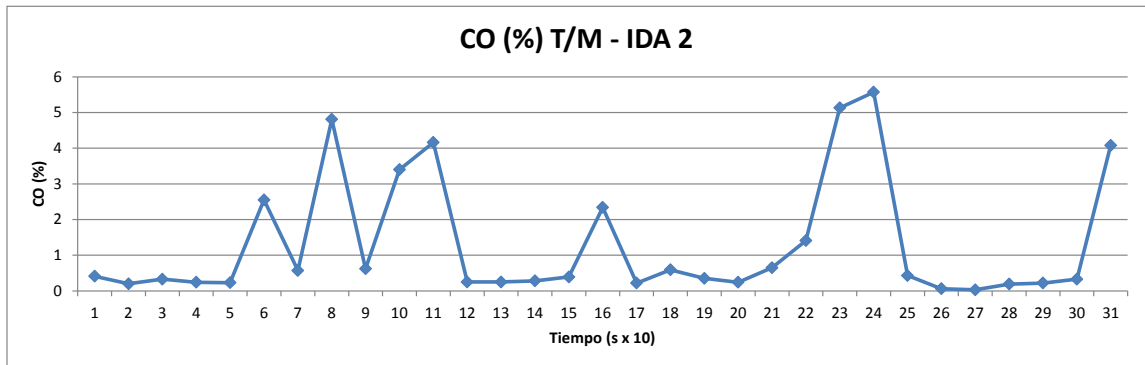


Gráfico A3.14 Variación de emisiones de HC, vehículo de transmisión manual.
IDA 2.

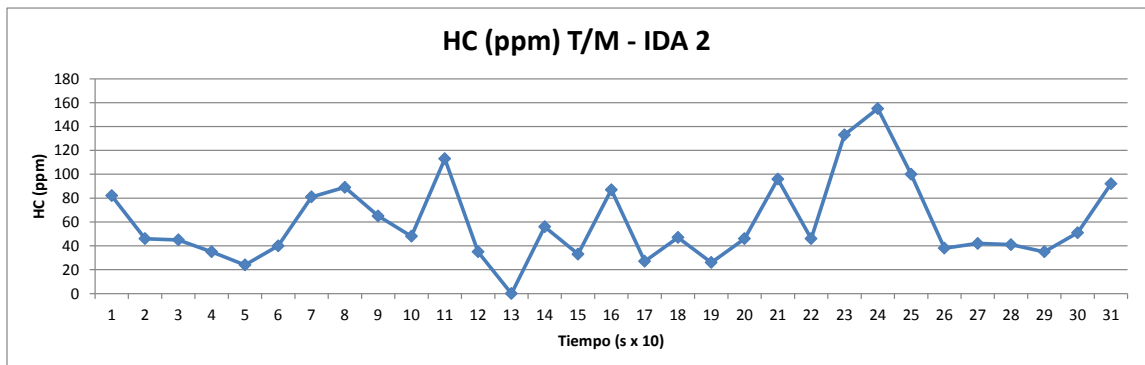


Gráfico A3.15 Variación de emisiones de CO2, vehículo de transmisión manual. IDA 2.

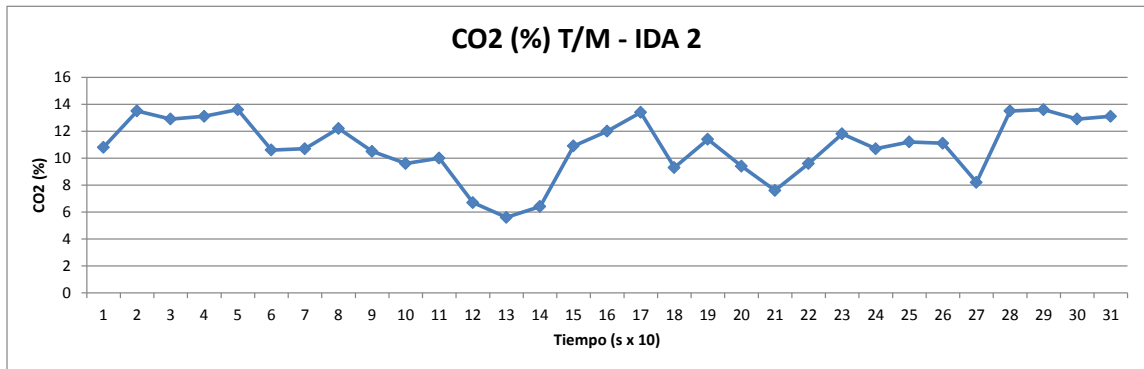


Gráfico A3.16 Variación de emisiones de O2, vehículo de transmisión manual. IDA 2.

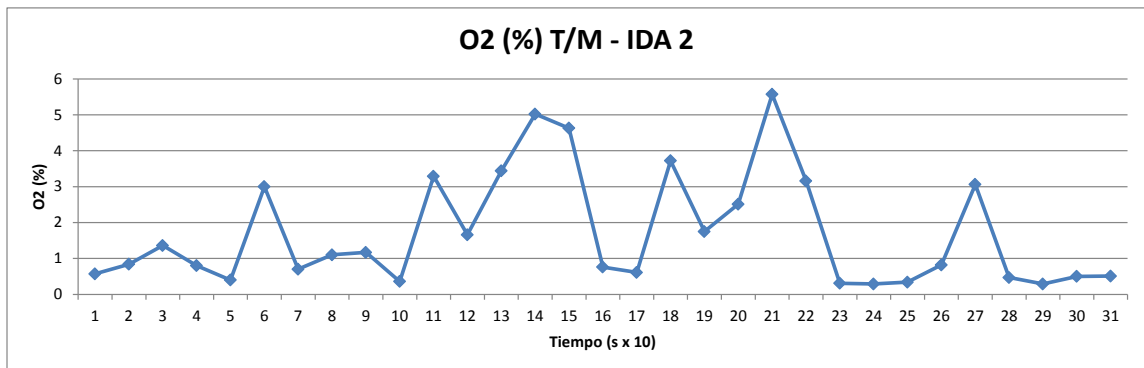


Gráfico A3.17 Variación de emisiones de NOx, vehículo de transmisión manual.
IDA 2.

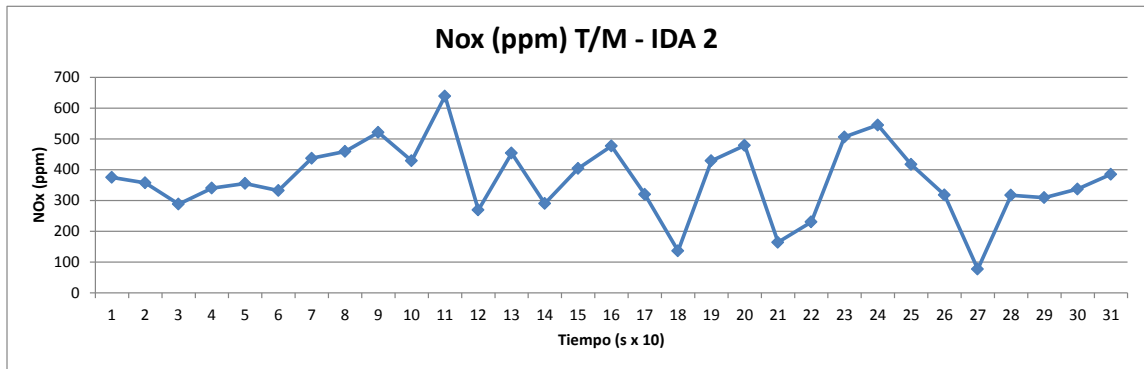


Gráfico A3.18 Variación del factor Lambda, vehículo de transmisión manual.
IDA 2.

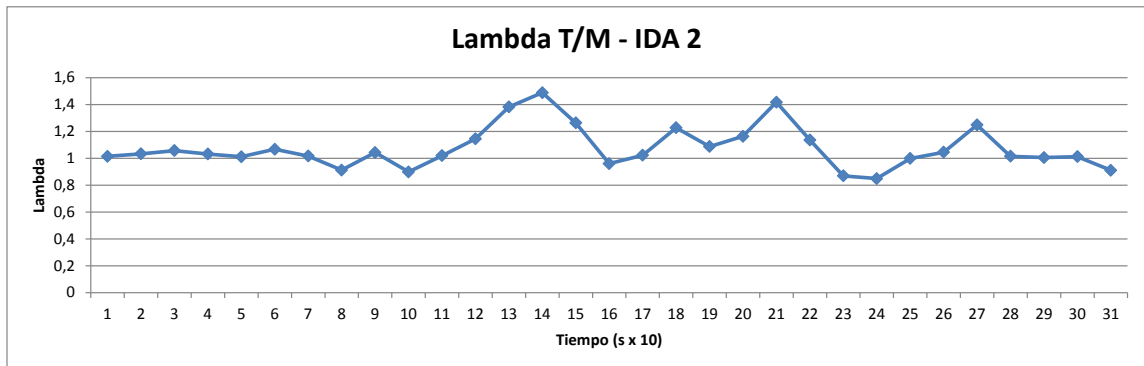


Gráfico A3.19 Variación de emisiones de CO, vehículo de transmisión manual.
RETORNO 2.

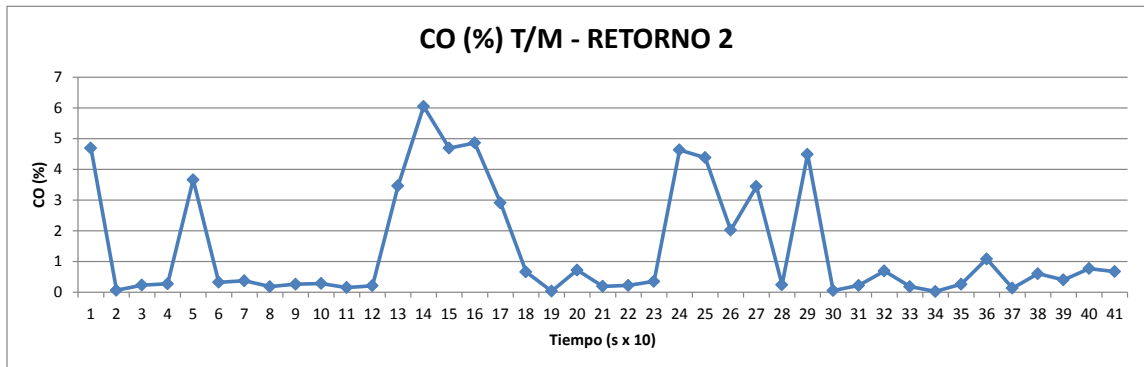


Gráfico A3.20 Variación de emisiones de HC, vehículo de transmisión manual.
RETORNO 2.

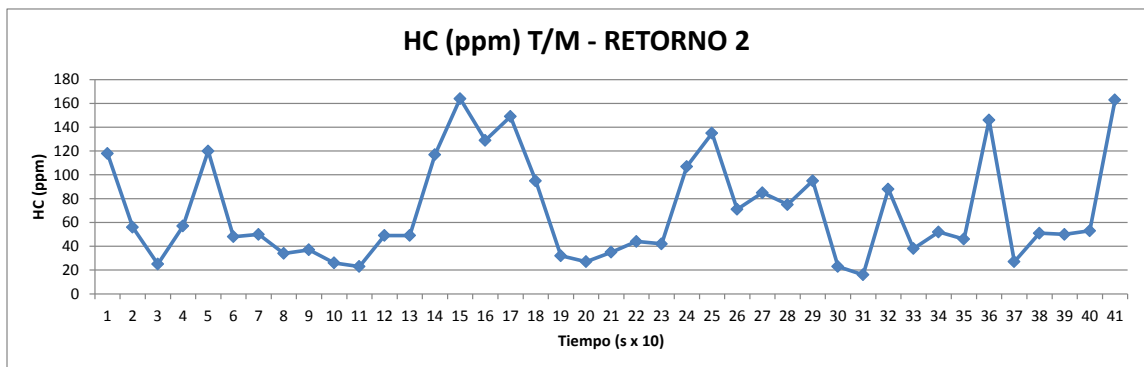


Gráfico A3.21 Variación de emisiones de CO2, vehículo de transmisión manual. RETORNO 2.

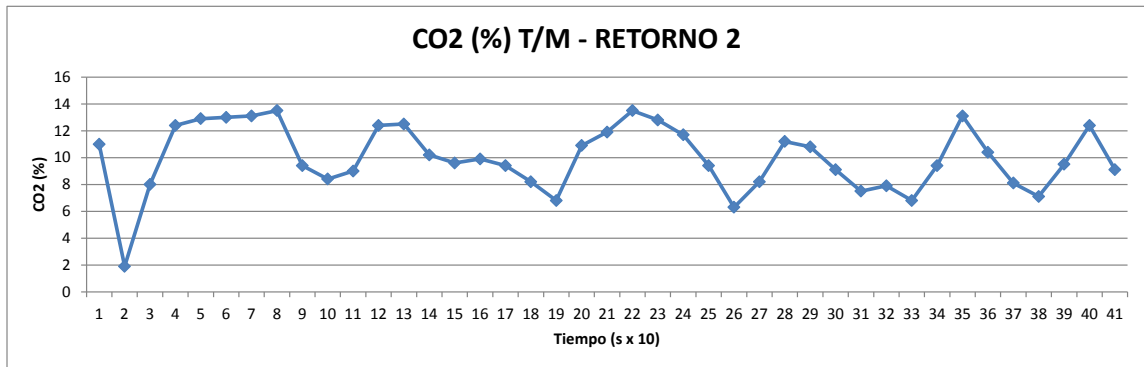


Gráfico A3.22 Variación de emisiones de O2, vehículo de transmisión manual. RETORNO 2.

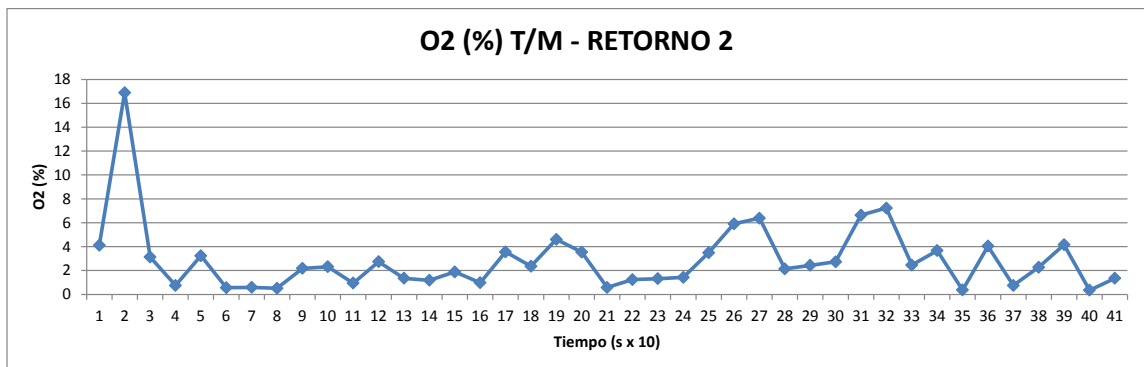


Gráfico A3.23 Variación de emisiones de NOx, vehículo de transmisión manual.
RETORNO 2.

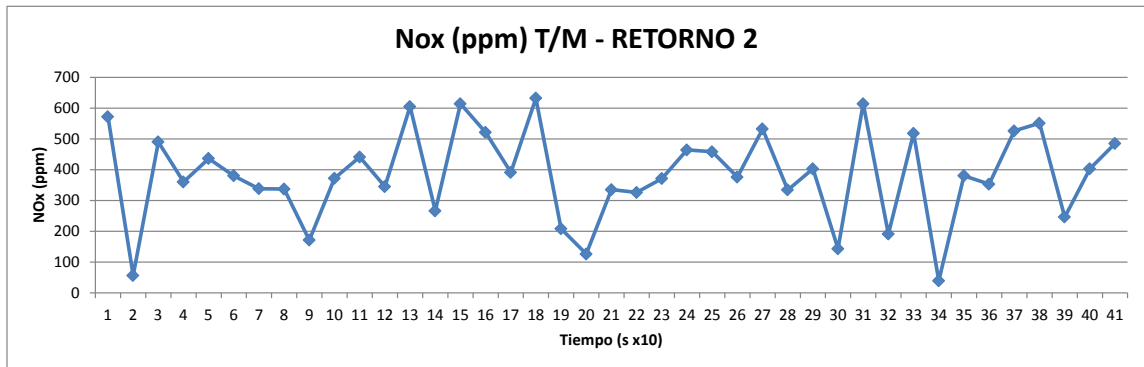
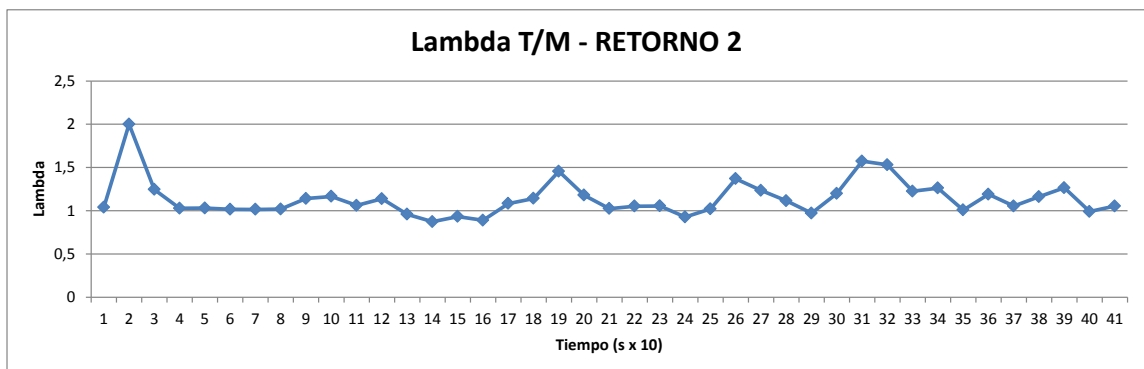


Gráfico A3.24 Variación del factor Lambda, vehículo de transmisión manual.
RETORNO 2.



GRÁFICOS DE VARIACIONES DE LOS CONTAMINANTES OBTENIDOS EN EL CICLO DE RUTA PARA EL VEHÍCULO CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Gráfico A3.25 Variación de emisiones de CO, vehículo de transmisión automática. IDA 1

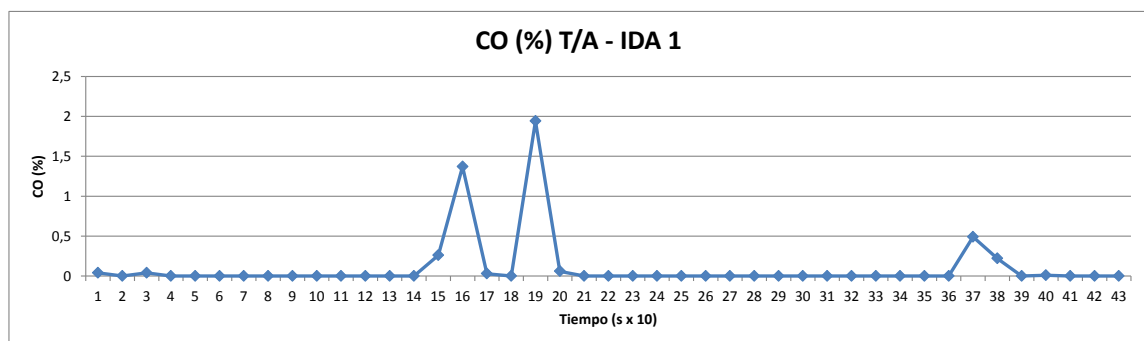


Gráfico A3.26 Variación de emisiones de HC, vehículo de transmisión automática. IDA 1

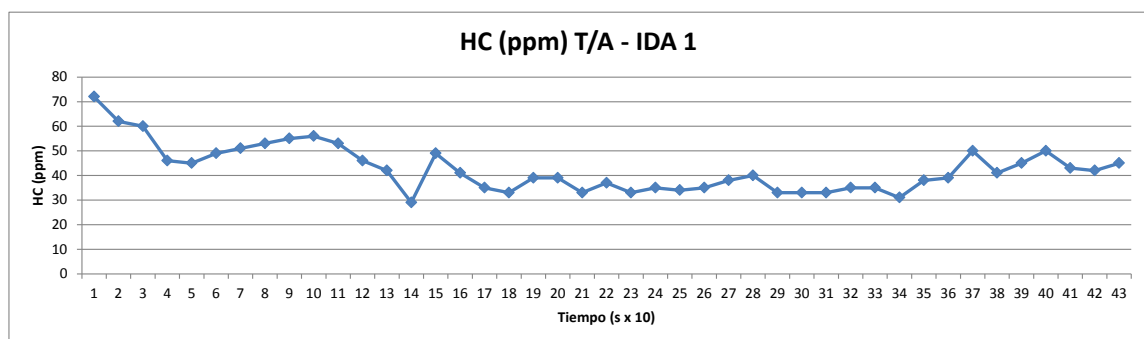


Gráfico A3.27 Variación de emisiones de CO2, vehículo de transmisión automática. IDA 1.

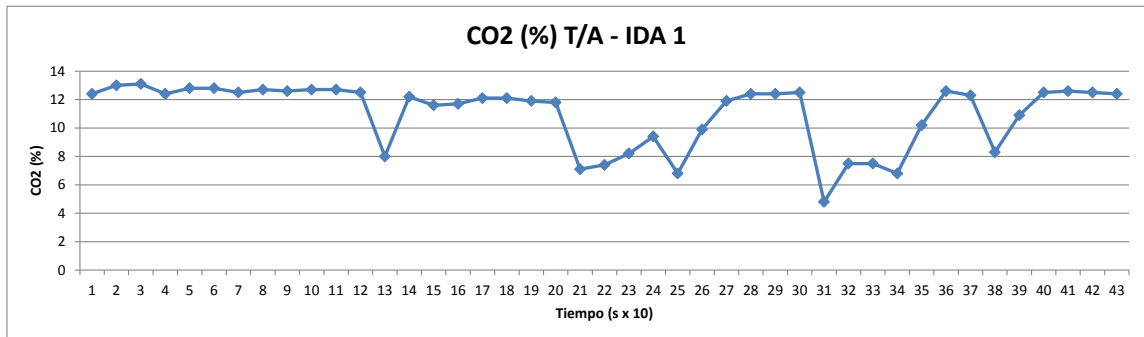


Gráfico A3.28 Variación de emisiones de O2, vehículo de transmisión automática. IDA 1.

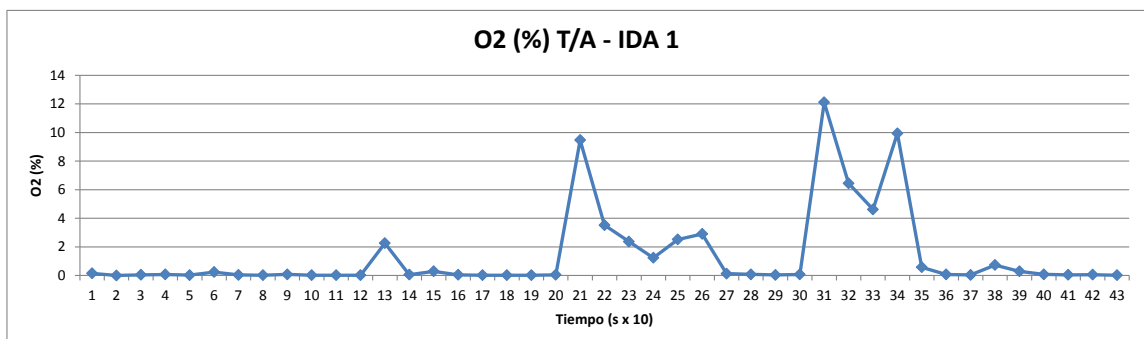


Gráfico A3.29 Variación de emisiones de NOx, vehículo de transmisión automática. IDA 1.

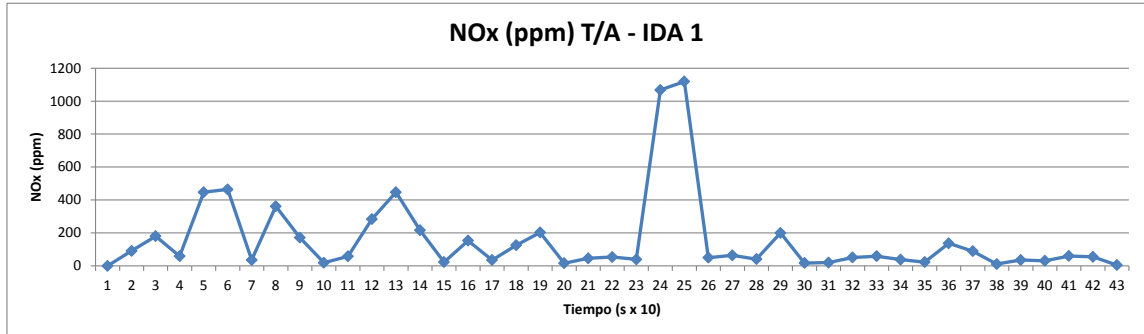


Gráfico A3.30 Variación del factor Lambda, vehículo de transmisión automática. IDA 1.

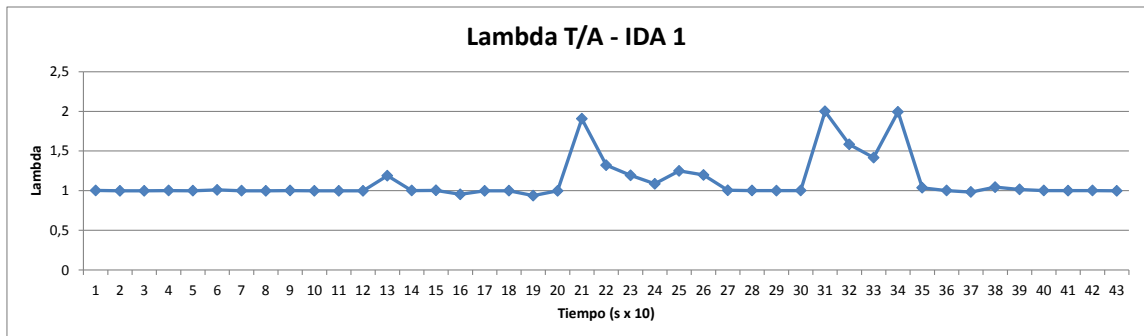


Gráfico A3.31 Variación de emisiones de CO, vehículo de transmisión automática. RETORNO 1.

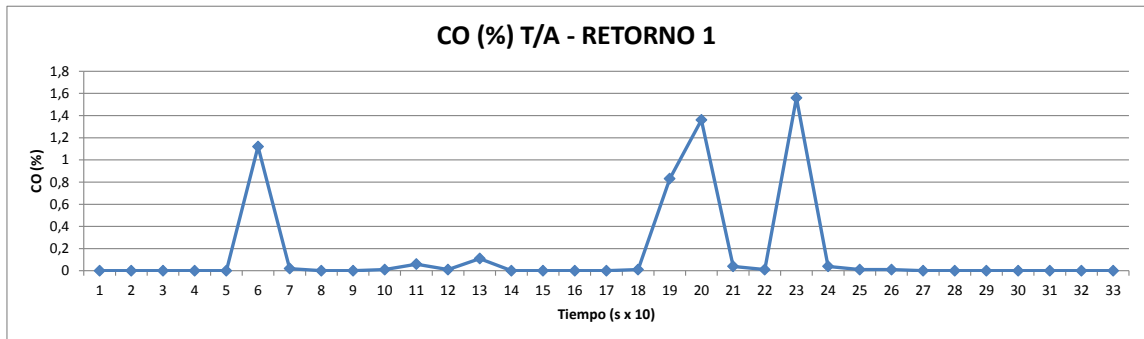


Gráfico A3.32 Variación de emisiones de HC, vehículo de transmisión automática. RETORNO 1.

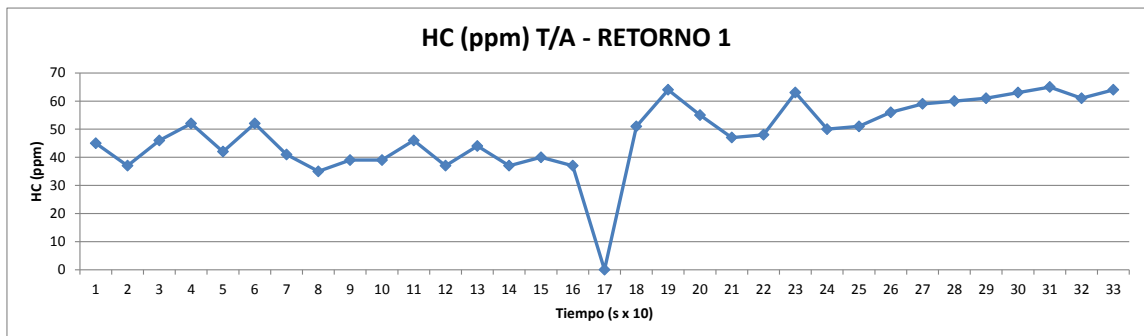


Gráfico A3.33 Variación de emisiones de CO2, vehículo de transmisión automática. RETORNO 1.

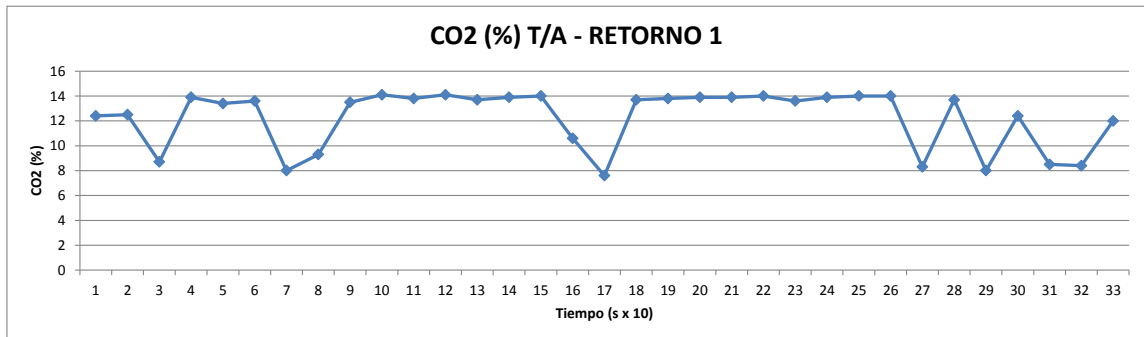


Gráfico A3.34 Variación de emisiones de O2, vehículo de transmisión automática. RETORNO 1.

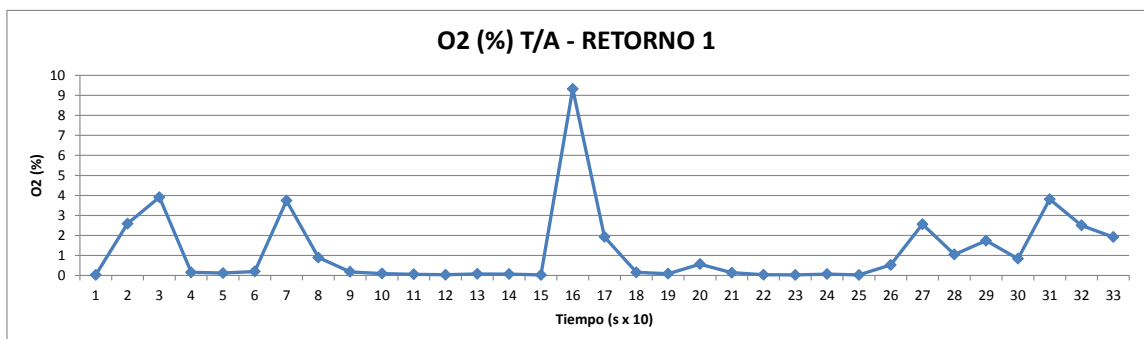


Gráfico A3.35 Variación de emisiones de NOx, vehículo de transmisión automática. RETORNO 1.

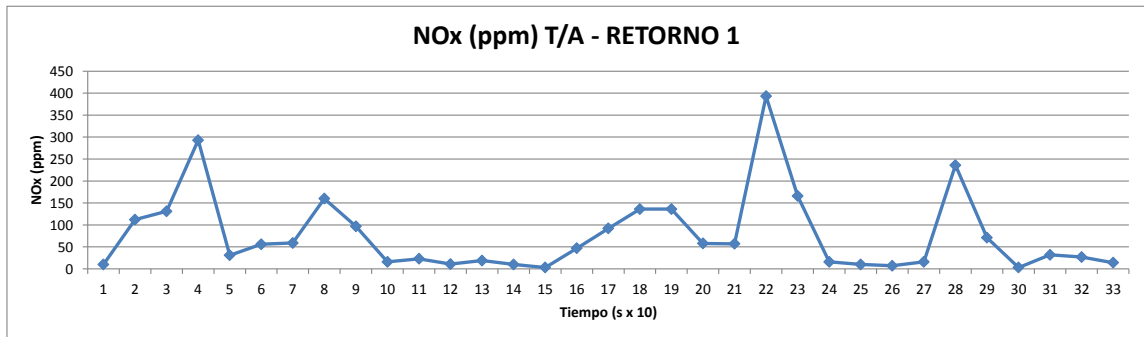


Gráfico A3.36 Variación del factor Lambda, vehículo de transmisión automática. RETORNO 1.

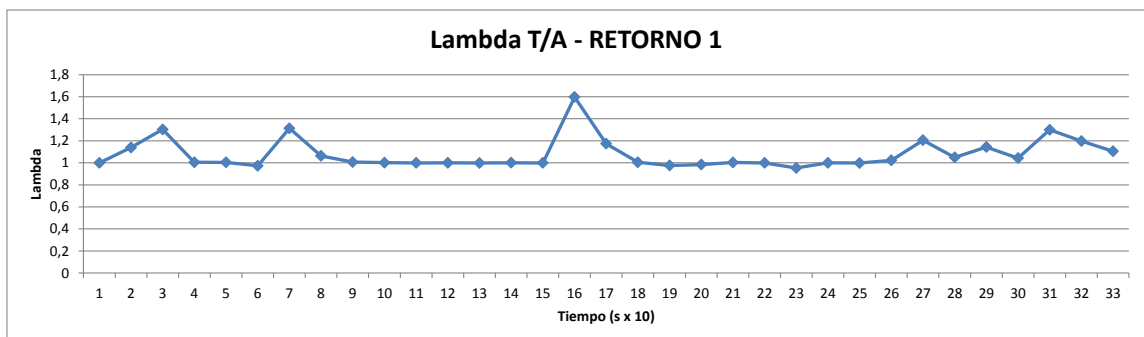


Gráfico A3.37 Variación de emisiones de CO, vehículo de transmisión automática. IDA 2.

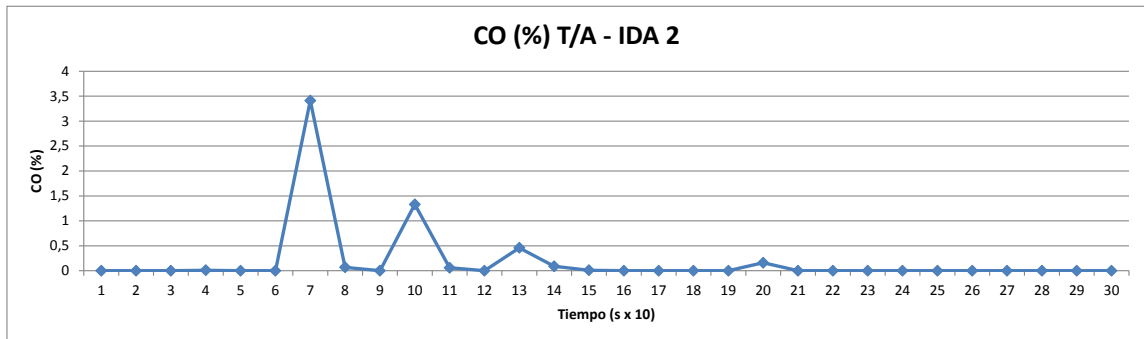


Gráfico A3.38 Variación de emisiones de HC, vehículo de transmisión automática. IDA 2.

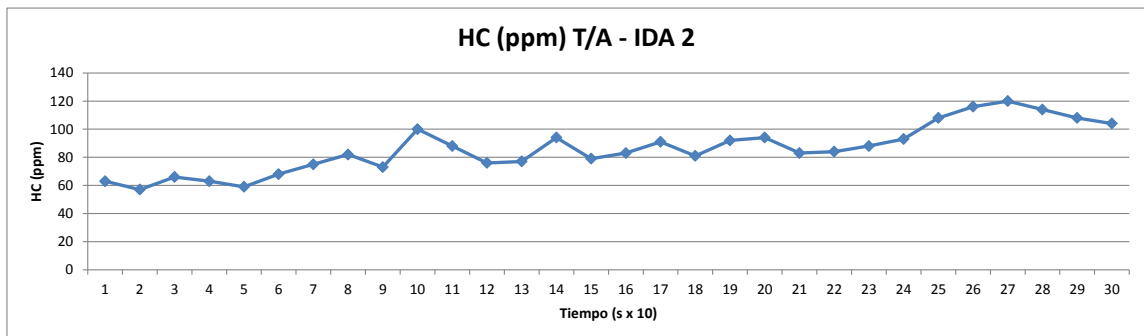


Gráfico A3.39 Variación de emisiones de CO2, vehículo de transmisión automática. IDA 2.

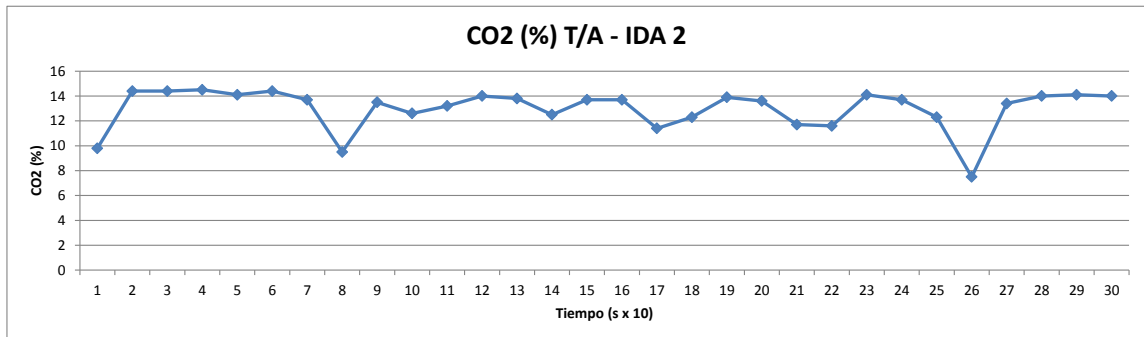


Gráfico A3.40 Variación de emisiones de O2, vehículo de transmisión automática. IDA 2.

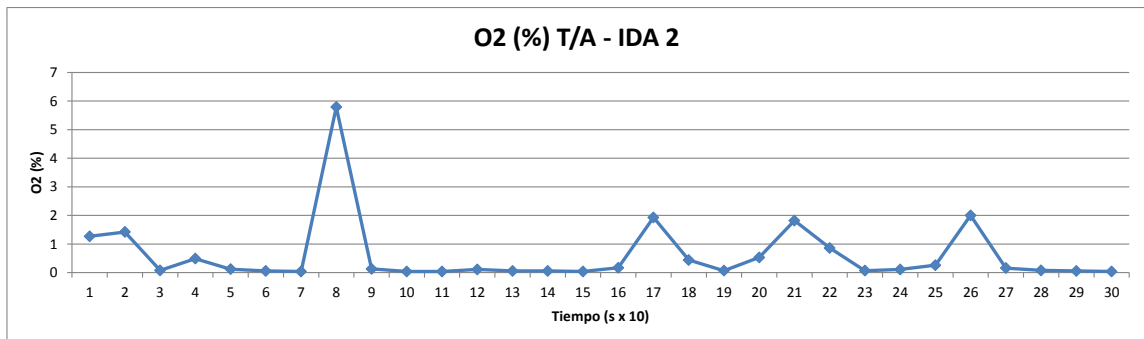


Gráfico A3.41 Variación de emisiones de NOx, vehículo de transmisión automática. IDA 2.

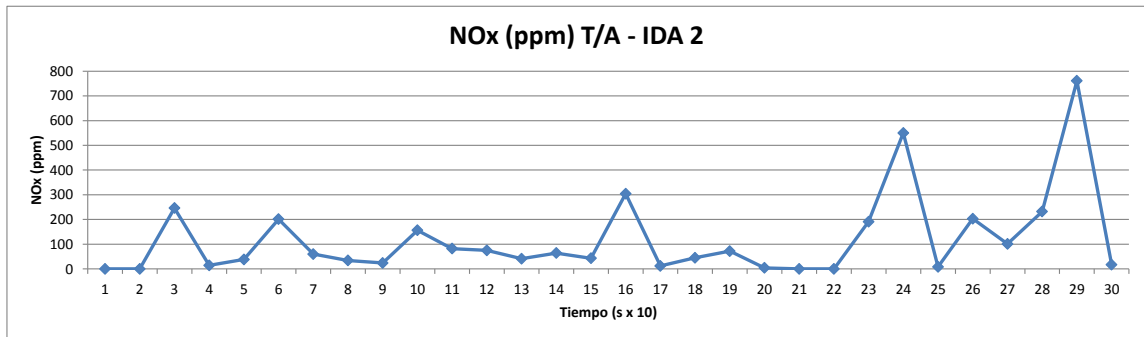


Gráfico A3.42 Variación del factor Lambda, vehículo de transmisión automática. IDA 2.

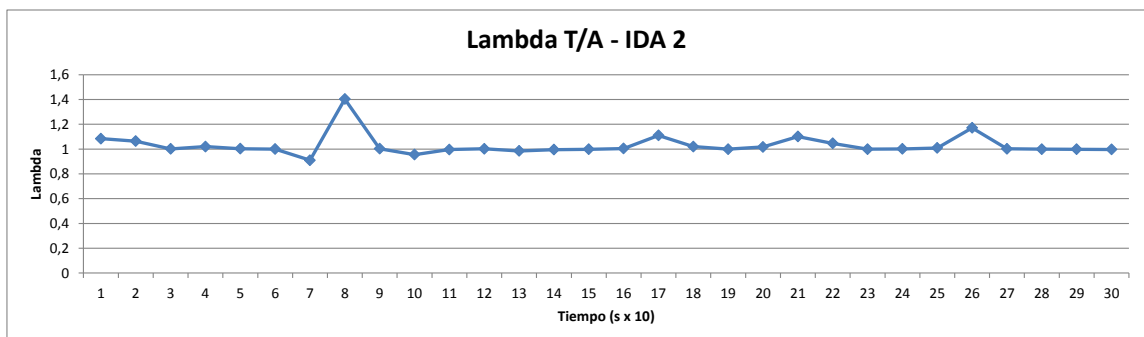


Gráfico A3.43 Variación de emisiones de CO, vehículo de transmisión automática. RETORNO 2.

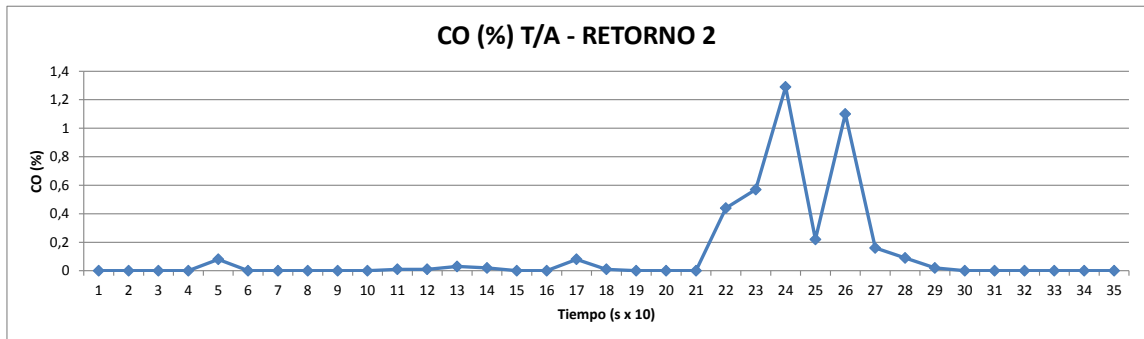


Gráfico A3.44 Variación de emisiones de HC, vehículo de transmisión automática. RETORNO 2.

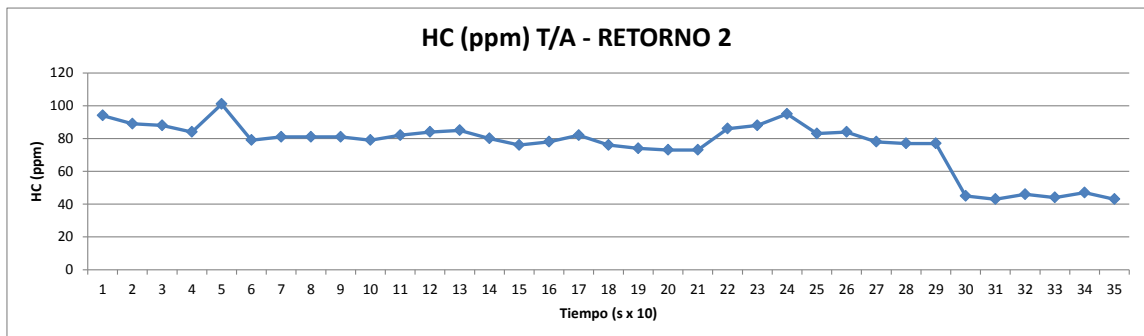


Gráfico A3.45 Variación de emisiones de CO2, vehículo de transmisión automática. RETORNO 2.

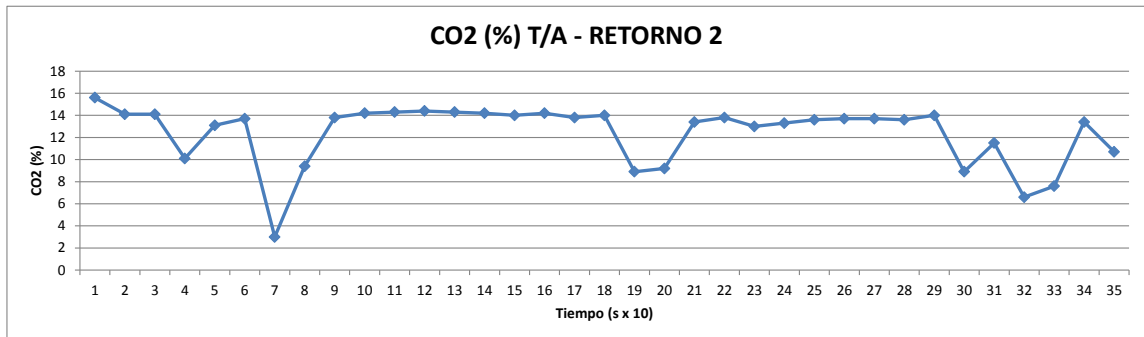


Gráfico A3.46 Variación de emisiones de O2, vehículo de transmisión automática. RETORNO 2.

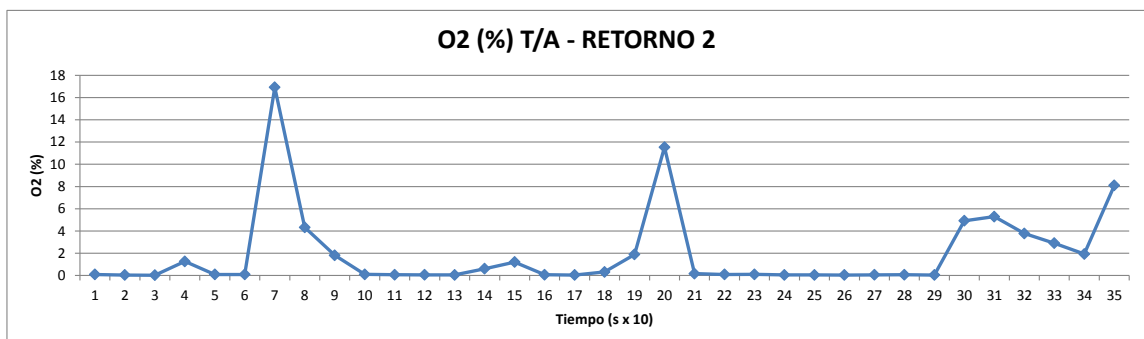


Gráfico A3.47 Variación de emisiones de NOx, vehículo de transmisión automática. RETORNO 2.

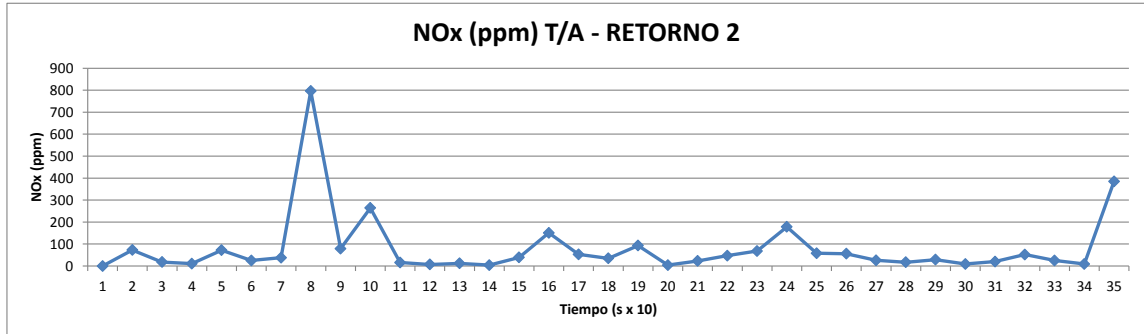
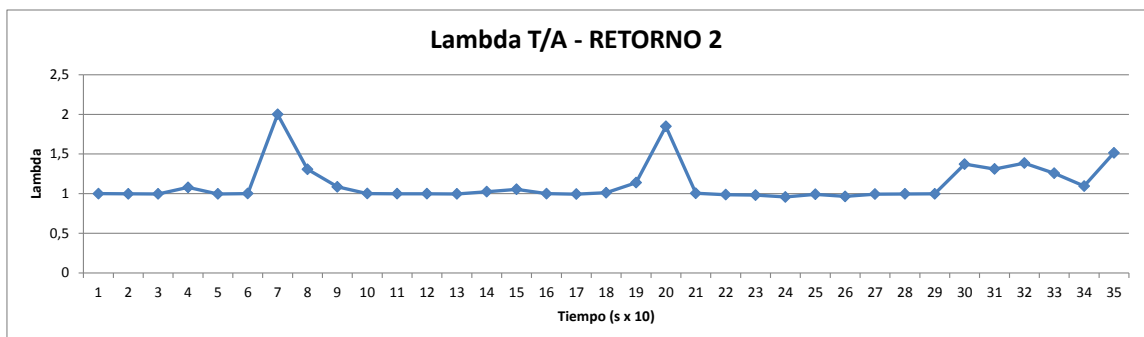


Gráfico A3.48 Variación del factor Lambda, vehículo de transmisión automática. RETORNO 2.



ANEXO 4

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CAJA DE CAMBIOS AUTOMÁTICA DEL GRAND VITARA SZ

Tabla A4.1 Especificaciones técnicas de la caja de cambios automática del
Grand Vitara SZ

Componentes		Especificaciones técnicas	
Convertidor de par	Tipo	3 elementos, 1 paso, tipo 2 fases (con mecanismo de enclavamiento)	
	Relación de torsión a la velocidad crítica	2.05	
Bomba de aceite	Tipo	Bomba de aceite tipo trocoidal	
	Sistema de impulsión	Impulsado por el motor	
Dispositivo de cambio de marcha	Tipo	4 pasos de avance, por engranaje planetario de una marcha atrás	
	Posición de cambio	Posición P	Engranaje en punto muerto, eje de salida fijo, permite arrancar el motor
		Posición R	Marcha atrás
		Posición N	Engranaje en punto muerto, permite arrancar el motor
		Posición D	Cambio automático de marcha en avance, de 1° a 2°, de 2° a 3°, de 3° a 4° y viceversa en cada caso
		Posición 3	Cambio automático de marcha en avance, de 1° a 2°, de 2° a 3° y viceversa en cada caso
		Posición 2 (modo normal)	Cambio automático de marcha en avance, de 2° a 3° viceversa en este caso y de 2° a 1°
		Posición 2 (modo de potencia)	Cambio automático de marcha en avance, de 3° a 2°
		Posición L	Reducción de 2° a 1° en avance y queda fijada en 1° marcha
	Relación de engranajes	1°	2.826
		2°	1.493
3°		1.000	
4°		0.688	
Marcha atrás		2.703	

Continúa tabla A4.1

Continuación tabla A4.1

	Elementos de control	Embrague multidiscos tipo húmedo (3 conjuntos) Freno multidiscos de tipo húmedo (4 conjuntos) Embrague unidireccional (3 conjuntos)
	Relación de reducción de engranaje de mando final	5.125
Lubricación	Sistema de lubricación	Sistema de alimentación forzada mediante presión de la bomba de aceite
Refrigeración	Sistema de refrigeración	Refrigeración asistida por radiador, enfriado por agua
Líquido empleado		SUZUKI ATF 3317 o Mobil ATF 3309

ANEXO 5

FOTOGRAFÍAS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA EL PRESENTE ESTUDIO



Figura A5.1 Vehículo con transmisión manual



Figura A5.2 Vehículo con transmisión automática



Figura A5.3 Conexión de medidores de flujo de combustible (de ingreso y retorno) en el vehículo de transmisión manual.



Figura A5.4 Conexión de receptor de medidores de flujo de combustible y convertidor de corriente en el vehículo de transmisión manual.



Figura A5.5 Conexión de sonda para medición de gases de escape en el vehículo de transmisión manual

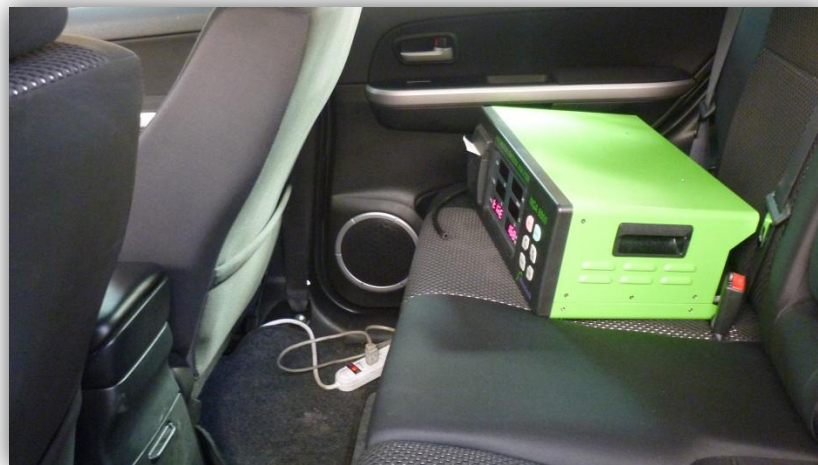


Figura A5.6 Conexión de analizador de gases de escape en el vehículo de transmisión manual



Figura A5.7 Conexión de medidor de flujo de combustible (solo ingreso en este caso) en el vehículo de transmisión automática.



Figura A5.8 Conexión de receptor de medidor de flujo de combustible y convertidor de corriente en el vehículo de transmisión automática.



Figura A5.9 Conexión de sonda para medición de gases de escape en el vehículo de transmisión automática



Figura A5.10 Conexión de analizador de gases de escape en el vehículo de transmisión automática

ANEXO 6

SCANS DE DOCUMENTOS ENTREGADOS POR CICCEV CON RESULTADOS DEL PRESENTE ESTUDIO



CCICEV

Centro de Transferencia Tecnológica
para la Capacitación e Investigación
en Control de Emisiones Vehiculares
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

R.U.C. 1768111290001
ENTIDAD PUBLICA

FACTURA
Nº 001-001-000005728

Fecha: 7 de Noviembre de 2012
Señor(s): FERRI ALVAREZ SANTIAGO MAURICIO
Dirección: Amazonas y Río Coca
Telf.: 022924 242

AUT. SRI. 1111600154
RUC: 1721526125

CANT.	DETALLE	V. UNIT.	V. TOTAL
2	Pruebas en Ruta (Contaminación y combustible)	60.00	120.00
			
SUBTOTAL			120.00
I.V.A. 0%			0.00
I.V.A. 12%			14.40
TOTAL			134.40

Mejía Toscano Giber Ramiro / GRAFICAS MEJIA / Telefax: 3215-2717 / RUC. 1707504930001 / Aut. SRI. 1706 del 0005301 al 0006300 / Impreso - 03/SEPTIEMBRE/2012 / Válido para su emisión hasta 03/SEPTIEMBRE/2013

ORIGINAL: CLIENTE
COPIA: EMISOR

Av. Toledo s/n y Madrid (Junta al Instituto Junior College) Telf: 2902 831 / 095 027 970

www.ccicev.com

Figura A6.1 Factura de trabajos realizados en el CICCEV

PRUEBAS DE RUTA CARRETERA

FECHA	17/10/2012	Nº	----
TÉCNICO RESPONSABLE	GIOVANNY FARINANGO		
HORA DE INICIO	09 : 10		
HORA DE TÉRMINO	10 : 05		
PLACA	PBM2823	MARCA	SUZUKI
MODELO	GRAND VITARA SZ T/M	AÑO	2010
KILOMETRAJE INICIO	92440	KILOMETRAJE FINAL	92498
COMBUSTIBLE	EXTRA	0	1/4 X 1/2 3/4 1
ALTURA AL INICIO	2565	ALTURA FINAL	2540

TRAMOS	INICIO	FINAL	CONSUMO DE COBUSTIBLE		DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (km/h)	VELOCIDAD (km/h)	TIEMPO EN MOVIMIENTO	TIEMPO DETENIDO
			IDA	RETORNO					
A	GUAPULO	CARAPUNGO	27280	26013	13.78	103	71	11:28	
B	CARAPUNGO	GUAPULO	27619	25976	13.32	109	73.6	10:50	
C	GUAPULO	CARAPUNGO	26553	25366	13.68	117	74	11:08	
D	CARAPUNGO	GUAPULO	26323	24680	13.74	107	75.5	11:00	
FLUJÓMETRO DE ADMISIÓN			1						
FLUJÓMETRO DE RETORNO			4						

Figura A6.2 Datos pruebas de ruta Grand Vitara SZ T/M

PRUEBAS DE RUTA CARRETERA

FECHA	11/10/2012	Nº	----
TÉCNICO RESPONSABLE	CHRISTIAN CANCHIG		
HORA DE INICIO	09 : 06		
HORA DE TÉRMINO	10 : 04		
PLACA	S/P	MARCA	SUZUKI
MODELO	GRAND VITARA SZ T/A	AÑO	2013
KILOMETRAJE INICIO	9044	KILOMETRAJE FINAL	9100
COMBUSTIBLE	EXTRA	0	1/4 X 1/2 3/4 1
ALTURA AL INICIO	2568	ALTURA FINAL	2559

TRAMOS	INICIO	FINAL	CONSUMO DE COBUSTIBLE		DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (km/h)	VELOCIDAD (km/h)	TIEMPO EN MOVIMIENTO	TIEMPO DETENIDO
			IDA	RETORNO					
A	GUAPULO	CARAPUNGO	1182	---	13.47	93.4	57.4	14:07	---
B	CARAPUNGO	GUAPULO	1405	---	13.65	97.8	61.2	13:28	---
C	GUAPULO	CARAPUNGO	1440	---	13.71	99.5	66.7	12:27	---
D	CARAPUNGO	GUAPULO	1496	---	13.84	106	65.8	12:37	---
FLUJÓMETRO DE ADMISIÓN			1						
FLUJÓMETRO DE RETORNO			---						

Figura A6.3 Datos pruebas de ruta Grand Vitara SZ T/A

CONSUMO DE COMBUSTIBLE SUZUKI GRAND VITARA SZ TRACCION AUTOMATICA

CODIFICACION	
FECHA	11/10/2012
PLACA	SP

TIPO DE COMBUSTIBLE	SUPER
FACTOR DE CONVERSION (grCO ₂ /l) EXTRA O SUPER	2380

TRAMO	CONSUMO (PULSOS)		CONSUMO (l)		CONSUMO (l)	DISTANCIA (Km)
	IDA	RETORNO	IDA	RETORNO		
GUAPULO - CARAPUNGO	1152		0,83	0,000	0,825	13,47
CARAPUNGO - GUAPULO	1405		0,98	0,000	0,981	13,65
GUAPULO - CARAPUNGO	1440		1,01	0,000	1,006	13,71
CARAPUNGO - GUAPULO	1496		1,04	0,000	1,045	13,84



CONSUMO DE COMBUSTIBLE SUZUKI GRAND VITARA SZ TRACCION AUTOMATICA

Elaboración propia a partir de datos del Informe Inventarios GEI 1990-2008 (2010); densidad de la gasolina a 15 °C = 748 kg/m³ (A partir del Real decreto 1088/2010)

FLUJÓMETRO 1		CONSTANTE (PULSOS/l)
		1432
FLUJÓMETRO	RETORNO	1

RENDIMIENTO (l/Km)	RENDIMIENTO (m ³ /Km)	RENDIMIENTO (Km/l)	RENDIMIENTO (Km/Gal)	FACTOR DE EMISION (grCO ₂ /Km)
0,061	0,000061	16,319	61,774	145,842
0,072	0,000072	13,912	52,664	171,071
0,073	0,000073	13,634	51,610	174,566
0,075	0,000075	13,248	50,149	179,651
PROMEDIO	0,000070	14,278	54,049	167,783



Figura A6.4 Consumo de Combustible Grand Vitara SZ T/A

CODIFICACION	
FECHA	17/10/2012
PLACA	PBM2823

TIPO DE COMBUSTIBLE	SUPER
FACTOR DE CONVERSION (grCO2/l) EXTRA O SUPER	2380

TRAMO	CONSUMO (PULSOS)		CONSUMO (l)		CONSUMO (l)	DISTANCIA (Km)
	IDA	RETORNO	IDA	RETORNO		
GUAPULO - CARAPUNGO	27280	26013	19,05	17,952	1,098	13,78
CARAPUNGO - GUAPULO	27619	25976	19,29	17,927	1,360	13,32
GUAPULO - CARAPUNGO	26553	25366	18,54	17,506	1,037	13,68
CARAPUNGO - GUAPULO	26323	24680	18,38	17,032	1,350	13,74



Elaboración propia a partir de datos del Informe Inventarios GEI 1990-2008 (2010); densidad de la gasolina a 15 °C = 748 kg/m³ (A partir del Real decreto 1088/2010)

		CONSTANTE (PULSOS/l)
FLUJÓMETRO 1	IDA	1432
FLUJÓMETRO 4	RETORNO	1449

RENDIMIENTO (l/Km)	RENDIMIENTO (m3/Km)	RENDIMIENTO (Km/l)	RENDIMIENTO (Km/Gal)	FACTOR DE EMISION (grCO2/Km)
0,080	0,000080	12,551	47,512	189,623
0,102	0,000102	9,793	37,070	243,052
0,076	0,000076	13,195	49,950	180,367
0,098	0,000098	10,181	38,540	233,764
PROMEDIO	0,000089	11,430	43,268	211,697



Figura A6.5 Consumo de Combustible Grand Vitara SZ T/M



Auto		Auto	
Nombre/Empresa:		Matrícula:	
Calle:		Kilometraje:	
C.P. Ciudad:		Matriculación:	//
Teléfono:		Fabricante:	
Fecha de prueba:	11/10/2012	Tipo de Vehic.:	
Hora de prueba:	10:49	Nº clase:	
Estado de carga:	vacio	Cantidad de ejes:	0

Analizador de Gases

CO	0,06	% Vol.
CO ₂	14,70	% Vol.
CO _{corregido}	0,06	% Vol.
HC	72	ppm
O ₂	0,15	% Vol.
NO _X	0	ppm
Lambda	1,002	
Temperatura	---	°C
Nº rpm	0	min ⁻¹
AFR	--,-	%
Temp. aceite	0	°C

Inspector: _____

Firma: _____

- Página 1 -

Figura A6.6 Prueba estática Grand Vitara SZ T/A en Ralentí



Auto		Auto	
Nombre/Empresa:		Matricula:	
Calle:		Kilometraje:	
C.P. Ciudad:		Matriculación:	//
Teléfono:		Fabricante:	
Fecha de prueba:	11/10/2012	Tipo de Vehic.:	
Hora de prueba:	10:49	Nº chasis:	
Estado de carga:	vacio	Cantidad de ejes:	0

Analizador de Gases

CO	0,01	% Vol.
CO ₂	14,60	% Vol.
CO _{corregido}	0,01	% Vol.
HC	42	ppm
O ₂	0,02	% Vol.
NO _x	0	ppm
Lambda	0,999	
Temperatura	---	°C
Nº rpm	0	min ⁻¹
AFR	--,--	%
Temp. aceite	0	°C

Inspector: _____

Firma: _____

- Página 1 -

Figura A6.7 Prueba estática Grand Vitara SZ T/A en 2500 RPM



	Auto		Auto
Nombre/Empresa:		Matricula:	
Calle:		Kilometraje:	
C.P. Ciudad:		Matriculación:	//
Teléfono:		Fabricante:	
Fecha de prueba:	17/10/2012	Tipo de Vehic.:	
Hora de prueba:	10:23	Nº chasis:	
Estado de carga:	vacio	Cantidad de ejes:	0

Analizador de Gases

CO	0,30	% Vol.
CO ₂	14,60	% Vol.
CO _{correctado}	0,30	% Vol.
HC	120	ppm
O ₂	0,25	% Vol.
NO _x	7	ppm
Lambda	0,998	
Temperatura	---	°C
Nº rpm	0	min ⁻¹
AFR	--,--	%
Temp. aceite	0	°C

Inspector: _____

Firma: _____

- Página 1 -

Figura A6.8 Prueba estática Grand Vitara SZ T/M en Ralentí



Auto		Auto	
Nombre/Empresa:		Matricula:	
Calle:		Kilometraje:	
C.P. Ciudad:		Matriculación:	//
Teléfono:		Fabricante:	
Fecha de prueba:	17/10/2012	Tipo de Vehic.:	
Hora de prueba:	10:23	Nº chasis:	
Estado de carga:	vacio	Cantidad de ejes:	0

Analizador de Gases

CO	0,39	% Vol.
CO ₂	14,60	% Vol.
CO _{corregido}	0,39	% Vol.
HC	80	ppm
O ₂	0,07	% Vol.
NO _X	40	ppm
Lambda	0,988	
Temperatura	---	°C
Nº rpm	0	min ⁻¹
AFR	--,--	%
Temp. aceite	0	°C

Inspector:

Firma:

Figura A6.9 Prueba estática Grand Vitara SZ T/M en 2500 RPM