

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**



**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Tesis previa a la obtención del título de:  
Ingeniero Mecánico Automotriz

**TEMA:**

ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y FRENADO DE LOS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PESADO, PARA LA ESCUELA DE FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN DE CONDUCTORES PROFESIONALES DEL CANTÓN CALVAS DE LA PROVINCIA DE LOJA.

**AUTORES:**

Loaiza Romero José Luis

Rodríguez Guarderas Luis Esteban

**DIRECTOR:**

Ing. Paul Méndez

Cuenca, Diciembre del 2013

Breve Reseña de los autores e información de contacto

**Loaiza Romero José Luis**

Estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz

Universidad Politécnica Salesiana

luiyisspp\_21@hotmail.com

**Rodríguez Guarderas Luis Esteban**

Estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz

Universidad Politécnica Salesiana

thelerg\_18@hotmail.com

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo la excepción prevista por la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

**DERECHOS RESERVADOS**

©2013 Universidad Politécnica Salesiana

**CUENCA - ECUADOR - SUDAMÉRICA**

## **DECLATORIA DE RESPONSABILIDAD**

Los conceptos desarrollados han sido tomados de las referencias bibliográficas citadas, previamente analizados, los análisis del sistema de transmisión y sistema de frenado, el material multimedia de la eficiencia al conducir, como las conclusiones realizadas que se encuentran en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores:

Cuenca, Diciembre del 2013



Loaiza Romero José Luis



Rodríguez Guarderas Luis Esteban

## CERTIFICACIÓN

Ing. Paul Méndez

Certifica

Haber dirigido y revisado cada uno de los capítulos de los que consta este trabajo de tesis, realizado por los señores Loaiza Romero José Luis y Rodríguez Guarderas Luis Esteban.

Cuenca, Diciembre del 2013



---

Ing. Paul Méndez

DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mi madre Oliva, aunque es tan larga la distancia física, sé que desde ese momento nunca me has dejado solo, y este paso en mi vida de seguro engrandecerá tu sonrisa aun como la recuerdo. A mi padre Luis, por siempre darme ese cariño, ese apoyo incondicional y esos consejos que sirven de pilar fundamental para lograr los objetivos.

A mis hermanas Itsmenia y Cristina que a pesar de los pocos momentos compartidos supieron estar ahí para acompañarme y guiar por el camino del bien.

A mis abuelitos José María y Itsmenia, por todos esos buenos consejos que me inculcaron desde pequeño, acogiéndome como uno mas de sus hijos.

Y a toda mi familia, en especial a los Romero-Parto que siempre me han apoyado de manera incondicional y me han abierto las puertas de su hogar sin ser uno de ustedes, los quiero.

**José Luis**

## **AGRADECIMIENTOS**

A ti Señor Dios, que me has llenado de salud y sabiduría para culminar este objetivo en mi vida, y siempre me guiaras por el camino que me tienes trazado.

A mi padre y hermana por ese apoyo incondicional y sabios consejos que nunca me permiten dejarme desfallecer ni rendirme ante nada.

A mi tío Mauro y mi tía querida Liliana, que siempre me demuestran esa gran fe que tienen en mí, a través de la confianza y apoyo brindado.

A todos esos compañeros de aulas y amigos que de una u otra forma compartieron esos buenos y malos momentos, que estrecharon mas esos lasos de amistad.

**José Luis**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a Dios quien me ha guiado por el camino del bien, me ha dado fuerzas para seguir adelante y no desistir en problemas del diario vivir, por tenerme libre de vicios que hubieran podido interferir en mi vida de formación profesional, al Espíritu Santo por haberme iluminado siempre en la adquisición de mis conocimientos y ayudarme a elegir de manera sabia cada decisión de mi vida.

A mi madre quien me ha apoyado incondicionalmente de manera moral y económica, luchadora incansable y buena consejera, quien siempre me entrego su amor sin importar lo que pasara, a mi padre quien persistentemente me apoyó y me supo dar su buen ejemplo para seguir la senda del bien.

A mis hermanas quienes han estado siempre conmigo en las buenas y malas, a mis sobrinos quienes son una fuente de inspiración.

A mi novia por haber sufrido con paciencia la distancia física que nos separaba y haberme dado su voz de aliento para que prosiga en mis estudios sin decaer.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.

Thomas Chalmers

**Luis Esteban**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios y a la Virgen Del Cisne, por haberme cuidado durante el camino de mi formación profesional.

A mi madre y a mi padre que con su ejemplo de personas persistentes me han enseñado a no desfallecer ante los problemas de la vida.

Luis Esteban

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos de manera especial al Ing. Paúl Méndez por el apoyo brindado en el desarrollo y terminación de este trabajo investigativo.

Al Ing. Paul Narváez por la asesoría y ayuda en los primeros pasos para encaminar cumplimiento de este trabajo.

A la Dra. Mercedes Rafael y su ayudante el Ing. Luis Sánchez Por su colaboración en el tercer capítulo a través del programa PSMT para el análisis de evaluación y selección del sistema de transmisión de los vehículos de transporte pesado.

A las diferentes empresas de transporte pesado de la provincia de Loja, de manera especial a las que nos facilitaron el uso de sus unidades para el desarrollo de las respectivas pruebas experimentales.

A la Escuela de Formación y Capacitación de Conductores Profesionales del Cantón Calvas de la Provincia de Loja, por su apoyo a encaminar el desarrollo de estudios, para ampliar los conocimientos y facilitar la formación de sus estudiantes.

A los docentes y amigos, encontrados dentro de las aulas de la universidad, que de manera simbólica y especial siempre comparten sus vivencias, y prestan ese apoyo incondicional a la realización y culminación de esta investigación.

## INDICE DE CONTENIDOS.

INTRODUCCIÓN.....	XL
-------------------	----

### CAPÍTULO I

1.1 Datos generales de la provincia .....	1
1.2 Red vial de la provincia .....	4
1.3 Clasificación de los vehículos de transporte pesado .....	11
1.4 Cantidad de vehículos de transporte pesado .....	12
1.5 Realidad del transporte pesado de la provincia .....	14
1.5.1 Tabulación e interpretación de resultados .....	19
1.5.1.1 Buses .....	19
1 ¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee? .....	19
1.1 ¿Cuál es la marca de su vehículo? .....	19
1.2 ¿Cuál es el modelo de su vehículo? .....	20
1.3 Año de fabricación de su vehículo .....	21
1.4 ¿Cuál es la capacidad de carga de su vehículo? .....	22
2 ¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana? .....	23
3 A su criterio durante la conducción en las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones.....	25
3.1 Conoce y respeta las señales de tránsito .....	25
3.2 Esfuerza el sistema de frenado .....	26
3.3 Esfuerza el sistema de transmisión .....	27
3.4 Excede el límite de carga .....	27
3.5 Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha .....	28
3.6 Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor .....	30
3.7 Sabe usted en que marcha descender una pendiente .....	32
3.8 Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce .....	34
4 ¿Cuándo su vehículo acude a un taller cual es el motivo más frecuente? .....	36
4.1 ABC de frenos .....	36
4.2 Mantenimiento de suspensión .....	37
4.3 Cambio de aceite motor .....	38
4.4 Cambio de aceites caja .....	39
4.5 Cambio de neumáticos .....	41
4.6 Ajuste de carrocería .....	42
4.7 Reparación motor .....	43
4.8 Reparación frenos .....	43
4.9 Reparación caja .....	44
4.10 Reparación suspensión .....	45
4.11 Engrase .....	45
5 ¿Cuándo se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende? .....	47

6	¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito?	47
7	¿Cuántos accidentes ha tenido?	48
8	¿Cuáles han sido las causas para registrar accidentes de tránsito?	49
9	¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce?	49
10	¿Sabe usted que es un manual de conducción?	50
11	¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados?	51
1.5.1.2	Colectivos	53
1	¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee?	53
1.1	¿Cuál es la marca de su vehículo?	53
1.2	¿Cuál es el modelo de su vehículo?	54
1.3	Año de fabricación de su vehículo	55
1.4	¿Cuál es la capacidad de carga de su vehículo?	56
2	¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana?	57
3	A su criterio durante la conducción en las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones	58
3.1	Conoce y respeta las señales de tránsito	58
3.2	Esfuerza el sistema de frenado	59
3.3	Esfuerza el sistema de transmisión	60
3.4	Excede el límite de carga	61
3.5	Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha	62
3.6	Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor	64
3.7	Sabe usted en que marcha descender una pendiente	65
3.8	Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce	67
4	¿Cuándo su vehículo acude a un taller cual es el motivo más frecuente?	68
4.1	ABC de frenos	68
4.2	Mantenimiento de suspensión	70
4.3	Cambio de aceite motor	70
4.4	Cambio de aceites caja	71
4.5	Cambio de neumáticos	73
4.6	Ajuste de carrocería	74
4.7	Reparación motor	75
4.8	Reparación frenos	75
4.9	Reparación caja	76
4.10	Reparación suspensión	77
4.11	Engrase	77
5	¿Cuándo se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende?	78
6	¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito?	79
7	¿Cuántos accidentes ha tenido?	80
8	¿Cuáles han sido las causas para registrar accidentes de tránsito?	80

9	¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce? .....	81
10	¿Sabe usted que es un manual de conducción? .....	81
11	¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados? .....	82
1.5.1.3	Camiones .....	84
1	¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee? .....	84
1.1	¿Cuál es la marca de su vehículo? .....	84
1.2	¿Cuál es el modelo de su vehículo? .....	85
1.3	Año de fabricación de su vehículo .....	87
1.4	¿Cuál es la capacidad de carga de su vehículo? .....	89
2	¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana? .....	90
3	A su criterio durante la conducción en las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones .....	91
3.1	Conoce y respeta las señales de tránsito .....	91
3.2	Esfuerza el sistema de frenado .....	92
3.3	Esfuerza el sistema de transmisión .....	93
3.4	Excede el límite de carga .....	94
3.5	Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha .....	95
3.6	Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor .....	97
3.7	Sabe usted en que marcha descender una pendiente .....	99
3.8	Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce .....	102
4	¿Cuándo su vehículo acude a un taller cual es el motivo más frecuente? ..	103
4.1	ABC de frenos .....	103
4.2	Mantenimiento de suspensión .....	104
4.3	Cambio de aceite motor .....	106
4.4	Cambio de aceites caja .....	107
4.5	Cambio de neumáticos .....	108
4.6	Ajuste de carrocería .....	110
4.7	Reparación motor .....	111
4.8	Reparación frenos .....	112
4.9	Reparación caja .....	113
4.10	Reparación suspensión .....	114
4.11	Engrase .....	115
5	¿Cuándo se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende? .....	116
6	¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito? .....	116
7	¿Cuántos accidentes ha tenido? .....	117
8	¿Cuáles han sido las causas para registrar accidentes de tránsito?.....	118
9	¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce? .....	118

10	¿Sabe usted que es un manual de conducción?	119
11	¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados?	120
1.5.1.4	Tanqueros	122
1	¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee? ...	122
1.1	¿Cuál es la marca de su vehículo?	122
1.2	¿Cuál es el modelo de su vehículo?	123
1.3	Año de fabricación de su vehículo	124
1.4	¿Cuál es la capacidad de carga de su vehículo?	125
2	¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana?	126
3	A su criterio durante la conducción en las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones	128
3.1	Conoce y respeta las señales de tránsito	128
3.2	Esfuerza el sistema de frenado	129
3.3	Esfuerza el sistema de transmisión	130
3.4	Excede el límite de carga	130
3.5	Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha	131
3.6	Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor	133
3.7	Sabe usted en que marcha descender una pendiente	135
3.8	Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce	137
4	¿Cuándo su vehículo acude a un taller cual es el motivo más frecuente? ..	138
4.1	ABC de frenos	138
4.2	Mantenimiento de suspensión	139
4.3	Cambio de aceite motor	140
4.4	Cambio de aceites caja	141
4.5	Cambio de neumáticos	143
4.6	Ajuste de carrocería	144
4.7	Reparación motor	145
4.8	Reparación frenos	145
4.9	Reparación caja	146
4.10	Reparación suspensión	147
4.11	Engrase	148
5	¿Cuándo se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende?	149
6	¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito?	149
7	¿Cuántos accidentes ha tenido?	150
8	¿Cuáles han sido las causas para registrar accidentes de tránsito?	151
9	¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce?	151
10	¿Sabe usted que es un manual de conducción?	152

11	¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados? .....	153
1.5.1.5	Volquetes .....	155
1	¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee? ...	155
1.1	¿Cuál es la marca de su vehículo? .....	155
1.2	¿Cuál es el modelo de su vehículo? .....	156
1.3	Año de fabricación de su vehículo .....	158
1.4	¿Cuál es la capacidad de carga de su vehículo? .....	159
2	¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana? .....	161
3	A su criterio durante la conducción en las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones .....	162
3.1	Conoce y respeta las señales de tránsito .....	162
3.2	Esfuerza el sistema de frenado .....	163
3.3	Esfuerza el sistema de transmisión .....	164
3.4	Excede el límite de carga .....	165
3.5	Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha .....	166
3.6	Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor .....	167
3.7	Sabe usted en que marcha descender una pendiente .....	169
3.8	Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce .....	171
4	¿Cuándo su vehículo acude a un taller cual es el motivo más frecuente? ..	172
4.1	ABC de frenos .....	172
4.2	Mantenimiento de suspensión .....	173
4.3	Cambio de aceite motor .....	174
4.4	Cambio de aceites caja .....	175
4.5	Cambio de neumáticos .....	177
4.6	Ajuste de carrocería .....	178
4.7	Reparación motor .....	179
4.8	Reparación frenos .....	179
4.9	Reparación caja .....	180
4.10	Reparación suspensión .....	181
4.11	Engrase .....	181
5	¿Cuándo se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende? .....	182
6	¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito? .....	183
7	¿Cuántos accidentes ha tenido? .....	184
8	¿Cuáles han sido las causas para registrar accidentes de tránsito? .....	184
9	¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce? .....	185
10	¿Sabe usted que es un manual de conducción? .....	186
11	¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados? .....	186

1.5.1.6 Tráileres .....	188
1 ¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee? ...	188
1.1 ¿Cuál es la marca de su vehículo? .....	188
1.2 ¿Cuál es el modelo de su vehículo? .....	189
1.3 Año de fabricación de su vehículo .....	190
1.4 ¿Cuál es la capacidad de carga de su vehículo? .....	191
2 ¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana? .....	193
3 A su criterio durante la conducción en las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones.....	194
3.1 Conoce y respeta las señales de tránsito .....	194
3.2 Esfuerza el sistema de frenado .....	195
3.3 Esfuerza el sistema de transmisión .....	196
3.4 Excede el límite de carga .....	197
3.5 Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha .....	198
3.6 Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor .....	200
3.7 Sabe usted en que marcha descender una pendiente .....	202
3.8 Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce .....	204
4 ¿Cuándo su vehículo acude a un taller cual es el motivo más frecuente? ..	205
4.1 ABC de frenos .....	205
4.2 Mantenimiento de suspensión .....	206
4.3 Cambio de aceite motor .....	207
4.4 Cambio de aceites caja .....	209
4.5 Cambio de neumáticos .....	210
4.6 Ajuste de carrocería .....	211
4.7 Reparación motor .....	212
4.8 Reparación frenos .....	213
4.9 Reparación caja .....	213
4.10 Reparación suspensión .....	214
4.11 Engrase .....	215
5 ¿Cuándo se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende? .....	216
6 ¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito? .....	216
7 ¿Cuántos accidentes ha tenido? .....	217
8 ¿Cuáles han sido las causas para registrar accidentes de tránsito?.....	218
9 ¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce? .....	218
10 ¿Sabe usted que es un manual de conducción? .....	219
11 ¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados? .....	220
1.6 Estado de los vehículos de transporte pesado .....	222

## CAPÍTULO II

2.1 Información general del sistema de transmisión de los vehículos de transporte pesado. ....	226
Motor .....	227
Embrague.....	231
Caja de velocidades .....	232
Eje de transmisión .....	232
Diferencial .....	233
Neumáticos .....	235
2.2 Características del sistema de transmisión .....	238
2.2.1 Buses.....	238
Características de la caja de marchas .....	238
Flujo de potencia .....	239
Acoplamiento mecánico de las marchas.....	240
Relaciones de transmisión .....	242
Características del embrague .....	242
Características del eje motriz.....	243
Características de los neumáticos .....	244
2.2.2 Colectivos .....	246
Características de la caja de marchas .....	246
Flujo de potencia .....	247
Acoplamiento mecánico de las marchas.....	247
Relaciones de transmisión .....	249
Características del embrague .....	250
Características del eje motriz.....	250
Características de los neumáticos .....	251
2.2.3 Camiones .....	253
Características de la caja de marchas .....	253
Flujo de potencia .....	254
Acoplamiento mecánico de las marchas.....	257
Relaciones de transmisión .....	260
Características del embrague .....	261
Características del eje motriz.....	262
Características de los neumáticos .....	264
2.2.4 Tanqueros .....	265
Características de la caja de marchas .....	265
Flujo de potencia .....	265
Relaciones de transmisión .....	268
Características del embrague .....	268
Características del eje motriz.....	268
Características de los neumáticos .....	271
2.2.5 Volquetes .....	273
Características de la caja de marchas .....	273

Flujo de potencia .....	274
Acoplamiento mecánico de las marchas.....	274
Relaciones de transmisión .....	278
Características del embrague .....	278
Características del eje motriz.....	279
Características de los neumáticos .....	282
2.2.6 Tráileres .....	284
Características de la caja de marchas .....	284
Flujo de potencia .....	285
Acoplamiento mecánico de las marchas.....	289
Relaciones de transmisión .....	295
Características del embrague .....	295
Características del eje motriz.....	296
Características de los neumáticos .....	297
2.3 Importancia y seguridad del sistema de transmisión .....	298
2.4 Información general del sistema de frenos de los vehículos de transporte pesado .....	300
Frenos de servicio.....	301
Compresor de aire.....	303
Gobernador del compresor de aire .....	303
Calderines o depósitos de almacenamiento .....	303
Drenajes del tanque de aire.....	304
Válvula de seguridad .....	304
Pedal de freno .....	304
Medidor de suministro de presión .....	304
Advertencia de baja presión de aire.....	304
Cámara de freno o pulmón de aire de doble acción .....	305
Válvula de estacionamiento.....	305
Sistema de frenos hidroneumáticos .....	308
Distribución de la fuerza de frenado en función de la carga .....	309
Frenos de emergencia o frenos de estacionamiento .....	309
Frenos auxiliares.....	310
Retardadores primarios.....	311
Retardadores secundarios .....	314
2.5 Características del sistema de frenos .....	316
2.5.1 Bus .....	316
2.5.2 Colectivo .....	316
2.5.3 Camión .....	317
2.5.4 Tanquero .....	317
2.5.5 Volquete .....	318
2.5.6 Tráiler .....	318
2.6 Importancia y seguridad del sistema de frenos .....	320

## CAPÍTULO III

3.1 Elementos para el análisis de los esfuerzos longitudinales (tracción, tránsito sobre pendientes y frenado).....	322
3.1.1 Resistencias que se oponen al movimiento del vehículo .....	322
Resistencia aerodinámica al avance .....	323
Resistencia a la rodadura .....	325
Resistencia gravitatoria .....	325
3.1.2 Fuerzas que actúan en el proceso de frenado .....	327
Fuerza de frenado .....	328
Resistencia del motor y transmisión.....	328
3.1.3 Centro de gravedad .....	329
Calculo de los centros de gravedad de los vehículos de transporte pesado.....	330
Centros de gravedad de los vehículos de transporte pesado seleccionados. ....	331
Bus .....	332
Colectivo.....	333
Camión .....	333
Tanquero.....	334
Volquete .....	335
Tráiler .....	336
3.2 Aspectos a considerar en el funcionamiento del sistema de transmisión .....	337
3.3 Configuración del sistema de transmisión .....	339
Motor .....	340
Embrague.....	341
Caja de cambios.....	342
Diferencial .....	346
Neumáticos .....	347
3.4 Eficiencia del sistema de transmisión .....	348
3.5 Análisis del sistema de transmisión .....	352
Clase del vehículo.....	354
Tamaño de los neumáticos .....	354
Transmisión .....	356
Motor .....	357
Diferencial .....	357
Calculo de la capacidad de arranque .....	358
Calculo de la capacidad de ascenso.....	359
Patrón de cambios y graficas de desempeño .....	359
Elementos para el análisis .....	359
Síntesis de la obtención de información y desempeño para el análisis del sistema de transmisión.....	363
3.6 Cálculos dinámicos del sistema de transmisión.....	364
Esfuerzo de tracción máximo .....	364
Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión .....	364
Velocidad de rotación en función de la rpm.....	366

Esfuerzo tractor en el neumático .....	367
Resistencia aerodinámica .....	369
Pendiente de inclinación .....	371
3.7 Aplicación del método de análisis del sistema de transmisión .....	374
Bus Mercedes Benz .....	374
Colectivo Chevrolet .....	378
Camiones Hino .....	382
Tanquero Hino. ....	386
Volquete Hino .....	390
Tráiler Kenworth .....	394
Escalones de velocidad.....	399
Relaciones de la caja de cambios .....	404
Constante de progresión .....	405
3.8 Aspectos a considerar en el funcionamiento del sistema de frenos .....	408
3.9 Configuración del sistema de frenos .....	409
Frenado de vehículos de dos ejes .....	409
Fuerzas y momentos que actúan en el proceso de frenado.....	410
Reparto optimo de las fuerzas de frenado .....	413
Frenado de vehículos articulados .....	414
Distancia de parada.....	415
Tiempo de frenado.....	416
Rendimiento de los frenos .....	417
Presión del sistema de frenos .....	417
Eficiencia de frenado .....	418
Fuerzas de frenado .....	419
3.10 Cálculos dinámicos del sistema de frenos .....	421
En orden de marcha.....	422
En plena carga .....	426
3.11 Eficacia del sistema de frenos.....	429
Pruebas para determinar la distancia de parada.....	430
Análisis grafico de la distancia de parada en función de la velocidad.....	434
Análisis de la eficacia del sistema de frenos .....	437

## **CAPÍTULO IV**

4.1 Interfaz grafica de contenidos, imágenes y videos de la eficiencia del sistema de transmisión y frenado .....	439
4.2 Manual de conducción eficiente .....	439

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Capitulo I.....	440
Capitulo II.....	440
Capitulo III .....	442
Capitulo IV .....	444

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias Bibliográficas.....	445
---------------------------------	-----

## ANEXOS

### **Anexo A: Encuesta.**

Diseño de Encuesta.....	450
-------------------------	-----

### **Anexo B: Curvas de potencia y par de los vehículos de transporte pesado.**

B1. Bus, equipado con un motor Mercedes Benz OM 366 LA.....	453
B2. Colectivo, equipado con un motor Isuzu 4HG1T .....	454
B3. Camión y tanquero, equipados con un motor HINO J08C .....	455
B4. Volquete, equipado con un motor Hino E13C.....	456
B5. Tráiler, equipado con un motor Cummins ISX500.....	457

### **Anexo C: Tablas de cálculos dinámicos, transmisión.**

C1. Bus, tabla de cálculos dinámicos, transmisión. ....	458
C2. Colectivo, tabla de cálculos dinámicos, transmisión .....	460
C3. Camión, tabla de cálculos dinámicos, transmisión .....	462
C4. Tanquero, tabla de cálculos dinámicos, transmisión .....	464
C5. Volquete, tabla de cálculos dinámicos, transmisión .....	466
C6. Tráiler, tabla de cálculos dinámicos, transmisión.....	468

### **Anexo D: Tablas de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado.**

D1. Bus, tabla de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado. ....	470
D2. Colectivo, tabla de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado .....	471
D3. Camión, tabla de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado .....	472
D4. Tanquero, tabla de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado .....	473
D5. Volquete, tabla de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado .....	474
D6. Tráiler, tabla de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado .....	475

### **Anexo E: Características y especificaciones técnicas de los vehículos.**

E1. Bus, características y especificaciones técnicas de los vehículos.....	477
E2. Colectivo, características y especificaciones técnicas de los vehículos ....	479
E3. Camión, características y especificaciones técnicas de los vehículos .....	480
E4. Tanquero, características y especificaciones técnicas de los vehículos ....	482
E5. Volquete, características y especificaciones técnicas de los vehículos .....	484
E6. Tráiler, características y especificaciones técnicas de los vehículos .....	485

### **Anexo F: Interfaz grafica sobre contenidos, imágenes y videos de la eficiencia del sistema de transmisión y frenado.**

Interfaz grafica sobre contenidos, imágenes y videos de la eficiencia del sistema de transmisión y frenado .....	486
--	-----

### **Anexo G: manual de conducción eficiente.**

Manual de conducción eficiente.....	487
-------------------------------------	-----

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPITULO I

Figura 1.1 División Política Provincia de Loja: Fuente [3] .....	3
Figure 1.2 Mapa vial de la Provincia de Loja: Fuente [4] .....	4
Figura 1.3 Estado actual de las vías principales y secundarias: Fuente [6] .....	6
Figura 1.4 Señales de referencia de una pendiente pronunciada: Fuente los autores ....	6
Figura 1.5 Señales de referencia de una pendiente pronunciada: Fuente [7] .....	7
Figure 1.6 Pendiente del terreno: Fuente [8] .....	8
Figura1.7 Porcentajes de pendientes de las vías: Fuente [9] .....	10
Figura 1.8 Cual es la marca de su vehículo (BUSES): Fuente los autores .....	19
Figura 1.9 Cual es el modelo de su vehículo (BUSES): Fuente los autores .....	21
Figura 1.10 Año de fabricación de su vehículo (BUSES): Fuente los autores .....	22
Figura 1.11 Capacidad de carga de su vehículo (BUSES): Fuente los autores.....	23
Figura 1.12 Conoce y respeta las señales de tránsito (BUSES): Fuente los autores.....	25
Figura 1.13 Esfuerza el sistema de frenado (BUSES): Fuente los autores .....	26
Figura 1.14 Esfuerza el sistema de transmisión (BUSES): Fuente los autores.....	27
Figura 1.15 Esfuerza el sistema de transmisión (BUSES): Fuente los autores.....	28
Figura 1.16 Sabe el régimen del cambio de marcha (BUSES): Fuente los autores .....	29
Figura 1.17 Sabe el régimen del cambio de marcha (BUSES): Fuente los autores .....	30
Figura 1.18 Sabe el régimen del cambio de marcha (BUSES): Fuente los autores .....	31
Figura 1.19 Sabe el régimen del cambio de marcha (BUSES): Fuente los autores .....	33
Figura 1.20 Sabe en qué marcha descender una pendiente (BUSES): Fuente los autores .....	34
Figura 1.21 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (BUSES): Fuente los autores .....	35
Figura 1.22 Valor de la distancia en metros (BUSES): Fuente los autores.....	35
Figura 1.23 Registro de accidentes de tránsito (BUSES): Fuente los autores .....	48
Figura 1.24 Horas diarias de conducción (BUSES): Fuente los autores.....	50
Figura 1.25 Sabe los que es un manual de conducción (BUSES): Fuente los autores... 51	
Figura 1.26 Cual es la marca de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	53
Figura 1.27 Cual es el modelo de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente los autores ... 54	
Figura 1.28 Año de fabricación de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente los autores .55	
Figura 1.29 Capacidad de carga de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente los autores .56	
Figura 1.30 Conoce y respeta las señales de tránsito (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	58
Figura 1.31 Esfuerza el sistema de frenado (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	59
Figura 1.32 Esfuerza el sistema de transmisión (COLECTIVOS): Fuente los autores .60	
Figura 1.33 Excede el límite de carga (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	61
Figura 1.34 Sabe el régimen del cambio de marcha (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	62
Figura 1.35 Sabe el régimen del cambio de marcha (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	63
Figura 1.36 Sabe cuándo ocupar el freno motor (COLECTIVOS): Fuente los autores.64	

Figura 1.37 Sabe en qué marcha descender una pendiente (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	65
Figura 1.38 Marcha para descender una pendiente (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	66
Figura 1.39 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	67
Figura 1.40 Valor de la distancia en metros (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	68
Figura 1.41 Registro de accidentes de tránsito (COLECTIVOS): Fuente los autores ...	79
Figura 1.42 Horas diarias de conducción (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	81
Figura 1.43 Sabe los que es un manual de conducción (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	82
Figura 1.44 Cual es la marca de su vehículo (CAMIONES): Fuente los autores .....	85
Figura 1.45 Año de fabricación de su vehículo (CAMIONES): Fuente los autores .....	88
Figura 1.46 Capacidad de carga de su vehículo (CAMIONES): Fuente los autores ....	89
Figura 1.47 Conoce y respeta las señales de tránsito (CAMIONES): Fuente los autores .....	91
Figura 1.48 Esfuerza el sistema de frenado (CAMIONES): Fuente los autores.....	92
Figura 1.49 Esfuerza el sistema de transmisión (CAMIONES): Fuente los autores .....	93
Figura 1.50 Excede el límite de carga (CAMIONES): Fuente los autores .....	94
Figura 1.51 Sabe el régimen del cambio de marcha (CAMIONES): Fuente los autores .....	95
Figura 1.52 Número de RPM para el cambio de marcha (CAMIONES): Fuente los autores .....	97
Figura 1.53 Sabe cuándo ocupar el freno motor (CAMIONES): Fuente los autores.....	98
Figura 1.54 Sabe en qué marcha descender una pendiente (CAMIONES): Fuente los autores .....	100
Figura 1.55 Marcha para descender una pendiente (CAMIONES): Fuente los autores .....	101
Figura 1.56 Sabe a qué distancia mantenerse de otro (CAMIONES): Fuente los autores .....	102
Figura 1.57 Valor de la distancia en metros (CAMIONES): Fuente los autores .....	103
Figura 1.58 Registro de accidentes de tránsito (CAMIONES): Fuente los autores.....	117
Figura 1.59 Horas diarias de conducción (CAMIONES): Fuente los autores .....	119
Figura 1.60 Sabe los que es un manual de conducción (CAMIONES): Fuente los autores .....	120
Figura 1.61 Cual es la marca de su vehículo (TANQUEROS): Fuente los autores....	122
Figura 1.62 Cual es el modelo de su vehículo (TANQUEROS): Fuente los autores..	124
Figura 1.63 año de fabricación de su vehículo (TANQUEROS): Fuente los autores..	125
Figura 1.64 Capacidad de carga de su vehículo (TANQUEROS): Fuente los autores	126
Figura 1.65 Conoce y respeta las señales de tránsito (TANQUEROS): Fuente los autores .....	128
Figura 1.66 Esfuerza el sistema de frenado (TANQUEROS): Fuente los autores.....	129
Figura 1.67 Esfuerza el sistema de transmisión (TANQUEROS): Fuente los autores	130
Figura 1.68 Excede el límite de carga (TANQUEROS): Fuente los autores .....	131

Figura 1.69 Sabe el régimen del cambio de marcha (TANQUEROS): Fuente los autores .....	132
Figura 1.70 Numero de RPM para el cambio de marcha (TANQUEROS): Fuente los autores .....	133
Figura 1.71 Sabe cuándo ocupar el freno motor (TANQUEROS): Fuente los autores .....	134
Figura 1.72 Sabe en qué marcha descender una pendiente (TANQUEROS): Fuente los autores .....	135
Figura 1.73 Marcha para descender una pendiente (TANQUEROS): Fuente los autores .....	136
Figura 1.74 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (TANQUEROS): Fuente los autores.....	137
Figura 1.75 Valor de la distancia en metros (TANQUEROS): Fuente los autores.....	138
Figura 1.76 Registro de accidentes de tránsito (TANQUEROS): Fuente los autores..	150
Figura 1.77 Horas diarias de conducción (TANQUEROS): Fuente los autores.....	3152
Figura 1.78 Sabe lo que es un manual de conducción (TANQUEROS): Fuente los autores .....	153
Figura 1.79 Cual es la marca de su vehículo (VOLQUETES): Fuente los autores .....	155
Figura 1.80 Cual es el modelo de su vehículo (VOLQUETES): Fuente los autores ..	157
Figura 1.81 Año de fabricación de su vehículo (VOLQUETES): Fuente los autores	159
Figura 1.82 Capacidad de carga de su vehículo (VOLQUETES): Fuente los autores.	160
Figura 1.83 Conoce y respeta las señales de tránsito (VOLQUETES): Fuente los autores .....	162
Figura 1.84 Esfuerza el sistema de frenado (VOLQUETES): Fuente los autores .....	163
Figura 1.85 Esfuerza el sistema de transmisión (VOLQUETES): Fuente los autores.	164
Figura 1.86 Excede el límite de carga (VOLQUETES): Fuente los autores.....	165
Figura 1.87 Sabe el régimen del cambio de marcha (VOLQUETES): Fuente los autores .....	166
Figura 1.88 Sabe el régimen del cambio de marcha (VOLQUETES): Fuente los autores .....	167
Figura 1.89 Sabe el régimen del cambio de marcha (VOLQUETES): Fuente los autores .....	168
Figura 1.90 Sabe el régimen del cambio de marcha (VOLQUETES): Fuente los autores .....	169
Figura 1.91 Sabe en qué marcha descender una pendiente (VOLQUETES): Fuente los autores .....	170
Figura 1.92 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (VOLQUETES): Fuente los autores.....	171
Figura 1.93 Valor de la distancia en metros (VOLQUETES): Fuente los autores .....	172
Figura 1.94 Registro de accidentes de tránsito (VOLQUETES): Fuente los autores ..	183
Figura 1.95 Horas diarias de conducción (VOLQUETES): Fuente los autores.....	185
Figura 1.96 Sabe los que es un manual de conducción (VOLQUETES): Fuente los autores .....	186
Figura 1.97 Cual es la marca de su vehículo (TRAILERES): Fuente los autores .....	188

Figura 1.98 Cual es el modelo de su vehículo (TRAILERES): Fuente los autores ....	190
Figura 1.99 año de fabricación de su vehículo (TRAILERES): Fuente los autores ...	191
Figura 1.100 Capacidad de carga de su vehículo (TRAILERES): Fuente los autores.	192
Figura 1.101 Conoce y respeta las señales de tránsito (TRAILERES): Fuente los autores .....	195
Figura 1.102 Esfuerza el sistema de frenado (TRAILERES): Fuente los autores .....	196
Figura 1.103 Esfuerza el sistema de transmisión (TRAILERES): Fuente los autores.	197
Figura 1.104 Excede el límite de carga (TRAILERES): Fuente los autores.....	198
Figura 1.105 Sabe el régimen del cambio de marcha (TRAILERES): Fuente los autores .....	199
Figura 1.106 Número de RPM para el cambio de marcha (TRAILERES): Fuente los autores .....	200
Figura 1.107 Sabe cuándo ocupar el freno motor (TRAILERES): Fuente los autores .....	201
Figura 1.108 Sabe en qué marcha descender una pendiente (TRAILERES): Fuente los autores .....	202
Figura 1.109 Marcha para descender una pendiente (TRAILERES): Fuente los autores .....	203
Figura 1.110 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (TRAILERES): Fuente los autores.....	204
Figura 1.111 Valor de la distancia en metros (TRAILERES): Fuente los autores .....	205
Figura 1.112 Registro de accidentes de tránsito (TRAILERES): Fuente los autores ..	217
Figura 1.113 Horas diarias de conducción (TRAILERES): Fuente los autores.....	219
Figura 1.114 Sabe lo que es un manual de conducción (TRAILERES): Fuente los autores .....	219
Figura 1.115 Tipos de vehículos de transporte pesado: Fuente los autores .....	220
Figura 1.116 Año de fabricación del transporte pesado: Fuente los autores.....	222

## **CAPITULO II**

Figura 2.1 Curvas características, motor MB OM 924 LA – EURO 3: Fuente [24] ..	229
Figura 2.2 Embrague: Fuente [19] .....	231
Figura 2.3 Caja de cambios: Fuente [19] .....	232
Figura 2.4 Ejes de transmisión: Fuente [20] .....	233
Figura 2.5 Diferencial: Fuente [21] .....	233
Figura 2.6 Diferencial interaxial: Fuente [22] .....	234
Figura 2.7 Diferencial interaxial: Fuente [22] .....	235
Figura 2.8 Neumático: Fuente [23] .....	237
Figura 2.9 Nomenclatura, transmisión Bus: Fuente [24] .....	238
Figura 2.10 Nomenclatura, transmisión Bus: Fuente [24] .....	238
Figura 2.11 Patrón de marchas, transmisión Bus: Fuente [24] .....	240
Figura 2.12 Primera velocidad, transmisión bus: Fuente [24] .....	240
Figura 2.13 Segunda velocidad, transmisión bus: Fuente [24] .....	240
Figura 2.14 Tercera velocidad, transmisión bus: Fuente [24] .....	241
Figura 2.15 Cuarta velocidad, transmisión bus: Fuente [24] .....	241

Figura 2.16 Quinta velocidad, transmisión bus: Fuente [24] .....	241
Figura 2.17 Sexta velocidad, transmisión bus: Fuente [24] .....	242
Figura 2.18 Marcha reversa, transmisión bus: Fuente [24] .....	242
Figura 2.19 Embrague bus: Fuente [25] .....	243
Figura 2.20 Eje motriz, bus: Fuente [26] .....	243
Figura 2.21 Nomenclatura, eje motriz bus: Fuente [26] .....	244
Figura 2.22 Nomenclatura, neumáticos tracción tráiler: Fuente [27] .....	245
Figura 2.23 Esquema, transmisión colectivo: Fuente [28] .....	246
Figura 2.24 Marcha reversa, transmisión colectivo: Fuente [28] .....	248
Figura 2.25 Primera velocidad, transmisión colectivo: Fuente [28] .....	248
Figura 2.26 Segunda velocidad, transmisión colectivo: Fuente [28] .....	248
Figura 2.27 Tercera velocidad, transmisión colectivo: Fuente [28] .....	248
Figura 2.28 Cuarta velocidad, transmisión colectivo: Fuente [28] .....	249
Figura 2.29 Quinta velocidad, transmisión colectivo: Fuente [28] .....	249
Figura 2.30 Sexta velocidad, transmisión colectivo: Fuente [28] .....	249
Figura 2.31 Embrague colectivo: Fuente [28] .....	250
Figura 2.32 Eje motriz colectivo: Fuente [28] .....	251
Figura 2.33 Nomenclatura, neumáticos tracción colectivo: Fuente [27] .....	252
Figura 2.34 Nomenclatura, transmisión camión: Fuente [30] .....	253
Figura 2.35 Esquema, transmisión camión: Fuente [30] .....	253
Figura 2.36 La marcha reductora epicíclica, transmisión camión: Fuente [30] .....	255
Figura 2.37 Cambio con H única, transmisión camión: Fuente [30] .....	256
Figura 2.38 Cambio con H doble, transmisión camión: Fuente [30] .....	256
Figura 2.39 Reducción profunda (bajo), transmisión camión y tanquero: Fuente [30] .....	257
Figura 2.40 Primera velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30] .....	257
Figura 2.41 Segunda velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30] .....	258
Figura 2.42 Tercera velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30] .....	258
Figura 2.43 Cuarta velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30] .....	258
Figura 2.44 Quinta velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30] .....	259
Figura 2.45 Sexta velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30] .....	259
Figura 2.46 Séptima velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30] .....	259
Figura 2.47 Octava velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30] .....	260
Figura 2.48 Marcha reversa, transmisión camión y tanquero: Fuente [30] .....	260
Figura 2.49 Embrague camión y tanquero: Fuente [31] .....	261
Figura 2.50 Embrague camión y tanquero: Fuente [31] .....	262
Figura 2.51 Eje motriz camión: Fuente [32] .....	263
Figura 2.52 Eje motriz camión: Fuente [32] .....	263
Figura 2.53 Nomenclatura, neumáticos tracción camión: Fuente [33] .....	264
Figura 2.54 Nomenclatura, Transmisión camión: Fuente [30] .....	265
Figura 2.55 Conexiones neumáticas de cambio de gama con H única, transmisión camión: Fuente [30] .....	266
Figura 2.56 Conexiones neumáticas de cambio de gama con H doble, transmisión camión: Fuente [30] .....	266

Figura 2.57 Eje motriz, tanquero: Fuente [32] .....	269
Figura 2.58 Eje motriz, tanquero: Fuente [32] .....	270
Figura 2.59 Eje motriz tanquero: Fuente [12] .....	271
Figura 2.60 Nomenclatura, neumáticos tracción tanquero: Fuente [33] .....	272
Figura 2.61 Esquema, transmisión volquete: Fuente [32] .....	273
Figura 2.62 Marcha baja reversa, transmisión volquete: Fuente [32] .....	274
Figura 2.63 Marcha alta reversa, transmisión volquete: Fuente [32] .....	274
Figura 2.64 Primera velocidad, transmisión volquete: Fuente [32] .....	275
Figura 2.65 Segunda velocidad, transmisión volquete: Fuente [32] .....	275
Figura 2.66 Tercera velocidad, transmisión volquete: Fuente [32] .....	275
Figura 2.67 Cuarta velocidad, transmisión volquete: Fuente [32] .....	275
Figura 2.68 Quinta velocidad, transmisión volquete: Fuente [32] .....	276
Figura 2.69 Sexta velocidad, transmisión volquete: Fuente [32] .....	276
Figura 2.70 Séptima velocidad, transmisión volquete: Fuente [32] .....	276
Figura 2.71 Octava velocidad, transmisión volquete: Fuente [32] .....	276
Figura 2.72 Novena velocidad, transmisión volquete: Fuente [32] .....	277
Figura 2.73 Decima velocidad, transmisión volquete: Fuente [32] .....	277
Figura 2.74 Decima primera velocidad, transmisión volquete: Fuente [32] .....	277
Figura 2.75 Decima segunda velocidad, transmisión volquete: Fuente [32] .....	277
Figura 2.76 Embrague, volquete: Fuente [25] .....	278
Figura 2.77 Descripción embrague, volquete: Fuente [32] .....	279
Figura 2.78 Eje motriz, volquete: Fuente [32] .....	280
Figura 2.79 Eje motriz, volquete: Fuente [32] .....	281
Figura 2.80 Eje motriz volquete: Fuente [32] .....	282
Figura 2.81 Nomenclatura, neumáticos volquete: Fuente [33] .....	283
Figura 2.82 Nomenclatura, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	284
Figura 2.83 Esquema, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	284
Figura 2.84 Componentes, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	285
Figura 2.85 Flujo de potencia de la sección frontal, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	286
Figura 2.86 Engrane directo, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	287
Figura 2.87 Engrane de reversa, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	287
Figura 2.88 Engrane de reversa, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	288
Figura 2.89 Engrane de reversa, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	288
Figura 2.90 Rango bajo, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	289
Figura 2.91 Rango alto, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	289
Figura 2.92 Reducción profunda 1 (DR1), transmisión tráiler: Fuente [34] .....	290
Figura 2.93 Reducción profunda 2 (DR2), transmisión tráiler: Fuente [34] .....	290
Figura 2.94 Reducción profunda 3 (DR3), transmisión tráiler: Fuente [34] .....	290
Figura 2.95 Reducción profunda 4 (DR4), transmisión tráiler: Fuente [34] .....	291
Figura 2.96 Reducción profunda 5 (DR5), transmisión tráiler: Fuente [34] .....	291
Figura 2.97 Rango bajo, primera velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	291
Figura 2.98 Rango bajo, segunda velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	292
Figura 2.99 Rango bajo, tercera velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	292
Figura 2.100 Rango bajo, cuarta velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	292

Figura 2.101 Rango bajo, quinta velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	293
Figura 2.102 Rango alto, sexta velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	293
Figura 2.103 Rango alto, séptima velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	293
Figura 2.104 Rango alto, octava velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	294
Figura 2.105 Rango alto, novena velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	294
Figura 2.106 Rango alto, decima velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34] .....	294
Figura 2.107 Embrague tráiler: Fuente [19] .....	295
Figura 2.108 eje motriz tráiler: Fuente [36] .....	296
Figura 2.109 Nomenclatura, eje motriz tráiler: Fuente [36] .....	296
Figura 2.110 Nomenclatura, neumáticos tracción tráiler: Fuente [33] .....	297
Figura 2.111 Sistema de carga, sistema de frenos neumático: Fuente [37] .....	302
Figura 2.112 Sistema de control, sistema de frenos neumático: Fuente [37] .....	302
Figura 2.113 Diagrama, sistema de frenos neumático: Fuente [38] .....	306
Figura 2.114 Esquema, sistema de frenos neumáticos: Fuente [37] .....	307
Figura 2.115 Esquema, sistema de frenos hidroneumáticos.: Fuente [39] .....	308
Figura 2.116 Diagrama, funcionamiento frenos Jacobs: Fuente [40] .....	311
Figura 2.117 Diagrama, funcionamiento frenos Jacobs: Fuente [41] .....	312
Figura 2.118 Diagrama, funcionamiento frenos Jacobs: Fuente [41] .....	312
Figura 2.119 Diagrama, funcionamiento frenos Jacobs: Fuente [41] .....	313
Figura 2.120 Diagrama, funcionamiento frenos de escape: Fuente [42] .....	314
Figura 2.121 Diagrama, funcionamiento frenos de escape: Fuente [43] .....	315
Figura 2.122 Descripción de componentes, sistema de frenos: Fuente [32]. .....	319

### **CAPITULO III**

Figura 3.1 Resistencias que se oponen al movimiento: Fuente los autores .....	323
Figura 3.2 Comportamiento de la densidad del aire: Fuente los autores .....	324
Figura 3.3 Resistencia del aire sobre el vehículo: Fuente los autores .....	324
Figura 3.4 Modelo de vehículo para estudio de la dinámica longitudinal: Fuente los autores .....	327
Figura 3.5 Modelo de vehículo para estudio del centro de gravedad: Fuente los autores .....	330
Figura 3.6 Centro de gravedad Bus y Colectivo: Fuente los autores .....	332
Figura 3.7 Centro de gravedad Camión: Fuente los autores .....	334
Figura 3.8 Centro de gravedad Tanquero: Fuente los autores.....	335
Figura 3.9 Centro de gravedad Volquete: Fuente los autores .....	336
Figura 3.10 Centro de gravedad Tráiler: Fuente los autores .....	337
Figura 3.11 Configuración del tren motriz: Fuente los autores.....	340
Figura 3.12 Diagrama de flujo del proceso de análisis de la trasmisión: Fuente [2] ..	353
Figura 3.13 Restricciones para la selección del tamaño de los neumáticos: Fuente [ITM] .....	355
Figura 3.14 Vehículo seleccionado para el análisis, bus: Fuente los autores.....	360
Figura 3.15 Vehículo seleccionado para el análisis, colectivo: Fuente los autores .....	360
Figura 3.16 Vehículo seleccionado para el análisis, camión: Fuente los autores .....	361
Figura 3.17 Vehículo seleccionado para el análisis, tanquero: Fuente los autores .....	361

Figura 3.18 Vehículo seleccionado para el análisis, volquete: Fuente los autores .....	362
Figura 3.19 Vehículo seleccionado para el análisis, tráiler: Fuente los autores.....	362
Figura 3.20 Diagrama de velocidades y zona verde, bus: Fuente los autores.....	376
Figura 3.21 Diagrama de capacidad de ascenso del sistema de transmisión, bus: Fuente los autores.....	376
Figura 3.22 Diagrama de velocidades y zona verde, colectivo: Fuente los autores.....	380
Figura 3.23 Diagrama de capacidad de ascenso del sistema de transmisión, colectivo: Fuente los autores.....	380
Figura 3.24 Diagrama de velocidades y zona verde, camión: Fuente los autores.....	384
Figura 3.25 Diagrama de capacidad de ascenso del sistema de transmisión, camión: Fuente los autores.....	384
Figura 3.26 Diagrama de velocidades y zona verde, tanquero: Fuente los autores .....	388
Figura 3.27 Diagrama de capacidad de ascenso del sistema de transmisión, tanquero: Fuente los autores.....	388
Figura 3.28 Diagrama de velocidades y zona verde, volquete: Fuente los autores.....	392
Figura 3.29 Diagrama de capacidad de ascenso del sistema de transmisión, volquete: Fuente los autores.....	392
Figura 3.30 Diagrama de velocidades y zona verde, tráiler: Fuente los autores.....	396
Figura 3.31 Diagrama de capacidad de ascenso del sistema de transmisión, tráiler: Fuente los autores.....	396
Figura 3.32 Escalones de velocidad, bus: Fuente los autores .....	399
Figura 3.33 Escalones de velocidad, colectivo: Fuente los autores .....	400
Figura 3.34 Escalones de velocidad, camión: Fuente los autores .....	401
Figura 3.35 Escalones de velocidad, tanquero: Fuente los autores .....	402
Figura 3.36 Escalones de velocidad, volquete: Fuente los autores .....	403
Figura 3.37 Escalones de velocidad, volquete: Fuente los autores .....	404
Figura 3.38 Modelo de vehículo para estudio del frenado: Fuente los autores.....	411
Figura 3.39 Ejemplo calculo de fuerzas de frenado: Fuente los autores.....	420
Figura 3.40 Ejemplo calculo de fuerzas de frenado, neumático: Fuente los autores ...	421
Figura 3.41 Grafica de la eficacia de frenado, bus: Fuente los autores.....	434
Figura 3.42 Grafica de la eficacia de frenado, colectivo: Fuente los autores.....	435
Figura 3.43 Grafica de la eficacia de frenado, camión: Fuente los autores .....	435
Figura 3.44 Grafica de la eficacia de frenado, tanquero: Fuente los autores .....	436
Figura 3.45 Grafica de la eficacia de frenado, volquete: Fuente los autores .....	436
Figura 3.46 Grafica de la eficacia de frenado, Tráiler: Fuente los autores .....	437

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPITULO I

Tabla 1.1 División Política Provincia de Loja: Fuente [3] .....	3
Tabla 1.2 Señales de referencia de una pendiente pronunciada: Fuente los autores.....	9
Tabla 1.3 Cantidad de vehículos de transporte pesado: Fuente los autores .....	12
Tabla 1.4 Nomenclatura de las incógnitas de la ecuación: Fuente [14] .....	16

Tabla 1.5 Cual es la marca de su vehículo (BUSES): Fuente los autores .....	19
Tabla 1.6 Cual es el modelo de su vehículo (BUSES): Fuente los autores.....	20
Tabla 1.7 Año de fabricación de su vehículo (BUSES): Fuente los autores.....	21
Tabla 1.8 Capacidad de carga de su vehículo (BUSES): Fuente los autores .....	22
Tabla 1.9 Rutas viales de la provincia (BUSES): Fuente los autores .....	23
Tabla 1.10 Otra ruta especifique (BUSES): Fuente los autores .....	24
Tabla 1.11 Conoce y respeta las señales de tránsito (BUSES): Fuente los autores .....	25
Tabla 1.12 Esfuerza el sistema de frenado (BUSES): Fuente los autores.....	26
Tabla 1.13 Esfuerza el sistema de transmisión (BUSES): Fuente los autores .....	27
Tabla 1.14 Excede el límite de carga (BUSES): Fuente los autores .....	27
Tabla 1.15 Sabe el régimen del cambio de marcha (BUSES): Fuente los autores .....	28
Tabla 1.16 Numero de RPM para el cambio de marcha (BUSES): Fuente los autores	29
Tabla 1.17 Sabe cuándo ocupar el freno motor (BUSES): Fuente los autores .....	30
Tabla 1.18 Sabe cuándo ocupar el freno motor (BUSES): Fuente los autores .....	31
Tabla 1.19 Sabe en qué marcha descender una pendiente (BUSES): Fuente los autores .....	32
Tabla 1.20 Marcha para descender una pendiente (BUSES): Fuente los autores .....	33
Tabla 1.21 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (BUSES): Fuente los autores .....	34
Tabla 1.22 ABC de frenos (BUSES): Fuente los autores .....	36
Tabla 1.23 ABC de frenos (BUSES): Fuente los autores .....	36
Tabla 1.24 ABC de frenos (BUSES): Fuente los autores .....	37
Tabla 1.25 Mantenimiento de suspensión (BUSES): Fuente los autores.....	37
Tabla 1.26 Mantenimiento de suspensión (BUSES): Fuente los autores.....	37
Tabla 1.27 Mantenimiento de suspensión (BUSES): Fuente los autores.....	38
Tabla 1.28 Cambio de aceite motor (BUSES): Fuente los autores .....	38
Tabla 1.29 Cambio de aceite motor (BUSES): Fuente los autores .....	38
Tabla 1.30 Cambio de aceite motor (BUSES): Fuente los autores .....	39
Tabla 1.31 Cambio de aceite caja (BUSES): Fuente los autores .....	39
Tabla 1.32 Cambio de aceite caja (BUSES): Fuente los autores .....	40
Tabla 1.33 Cambio de aceite caja (BUSES): Fuente los autores .....	40
Tabla 1.34 Cambio de neumáticos (BUSES): Fuente los autores.....	41
Tabla 1.35 Cambio de neumáticos (BUSES): Fuente los autores.....	41
Tabla 1.36 Cambio de neumáticos (BUSES): Fuente los autores.....	41
Tabla 1.37 Ajuste de carrocería (BUSES): Fuente los autores .....	42
Tabla 1.38 Ajuste de carrocería (BUSES): Fuente los autores .....	42
Tabla 1.39 Ajuste de carrocería (BUSES): Fuente los autores .....	42
Tabla 1.40 Reparación motor (BUSES): Fuente los autores.....	43
Tabla 1.41 Reparación motor (BUSES): Fuente los autores.....	43
Tabla 1.42 Reparación motor (BUSES): Fuente los autores.....	43
Tabla 1.43 Reparación frenos (BUSES): Fuente los autores .....	43
Tabla 1.44 Reparación frenos (BUSES): Fuente los autores .....	44
Tabla 1.45 Reparación frenos (BUSES): Fuente los autores .....	44
Tabla 1.46 Reparación caja (BUSES): Fuente los autores.....	44

Tabla 1.47 Reparación caja (BUSES): Fuente los autores.....	44
Tabla 1.48 Reparación caja (BUSES): Fuente los autores.....	44
Tabla 1.49 Reparación suspensión (BUSES): Fuente los autores.....	45
Tabla 1.50 Reparación suspensión (BUSES): Fuente los autores.....	45
Tabla 1.51 Reparación suspensión (BUSES): Fuente los autores.....	45
Tabla 1.52 Engrase (BUSES): Fuente los autores.....	45
Tabla 1.53 Engrase (BUSES): Fuente los autores.....	46
Tabla 1.54 Engrase (BUSES): Fuente los autores.....	46
Tabla 1.55 averías en los vehículos (BUSES): Fuente los autores .....	47
Tabla 1.56 Registro de accidentes de tránsito (BUSES): Fuente los autores.....	47
Tabla 1.57 Número de accidentes de tránsito (BUSES): Fuente los autores .....	48
Tabla 1.58 Causas para registrar accidentes de tránsito (BUSES): Fuente los autores..	49
Tabla 1.59 Horas diarias de conducción (BUSES): Fuente los autores .....	49
Tabla 1.60 Sabe los que es un manual de conducción (BUSES): Fuente los autores ....	50
Tabla 1.61 Exista manual de conducción (BUSES): Fuente los autores.....	51
Tabla 1.62 Porque debería existir una manual de conducción (BUSES): Fuente los autores .....	52
Tabla 1.63 Cual es la marca de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	53
Tabla 1.64 Cual es el modelo de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente los autores ....	54
Tabla 1.65 Año de fabricación de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente los autores ..	55
Tabla 1.66 Capacidad de carga de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente los autores..	56
Tabla 1.67 Rutas viales de la provincia (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	57
Tabla 1.68 Conoce y respeta las señales de tránsito (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	58
Tabla 1.69 Esfuerza el sistema de frenado (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	59
Tabla 1.70 Esfuerza el sistema de transmisión (COLECTIVOS): Fuente los autores...	60
Tabla 1.71 Excede el límite de carga (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	61
Tabla 1.72 Sabe el régimen del cambio de marcha (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	62
Tabla 1.73 Numero de RPM para el cambio de marcha (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	63
Tabla 1.74 Sabe cuándo ocupar el freno motor (COLECTIVOS): Fuente los autores ..	64
Tabla 1.75 Sabe cuándo ocupar el freno motor (COLECTIVOS): Fuente los autores .	64
Tabla 1.76 Sabe en qué marcha descender una pendiente (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	65
Tabla 1.77 Marcha para descender una pendiente (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	66
Tabla 1.78 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	67
Tabla 1.79 ABC de frenos (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	68
Tabla 1.80 ABC de frenos (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	69
Tabla 1.81 ABC de frenos (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	69
Tabla 1.82 Mantenimiento de suspensión (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	70
Tabla 1.83 Mantenimiento de suspensión (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	70

Tabla 1.84 Mantenimiento de suspensión (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	70
Tabla 1.85 Cambio de aceite motor (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	70
Tabla 1.86 Cambio de aceite motor (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	71
Tabla 1.87 Cambio de aceite motor (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	71
Tabla 1.88 Cambio de aceite caja (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	71
Tabla 1.89 Cambio de aceite caja (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	72
Tabla 1.90 Cambio de aceite caja (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	72
Tabla 1.91 Cambio de neumáticos (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	73
Tabla 1.92 Cambio de neumáticos (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	73
Tabla 1.93 Cambio de neumáticos (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	73
Tabla 1.94 Ajuste de carrocería (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	74
Tabla 1.95 Ajuste de carrocería (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	74
Tabla 1.96 Ajuste de carrocería (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	74
Tabla 1.97 Reparación motor (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	75
Tabla 1.98 Reparación motor (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	75
Tabla 1.99 Reparación motor (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	75
Tabla 1.100 Reparación frenos (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	75
Tabla 1.101 Reparación frenos (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	76
Tabla 1.102 Reparación frenos (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	76
Tabla 1.103 Reparación caja (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	76
Tabla 1.104 Reparación caja (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	76
Tabla 1.105 Reparación caja (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	76
Tabla 1.106 Reparación suspensión (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	77
Tabla 1.107 Reparación suspensión (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	77
Tabla 1.108 Reparación suspensión (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	77
Tabla 1.109 Engrase (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	77
Tabla 1.110 Engrase (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	78
Tabla 1.111 Engrase (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	78
Tabla 1.112 averías en los vehículos (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	78
Tabla 1.113 Registro de accidentes de tránsito (COLECTIVOS): Fuente los autores ..	79
Tabla 1.114 Número de accidentes de tránsito (COLECTIVOS): Fuente los autores...	80
Tabla 1.115 Causas para registrar accidentes de tránsito (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	80
Tabla 1.116 Horas diarias de conducción (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	81
Tabla 1.117 Sabe los que es un manual de conducción (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	81
Tabla 1.118 Exista manual de conducción (COLECTIVOS): Fuente los autores .....	82
Tabla 1.119 Porque debería existir una manual de conducción (COLECTIVOS): Fuente los autores.....	83
Tabla 1.120 Cual es la marca de su vehículo (CAMIONES): Fuente los autores .....	84
Tabla 1.121 Cual es el modelo de su vehículo (CAMIONES): Fuente los autores .....	85
Tabla 1.122 Año de fabricación de su vehículo (CAMIONES): Fuente los autores ....	87
Tabla 1.123 Capacidad de carga de su vehículo (CAMIONES): Fuente los autores....	89
Tabla 1.124 Rutas viales de la provincia (CAMIONES): Fuente los autores.....	90

Tabla 1.125 Conoce y respeta las señales de tránsito (CAMIONES): Fuente los autores .....	91
Tabla 1.126 Esfuerza el sistema de frenado (CAMIONES): Fuente los autores .....	92
Tabla 1.127 Esfuerza el sistema de transmisión (CAMIONES): Fuente los autores.....	93
Tabla 1.128 Excede el límite de carga (CAMIONES): Fuente los autores.....	94
Tabla 1.129 Sabe el régimen del cambio de marcha (CAMIONES): Fuente los autores .....	95
Tabla 1.130 Número de RPM para el cambio de marcha (CAMIONES): fuente los autores .....	96
Tabla 1.131 Número de RPM para el cambio de marcha (CAMIONES): fuente los autores .....	97
Tabla 1.132 Cuando ocupar el freno motor (CAMIONES): Fuente los autores.....	98
Tabla 1.133 Sabe en qué marcha descender una pendiente (CAMIONES): Fuente los autores .....	99
Tabla 1.134 Marcha para descender una pendiente (CAMIONES): Fuente los autores .....	100
Tabla 1.135 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (CAMIONES): Fuente los autores.....	102
Tabla 1.136 ABC de frenos (CAMIONES): Fuente los autores .....	103
Tabla 1.137 ABC de frenos (CAMIONES): Fuente los autores .....	104
Tabla 1.138 ABC de frenos (CAMIONES): Fuente los autores .....	104
Tabla 1.139 Mantenimiento de suspensión (CAMIONES): Fuente los autores .....	104
Tabla 1.140 Mantenimiento de suspensión (CAMIONES): Fuente los autores .....	105
Tabla 1.141 Mantenimiento de suspensión (CAMIONES): Fuente los autores .....	105
Tabla 1.142 Cambio de aceite motor (CAMIONES): Fuente los autores.....	106
Tabla 1.143 Cambio de aceite motor (CAMIONES): Fuente los autores.....	106
Tabla 1.144 Cambio de aceite motor (CAMIONES): Fuente los autores.....	106
Tabla 1.145 Cambio de aceite caja (CAMIONES): Fuente los autores.....	107
Tabla 1.146 Cambio de aceite caja (CAMIONES): Fuente los autores.....	107
Tabla 1.147 Cambio de aceite caja (CAMIONES): Fuente los autores.....	107
Tabla 1.148 Cambio de neumáticos (CAMIONES): Fuente los autores .....	108
Tabla 1.149 Cambio de neumáticos (CAMIONES): Fuente los autores .....	109
Tabla 1.150 Cambio de neumáticos (CAMIONES): Fuente los autores .....	109
Tabla 1.151 Ajuste de carrocería (CAMIONES): Fuente los autores.....	110
Tabla 1.152 Ajuste de carrocería (CAMIONES): Fuente los autores.....	110
Tabla 1.153 Ajuste de carrocería (CAMIONES): Fuente los autores.....	111
Tabla 1.154 Reparación motor (CAMIONES): Fuente los autores .....	111
Tabla 1.155 Reparación motor (CAMIONES): Fuente los autores .....	111
Tabla 1.156 Reparación motor (CAMIONES): Fuente los autores .....	112
Tabla 1.157 Reparación frenos (CAMIONES): Fuente los autores.....	112
Tabla 1.158 Reparación frenos (CAMIONES): Fuente los autores.....	112
Tabla 1.159 Reparación frenos (CAMIONES): Fuente los autores.....	113
Tabla 1.160 Reparación caja (CAMIONES): Fuente los autores .....	113
Tabla 1.161 Reparación caja (CAMIONES): Fuente los autores .....	113

Tabla 1.162 Reparación caja (CAMIONES): Fuente los autores .....	113
Tabla 1.163 Reparación suspensión (CAMIONES): Fuente los autores .....	114
Tabla 1.164 Reparación suspensión (CAMIONES): Fuente los autores .....	114
Tabla 1.165 Reparación suspensión (CAMIONES): Fuente los autores .....	114
Tabla 1.166 Engrase (CAMIONES): Fuente los autores .....	115
Tabla 1.167 Engrase (CAMIONES): Fuente los autores .....	115
Tabla 1.168 Engrase (CAMIONES): Fuente los autores .....	115
Tabla 1.169 averías en los vehículos (CAMIONES): Fuente los autores .....	116
Tabla 1.170 Registro de accidentes de tránsito (CAMIONES): Fuente los autores ....	116
Tabla 1.171 Número de accidentes de tránsito (CAMIONES): Fuente los autores.....	117
Tabla 1.172 Causas para registrar accidentes de (CAMIONES): Fuente los autores ..	118
Tabla 1.173 Horas diarias de conducción (CAMIONES): Fuente los autores.....	119
Tabla 1.174 Sabe los que es un manual de conducción (CAMIONES): Fuente los autores .....	119
Tabla 1.175 Exista manual de conducción (CAMIONES): Fuente los autores .....	120
Tabla 1.176 Porque debería existir una manual de conducción (CAMIONES): Fuente los autores.....	120
Tabla 1.177 Cual es la marca de su vehículo (TANQUEROS): Fuente los autores ....	122
Tabla 1.178 Cual es el modelo de su vehículo (TANQUEROS): Fuente los autores .	123
Tabla 1.179 años de fabricación de su vehículo (TANQUEROS): Fuente los autores	124
Tabla 1.180 Capacidad de carga de su vehículo (TANQUEROS): Fuente los autores .....	125
Tabla 1.181 Rutas viales de la provincia (TANQUEROS): Fuente los autores .....	126
Tabla 1.182 Otra ruta especifique (TANQUEROS): Fuente los autores .....	127
Tabla 1.183 Conoce y respeta las señales de tránsito (TANQUEROS): Fuente los autores .....	128
Tabla 1.184 Esfuerza el sistema de frenado (TANQUEROS): Fuente los autores.....	129
Tabla 1.185 Esfuerza el sistema de transmisión (TANQUEROS): Fuente los autores	130
Tabla 1.186 Excede el límite de carga (TANQUEROS): Fuente los autores .....	130
Tabla 1.187 Sabe el régimen del cambio de marcha (TANQUEROS): fuente los autores .....	131
Tabla 1.188 Número de RPM para el cambio de marcha (TANQUEROS): Fuente los autores .....	132
Tabla 1.189 Sabe cuándo ocupar el freno motor (TANQUEROS): Fuente los autores .....	133
Tabla 1.190 Cuando ocupar el freno motor (TANQUEROS): Fuente los autores.....	134
Tabla 1.191 Sabe en qué marcha descender una pendiente (TANQUEROS): Fuente los autores .....	135
Tabla 1.192 Marcha para descender una pendiente (TANQUEROS): Fuente los autores .....	136
Tabla 1.193 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (TANQUEROS): fuente los autores.....	137
Tabla 1.194 ABC de frenos (TANQUEROS): Fuente los autores.....	138
Tabla 1.195 ABC de frenos (TANQUEROS): Fuente los autores.....	139

Tabla 1.196 ABC de frenos (TANQUEROS): Fuente los autores.....	139
Tabla 1.197 Mantenimiento de suspensión (TANQUEROS): Fuente los autores .....	139
Tabla 1.198 Mantenimiento de suspensión (TANQUEROS): Fuente los autores .....	140
Tabla 1.199 Mantenimiento de suspensión (TANQUEROS): Fuente los autores .....	140
Tabla 1.200 Cambio de aceite motor (TANQUEROS): Fuente los autores .....	140
Tabla 1.201 Cambio de aceite motor (TANQUEROS): Fuente los autores .....	140
Tabla 1.202 Cambio de aceite motor (TANQUEROS): Fuente los autores .....	141
Tabla 1.203 Cambio de aceite caja (TANQUEROS): Fuente los autores.....	141
Tabla 1.204 Cambio de aceite caja (TANQUEROS): Fuente los autores.....	142
Tabla 1.205 Cambio de aceite caja (TANQUEROS): Fuente los autores.....	142
Tabla 1.206 cambio de neumáticos (tanqueros): fuente los autores.....	143
Tabla 1.207 Cambio de neumáticos (TANQUEROS): Fuente los autores .....	143
Tabla 1.208 Cambio de neumáticos (TANQUEROS): Fuente los autores .....	143
Tabla 1.209 Ajuste de carrocería (TANQUEROS): Fuente los autores.....	144
Tabla 1.210 Ajuste de carrocería (TANQUEROS): Fuente los autores.....	144
Tabla 1.211 Ajuste de carrocería (TANQUEROS): Fuente los autores.....	144
Tabla 1.212 Reparación motor (TANQUEROS): Fuente los autores .....	145
Tabla 1.213 Reparación motor (TANQUEROS): Fuente los autores .....	145
Tabla 1.214 Reparación motor (TANQUEROS): Fuente los autores .....	145
Tabla 1.215 Reparación frenos (TANQUEROS): Fuente los autores.....	145
Tabla 1.216 Reparación frenos (TANQUEROS): Fuente los autores.....	145
Tabla 1.217 Reparación frenos (TANQUEROS): Fuente los autores.....	146
Tabla 1.218 Reparación caja (TANQUEROS): Fuente los autores .....	146
Tabla 1.219 Reparación caja (TANQUEROS): Fuente los autores .....	146
Tabla 1.220 Reparación caja (TANQUEROS): Fuente los autores .....	147
Tabla 1.221 Reparación suspensión (TANQUEROS): Fuente los autores .....	147
Tabla 1.222 Reparación suspensión (TANQUEROS): Fuente los autores .....	147
Tabla 1.223 Reparación suspensión (TANQUEROS): Fuente los autores .....	147
Tabla 1.224 Engrase (TANQUEROS): Fuente los autores .....	148
Tabla 1.225 Engrase (TANQUEROS): Fuente los autores .....	148
Tabla 1.226 Engrase (TANQUEROS): Fuente los autores .....	148
Tabla 1.227 averías en los vehículos (TANQUEROS): Fuente los autores.....	149
Tabla 1.228 Registro de accidentes de tránsito (TANQUEROS): Fuente los autores .	149
Tabla 1.229 Número de accidentes de tránsito (TANQUEROS): Fuente los autores .	150
Tabla 1.230 Causas para registrar accidentes de tránsito (TANQUEROS): Fuente los autores .....	151
Tabla 1.231 Horas diarias de conducción (TANQUEROS): Fuente los autores .....	151
Tabla 1.232 Sabe lo que es un manual de conducción (TANQUEROS): Fuente los autores .....	152
Tabla 1.233 Exista manual de conducción (TANQUEROS): Fuente los autores.....	153
Tabla 1.234 Porque debería existir una manual de conducción (TANQUEROS): Fuente los autores.....	154
Figura 1.235 Cual es la marca de su vehículo (VOLQUETES): Fuente los autores ...	155
Tabla 1.236 Cual es el modelo de su vehículo (VOLQUETES): Fuente los autores .	156

Tabla 1.237 Año de fabricación de su vehículo (VOLQUETES): Fuente los autores	158
Tabla 1.238 Capacidad de carga de su vehículo (VOLQUETES): Fuente los autores	159
Tabla 1.239 Rutas viales de la provincia (VOLQUETES): Fuente los autores .....	161
Tabla 1.240 Conoce y respeta las señales de tránsito (VOLQUETES): Fuente los autores .....	162
Tabla 1.241 Esfuerza el sistema de frenado (VOLQUETES): Fuente los autores .....	163
Tabla 1.242 Esfuerza el sistema de transmisión (VOLQUETES): Fuente los autores	164
Tabla 1.243 Excede el límite de carga (VOLQUETES): Fuente los autores .....	165
Tabla 1.244 Sabe el régimen del cambio de marcha (VOLQUETES): Fuente los autores .....	166
Tabla 1.245 Número de RPM para el cambio de marcha (VOLQUETES): Fuente los autores .....	166
Tabla 1.246 Sabe cuándo ocupar el freno motor (VOLQUETES): Fuente los autores	167
Tabla 1.247 Sabe cuándo ocupar el freno motor (VOLQUETES): Fuente los autores	168
Tabla 1.248 Sabe en qué marcha descender una pendiente (VOLQUETES): Fuente los autores .....	169
Tabla 1.249 Marcha para descender una pendiente (VOLQUETES): Fuente los autores .....	170
Tabla 1.250 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (VOLQUETES): Fuente los autores.....	171
Tabla 1.251 ABC de frenos (VOLQUETES): Fuente los autores .....	172
Tabla 1.252 ABC de frenos (VOLQUETES): Fuente los autores .....	173
Tabla 1.253 ABC de frenos (VOLQUETES): Fuente los autores .....	173
Tabla 1.254 Mantenimiento de suspensión (VOLQUETES): Fuente los autores.....	173
Tabla 1.255 Mantenimiento de suspensión (VOLQUETES): Fuente los autores.....	173
Tabla 1.256 Mantenimiento de suspensión (VOLQUETES): Fuente los autores.....	174
Tabla 1.257 Cambio de aceite motor (VOLQUETES): Fuente los autores .....	174
Tabla 1.258 Cambio de aceite motor (VOLQUETES): Fuente los autores .....	174
Tabla 1.259 Cambio de aceite motor (VOLQUETES): Fuente los autores .....	175
Tabla 1.260 Cambio de aceite caja (VOLQUETES): Fuente los autores .....	175
Tabla 1.261 Cambio de aceite caja (VOLQUETES): Fuente los autores .....	176
Tabla 1.262 Cambio de aceite caja (VOLQUETES): Fuente los autores .....	176
Tabla 1.263 Cambio de neumáticos (VOLQUETES): Fuente los autores.....	177
Tabla 1.264 Cambio de (VOLQUETES): Fuente los autores .....	177
Tabla 1.265 Cambio de neumáticos (VOLQUETES): Fuente los autores.....	177
Tabla 1.266 Ajuste de carrocería (VOLQUETES): Fuente los autores .....	178
Tabla 1.267 Ajuste de carrocería (VOLQUETES): Fuente los autores .....	178
Tabla 1.268 Ajuste de carrocería (VOLQUETES): Fuente los autores .....	178
Tabla 1.269 Reparación motor (VOLQUETES): Fuente los autores.....	179
Tabla 1.270 Reparación motor (VOLQUETES): Fuente los autores.....	179
Tabla 1.271 Reparación (VOLQUETES): Fuente LOS autores .....	179
Tabla 1.272 Reparación frenos (VOLQUETES): Fuente los autores .....	179
Tabla 1.273 Reparación frenos (VOLQUETES): Fuente los autores .....	179
Tabla 1.274 Reparación frenos (VOLQUETES): Fuente los autores .....	180

Tabla 1.275 Reparación caja (VOLQUETES): Fuente los autores.....	180
Tabla 1.276 Reparación caja (VOLQUETES): Fuente los autores.....	180
Tabla 1.277 Reparación caja (VOLQUETES): Fuente los autores.....	180
Tabla 1.278 Reparación suspensión (VOLQUETES): Fuente los autores.....	181
Tabla 1.279 Reparación suspensión (VOLQUETES): Fuente los autores.....	181
Tabla 1.280 Reparación suspensión (VOLQUETES): Fuente los autores.....	181
Tabla 1.281 Engrase (VOLQUETES): Fuente los autores .....	181
Tabla 1.282 Engrase (VOLQUETES): Fuente los autores .....	182
Tabla 1.283 Engrase (VOLQUETES): Fuente los autores .....	182
Tabla 1.284 averías en los vehículos (VOLQUETES): Fuente los autores .....	182
Tabla 1.285 Registro de accidentes de tránsito (VOLQUETES): Fuente los autores..	183
Tabla 1.286 Número de accidentes de tránsito (VOLQUETES): Fuente los autores ..	184
Tabla 1.287 Causas para registrar accidentes de tránsito (VOLQUETES): Fuente los autores .....	184
Tabla 1.288 Horas diarias de conducción (VOLQUETES): Fuente los autores .....	185
Tabla 1.289 Sabe los que es un manual de conducción (VOLQUETES): Fuente los autores .....	186
Tabla 1.290 Exista manual de conducción (VOLQUETES): Fuente los autores .....	186
Tabla 1.291 Porque debería existir una manual de conducción (VOLQUETES): Fuente los autores.....	187
Tabla 1.292 Cual es la marca de su vehículo (TRAILERES): Fuente los autores.....	188
Tabla 1.293 Cual es el modelo de su vehículo (TRAILERES): Fuente los autores ...	189
Tabla 1.294 años de fabricación de su vehículo (TRAILERES): Fuente los autores ..	190
Tabla 1.295 Capacidad de carga de su vehículo (TRAILERES): Fuente los autores .	191
Tabla 1.296 Rutas viales de la provincia (TRAILERES): Fuente los autores .....	193
Tabla 1.297 Otra ruta especifique (TRAILERES): Fuente los autores .....	194
Tabla 1.298 Conoce y respeta las señales de tránsito (TRAILERES): Fuente los autores .....	194
Tabla 1.299 Esfuerza el sistema de frenado (TRAILERES): Fuente los autores .....	195
Tabla 1.300 Esfuerza el sistema de transmisión (TRAILERES): Fuente los autores ..	196
Tabla 1.301 Excede el límite de carga (TRAILERES): Fuente los autores .....	197
Tabla 1.302 Sabe el régimen del cambio de marcha (TRAILERES): Fuente los autores .....	198
Tabla 1.303 Número de RPM para el cambio de marcha (TRAILERES): Fuente los autores .....	199
Tabla 1.304 Sabe cuándo ocupar el freno motor (TRAILERES): Fuente los autores	200
Tabla 1.305 Cuando ocupar el freno motor (TRAILERES): Fuente los autores .....	201
Tabla 1.306 Sabe en qué marcha descender una pendiente (TRAILERES): Fuente los autores .....	202
Tabla 1.307 Marcha para descender una pendiente (TRAILERES): Fuente los autores .....	203
Tabla 1.308 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (TRAILERES): Fuente los autores.....	204
Tabla 1.309 ABC de frenos (TRAILERES): Fuente los autores .....	205

Tabla 1.310 ABC de frenos (TRAILERES): Fuente los autores .....	206
Tabla 1.311 ABC de frenos (TRAILERES): Fuente los autores .....	206
Tabla 1.312 Mantenimiento de suspensión (TRAILERES): Fuente los autores.....	206
Tabla 1.313 Mantenimiento de suspensión (TRAILERES): Fuente los autores.....	207
Tabla 1.314 Mantenimiento de suspensión (TRAILERES): Fuente los autores.....	207
Tabla 1.315 Cambio de aceite motor (TRAILERES): Fuente los autores .....	207
Tabla 1.316 Cambio de aceite motor (TRAILERES): Fuente los autores .....	208
Tabla 1.317 Cambio de aceite motor (TRAILERES): Fuente los autores .....	208
Tabla 1.318 Cambio de aceite caja (TRAILERES): Fuente los autores .....	209
Tabla 1.319 Cambio de aceite caja (TRAILERES): Fuente los autores .....	209
Tabla 1.320 Cambio de aceite caja (TRAILERES): Fuente los autores .....	209
Tabla 1.321 Cambio de neumáticos (TRAILERES): Fuente los autores.....	210
Tabla 1.322 Cambio de neumáticos (TRAILERES): Fuente los autores.....	210
Tabla 1.323 Cambio de neumáticos (TRAILERES): Fuente los autores.....	210
Tabla 1.324 Ajuste de carrocería (TRAILERES): Fuente los autores .....	211
Tabla 1.325 Ajuste de carrocería (TRAILERES): Fuente los autores .....	211
Tabla 1.326 Ajuste de carrocería (TRAILERES): Fuente los autores .....	211
Tabla 1.327 Reparación motor (TRAILERES): Fuente los autores.....	212
Tabla 1.328 Reparación motor (TRAILERES): Fuente los autores.....	212
Tabla 1.329 Reparación motor (TRAILERES): Fuente los autores.....	212
Tabla 1.330 Reparación frenos (TRAILERES): Fuente los autores .....	213
Tabla 1.331 Reparación frenos (TRAILERES): Fuente los autores .....	213
Tabla 1.332 Reparación frenos (TRAILERES): Fuente los autores .....	213
Tabla 1.333 Reparación caja (TRAILERES): Fuente los autores.....	213
Tabla 1.334 Reparación caja (TRAILERES): Fuente los autores.....	214
Tabla 1.335 Reparación caja (TRAILERES): Fuente los autores.....	214
Tabla 1.336 Reparación suspensión (TRAILERES): Fuente los autores.....	214
Tabla 1.337 Reparación suspensión (TRAILERES): Fuente los autores.....	214
Tabla 1.338 Reparación suspensión (TRAILERES): Fuente los autores.....	214
Tabla 1.339 Engrase (TRAILERES): Fuente los autores.....	215
Tabla 1.340 Engrase (TRAILERES): Fuente los autores.....	215
Tabla 1.341 Engrase (TRAILERES): Fuente los autores.....	215
Tabla 1.342 averías en los vehículos (TRAILERES): Fuente los autores .....	216
Tabla 1.343 Registro de accidentes de tránsito (TRAILERES): Fuente los autores....	216
Tabla 1.344 Número de accidentes de tránsito (TRAILERES): Fuente los autores ....	217
Tabla 1.345 Causas para registrar accidentes de tránsito (TRAILERES): Fuente los autores .....	218
Tabla 1.346 Horas diarias de conducción (TRAILERES): Fuente los autores .....	218
Tabla 1.347 Sabe los que es un manual de conducción (TRAILERES): Fuente los autores .....	219
Tabla 1.348 Exista manual de conducción (TRAILERES): Fuente los autores .....	220
Tabla 1.349 Porque debería existir una manual de conducción (TRAILERES): Fuente los autores.....	221
Tabla 1.350 años de fluctuación de los vehículos: Fuente los autores.....	223

## **CAPITULO II**

Tabla 2.1 Descripción de componentes, ecuación [2.1]: Fuente los autores.....	230
Tabla 2.2 Relaciones de transmisión, transmisión bus: Fuente [24] .....	242
Tabla 2.3 Componentes, eje motriz bus: Fuente [26] .....	244
Tabla 2.4 Relaciones de transmisión, transmisión colectivo: Fuente [29] .....	249
Tabla 2.5 Datos y especificaciones, embrague colectivo: Fuente [25] .....	250
Tabla 2.6 Descripción embrague colectivo: Fuente [28] .....	250
Tabla 2.7 Relaciones de transmisión, transmisión camión: Fuente [30].....	260
Tabla 2.8 Componentes, Embrague camión y tanquero: Fuente [31] .....	261
Tabla 2.9 Datos y especificaciones, Embrague camión y tanquero: Fuente [31] .....	262
Tabla 2.10 Componentes, eje motriz camión: Fuente [32] .....	263
Tabla 2.11 Datos y especificaciones, eje motriz camión: Fuente [32] .....	264
Tabla 2.12 Relaciones de transmisión, Transmisión tanquero: Fuente [30] .....	268
Tabla 2.13 Componentes, eje motriz tanquero: Fuente [32] .....	269
Tabla 2.14 Datos y especificaciones, eje motriz tanquero: Fuente [32] .....	270
Tabla 2.15 Operación engranaje inter-axial, eje motriz tanquero: Fuente [32] .....	270
Tabla 2.16 Descripción de componentes, transmisión volquete: Fuente [32] .....	273
Tabla 2.17 Relaciones de transmisión, transmisión volquete: Fuente [32] .....	278
Tabla 2.18 Especificaciones embrague, volquete: Fuente [32] .....	278
Tabla 2.19 Descripción embrague, volquete: Fuente [32] .....	279
Tabla 2.20 Componentes, eje motriz volquete: Fuente [32] .....	280
Tabla 2.21 Datos y especificaciones, eje motriz volquete: Fuente [32] .....	280
Tabla 2.22 Operación engranaje inter-axial, eje motriz volquete: Fuente [32] .....	281
Tabla 2.23 Relaciones de transmisión, transmisión tráiler: Fuente [35] .....	295
Tabla 2.24 Descripción, eje motriz tráiler: Fuente [36] .....	296
Tabla 2.25 Componentes, sistema de frenos neumático: Fuente [38] .....	306
Tabla 2.26 Componentes, sistema de frenos hidroneumáticos.: Fuente [39] .....	308
Tabla 2.27 Características, sistema de frenos bus: Fuente [44] .....	316
Tabla 2.28 Características, sistema de frenos colectivo: Fuente [45] .....	316
Tabla 2.29 Características, sistema de frenos camión: Fuente [46] .....	317
Tabla 2.30 Características, sistema de frenos tanquero: Fuente [47] .....	317
Tabla 2.31 Características, sistema de frenos volquete: Fuente [32] .....	318
Tabla 2.32 Características, sistema de frenos tráiler: Fuente [48] .....	318
Tabla 2.33 Descripción de componentes, sistema de frenos: Fuente [32] .....	319

## **CAPITULO III**

Tabla 3.1 Descripción de componentes, ecuación [3.1]: Fuente los autores.....	323
Tabla 3.2 Descripción de componentes, ecuación [3.3]: Fuente los autores.....	325
Tabla 3.3 Descripción de componentes, ecuación [3.4]: Fuente los autores.....	326
Tabla 3.4 Descripción de componentes, ecuaciones [3.6], [3.7] y [3.8]: Fuente los autores .....	327
Tabla 3.5 Descripción de componentes, ecuación [3.9]: Fuente los autores.....	328
Tabla 3.6 Descripción de componentes, ecuación [3.10]: Fuente los autores.....	329
Tabla 3.7 Descripción de componentes, ecuación [3.16]: Fuente los autores.....	342

Tabla 3.8 Descripción de componentes, ecuación [3.17]: Fuente los autores.....	343
Tabla 3.9 Descripción de componentes, ecuación [3.18]: Fuente los autores.....	343
Tabla 3.10 Descripción de componentes, ecuación [3.19]: Fuente los autores.....	343
Tabla 3.11 Descripción de componentes, ecuación [3.20]: Fuente los autores.....	344
Tabla 3.12 Descripción de componentes, ecuación [3.21]: Fuente los autores.....	344
Tabla 3.13 Descripción de componentes, ecuación [3.22]: Fuente los autores.....	347
Tabla 3.14 Descripción de componentes, ecuación [3.23]: Fuente los autores.....	348
Tabla 3.15 Descripción de componentes, ecuación [3.24]: Fuente los autores.....	349
Tabla 3.16 Descripción de componentes, ecuación [4.25]: Fuente los autores.....	350
Tabla 3.17 Descripción de componentes, ecuación [3.28]: Fuente los autores.....	350
Tabla 3.18 Descripción de componentes, ecuación [3.29]: Fuente los autores.....	351
Tabla 3.19 Descripción de componentes, ecuación [3.30]: Fuente los autores.....	351
Tabla 3.20 Descripción de componentes, ecuación [3.31]: Fuente los autores.....	351
Tabla 3.21 Descripción de componentes, ecuación [3.32]: Fuente los autores.....	352
Tabla 3.22 Descripción de componentes, ecuación [3.33]: Fuente los autores.....	354
Tabla 3.23 Descripción de componentes, ecuación [3.34]: Fuente los autores.....	355
Tabla 3.24 Descripción de componentes, ecuación [3.35]: Fuente los autores.....	357
Tabla 3.25 Descripción de componentes, ecuación [3.36]: Fuente los autores.....	358
Tabla 3.26 Límites de velocidad para vehículos de transporte pesado: Fuente los autores .....	358
Tabla 3.27 Reporte de evaluación y características del sistema de transmisión, bus: Fuente los autores .....	377
Tabla 3.28 Reporte de evaluación y características del sistema de transmisión, colectivo: Fuente los autores .....	381
Tabla 3.29 Reporte de evaluación y características del sistema de transmisión, camión: Fuente los autores .....	385
Tabla 3.30 Reporte de evaluación y características del sistema de transmisión, tanquero: Fuente los autores.....	389
Tabla 3.31 Reporte de evaluación y características del sistema de transmisión, volquete: Fuente los autores.....	393
Tabla 3.32 Reporte de evaluación y características del sistema de transmisión, tráiler: Fuente los autores.....	397
Tabla 3.33 Descripción de componentes, de fuerzas y momentos del sistema de frenos: Fuente los autores.....	413
Tabla 3.34 Descripción de componentes, ecuación [3.61]: Fuente los autores.....	416
Tabla 3.35 Descripción de componentes, ecuación [3.62]: Fuente los autores.....	416
Tabla 3.36 Descripción de componentes, ecuación [3.66] [3.67] y [3.68]: Fuente los autores .....	419
Tabla 3.37 Datos generales camión: Fuente los autores .....	422
Tabla 3.38 Resultados de las pruebas de distancia y tiempo de frenado de los vehículos: Fuente los autores.....	432

## INTRODUCCIÓN.

El sector profesional de los vehículos industriales, entre ellos los de transporte pesado de mercancías, son de vital importancia para garantizar un adecuado desarrollo social y económico en nuestro país, así como para el logro de una mayor unión del territorio. El parque automotor en nuestro país ha aumentado en un 5.84% con relación al año anterior y el porcentaje de vehículos de transporte pesado es aproximadamente el 30% del total, según datos presentados por General Motors (GM)-O BB en la inauguración de la I Feria Profesional Transporte 2012.

Por la situación geográfica de la provincia de Loja en la cual tenemos áreas montañosas que alcanzan pendientes mayores a  $17^\circ$  y que corresponden al 60% del área total, áreas colinosas que alcanzan pendientes entre  $(8-17)^\circ$  y áreas onduladas que equivalen a pendientes entre  $(0-8)^\circ$ , se hace indispensable un estudio del comportamiento de la transmisión y frenado de los vehículos de transporte pesado, para analizar su eficiencia y a través de ello mejorar la conducción de los vehículos, evitar accidentes de tránsito, ahorro económico en las empresas de transporte, reducción del riesgo y gravedad de los accidentes.

Para conducir un vehículo de transporte pesado es indispensable poseer una licencia profesional misma que certifica el conocimiento de las leyes de tránsito, movilidad vehicular y de los distintos sistemas presentes en el vehículo como los sistemas de transmisión y frenado considerados importantes por la incidencia directa en conducción vehicular para los profesionales dedicados a esta actividad.

El objetivo final de este proyecto, es analizar el comportamiento dinámico del sistema de transmisión y frenado de los vehículos de transporte pesado, con respecto a la situación geográfica de la provincia de Loja, para así dar fe y conocimiento a través de un manual de conducción eficiente, con material multimedia, el cual servirá en la formación de las personas involucradas en la conducción y en especial a los estudiantes de la Escuela de Formación y Capacitación de Conductores Profesionales del Cantón Calvas.



# CAPITULO I

# **1 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PESADO Y GEOGRÁFICA DE LA PROVINCIA DE LOJA.**

## **1.1 DATOS GENERALES DE LA PROVINCIA.**

Se encuentra ubicada al sur del país, conformando una de las once provincias de la región Sierra y la primera con mayor extensión, en cuanto a la distribución geográfica tiene estribaciones andinas enredadas, con formaciones montañosas en todas direcciones y valles subtropicales profundos casi cerrados, es decir la provincia del Ecuador con la topografía más accidentada de difícil acceso.

La irregular topografía de esta provincia encierra rincones mágicos de gran belleza y esplendor, en los cuales sentirá la cálida brisa de una región costanera y en otros el frío del páramo andino. [1]

**Nombre:** Provincia de Loja.

**Fundación:** 25 de junio de 1824.

**Superficie:** 11.100 km<sup>2</sup>.

**Población:** 448966 habitantes.<sup>1</sup>

**Altura sobre el nivel del mar:** 2100 m

### **Límites Provinciales:**

- Norte: Provincia del Azuay y El Oro
- Sur: República del Perú
- Este: Provincia de Zamora Chinchipe
- Oeste: Provincia de El Oro y República del Perú

### **Clima:**

La temperatura media anual en la región fluctúa entre 13°C en Saraguro, por el Norte, y 24°C en Macará en el extremo sur, por tanto la temperatura promedio esta entre (16-18) °C. Posee un clima templado subandino y tropical subandino.

---

<sup>1</sup> <http://www.inec.gob.ec/cpv/>

La geografía de Loja permite la localización de algunos valles, entre los que destacan: Vilcabamba, Catamayo, Malacatos, Gonzanamá, Zapotillo, Casanga y Piscobamba.

### **Orografía:**

Está comprendida por la parte alta de la hoya del Jubones y las cuencas del Catamayo, Macará y Puyango. Las elevaciones no son altas, los principales ramales son el nudo de Guagrauma, Cajanuma, las estribaciones de Santa Rosa, el nudo de Santa Rosa y las estribaciones de Alamor y de Célica.

### **Geomorfología:**

La provincia por tener la topografía más accidentada se divide desde el punto de vista geomorfológico en: áreas montañosas, colinosas y onduladas. [2]

**Montañosas:** El rango de pendientes mayor al 30% (mayor a 17°), alcanza el 60% del área de la provincia; se localiza en la parte central de la provincia con relieve ondulado a montañoso. Una segunda zona abarca desde el límite de la provincia del Azuay hasta la ciudad de Loja, y una última zona se halla al sur y sur-oriente de la ciudad de Loja.

**Colinosas:** Corresponde a pendientes entre 16 a 30%. La zona ocupa un 26% principalmente al oeste de la provincia; otros sectores, se hallan entre Catamayo y Lucero, en Saraguro y en otros sitios.

**Onduladas:** Equivale a los rangos de 0 al 14% (0° a 8°) que representan a pendientes planas e inclinadas. Alcanza a un 14% del área total de la provincia.

### **Hidrografía:**

Sobresalen el río Catamayo, con sus afluentes Piscobamba, Guayabal y Arenal; el Zamora, que va hacia el Amazonas; el Macará y Puyango.

### **División política:**

La provincia de Loja está conformada por 16 cantones.

Tabla 1.1 División Política Provincia de Loja: Fuente [3].

DIVISIÓN POLÍTICA DE LA PROVINCIA DE LOJA			
CANTÓN		CABECERA CANTONAL	ÁREA (Km <sup>2</sup> )
11.01	LOJA	LOJA	1899
11.02	CALVAS	CARIAMANGA	843
11.03	CATAMAYO	CATAMAYO	659
11.04	CÉLICA	CÉLICA	519
11.05	CHAGUARPAMBA	CHAGUARPAMBA	312
11.06	ESPINDOLA	AMALUZA	521
11.07	GONZANAMÁ	GONZANAMÁ	699
11.08	MACARA	MACARA	582
11.09	PALTAS	CATACocha	1165
11.10	PUYANGO	ALAMOR	623
11.11	SARAGURO	SARAGURO	1063
11.12	SOZORANGA	SOZORANGA	399
11.13	ZAPOTILLO	ZAPOTILLO	1204
11.14	PINDAL	PINDAL	207
11.15	QUILANGA	QUILANGA	237
11.16	OLMEDO	OLMEDO	116

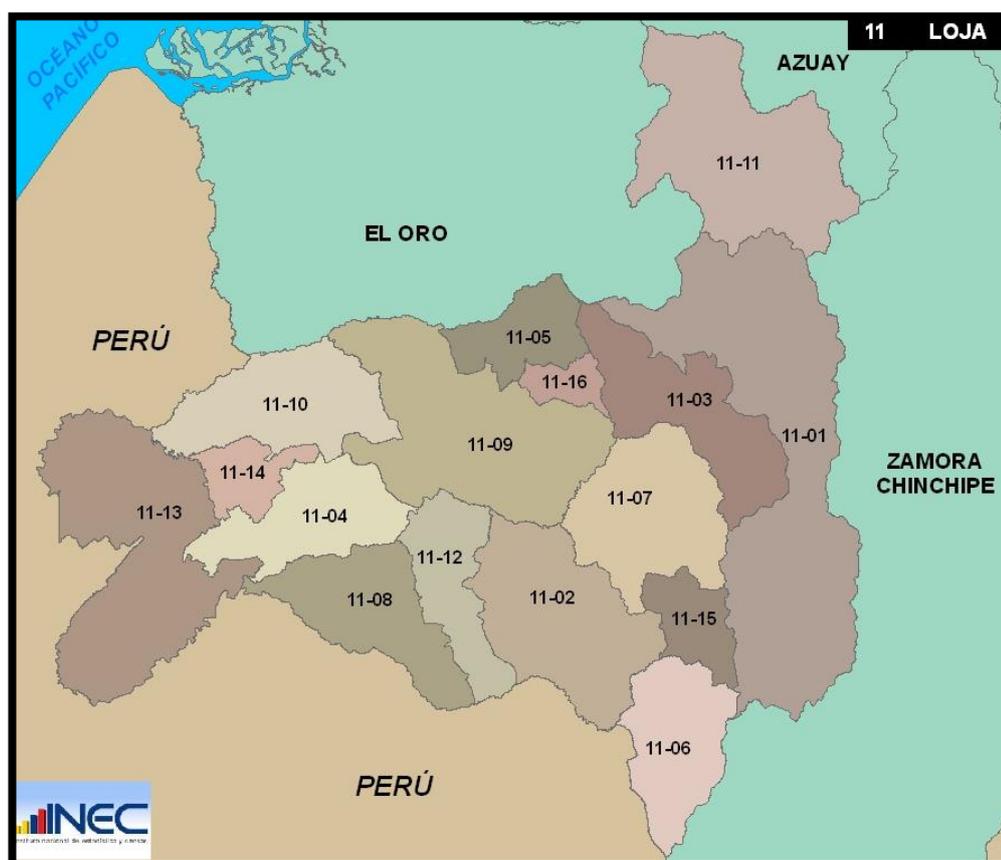


Figura 1.1 División Política Provincia de Loja: Fuente [3]

## 1.2 RED VIAL DE LA PROVINCIA.

Al conjunto total de carreteras existentes en un territorio se les da el apelativo de red vial, por tanto en nuestro país existe, la red vial nacional la cual está dividida según la jurisdicción en tres diferentes tipos de redes viales.

- **Red vial estatal**, está constituida por todas la vías administradas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), las cuales están integradas por las vías primarias y secundarias. El conjunto de vías primarias y secundarias son los caminos principales que registran el mayor tráfico vehicular, intercomunican a las capitales de provincia, cabeceras de cantón, los puertos de frontera internacional con o sin aduana y los grandes y medianos centros de actividad económica.
- **Red vial provincial**, es un conjunto de vías administradas por cada uno de los Gobiernos Provinciales, las cuales están integradas por vías que en su mayoría conectan cabeceras cantonales.
- **Red vial cantonal**, es un conjunto de vías administradas por cada uno de los Gobiernos Municipales, las cuales están integradas por vías que en su mayoría conectan cabeceras parroquiales.

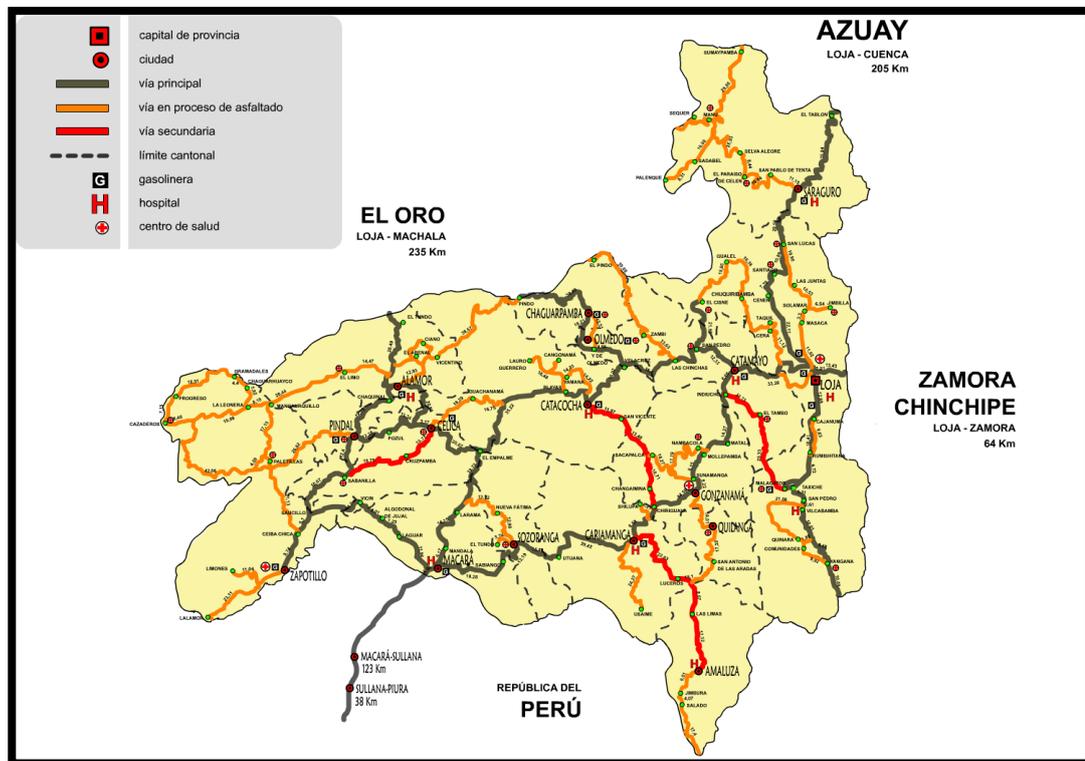


Figure 1.2 Mapa vial de la Provincia de Loja: Fuente [4]

El sistema vial en la provincia de Loja está constituido principalmente por la carretera Panamericana que la atraviesa de Norte a Sur y por algunos ramales que unen a esta provincia con El Oro y Zamora Chinchipe. La Panamericana tiene una longitud de 300 km y enlaza a los cantones de Saraguro, Loja, Catamayo, Paltas y Macará.

La longitud total de vías en la provincia es de aproximadamente 6400 km. De los cuales el 82% corresponde a la red vial cantonal o vecinal, 12.9% a la red vial estatal; y el 5.3% a la red vial provincial. Los cantones con mayor kilometraje de vía estatal son: Loja 24.4%, Paltas 10.2% y Macara con 10%. Los cantones con mayor kilometraje de vía vecinal son: Saraguro 28.38%, Espíndola 18.79% y Calvas 12.92%. [5]

#### **Estado actual de las vías:**

Del total de la longitud vial de la Provincia, un 80% se ubica en categoría de “regular” y “malo”; quedando un 20% en estado “bueno”. No existen vías “muy buenas”, para catalogar a una vía en esta categoría debe tener, al menos señalización, mantenimiento, gasolineras, servicio de grúa y emergencias, telefonía pública de esta manera colaborará con el desarrollo económico y turístico.

Los cantones de Loja, Gonzanamá, Calvas, Zapotillo y Macara, son las que poseen mayor cantidad de kilómetros de vías entre la categoría regular y malo, en cambio el cantón de Paltas siendo el que tiene la mayor cantidad de kilómetros de vías se encuentra en la categoría de malo.

Además las vías cantonales o vecinales son las que se encuentran también en la categoría de mal estado por su constitución que en su mayoría es de tierra o lastre, siendo consideradas de esta forma dentro de todo el periodo anual y en especial en la época de invierno en la cual más del 50% de las mismas se vuelven intransitables.

A continuación resaltamos el estado actual de cada una de las vías de la red vial estatal y red vial provincial, que son las más utilizadas por los vehículos de transporte pesado de la provincia.

PROVINCIA	CARRETERA	UBICACIÓN	LONGITUD Kms.	TIPO CALZADA	ESTADO
LOJA	RIO PUYANGO- ALAMOR	E25	28,45	Pavimento rígido	REGULAR
	Y DE ALAMOR-PINDAL	E25	21,06	Pavimento rígido	REGULAR
	PINDAL- ZAPOTILLO	E25	44,85	Pavimento rígido	REGULAR
	ZAPOTILLO-LALAMOR	E25	21,70	Pavimento rígido	BUENO
	LIMITE PROVINCIAL AZUAY/LOJA(ONA)-SARAGURO	E35	37,35	Pavimento rígido	BUENO
	SARAGURO-SAN LUCAS	E35	19,90	Pavimento rígido	BUENO
	SAN LUCAS-LOJA	E35	47,30	Pavimento rígido	BUENO
	LOJA- CATAMAYO	E 35 - E50	31,81	Carpeta asfáltica	REGULAR
	CATAMAYO-PUENTE GUAYABAL	E 35 - E50	4,86	Pavimento rígido	BUENO
	PUENTE GUAYABAL-SAN PEDRO DE LA BENDITA	E 35 - E50	6,89	Pavimento rígido	BUENO
	SAN PEDRO DE LA BENDITA-VELACRUZ	E 35 - E50	28,05	Carpeta asfáltica	BUENO
	VELACRUZ-CATACOCOA	E35	18,00	DTSB	MALO
	CATACOCOA-EL EMPALME	E35	50,30	DTSB	BUENO
	EL EMPALME- MACARÁ- PTE INTERNACIONAL	E35	39,50	DTSB	BUENO
	LOJA- EL TIRO (LÍMITE PROVINCIAL)	E50	13,55	Pavimento rígido	BUENO
	VELACRUZ-CHAGUARPAMBA	E50	31,50	Pavimento rígido	REGULAR
	CHAGUARPAMBA-RIO PINDO	E50	31,98	Pavimento rígido	REGULAR
	EL EMPALME- CELICA	E68	25,48	Pavimento rígido	REGULAR
	CELICA- ALAMOR	E68	23,62	Pavimento rígido	REGULAR
	CATAMAYO-GONZANAMA	E69	44,29	DTSB	MALO
	GONZANAMÁ-CARIAMANGA	E69	26,00	DTSB	MALO
	CARIAMANGA-SOZORANGA	E69	47,25	DTSB	MALO
	SOZORANGA-MACARÁ	E69	33,08	DTSB	MALO
	LOJA-VILCABAMBA	E682	38,81	Carpeta asfáltica	REGULAR
	VILCABAMBA-YANGANA	E682	21,350	Pavimento rígido	MALO
	YANGANA- SABANILLA (LTE . LOJAZAMORA)	E682	21,050	Pavimento rígido	MALO

Figura 1.3 Estado actual de las vías principales y secundarias: Fuente [6]

### La pendiente de una vía.

En el país aún no existe una correcta señalización de las vías o no está terminada al 100% y de manera muy especial en nuestra provincia de Loja, rara es la vez que podamos encontrar señales de porcentajes de pendientes pronunciadas. Por tanto al viajar por vías montaña nos encontraremos con fuertes pendientes en las cuales se observará las siguientes señales de referencia. [7]



Figura 1.4 Señales de referencia de una pendiente pronunciada: Fuente LOS AUTORES

El significado de las siguientes señales nos menciona que es una “subida o bajada” con peligro por la existencia de un tramo de vía con fuerte pendiente ascendente o descendente, además la cifra nos indica la pendiente en porcentaje. Según el reglamento general de circulación vehicular de la comisión de tránsito del Ecuador.

### ¿Qué significa ese porcentaje?

Es una forma de expresar la relación entre la altura que salvamos cuando ascendemos por la carretera y la distancia que nos desplazamos horizontalmente. Matemáticamente esa relación es la tangente del ángulo que forma la carretera con la horizontal. Así, una pendiente del 10% significa que salvamos 10 metros de desnivel por cada 100 metros de avance en horizontal:

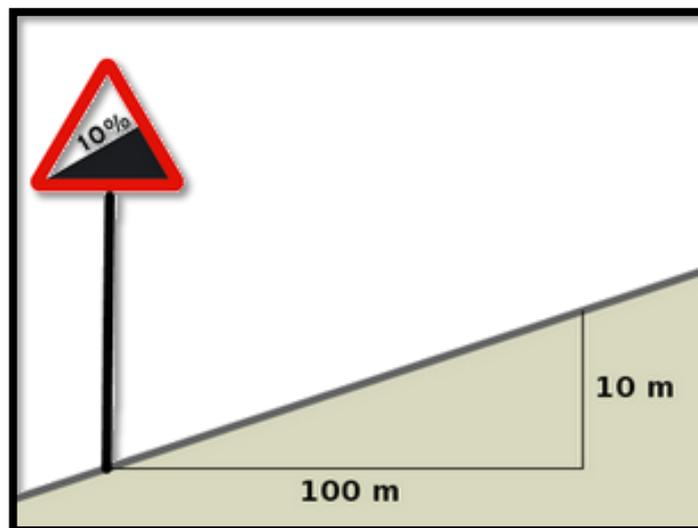


Figura 1.5 Señales de referencia de una pendiente pronunciada: [7]

### Cálculo de la Pendiente.

Si bien es cierto que no existe un instrumento en el vehículo que permita conocer el valor de la pendiente por la que estamos circulando, se puede calcular matemáticamente.

La pendiente de un terreno entre dos puntos ubicados en dos curvas de nivel consecutivas es igual a la relación entre el intervalo de las curvas de nivel o equidistancia y la distancia longitudinal que los separa.

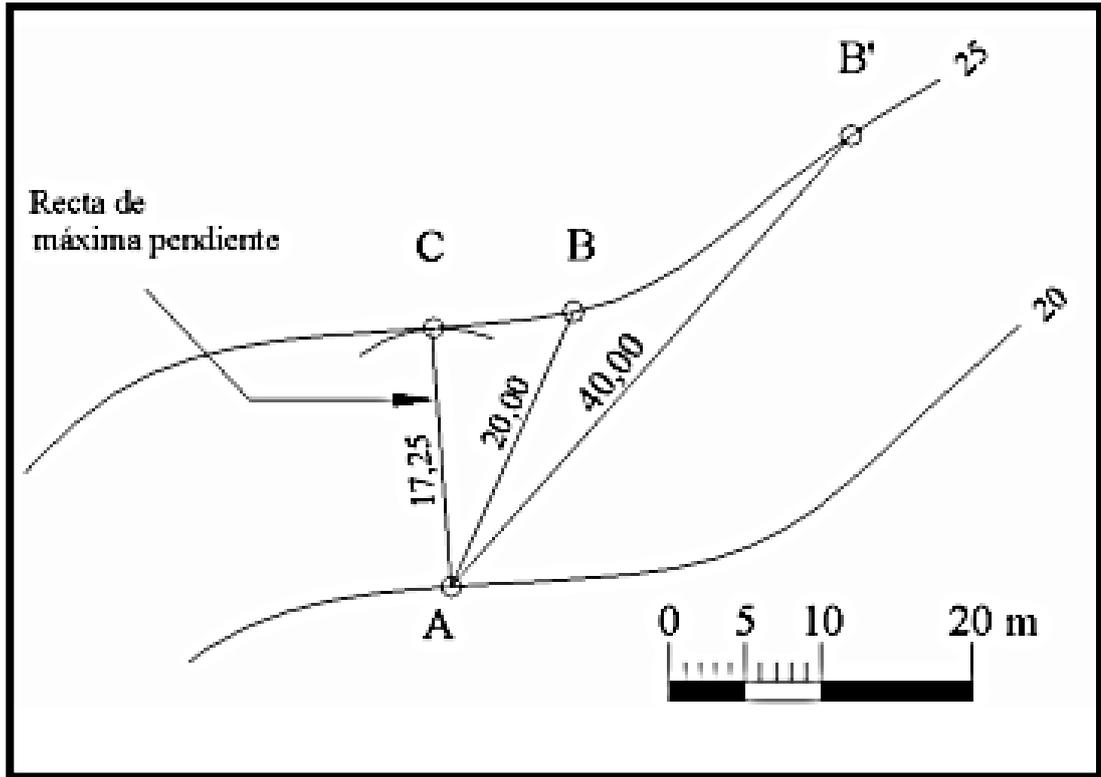


Figure 1.6 Pendiente del terreno: [8]

$$P = \frac{e}{D} * 100 \quad \text{Ec [1.1]}$$

En donde:

P = pendiente del terreno en %

e = equidistancia entre curvas de nivel.

D = distancia horizontal entre los puntos considerados.

**Ejemplo:** Para calcular la pendiente del terreno entre los puntos A y B de la figura, medimos directamente con el escalímetro, a la escala indicada, la distancia AB (20 m) y aplicamos la ecuación.

$$P = \frac{e}{D} \cdot 100$$

$$P = \frac{5}{20} \cdot 100$$

$$P = 25\%$$

**Tabla de aproximación de pendientes en porcentaje a grados.**

**Tabla 1.2 Señales de referencia de una pendiente pronunciada: Fuente LOS AUTORES**

<b>Pendiente Porcentaje</b>	<b>Pendiente Grados</b>	<b>Pendiente Grados</b>	<b>Pendiente Porcentaje</b>
5%	2.86°	3°	5.24%
10%	5.71°	6°	10.51%
15%	8.53°	9°	15.84%
20%	11.31°	12°	21.26%
25%	14.04°	15°	26.79%
30%	16.70°	18°	32.49%
35%	19.29°	21°	38.39%
40%	21.80°	24°	44.52%
45%	24.23°	27°	50.95%
50%	26.57°	30°	57.74%
55%	28.81°	33°	64.94%
60%	30.96°	36°	72.65%
65%	33.02°	39°	80.98%
70%	34.99°	42°	90.04%
75%	36.87°	45°	100%
80%	38.66°		
85%	40.36°		
90%	41.99°		
95%	43.53°		
100%	45.00°		

## Pendientes de las vías.

PROVINCIA	CARRETERA	UBICACIÓN	LONGITUD Km	DESCRIPCION DE LA PENDIENTE	RANGO DE LA PENDIENTE (%)
LOJA	RIO PUYANGO-ALAMOR	E25	28.45	ABRUPTAS MONTAÑOSO	> 70
	Y DE ALAMOR-PINDAL	E25	21.08	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO	> 70 y 50 a 70
	PINDAL-ZAPOTILLO	E25	44.85	ESCARPADO / COLINADO	50 a 70 , 25 a 50
	ZAPOTILLO-ALAMOR	E25	21.70	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO / COLINADO	> 70 , 50 a 70 , 25 a 50
	LIMITE PROVINCIAL AZUAY/LOJA(OÑA)-SARAGURO	E35	37.35	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO / COLINADO	> 70 , 50 a 70 , 25 a 50
	SARAGURO- SAN LUCAS	E35	19.90	ESCARPADO / COLINADO	50 a 70 , 25 a 50
	SAN LUCAS-LOJA	E35	47.30	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO / COLINADO	> 70 , 50 a 70 , 25 a 50
	LOJA-CATAMAYO	E35- E50	31.81	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO	> 70 y 50 a 70
	CATAMAYO-PUENTE GUAYABAL	E35- E50	4.86	DEBIL,PLANO O CASI PLANO	0 a 5
	PUENTE GUAYABAL-SAN PEDRO DE LA BENDITA	E35- E50	6.89	INCLINACION REGULAR / COLINADO	5 a 12, 25 a 50
	SAN PEDRO DE LA BENDITA- VELACRUZ	E35- E50	28.05	ABRUPTAS MONTAÑOSO	> 70
	VELACRUZ-CATACOCOA	E35	18.00	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO / COLINADO	> 70 , 50 a 70 , 25 a 50
	CATACOCOA- EL EMPALME	E35	50.30	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO / IRREGULAR	> 70, 50 a 70, 12 a 25
	EL EMPALME-MACARÁ-PTA INTERNACIONAL	E35	39.50	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO / IRREGULAR / COLINADO	> 70, 50 a 70, 12 a 25 , 25 a 50
	LOJA-EL TIRO (LÍMITE PROVINCIAL)	E50	13.55	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO / COLINADO	> 70 , 50 a 70 , 25 a 50
	VELACRUZ-CHAGUARPAMBA	E50	31.50	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO	> 70 , 50 a 70
	CHAGUARPAMBA-RIO PINDO	E50	31.98	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO / COLINADO	> 70 , 50 a 70 , 25 a 50
	EL EMPALME- CELICA	E68	25.48	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO /IRREGULAR	> 70 , 50 a 70 , 12 A 25
	CELICA-ALAMOR	E68	23.62	ESCARPADO	50 a 70
	CATAMAYO-GONZANAMÁ	E69	44.29	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO / COLINADO / DEBIL	> 70 , 50 a 70 , 25 a 50, 0 a 5
GONZANAMÁ-CARIAMANGA	E69	26.00	ESCARPADO / COLINADO	50 a 70 , 25 a 50	
CARIAMANGA-SOZORANGA	E69	47.25	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO / COLINADO	> 70 , 50 a 70 , 25 a 50	
SOZORANGA-MACARÁ	E69	33.08	DEBIL / ESCARPADO / IRREGULAR	0 a 5 , 50 a 70 , 12 A 25	
LOJA-VILCABAMBA	E682	38.81	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO / COLINADO	> 70 , 50 a 70 , 25 a 50	
VILCABAMBA-YANGANA	E682	21.35	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO	> 70 , 50 a 70	
YANGANA-SABANILLA(LTE. LOJA/ZAMORA)	E682	21.05	ABRUPTAS MONTAÑOSO / ESCARPADO / COLINADO	> 70 , 50 a 70 , 25 a 50	

Figura1.7 Porcentajes de pendientes de las vías: Fuente [9]

### 1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PESADO.

Antes de realizar la respectiva clasificación debemos de tomar en cuenta algunos conceptos básicos que nos permitirán diferenciar a los vehículos, por lo tanto tenemos:

**Vehículo:** es un artefacto o aparato que se destina a medio de transporte, para personas animales o cosas de un lugar a otro.

**Automóvil:** es decir que se mueve por sí mismo, este término es aplicado principalmente a los vehículos que pueden ser guiados por una vía ordinaria sin necesidad de carriles y llevando un motor que generalmente es de explosión el cual proporciona el movimiento.

Por lo tanto en nuestra investigación necesitamos asociar el concepto de vehículo automóvil, para tener una idea más clara en el desarrollo, con lo cual expresamos que es una máquina de desplazamiento autónomo cuyo objetivo principal es transportar a personas, animales o cosas de un lugar a otro, dotado de al menos cuatro ruedas neumáticas, propulsión mecánica, sistemas capaces de orientar su trayectoria, reducir y aumentar la velocidad, etc. y además de circular por superficies preparadas como carreteras. [10]

La clasificación de los vehículos de transporte pesado está conformada de la siguiente forma. [11]

#### **Vehículos de transporte de pasajeros.**

- **Bus,** vehículo pesado, de 6 llantas, con carrocería metálica o de madera, y una capacidad superior a 30 asientos.
- **Colectivo,** vehículo semipesado, de carrocería metálica o de madera, con 4 o 6 llantas y una capacidad de hasta 30 asientos.

#### **Vehículos de transporte de carga.**

- **Camión,** vehículo pesado de 4 o más llantas, con capacidad de 3 y más toneladas.
- **Tanquero,** vehículo acondicionado con un tanque para transporte de carga líquida.

- **Volquete**, vehículo pesado de 6 llantas o más, con cajón, y elevador automático que le permite descargar rápidamente su contenido y una capacidad superior a 3 toneladas.
- **Tráiler**, vehículo de transporte pesado, de gran tonelaje y dotado de una plataforma.

#### 1.4 CANTIDAD DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PESADO.

Según la Jefatura de Control de Tránsito y Seguridad Vial de la Provincia de Loja, esta posee un parque automotor matriculado en el año 2011 de 34379 vehículos entre livianos y pesados. Dentro de los vehículos de transporte pesado se incluye a los de transporte de pasajeros y de carga con un total de 4017 vehículos, los cuales se encuentran divididos en varias cooperativas de transporte y alquiler.

**Tabla 1.3 Cantidad de vehículos de transporte pesado: Fuente LOS AUTORES**

VEHÍCULOS	CANTIDAD
BUS	238
COLECTIVO	55
CAMIÓN	3272
TANQUERO	52
VOLQUETE	331
TRÁILER	98

El transporte pesado es muy importante para el desarrollo de la provincia y por sus vías circula un sinnúmero de vehículos diariamente los mismos que abastecen a la población en sus principales necesidades como: alimentos, vestido, combustible, comunicación, etc.

Las cooperativas de transporte de pasajeros que existen en la provincia son:

- Loja
- Unión Cariamanga.
- Catamayo Express.

- Sur Oriente.
- Vilcabambaturis.

También existen otras empresas de transporte de pasajeros y cargas que circulan por las vías de la Provincia de Loja como: TAC, Piñas, Panamericana, San Luis, Unión Yanzatza, Viajeros, Santa y Nambija

Entre las empresas de transporte de carga tenemos:

Camiones, Tráiler:

- Excel Transervice s.a.
- Servientrega.
- Servigruas Loja.
- Alma Lojana.
- Reina del cisne.
- Trans. Villespug.
- Cital.
- Ciudad de Loja.

Tanqueros:

- Estación de servicio Cariamanga
- Gasolinera Carrión Hermanos
- Estación de servicio Victoria de Céllica
- Gasolinera Central
- Estación de servicio virgen de Fátima
- Gasolinera Macará
- Estación de servicio La Frontera
- Gasolinera Zapotillo

Volquetes:

- Constructora Cueva - Sánchez.
- Comreivic S.A.

- Constructora Torres - Ortega.
- Constructora Hidalgo e Hidalgo.

Cabe recalcar que la mayoría de tráiler y tanqueros pertenecen a compañías que no son originarias de la provincia y pertenecen a grandes empresas nacionales dedicadas a este tipo de transporte. Además el transporte público terrestre de la provincia no cuenta con una base de datos central, por lo que no ha sido posible analizar la ubicación, rutas, vehículos y número de personas o carga de las pequeñas empresas de transporte que operan en los cantones y parroquias.

## **1.5 REALIDAD DEL TRANSPORTE PESADO DE LA PROVINCIA.**

### **El muestreo.**

Al muestreo se lo conoce en estadística como una técnica para obtención de una muestra a partir de una población, cuando elegimos una muestra esperamos conseguir que sus propiedades tengan características extrapolares (Aplicar un criterio conocido a otros casos similares para extraer conclusiones o hipótesis) a la población.

Con este proceso ahorraremos recursos y alcanzaremos resultados aproximados a los que si se realizara un estudio a toda la población, además cabe señalar que para que el muestro sea válido también debemos estimar los márgenes de error correspondientes a la estimaciones realizadas.

### **Muestro probabilístico.**

Este tipo de muestro se basa en el principio de equiprobabilidad, en el cual todos los individuos de la población tienen igual probabilidad de ser elegidos para conformar la muestra y por lo tanto, todas las muestras posibles del tamaño de la población pueden ser seleccionadas con la misma probabilidad. Además este tipo de métodos nos aseguran que la muestra extraída será totalmente representativa. [12]

### **Muestro no probabilístico.**

Con este tipo de muestro no se tiene certeza de que la muestra extraída sea representativa, ya que no todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de ser

elegidos. La selección de los individuos en general se realiza siguiendo determinados criterios, procurando en lo posible la representatividad de la muestra.

### **Muestreo aleatorio simple.**

Este tipo es utilizado en poblaciones relativamente pequeñas, es especial cuando las características presentan poca variabilidad. También las probabilidades de selección de los elementos son todos iguales y constantes durante el proceso.

### **Muestreo aleatorio estratificado.**

Este tipo de muestreo considera categorías típicas diferentes entre sí, las cuales poseen homogeneidad respecto a alguna característica de la muestra, con esto se asegura que todos los estratos de interés queden bien representados. Cada estrato tiene la facilidad de funcionar independientemente, consiguiendo aplicar entre ellos el muestreo aleatorio simple. [12]

### **Definición de la población.**

La población para el estudio de la realidad del transporte pesado de la Provincia de Loja, se encuentra enfocada a todos los profesionales del volante y empresas dedicadas a la transportación de pasajeros y carga.

### **Definición de la muestra.**

Para determinar el tamaño de la muestra se empleara el tipo de muestreo no probabilístico el cual nos dice que la probabilidad no es igual para todos los elementos del espacio muestral. [13] Es decir la muestra elegida para el estudio de la demanda será estratificada con la cual obtendremos una mejor representación de todos los estratos, y se le aplicara únicamente a las empresas y particulares que se dedican a la transportación de pasajeros y carga, como también aquellas que poseen características específicas para nuestro proyecto.

Para calcular el tamaño de la muestra se deben tomar en cuenta algunas propiedades y el error máximo que se permitirá en los resultados. Para el cálculo de  $n$  (tamaño de la muestra) se puede emplear la siguiente formula.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2 (N-1) + Z^2 * p * q} \quad \text{Ec [1.2]}$$

Dónde:

**Tabla 1.4 Nomenclatura de las incógnitas de la ecuación [1.2]: Fuente [14]**

<b>Z</b>	=	<b>Margen de confiabilidad.</b>
<b>p</b>	=	Proporción de elementos que en la población tiene la característica de interés.
<b>q</b>	=	Proporción de elementos que no posee la característica de interés en la población.
<b>N</b>	=	Tamaño de la población sobre la cual se selecciona la muestra.
<b>E</b>	=	Error máximo admisible.
<b>N - 1</b>	=	Factor de corrección por finitud.

Para el margen de confiabilidad o confianza, se acepta que sea el 95%<sup>2</sup> con un error del 5% usado en la mayoría de las investigaciones. De la tabla de probabilidades de un distribución normal Z=1.96. [13] Al error máximo permitido se interpreta como la mayor diferencia permitida entre la media de la muestra y la media de la población.

La probabilidad de la población que no presenta característica, es un parámetro muy importante, debido a que mediante el mismo se asume que el porcentaje o la proporción de la muestra no puede presentar las mismas características de la población, debido a diversos factores subjetivos y objetivos de los individuos u objetos que conforman la población. Cuando no se conoce esta variable asumir el valor máximo de 50 %.

La probabilidad de la población que presenta las características, es la capacidad que tiene la muestra en poseer las mismas cualidades de la población (homogeneidad) y está determinada por:

$$p + q = 1 \quad \text{Ec [1.3]}$$

Que es la probabilidad máxima.

### **Calculo de la muestra.**

Los datos para la población N de cada uno de los estratos, son proporcionados por la Jefatura de Control de Tránsito y Seguridad Vial de la Provincia de Loja, del parque automotor matriculado en el año 2011.

<sup>2</sup> Evaluación de Proyectos, Estudio de Mercado, Gabriel Baca Urbina 5ta. Ed. Pág. 33.

**Para el caso de los buses:**

DATOS :		
N	=	238
Z	=	95%
E	=	5%
p	=	0.5
q	=	0.5

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{E^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$

$$n = \frac{1.96^2 (0.5)(0.5)(238)}{0.05^2 (238 - 1) + 1.96^2 (0.5)(0.5)} = 147.1924 \approx 148$$

**Para el caso de los colectivos:**

DATOS :		
N	=	55
Z	=	95%
E	=	5%
p	=	0.5
q	=	0.5

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{E^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$

$$n = \frac{1.96^2 (0.5)(0.5)(55)}{0.05^2 (55 - 1) + 1.96^2 (0.5)(0.5)} = 48.2216 \approx 49$$

**Para el caso de los camiones:**

DATOS :		
N	=	3272
Z	=	95%
E	=	5%
p	=	0.5
q	=	0.5

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{E^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$

$$n = \frac{1.96^2 (0.5)(0.5)(3272)}{0.05^2 (3272 - 1) + 1.96^2 (0.5)(0.5)} = 343.8896 \approx 344$$

**Para el caso de los tanqueros:**

DATOS :		
N	=	52
Z	=	95%
E	=	5%
p	=	0.5
q	=	0.5

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{E^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$
$$n = \frac{1.96^2 (0.5)(0.5)(52)}{0.05^2 (52 - 1) + 1.96^2 (0.5)(0.5)} 45.9056 \approx 46$$

**Para el caso de las volquetas:**

DATOS :		
N	=	331
Z	=	95%
E	=	5%
p	=	0.5
q	=	0.5

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{E^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$
$$n = \frac{1.96^2 (0.5)(0.5)(331)}{0.05^2 (331 - 1) + 1.96^2 (0.5)(0.5)} = 158.0510 \approx 159$$

**Para el caso de los tráiler:**

DATOS :		
N	=	331
Z	=	1.96
E	=	5%
p	=	0.5
q	=	0.5

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{E^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$
$$n = \frac{1.96^2 (0.5)(0.5)(98)}{0.05^2 (98 - 1) + 1.96^2 (0.5)(0.5)} = 78.2435 \approx 79$$

Estas son las muestras para aplicar las encuestas. La presente encuesta tiene la finalidad de recopilar información para conocer la realidad actual que atraviesa el transporte pesado de la provincia de Loja en cuanto al mantenimiento, causas de accidentes y fallos más frecuentes, así como también el uso adecuado del sistema de transmisión y sistema de frenado, con el fin de mejorar el rendimiento de los mismos y disminuir los accidentes.

### 1.5.1. TABULACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

#### 1.5.1.1. BUSES.

1. ¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee?

1.1. ¿Cuál es la marca de su vehículo?

Tabla 1.5 Cual es la marca de su vehículo (BUSES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	HINO	26	17.6	17.6	17.6
	MERCEDES BENZ	68	45.9	45.9	63.5
	SCANIA	20	13.5	13.5	77.0
	VOLKSWAGEN	17	11.5	11.5	88.5
	KING LOG	9	6.1	6.1	94.6
	YUTONG	8	5.4	5.4	100.0
	Total	148	100.0	100.0	

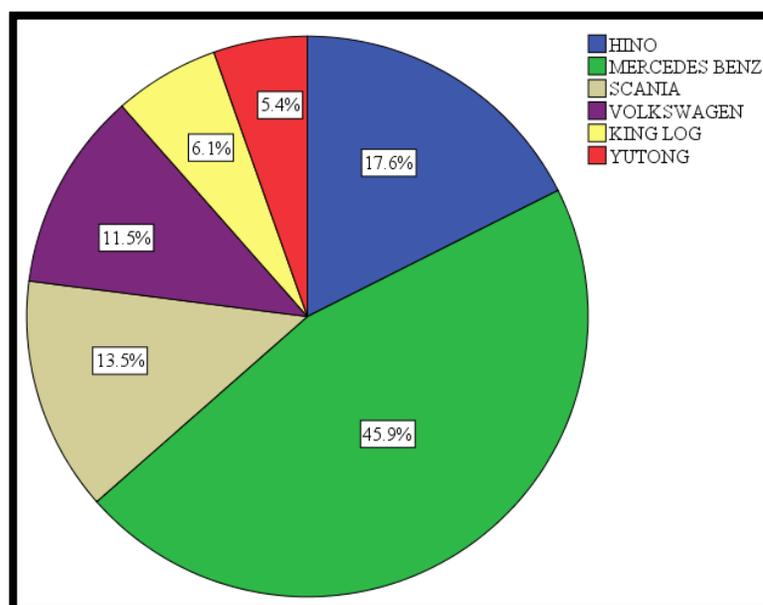


Figura 1.8 Cual es la marca de su vehículo (BUSES): Fuente LOS AUTORES

### **Interpretación.**

En base a los resultados de la figura 1.8, tenemos que de los 148 conductores de buses encuestados en la Provincia de Loja, el 45.9% corresponden a la marca Mercedes Benz, el 17.6% corresponden a la marca Hino, el 13.5% a la marca Scania, el 11.5% a la marca Volkswagen siendo estas cuatro marcas las más comercializadas y de mayor popularidad dentro de la Provincia, además tenemos un porcentaje menor en las marcas: King Log con 6.1% y Yutong con 5.4%.

### **1.2. ¿Cuál es el modelo de su vehículo?**

**Tabla 1.6 Cual es el modelo de su vehículo (BUSES): Fuente LOS AUTORES**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 17210 OD	17	11.5	11.5	11.5
AK 8JRSA	26	17.6	17.6	29.1
BF 18-36	9	6.1	6.1	35.1
K380	20	13.5	13.5	48.6
OF 1721/52	36	24.3	24.3	73.0
OF 1721/59	27	18.2	18.2	91.2
OF 1730	3	2.0	2.0	93.2
OH 1636L	2	1.4	1.4	94.6
ZK 6-129H	8	5.4	5.4	100.0
Total	148	100.0	100.0	

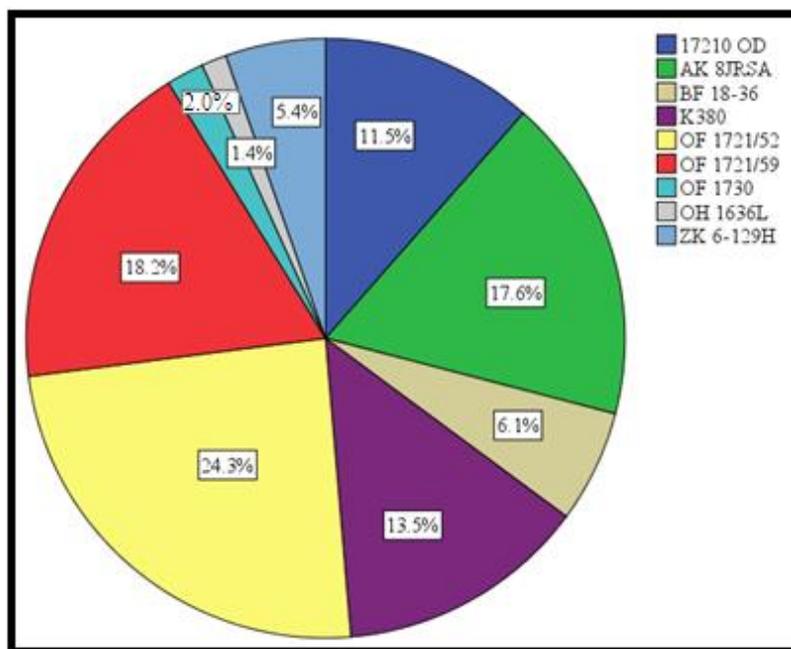


Figura 1.9 Cual es el modelo de su vehículo (BUSES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En la figura 1.9, tenemos que los modelos que más se usan son: OF 1721/52 con el 24.3%, el OF 1721/59 con el 18.2%, seguido por el AK 8JRSA, los cuales representan el 60.1% del total quedando el 39.9% repartido entre los modelos K380, 17210 OD, BF 18-36, ZK 6-129H, OF 1730, OH 1636L.

### 1.3. Año de fabricación de su vehículo.

Tabla 1.7 Año de fabricación de su vehículo (BUSES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Cumulativo
Valido 2005	2	1.4	1.4	1.4
2006	7	4.7	4.7	6.1
2007	26	17.6	17.6	23.6
2008	13	8.8	8.8	32.4
2009	6	4.1	4.1	36.5
2010	7	4.7	4.7	41.2
2011	36	24.3	24.3	65.5
2012	51	34.5	34.5	100.0
Total	148	100.0	100.0	

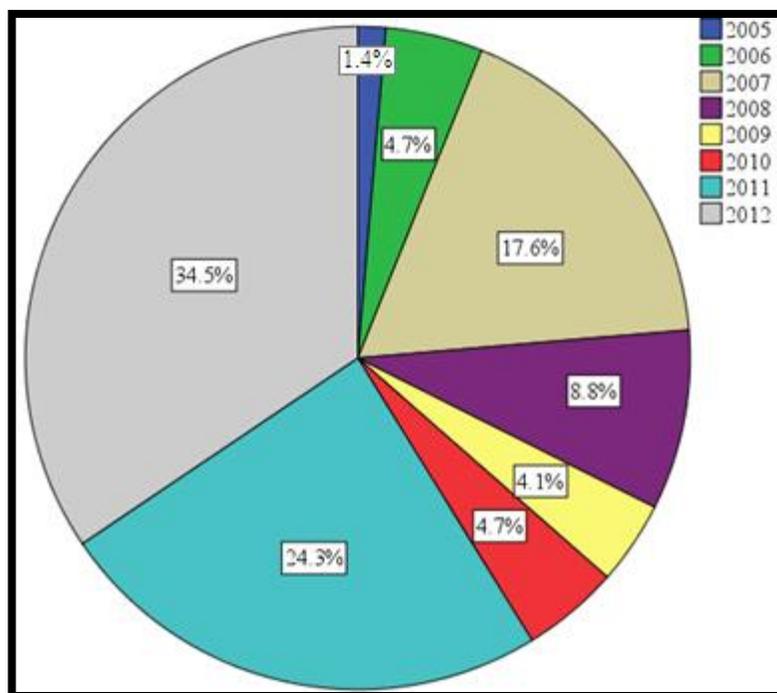


Figura 1.10 Año de fabricación de su vehículo (BUSES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En cuanto al año de fabricación según la figura 1.10, tenemos que el 34.5% corresponden al año 2012, seguido de cerca con el 24.3% correspondiente al año 2011, también hay que resaltar que el 17.6% corresponde al año 2007 y el 23.6% está repartido entre los años 2010, 2009, 2008, 2006, 2005.

**1.4. ¿Cuál es la capacidad de carga de su vehículo?**

Tabla 1.8 Capacidad de carga de su vehículo (BUSES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 40	80	54.1	54.1	54.1
42	62	41.9	41.9	95.9
45	6	4.1	4.1	100.0
Total	148	100.0	100.0	

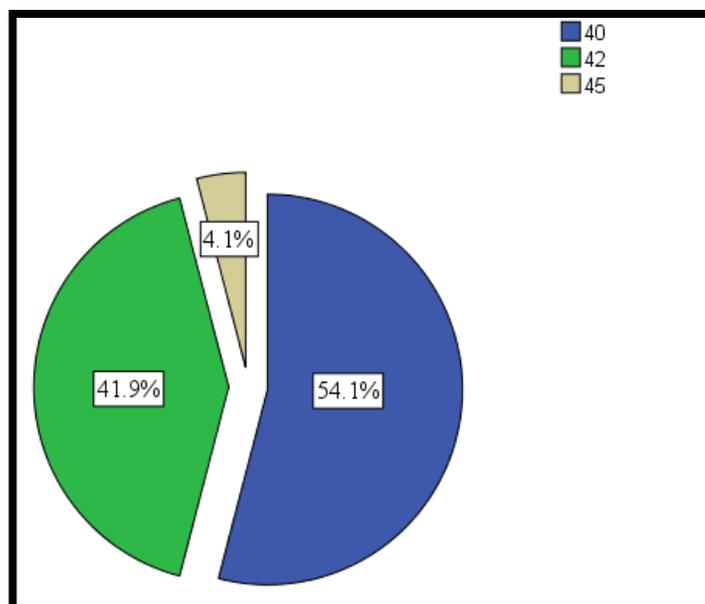


Figura 1.11 Capacidad de carga de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

De acuerdo con el resultado ilustrado en la figura 1.11, tenemos que el 54.1% representa a buses con capacidad de 40, además el 41.9% representa a buses con capacidad de 42 asientos y un 4.1% representa a buses con capacidad de 45.

## 2. ¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana?

Tabla 1.9 Rutas viales de la provincia (BUSES): Fuente LOS AUTORES

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Vías de la Provincia	RIO PUYANGO-ALAMOR	100	4.8%
	Y DE ALAMOR-PINDAL	100	4.8%
	PINDAL-ZAPOTILLO	100	4.8%
	ZAPOTILLO-ALAMOR	98	4.7%
	LIMITE PROVINCIAL AZUAY/LOJA (ONA-SARAGURO)	76	3.7%
	SARAGURO-SAN LUCAS	76	3.7%
	SAN LUCAS-LOJA	76	3.7%
	LOJA-CATAMAYO	94	4.5%

CATAMAYO-PUENTE GUAYABAL	91	4.4%
PUENTE GUAYABAL-SAN PEDRO LA BENDITA	91	4.4%
SAN PEDRO LA BENDITA-VELACRUZ	90	4.3%
VELACRUZ-CATACOCOA	85	4.1%
CATCOCHA-EL EMPALME	84	4.1%
EL EMPALME-MACARA-PTE INTERNACIONAL	82	4.0%
VELACRUZ-CHAGUARPAMBA	88	4.3%
CHAGUARPAMBA-RIO PINDO (LTE.LOJA/ORO)	84	4.1%
EL EMPALME-CELICA	80	3.9%
CELICA-ALAMOR	80	3.9%
CATAMAYO-GONZANAMA	85	4.1%
GONZANAMA-CARIAMANGA	82	4.0%
CARIAMANGA-SOZORANGA	81	3.9%
SOZORANGA-MACARA	81	3.9%
YANGANA-SABANILLA (LTE. LOJA/ZAMORA)	3	.1%
GONZANAMA-QUILANGA	84	4.1%
CARIAMANGA-AMALUZA	78	3.8%
Total	2069	100.0%

**Otra Ruta Especifique.**

**Tabla 1.10 Otra ruta especifique (BUSES): Fuente LOS AUTORES**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	121	81.8	81.8	81.8
LOJA-ZAMORA	27	18.2	18.2	100.0
Total	148	100.0	100.0	

**Interpretación.**

Según la tabla 1.9, tenemos que al sumar los mayores porcentajes y de mayor frecuencia nos da un valor de 53.2%, el cual se encuentra repartido entre las rutas viales como : Rio Puyango-Alamor, Y De Alamor-Pindal, Pindal-Zapotillo,

Zapotillo-Alamor, Loja-Catamayo, Catamayo-Puente Guayabal, Puente Guayabal-San Pedro La Bendita, San Pedro La Bendita-Velacruz, Velacruz-Catacocha, Catacocha-El Empalme, Catacocha-El Empalme, El Empalme-Macara-Puente Internacional, Velacruz-Chaguarpamba, Chaguarpamba-Rio Pindo (Lte.Loja/Oro). El otro 46.8% se encuentra entre las demás rutas de la provincia siendo un porcentaje no muy distante se concluye que los buses recorren todas las rutas viales con casi la misma frecuencia.

Además entre las rutas viales que no se encuentran en la lista y que también es transitada encontramos la vía Loja-Zamora con un 18.2%.

**3. A su criterio durante la conducción en las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones.**

**3.1. Conoce y respeta las señales de tránsito.**

Tabla 1.11 Conoce y respeta las señales de tránsito (BUSES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	148	100.0	100.0	100.0

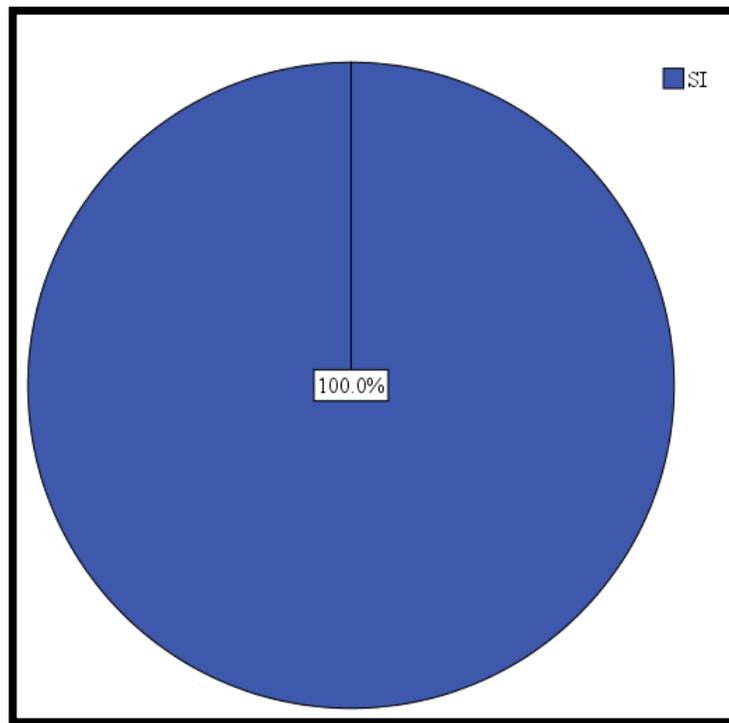


Figura 1.12 Conoce y respeta las señales de tránsito (BUSES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Según la figura 1.12, tenemos que el 100% de los conductores de buses que fueron encuestados conocen y respetan las señales de tránsito.

**3.2. Esfuerza el sistema de frenado.**

Tabla 1.12 Esfuerza el sistema de frenado (BUSES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido NO	148	100.0	100.0	100.0

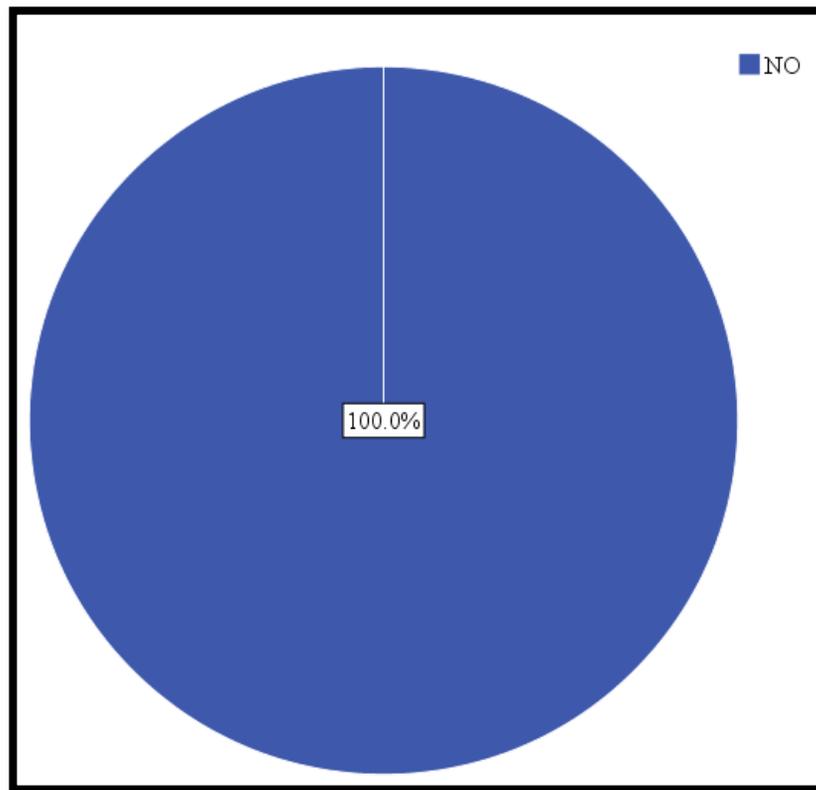


Figura 1.13 Esfuerza el sistema de frenado (BUSES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

De acuerdo al resultado que se ilustra en la figura 1.13, se conoce que el 100% de los conductores de buses no esfuerzan el sistema de frenado.

### 3.3. Esfuerzo el sistema de transmisión.

Tabla 1.13 Esfuerzo el sistema de transmisión (BUSES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido NO	148	100.0	100.0	100.0

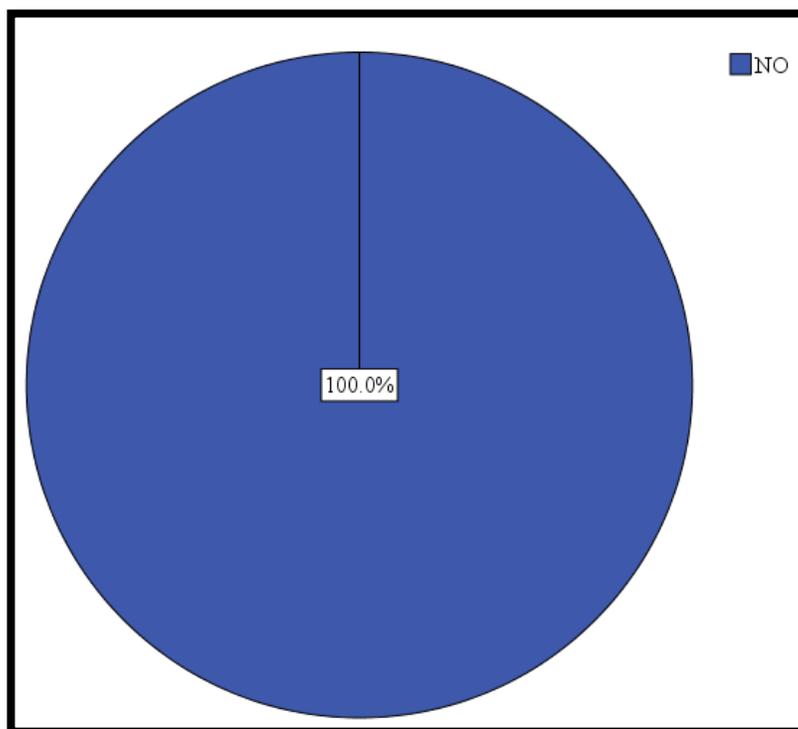


Figura 1.14 Esfuerzo el sistema de transmisión (BUSES): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

El resultado de la figura 1.14, expresa que el 0% de los conductores de buses esfuerza el sistema de transmisión.

### 3.4. Excede el límite de carga.

Tabla 1.14 Excede el límite de carga (BUSES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido NO	148	100.0	100.0	100.0

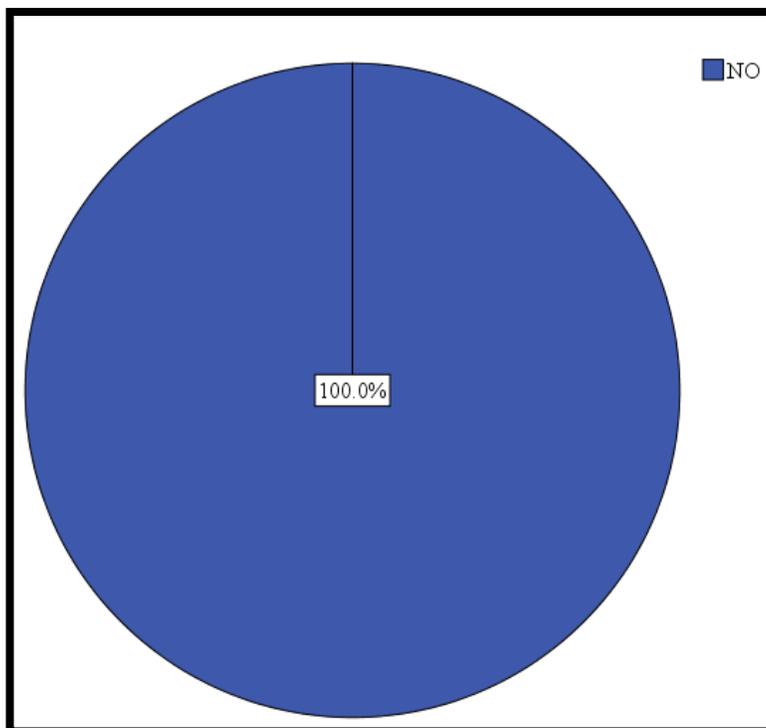


Figura 1.15 Esfuerza el sistema de transmisión (BUSES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La figura 1.15, simboliza que ninguno de los conductores de buses excede el límite de pasajeros establecidos.

**3.5. Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha.**

Tabla 1.15 Sabe el régimen del cambio de marcha (BUSES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	147	99.3	99.3	99.3
NO	1	.7	.7	100.0
Total	148	100.0	100.0	

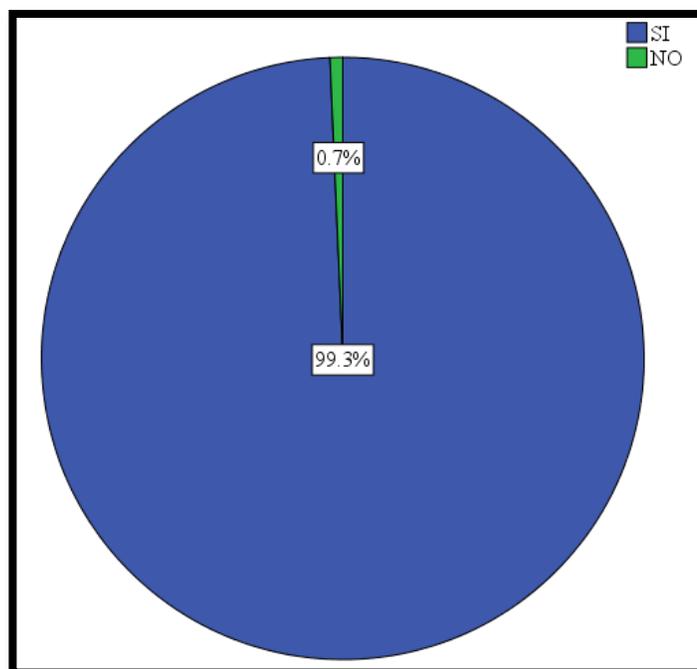


Figura 1.16 Sabe el régimen del cambio de marcha (BUSES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

De acuerdo con los resultados de la figura 1.16, se puede saber que el 99.3% saben en qué régimen de revoluciones realizar el cambio de marcha, por lo contrario el 0.7 % de conductores de buses desconocen de esta acción.

### Número de rpm en las que se realiza el cambio de marcha.

Tabla 1.16 Numero de RPM para el cambio de marcha (BUSES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1500	39	26.4	26.5	26.5
	1800	3	2.0	2.0	28.6
	2000	84	56.8	57.1	85.7
	2500	13	8.8	8.8	94.6
	3000	7	4.7	4.8	99.3
	3500	1	.7	.7	100.0
	Total	147	99.3	100.0	
Desaparecidos	Sistema	1	.7		
Total		148	100.0		

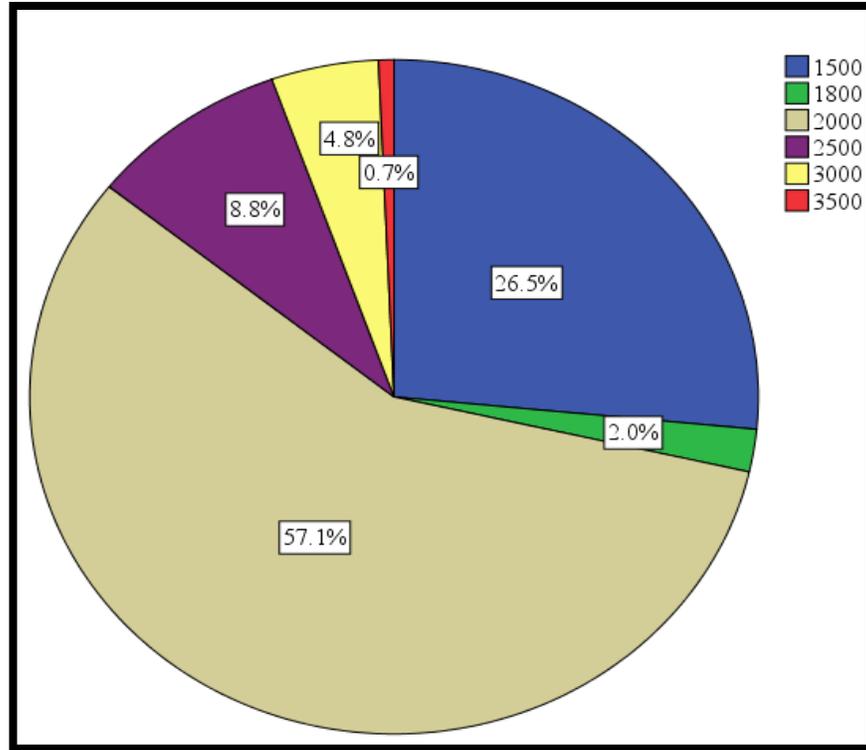


Figura 1.17 Sabe el régimen del cambio de marcha (BUSES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En base a la figura 1.17, se puede saber que, el 57.1% de conductores realizan el cambio de marcha en 2000 rpm, el 26.5% en 1500 rpm, dando un 83.6% del total, quedando el 16.4% que lo hacen entre: 1800, 2500, 3000, 3500 rpm.

### 3.6. Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor.

Tabla 1.17 Sabe cuándo ocupar el freno motor (BUSES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	148	100.0	100.0	100.0

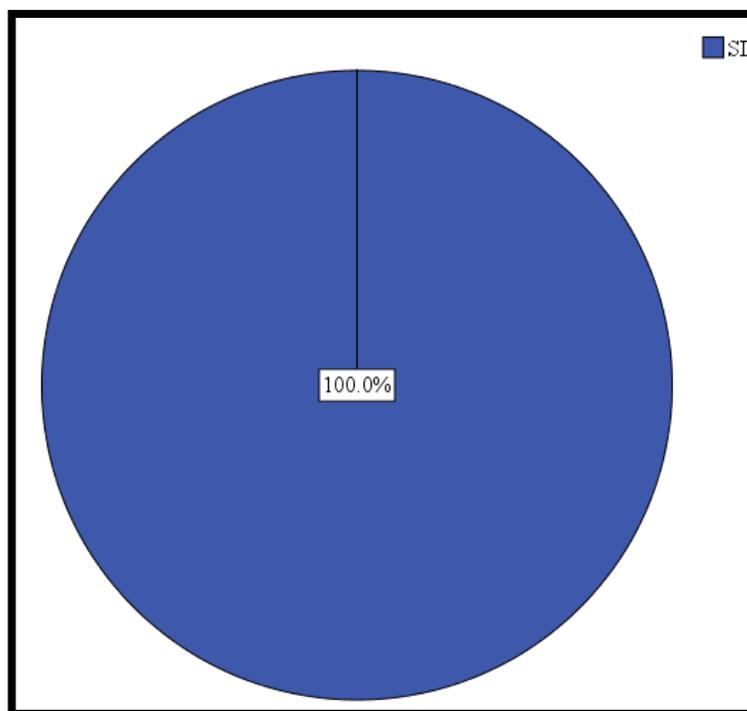


Figura 1.18 Sabe el régimen del cambio de marcha (BUSES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La tabla 1.16 y la figura 1.18, representan el porcentaje de conductores de buses que saben cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor, siendo los conocedores el 100%.

**Quando se ocupa el freno motor.**

Tabla 1.18 Sabe cuándo ocupar el freno motor (BUSES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
Valido	A exceso de velocidad	5	3,4	3,4
	Bajadas pronunciadas	1	,7	,7
	Con carga	2	1,4	1,4
	Cuando se aproxima una curva	1	,7	,7
	Cuando se sobre revoluciona el motor	6	4,1	4,1
	Curvas cerradas	2	1,4	1,4
	Curvas con carga	1	,7	,7
	Curvas-bajadas	41	27,7	27,7
	Curvas-cargado	1	,7	,7

Curvas-pendientes	2	1,4	1,4
En bajadas	61	41,2	41,2
En bajadas con carga	6	4,1	4,1
En bajadas con peso	3	2,0	2,0
En curvas	10	6,8	6,8
En pendientes	6	4,1	4,1
Total	148	100,0	100,0

### **Interpretación.**

La tabla 1.17 representa el porcentaje de las situaciones en las que se consideran adecuadas para ocupar el freno motor, surgiendo como resultado un 41.2% en bajadas, 27.7% en curvas-bajadas, dando un 68.9%, el resto de circunstancias están distribuidas dentro de un 31.1% en situaciones como: exceso de velocidad, cuando se sobre revoluciona el motor, en curvas-pendientes, en bajadas con carga, en curvas cerradas, en pendientes.

### **3.7. Sabe usted en que marcha descender una pendiente.**

Tabla 1.19 Sabe en qué marcha descender una pendiente (BUSES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	147	99.3	99.3	99.3
NO	1	.7	.7	100.0
Total	148	100.0	100.0	

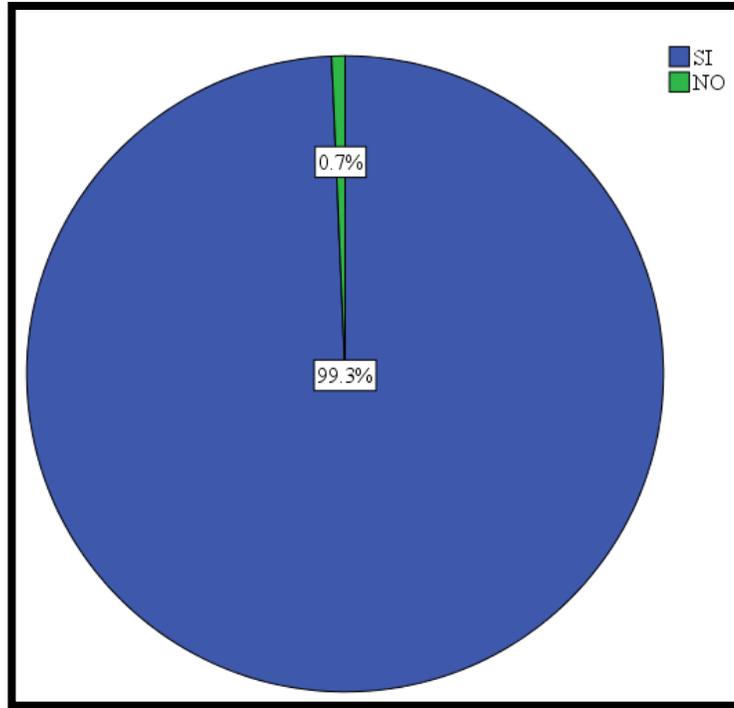


Figura 1.19 Sabe el régimen del cambio de marcha (BUSES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En la figura 1.19 y la tabla 1.19 representan que el 99.3% de conductores de buses saben en qué marcha descender una pendiente, quedando un 0.7% como desconocedores.

### Cuál es la marcha con la que desciende la pendiente.

Tabla 1.20 Marcha para descender una pendiente (BUSES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	TERCERA	101	68.2	68.7	68.7
	CUARTA	44	29.7	29.9	98.6
	EN LA MISMA CON LA QUE SE ASCIENDE A LA PENDIENTE	2	1.4	1.4	100.0
	Total	147	99.3	100.0	
	Desaparecidos Sistema	1	.7		
Total		148	100.0		

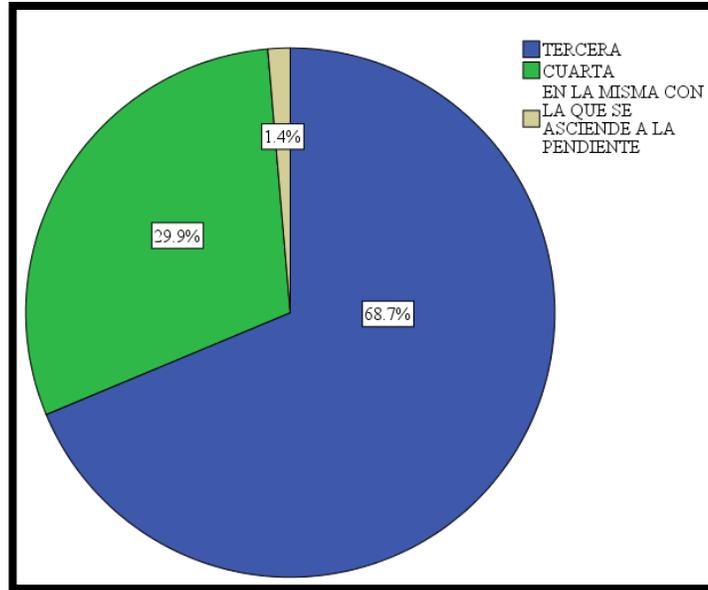


Figura 1.20 Sabe en qué marcha descender una pendiente (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
**Interpretación.**

En base a los resultados de la tabla 1.20 y la figura 1.20, se sabe que el 68.7% de conductores de los buses descienden las pendientes en tercera marcha, seguido por un 29.9% que lo hacen en cuarta marcha y finalmente el 1.4% lo realizan en la misma marcha que ascienden la pendiente.

**3.8. Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce.**

Tabla 1.21 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (BUSES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	145	98.0	98.0	98.0
	NO	3	2.0	2.0	100.0
	Total	148	100.0	100.0	

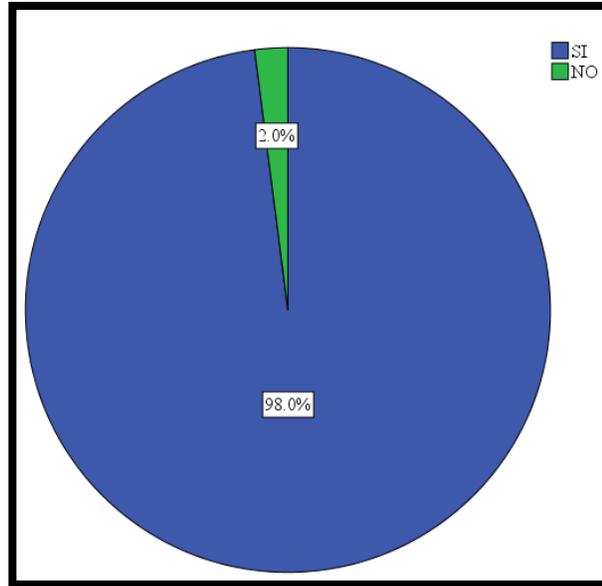


Figura 1.21 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (BUSES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

Los resultados expresados en la tabla 1.21 y la figura 1.21, muestran que un 98% saben a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conducen, el 2% restante desconocen esta medida.

### Valor de la distancia en metros.

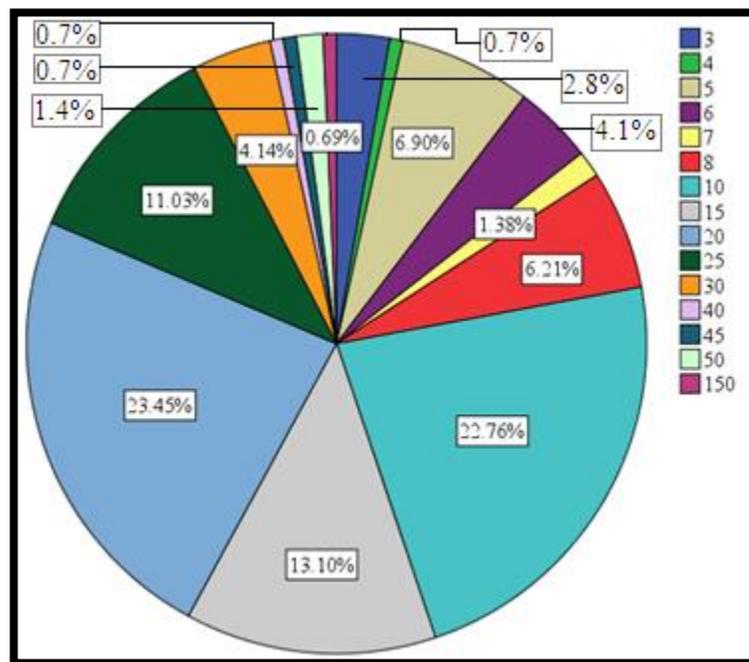


Figura 1.22 Valor de la distancia en metros (BUSES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La figura 1.22, se muestran que el 23.4% se mantienen a una distancia de 20 m de otro vehículo cuando conducen, seguido muy de cerca del 22.8% con una distancia de 10 m, el 13.1% a 15m, seguido por el 11% a 25 m, dando el 46.9%, quedando el 53.1% que abarca distancias como 3,4,5,6,7,8,30,40,45,50,150 metros.

**4. ¿Cuándo su vehículo acude a un taller cual es el motivo más frecuente?**

**4.1. ABC de frenos.**

**Tabla 1.22 ABC de frenos (BUSES): Fuente LOS AUTORES SEMANAS**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	14	9.5	13.5	13.5
	2	37	25.0	35.6	49.0
	3	40	27.0	38.5	87.5
	4	13	8.8	12.5	100.0
	Total	104	70.3	100.0	
Desaparecidos Sistema		44	29.7		
Total			100.0		

**Tabla 1.23 ABC de frenos (BUSES): Fuente LOS AUTORES MESES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	21	14.2	47.7	47.7
	2	8	5.4	18.2	65.9
	3	13	8.8	29.5	95.5
	4	2	1.4	4.5	100.0
	Total	44	29.7	100.0	
Desaparecidos Sistema		104	70.3		
Total			100.0		

Tabla 1.24 ABC de frenos (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	148	100.0

### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.22, 1.23 y 1.24, muestran que se realiza el ABC de frenos en semanas y meses, para la presentación de semanas tenemos que esta actividad se realiza cada 1, 2,3 y 4 semanas con un porcentaje total de 29.7% siendo el más relevante el 47.7% que corresponde a cada una semana, por otra parte para la representación de meses tenemos que esta actividad se realiza cada 1,2,3 y 4 meses con un porcentaje total de encuestados de 70.3% siendo el más relevante el 47.7% que corresponde a cada un mes.

## 4.2. Mantenimiento de suspensión.

Tabla 1.25 Mantenimiento de suspensión (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	148	100.0

Tabla 1.26 Mantenimiento de suspensión (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 2	5	3.4	3.4	3.4
3	51	34.5	34.5	37.8
4	46	31.1	31.1	68.9
5	41	27.7	27.7	96.6
6	4	2.7	2.7	99.3
8	1	.7	.7	100.0
Total	148	100.0	100.0	

Tabla 1.27 Mantenimiento de suspensión (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	148	100.0

### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.25, 1.26 y 1.27, muestran que se realiza el mantenimiento de suspensión solamente por meses, tenemos que esta actividad se realiza cada 2,3,4,5,6,8 meses con un porcentaje total del 100% siendo el más relevante el 34.5% que corresponde a cada tres meses.

### 4.3. Cambio de aceites motor.

Tabla 1.28 Cambio de aceite motor (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	148	100.0

Tabla 1.29 Cambio de aceite motor (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 1	17	11.5	77.3	77.3
2	2	1.4	9.1	86.4
3	2	1.4	9.1	95.5
4	1	.7	4.5	100.0
Total	22	14.9	100.0	
Desaparecidos Sistema	126	85.1		
Total	148	100.0		

Tabla 1.30 Cambio de aceite motor (BUSES): Fuente LOS AUTORES

KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	3000	43	29.1	34.1	34.1
	3500	19	12.8	15.1	49.2
	4000	50	33.8	39.7	88.9
	4500	11	7.4	8.7	97.6
	5000	3	2.0	2.4	100.0
	Total	126	85.1	100.0	
Desaparecidos	Sistema	22	14.9		
Total		148	100.0		

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.28, 1.29 y 1.30 muestran que se realiza el cambio de aceite motor por meses y por kilometraje, para la presentación de meses tenemos que esta actividad se realiza cada 1, 2,3 y 4 meses con un porcentaje total de 14.9% siendo el más relevante el 77.3% que corresponde a cada un mes, por otra parte para la representación de kilometraje tenemos que esta actividad se realiza cada 3000,3500,4000,4500,5000 km, con un porcentaje total de encuestados de 85.1% siendo el más relevante el 39.7% que corresponde a cada 4000 km.

**4.4. Cambio de aceites caja.**

Tabla 1.31 Cambio de aceite caja (BUSES): Fuente LOS AUTORES

SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	148	100.0

Tabla 1.32 Cambio de aceite caja (BUSES): Fuente LOS AUTORES

MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	14	9.5	13.6	13.6
	3	55	37.2	53.4	67.0
	4	33	22.3	32.0	99.0
	12	1	.7	1.0	100.0
	Total	103	69.6	100.0	
Desaparecidos	Sistema	45	30.4		
Total		148	100.0		

Tabla 1.33 Cambio de aceite caja (BUSES): Fuente LOS AUTORES

KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	10000	12	8.1	26.7	26.7
	12000	1	.7	2.2	28.9
	13000	1	.7	2.2	31.1
	15000	18	12.2	40.0	71.1
	20000	13	8.8	28.9	100.0
	Total	45	30.4	100.0	
Desaparecidos	Sistema	103	69.6		
Total		148	100.0		

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.31, 1.32 y 1.33, muestran que se realiza el cambio de aceite de caja por meses y por kilometraje, para la presentación de meses tenemos que esta actividad se realiza cada 2,3,4 y 12 meses con un porcentaje total de 69.6% siendo el más relevante el 69.6% que corresponde a cada 3 meses, por otra parte para la representación de kilometraje tenemos que esta actividad se realiza cada 10000,12000,13000,15000,20000 km, con un porcentaje total de encuestados de 30.4% siendo el más relevante el 40% que corresponde a cada 15000 km.

#### 4.5. Cambio de neumáticos.

Tabla 1.34 Cambio de neumáticos (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	148	100.0

Tabla 1.35 Cambio de neumáticos (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 2	13	8.8	8.8	8.8
3	23	15.5	15.5	24.3
4	40	27.0	27.0	51.4
5	21	14.2	14.2	65.5
6	35	23.6	23.6	89.2
7	6	4.1	4.1	93.2
8	1	.7	.7	93.9
10	1	.7	.7	94.6
12	6	4.1	4.1	98.6
15	1	.7	.7	99.3
18	1	.7	.7	100.0
Total	148	100.0	100.0	

Tabla 1.36 Cambio de neumáticos (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	148	100.0

#### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.34, 1.35 y 1.36, muestran que se realiza el cambio de neumáticos solamente por meses, tenemos que esta actividad se realiza cada 2,3,4,5,6,7,8,10,12,15,18 meses con un porcentaje total del 100% siendo el más relevante el 27% que corresponde a cada cuatro meses.

#### 4.6. Ajuste de carrocería.

Tabla 1.37 Ajuste de carrocería (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	148	100.0

Tabla 1.38 Ajuste de carrocería (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 1	1	.7	.7	.7
4	1	.7	.7	1.4
7	1	.7	.7	2.0
8	5	3.4	3.4	5.4
9	1	.7	.7	6.1
10	27	18.2	18.2	24.3
11	33	22.3	22.3	46.6
12	65	43.9	43.9	90.5
13	11	7.4	7.4	98.0
18	3	2.0	2.0	100.0
Total	148	100.0	100.0	

Tabla 1.39 Ajuste de carrocería (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	148	100.0

#### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.37, 1.38 y 1.39, muestran que se realiza el ajuste de carrocería solamente por meses, tenemos que esta actividad se realiza cada 1,4,7,8,9,10,11,12,13,18 meses con un porcentaje total del 100% siendo el más relevante el 43.9% que corresponde a cada 12 meses.

#### 4.7. Reparación motor.

Tabla 1.40 Reparación motor (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	148	100.0

Tabla 1.41 Reparación motor (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 12	1	.7	100.0	100.0
Desaparecidos Sistema	147	99.3		
Total	148	100.0		

Tabla 1.42 Reparación motor (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	148	100.0

#### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.40, 1.41 y 1.42, muestran que se solamente se ha realizado una reparación de motor cada 12 meses con un porcentaje equivalente a 0.7%.

#### 4.8. Reparación frenos.

Tabla 1.43 Reparación frenos (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	148	100.0

Tabla 1.44 Reparación frenos (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	148	100.0

Tabla 1.45 Reparación frenos (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	148	100.0

### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.43, 1.44 y 1.45, muestran que ninguno de los 148 conductores de buses encuestados ha realizado una reparación de frenos.

### 4.9. Reparación caja.

Tabla 1.46 Reparación caja (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	148	100.0

Tabla 1.47 Reparación caja (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	148	100.0

Tabla 1.48 Reparación caja (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	148	100.0

### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.46, 1.47 y 1.48, muestran que ninguno de los 148 encuestados ha realizado una reparación de caja.

#### 4.10. Reparación suspensión.

Tabla 1.49 Reparación suspensión (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	148	100.0

Tabla 1.50 Reparación suspensión (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	148	100.0

Tabla 1.51 Reparación suspensión (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	148	100.0

#### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.49, 1.50 y 1.51, muestran que ninguno de los 148 encuestados ha realizado una reparación de suspensión.

#### 4.11. Engrase.

Tabla 1.52 Engrase (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 3	2	1.4	100.0	100.0
Desaparecidos Sistema	146	98.6		
Total	148	100.0		

Tabla 1.53 Engrase (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo	
Valido	1	11	7.4	7.9	7.9	
	2	24	16.2	17.1	25.0	
	3	24	16.2	17.1	42.1	
	4	23	15.5	16.4	58.6	
	5	17	11.5	12.1	70.7	
	6	26	17.6	18.6	89.3	
	7	1	.7	.7	90.0	
	8	4	2.7	2.9	92.9	
	10	1	.7	.7	93.6	
	12	9	6.1	6.4	100.0	
	Total		140	94.6	100.0	
	Desaparecidos	Sistema	8	5.4		
Total		148	100.0			

Tabla 1.54 Engrase (BUSES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	148	100.0

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.52, 1.53 y 1.54, muestran que se realiza el engrase por semanas y meses, para la presentación de semanas tenemos que esta actividad se realiza cada 3 semanas con un porcentaje total de 100% con un único porcentaje de 1.4% que corresponde a cada 3 semanas, por otra parte para la representación de meses tenemos que esta actividad se realiza cada 1,2,3,4,5,6,7,8,10,12 meses con un porcentaje total de encuestados de 94.6% siendo el más relevante el 17.1% que corresponde a cada 2 y 3 meses.

**5. ¿Cuándo se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende?**

**Tabla 1.55 averías en los vehículos (BUSES): Fuente LOS AUTORES**

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Averías Producidas	INSUFICIENTE MANTENIMIENTO	60	26.4%
	IMPERICIA DEL CONDUCTOR	4	1.8%
	MAL ESTADO DE LAS VIAS	109	48.0%
	CONDICIONES CLIMATOLOGICAS	20	8.8%
	GEOMORFOLOGIA DE LA PROVINCIA	34	15.0%
Total		227	100.0%

**Interpretación.**

En base a los resultados de la tabla 1.55, tenemos que cuando se produce una avería depende directamente de las siguientes fallas con sus porcentajes correspondientes el 48% corresponde a el mal estado de la vía, el 26.4% al insuficiente mantenimiento, seguido del 15% por la geomorfología de la provincia, dando el 89.4% restando el 10.6% que se distribuye entre impericia del conductor y condiciones climatológicas.

**6. ¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito?**

**Tabla 1.56 Registro de accidentes de tránsito (BUSES): Fuente LOS AUTORES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	16	10.8	11.0	11.0
	NO	129	87.2	89.0	100.0
	Total	145	98.0	100.0	
Desaparecidos	Sistema	3	2.0		
Total		148	100.0		

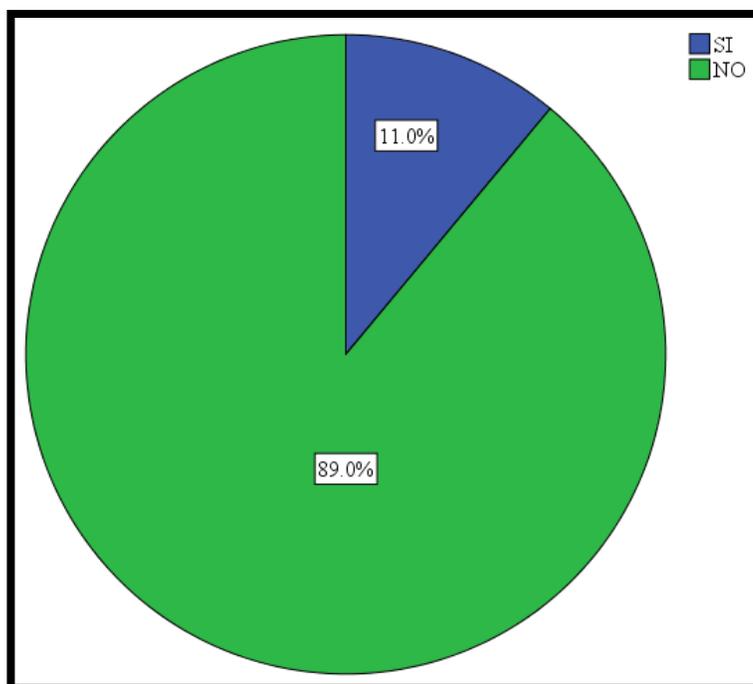


Figura 1.23 Registro de accidentes de tránsito (BUSES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La tabla 1.56 y la figura 1.23, muestran un porcentaje de 11% que si han registrado accidentes de tránsito, por otra parte permite saber que el 89% no ha registrado accidentes de tránsito.

**7. ¿Cuántos accidentes ha tenido?**

Tabla 1.57 Número de accidentes de tránsito (BUSES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	12	8.1	80.0	80.0
	2	3	2.0	20.0	100.0
	Total	15	10.1	100.0	
Desaparecidos	Sistema	133	89.9		
Total		148	100.0		

**Interpretación.**

De los 148 choferes de buses encuestados que han registrado accidentes de tránsito se sabe que el 80% ha tenido un accidente de tránsito y el 20% ha registrado dos accidentes de tránsito.

**8. ¿Cuáles han sido las causas para registrar accidentes de tránsito?**

Tabla 1.58 Causas para registrar accidentes de tránsito (BUSES): Fuente LOS AUTORES

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Causas para accidentes	FALLA EN EL SISTEMA DE SUSPENSION	1	2.7%
	FALLA EN EL SISTEMA DE FRENOS	14	37.8%
	FALLA EN EL SISTEMA DE TRANSMISION	7	18.9%
	MAL ESTADO DE LOS NEUMATICOS	9	24.3%
	PROBLEMAS POR FALLAS GEOLOGICAS	2	5.4%
	INTENSIDAD DE TRAFICO	4	10.8%
Total		37	100.0%

**Interpretación.**

La tabla 1.58, muestra las causas porque se ha suscitado los accidentes de tránsito, tenemos un 37.8% por falla del sistema de frenos, seguido muy de cerca del 24.3% por mal estado de los neumáticos, el 18.9% por falla en el sistema de transmisión, seguido por el 10.8% por intensidad de tráfico, dando el 91.8% del total y quedando el 8.1% distribuido entre falla en el sistema de suspensión y problemas por fallas geológicas.

**9. ¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce?**

Tabla 1.59 Horas diarias de conducción (BUSES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	DE 5 A 10 HORAS	132	89.2	89.2	89.2
	DE 10 A 15 HORAS	16	10.8	10.8	100.0
Total		148	100.0	100.0	

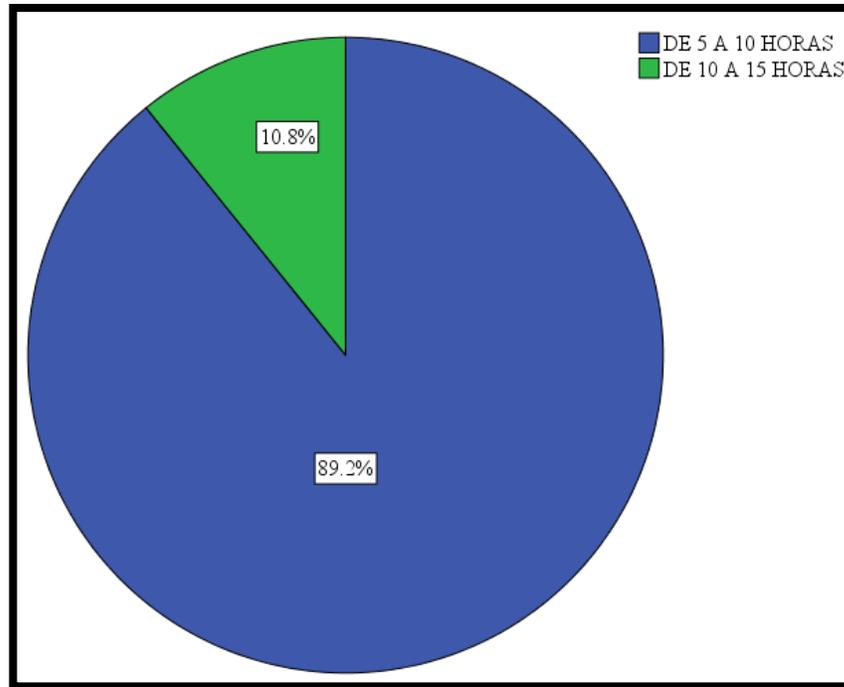


Figura 1.24 Horas diarias de conducción (BUSES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La figura 1.24, muestra que el 89.2% conduce de 5 a 10 horas, y el 10.8% conduce de 10 a 15 horas.

**10. ¿Sabe usted que es un manual de conducción?**

Tabla 1.60 Sabe los que es un manual de conducción (BUSES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	114	77.0	77.6	77.6
	NO	33	22.3	22.4	100.0
	Total	147	99.3	100.0	
Desaparecidos	Sistema	1	.7		
Total		148	100.0		

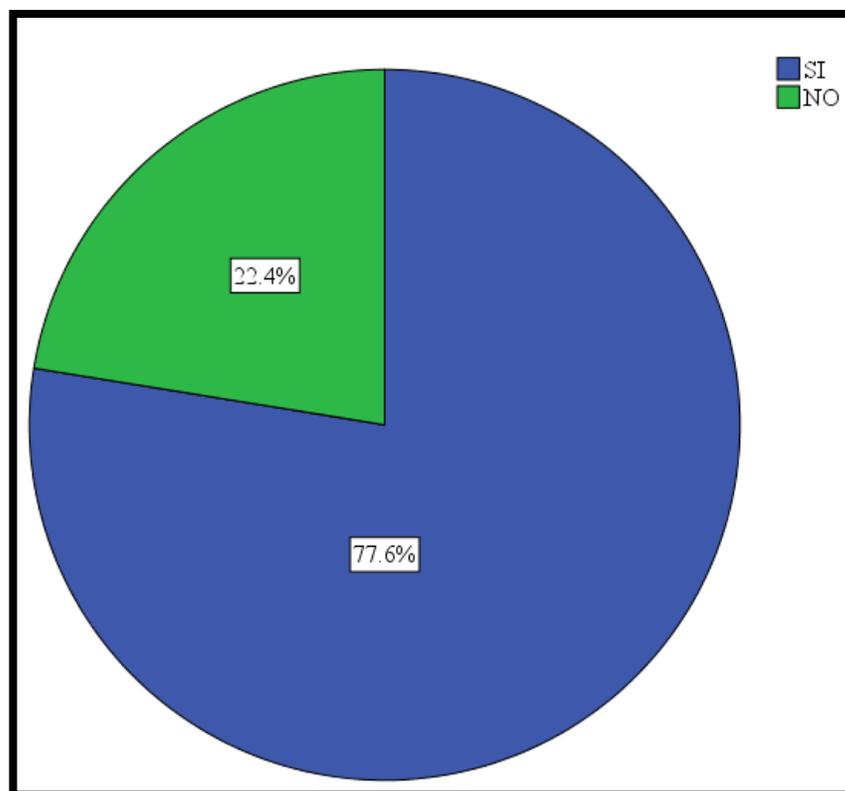


Figura 1.25 Sabe los que es un manual de conducción (BUSES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La figura 1.25, muestra que el 77.6% sabe que es un manual de conducción, y el 22.4% desconoce de este tipo de información.

**11. ¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados?**

Tabla 1.61 Exista manual de conducción (BUSES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	114	77.0	99.1	99.1
	NO	1	.7	.9	100.0
	Total	115	77.7	100.0	
Desaparecidos	Sistema	33	22.3		
Total		148	100.0		

**Para que debería existir un manual de conducción.**

**Tabla 1.62 Porque debería existir una manual de conducción (BUSES): Fuente LOS AUTORES**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
Valido	34	23,0	23,0
Conocer mejor el funcionamiento del vehículo	4	2,7	2,7
Conocer toda la teoría y posibles fallas	2	1,4	1,4
Menos accidentes	31	20,9	20,9
Para cuidar mejor el vehículo	1	,7	,7
Para evitar accidentes	16	10,8	10,8
Para evitar daños en el vehículo	3	2,0	2,0
Para obtener mejores conocimientos	22	14,9	14,9
Para que no esfuercen los sistemas del vehículo	3	2,0	2,0
Para respetar las señales de transito	4	2,7	2,7
Para saber cómo conducir	12	8,1	8,1
Para saber qué hacer en situaciones inesperadas	7	4,7	4,7
Para saber que mantenimiento dar al vehículo	6	4,1	4,1
Sean los conductores más responsables	1	,7	,7
Sepan diferenciar el tipo de conducción	2	1,4	1,4
Total	148	100,0	100,0

**Interpretación.**

La tabla 1.62, muestra que el 20.9% dice que debería existir un manual de conducción para mermar los accidentes, el 14.9% para obtener mejores conocimientos, 10.8% para evitar accidentes, el 8.1% para saber cómo conducir, dando un 54.7% del total y el 45.3% se distribuye entre : conocer mejor el funcionamiento del vehículo, conocer toda la teoría y posibles fallas, para cuidar mejor el vehículo, para evitar daños en el vehículo, para que no esfuercen los sistemas del vehículo, para respetar las señales de tránsito, para saber qué hacer en situaciones inesperadas, para saber que mantenimiento dar al vehículo, sean los conductores más responsables, sepan diferenciar el tipo de conducción.

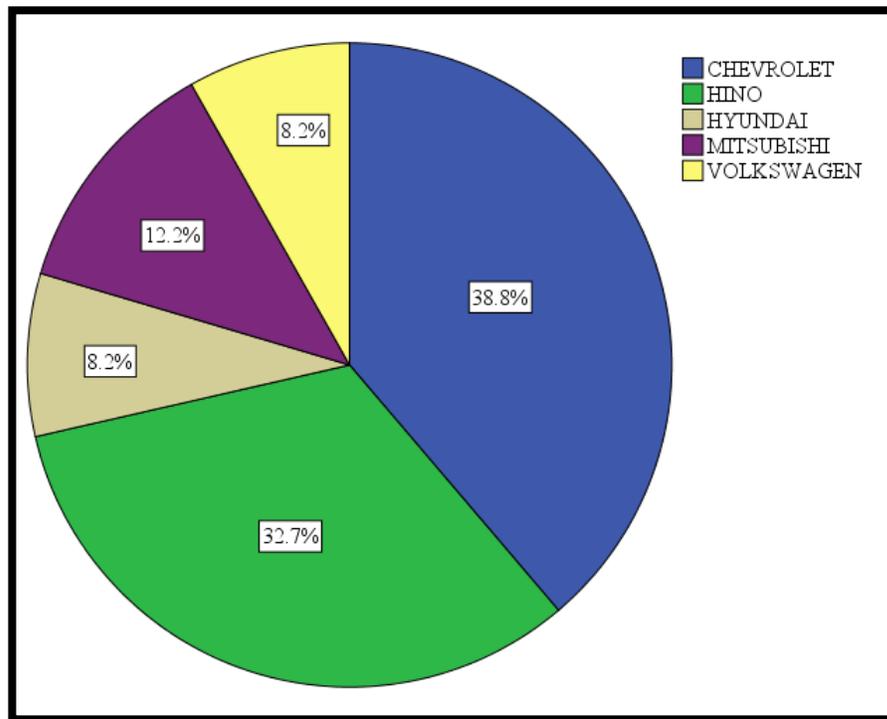
**1.5.1.2. COLECTIVOS.**

**1. ¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee?**

**1.1. ¿Cuál es la marca de su vehículo?**

**Tabla 1.63 Cual es la marca de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	CHEVROLET	19	38.8	38.8	38.8
	HINO	16	32.7	32.7	71.4
	HYUNDAI	4	8.2	8.2	79.6
	MITSUBISHI	6	12.2	12.2	91.8
	VOLKSWAGEN	4	8.2	8.2	100.0
	Total	49	100.0	100.0	



**Figura 1.26 Cual es la marca de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES**

**Interpretación.**

En base a la figura 1.26, tenemos que de los 49 conductores de colectivos encuestados de la Provincia de Loja, el 38.8% corresponden a la marca Chevrolet, el 32.7% corresponden a la marca Hino, el 12.2% a la marca Mitsubishi, siendo

estas tres marcas las más comercializadas y de mayor popularidad dentro de la Provincia, además tenemos una repartición del 8.2% tanto la marca Hyundai como para la marca Volkswagen.

### 1.2. ¿Cuál es el modelo de su vehículo?

Tabla 1.64 Cual es el modelo de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 9150 OD	4	8.2	8.2	8.2
CANTER FUSO	6	12.2	12.2	20.4
DUTRO 616	4	8.2	8.2	28.6
DUTRO 716	2	4.1	4.1	32.7
DUTRO 816	4	8.2	8.2	40.8
FC4JJUA	3	6.1	6.1	46.9
FC9JJSA	7	14.3	14.3	61.2
HD 78	2	4.1	4.1	65.3
NPR 71P	17	34.7	34.7	100.0
Total	49	100.0	100.0	

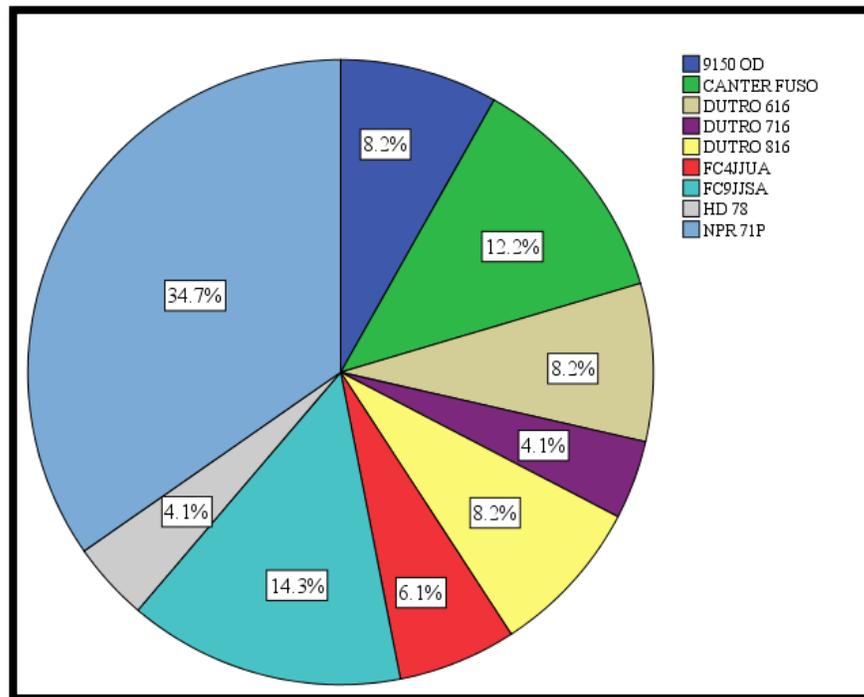


Figura 1.27 Cual es el modelo de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.27, tenemos que el 34.7% corresponden al modelo NPR 71P, seguido por el 14.3% del modelo FC9JJSa y con el 12.2% del modelo CANTER FUSO los cuales representan el 61.2% del total quedando el 38.8% repartido entre los modelos 9150 OD, DUTRO 616, DUTRO 716, DUTRO 816, FC4JJUA y HD 78.

**1.3. Año de fabricación de su vehículo.**

Tabla 1.65 Año de fabricación de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Cumulativo
Valido 2005	9	18.4	18.4	18.4
2006	1	2.0	2.0	20.4
2007	6	12.2	12.2	32.7
2008	5	10.2	10.2	42.9
2009	1	2.0	2.0	44.9
2010	11	22.4	22.4	67.3
2011	14	28.6	28.6	95.9
2012	2	4.1	4.1	100.0
Total	49	100.0	100.0	

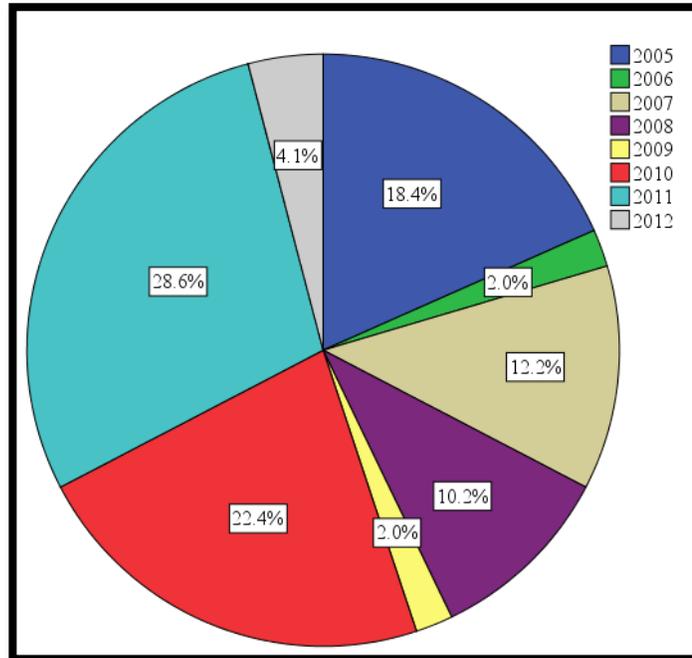


Figura 1.28 Año de fabricación de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En cuanto al año de fabricación según la figura 1.28 tenemos, que el 28.6% corresponden al año 2011, seguido muy de cerca con el 22.4% correspondiente al año 2010, también hay que resaltar que el 18.4% corresponde al año 2005 y el 30.6% está repartido entre los años comprendidos entre 2006 a 2009

**1.4. ¿Cuál es la capacidad de carga de su vehículo?**

Tabla 1.66 Capacidad de carga de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 20	4	8.2	8.2	8.2
28	10	20.4	20.4	28.6
30	35	71.4	71.4	100.0
Total	49	100.0	100.0	

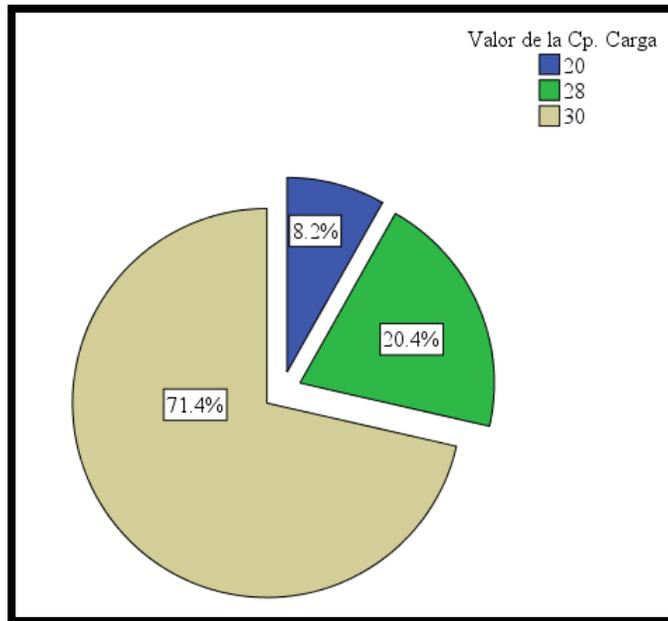


Figura 1.29 Capacidad de carga de su vehículo (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Según la figura 1.29, tenemos que el 71.4% representa a colectivos con capacidad de 30 asientos los cuales se encuentran repartidos entre chasis de metal o de madera, además el 20.4% representa a colectivos con capacidad de 28 asientos y un 8.2% representa a capacidades de 20 a 25 asientos.

2. ¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana.

Tabla 1.67 Rutas viales de la provincia (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Vías de la Provincia	RIO PUYANGO-ALAMOR	11	7.0%
	Y DE ALAMOR-PINDAL	15	9.6%
	PINDAL-ZAPOTILLO	15	9.6%
	ZAPOTILLO-ALAMOR	13	8.3%
	LIMITE PROVINIAL AZUAY/LOJA (ONA-SARAGURO)	2	1.3%
	SARAGURO-SAN LUCAS	5	3.2%
	SAN LUCAS-LOJA	7	4.5%
	LOJA-CATAMAYO	4	2.5%
	CATAMAYO-PUENTE GUAYABAL	4	2.5%
	PUENTE GUAYABAL-SAN PEDRO LA BENDITA	4	2.5%
	SAN PEDRO LA BENDITA-VELACRUZ	2	1.3%
	VELACRUZ-CATACOCCHA	3	1.9%
	CATCOCHA-EL EMPALME	3	1.9%
	EL EMPALME-MACARA-PTE INTERNACIONAL	3	1.9%
	CATAMAYO-GONZANAMA	5	3.2%
	GONZANAMA-CARIAMANGA	5	3.2%
	CARIAMANGA-SOZORANGA	5	3.2%
	SOZORANGA-MACARA	5	3.2%
	LOJA-VILCABAMBA	15	9.6%
	VILCABAMBA-YANGANA	15	9.6%
YANGANA-SABANILLA (LTE. LOJA/ZAMORA)	13	8.3%	
CARIAMANGA-AMALUZA	3	1.9%	
Total	157	100.0%	

**Interpretación.**

Según la tabla 1.67, tenemos que al sumar los mayores porcentajes nos dan un 62% el cual se encuentra repartido entre las rutas viales Loja-Vilcabamba, Vilcabamba-Yangana, Yangana-Sabanilla, Rio Puyango-Alamor, Y de Alamor-Pindal, Pindal-Zapotillo y Zapotillo-Alamor, ya que por estos sectores se encuentran pequeñas compañías como Vilcabambaturis y Trans. Alamor.

El otro 38% se encuentra representado entre las demás rutas dela provincia en la que la mayoría de colectivos son de trasporte particular y el desarrollo de sus actividades las realizan de manera individual. Además entre las rutas viales que no se encuentran en la lista y que también es transitada en mejor margen tenemos la Loja-Zamora.

**3. A su criterio durante la conducción en las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones.**

**3.1. Conoce y respeta las señales de tránsito.**

Tabla 1.68 Conoce y respeta las señales de tránsito (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Acumulativo Porcentaje
Valido SI	46	93.9	93.9	93.9
NO	3	6.1	6.1	100.0
Total	49	100.0	100.0	

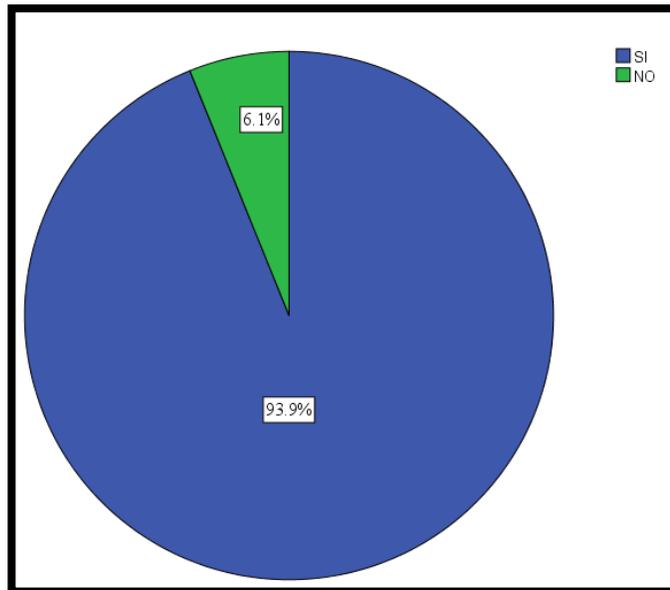


Figura 1.30 Conoce y respeta las señales de tránsito (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Según la figura 1.30, tenemos que el 93.9% de los conductores de colectivos encuestados conoce y respeta las señales de tránsito, quedándonos un 6.1% de conductores de no lo hacen.

### 3.2. Esfuerzo el sistema de frenado.

Tabla 1.69 Esfuerzo el sistema de frenado (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	6	12.2	12.2	12.2
NO	43	87.8	87.8	100.0
Total	49	100.0	100.0	

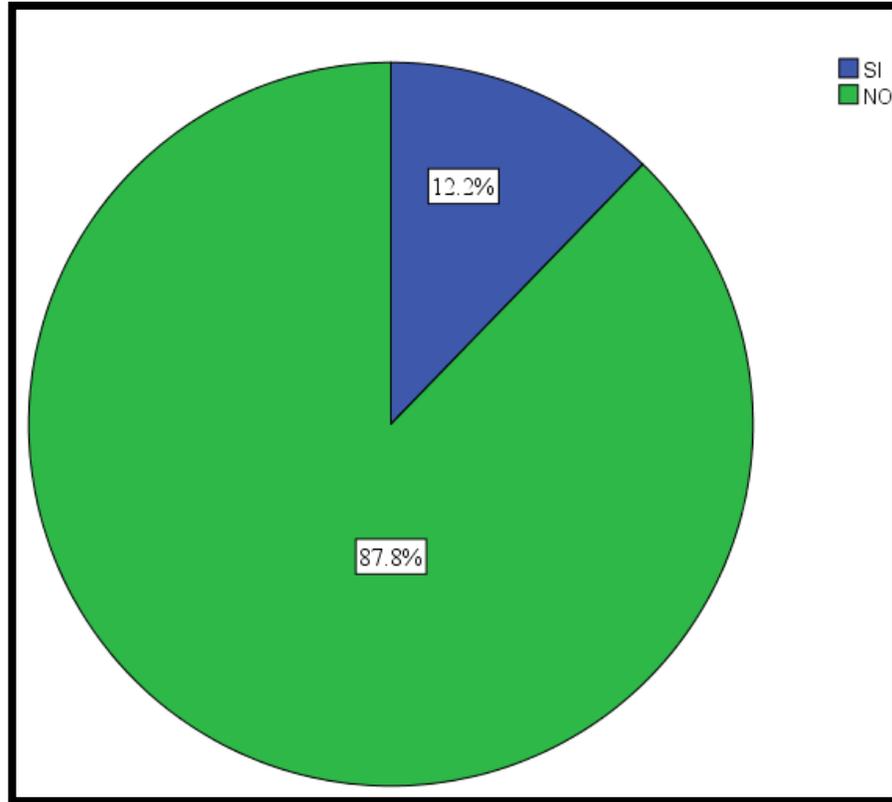


Figura 1.31 Esfuerzo el sistema de frenado (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

Según la figura 1.31, tenemos que el 87.8% de los conductores de colectivos encuestados no esfuerza el sistema de frenado de sus vehículos, quedándonos un 12.2% de conductores que si esfuerzan a este sistema por diversas causas.

### 3.3. Esfuerzo el sistema de transmisión.

Tabla 1.70 Esfuerzo el sistema de transmisión (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	4	8.2	8.2	8.2
NO	45	91.8	91.8	100.0
Total	49	100.0	100.0	

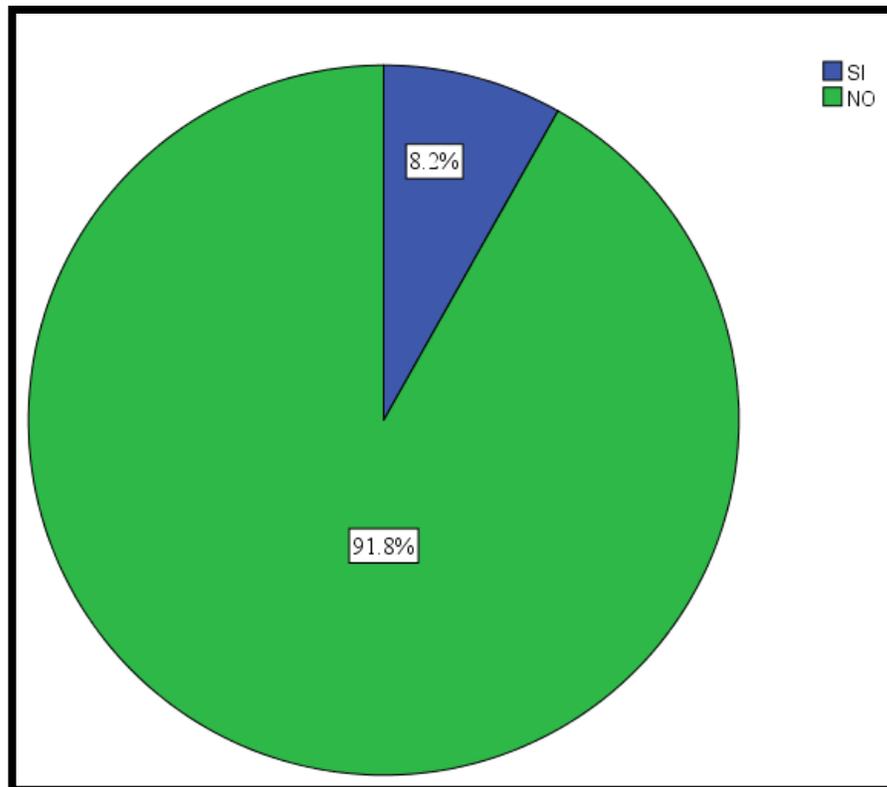


Figura 1.32 Esfuerzo el sistema de transmisión (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

Según la figura 1.32, tenemos que el 91.8% de los conductores de colectivos encuestados no esfuerza el sistema de transmisión de sus vehículos, quedándonos un 8.2% de conductores que si esfuerzan a este sistema por diversas causas.

En las cuales nos hacían conocer que se debía por irregularidades de las vías, muchas pendientes pronunciadas y mal estado de las mismas.

### 3.4. Excede el límite de carga.

Tabla 1.71 Excede el límite de carga (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Acumulativo Porcentaje
Valido SI	7	14.3	14.3	14.3
NO	42	85.7	85.7	100.0
Total	49	100.0	100.0	

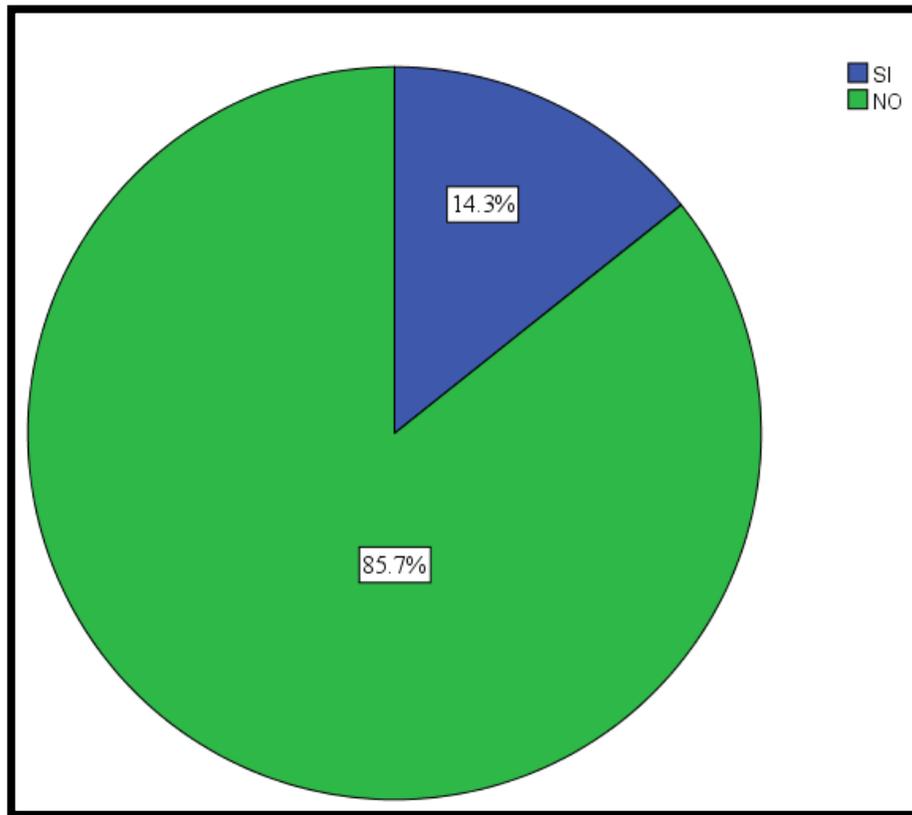


Figura 1.33 Excede el límite de carga (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

Según la figura 1.33, tenemos que el 85.7% de los conductores de colectivos encuestados no excede el límite de carga de sus vehículos, una de las razones más principales era el cuidado del mismo ya que es su herramienta de trabajo, mientras un 14.3% de conductores si exceden este límite.

### 3.5. Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha.

Tabla 1.72 Sabe el régimen del cambio de marcha (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	47	95.9	95.9	95.9
	NO	2	4.1	4.1	100.0
Total		49	100.0	100.0	

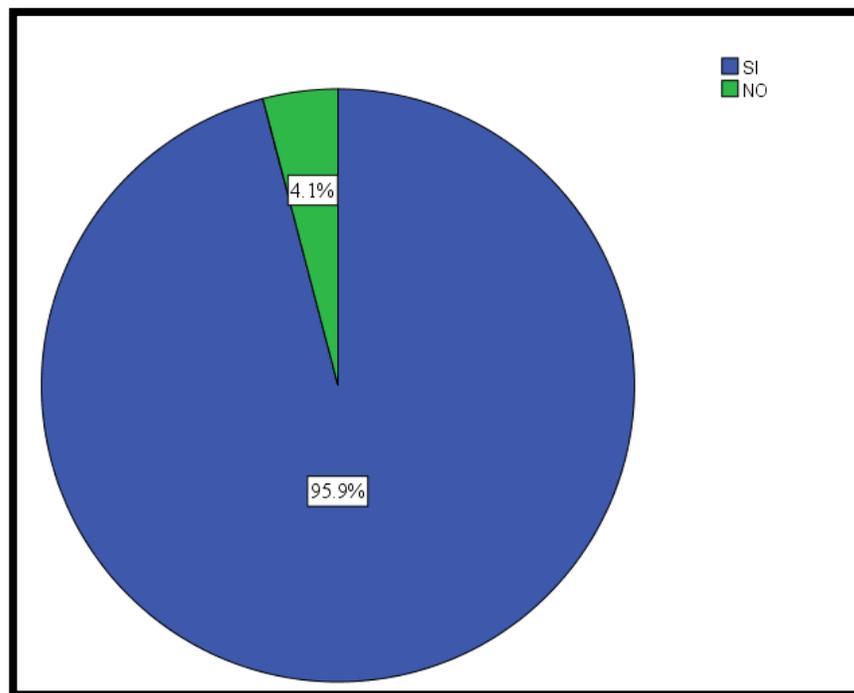


Figura 1.34 Sabe el régimen del cambio de marcha (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

En la figura 1.34, tenemos que el 95.9% de los conductores de colectivos encuestados si sabe a qué régimen de revoluciones del motor debe realizarse el cambio de marcha para obtener mejor rendimiento, mientras que el 4.1% lo desconocen.

**Número de rpm en las que se realiza el cambio de marcha.**

Tabla 1.73 Numero de RPM para el cambio de marcha (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1500	16	32.7	34.0	34.0
	1800	4	8.2	8.5	42.6
	2000	14	28.6	29.8	72.3
	2300	3	6.1	6.4	78.7
	2500	8	16.3	17.0	95.7
	3000	2	4.1	4.3	100.0
	Total	47	95.9	100.0	
Desaparecidos Sistema		2	4.1		
Total		49	100.0		

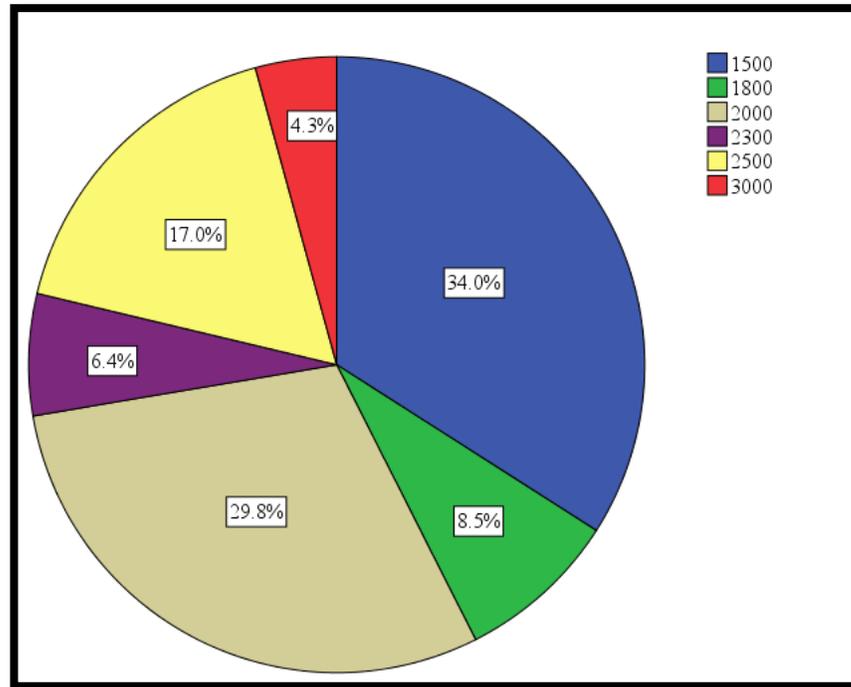


Figura 1.35 Sabe el régimen del cambio de marcha (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.35, tenemos que los datos más relevantes del número de rpm se encuentra a 1500 rpm con 34%, 2000rpm con 29.8% y 2500 rpm con 17% los cuales, mientras que los demás valores al sumarlos solo representan el 19.2% de total.

### 3.6. Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor.

Tabla 1.74 Sabe cuándo ocupar el freno motor (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	49	100.0	100.0	100.0

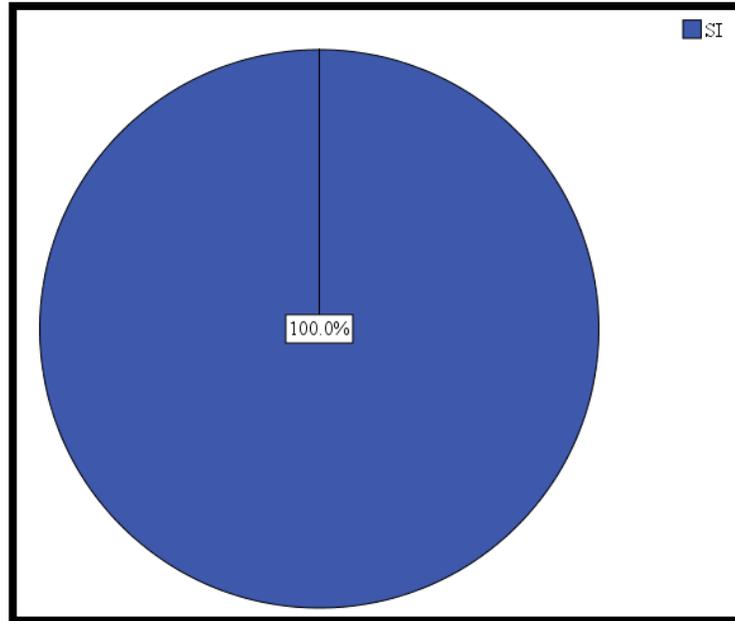


Figura 1.36 Sabe cuándo ocupar el freno motor (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

En la figura 1.36, podemos notar que el 100% de los conductores de colectivos saben el momento adecuado para ocupar el freno motor.

#### Cuando se ocupa el freno motor.

Tabla 1.75 Sabe cuándo ocupar el freno motor (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
Valido Bajadas	8	16.3	16.3
Bajadas y cargado	3	6.1	6.1
Cuando se aproxima una bajada	2	4.1	4.1
Cuando se revoluciona	4	8.2	8.2
Curvas	4	8.2	8.2
Curvas y bajadas	8	16.3	16.3

Curvas y cargado	2	4.1	4.1
En bajadas cuando son muy pronunciadas	2	4.1	4.1
En bajadas y cuando se aproxima una curva	3	6.1	6.1
En curvas y en exceso de velocidad	1	2.0	2.0
Pendientes y curvas	7	14.3	14.3
Va a grandes velocidades	1	2.0	2.0
Va con carga	4	8.2	8.2
Total	49	100.0	100.0

### Interpretación.

Como se puede notar en la tabla 1.74, la mayoría de conductores ocupa el freno motor en bajadas, curvas y cargado. Lo que se resume en términos más técnicos al descender una pendiente y en su mayoría el vehículo cargado.

### 3.7. Sabe usted en que marcha descender una pendiente.

Tabla 1.76 Sabe en qué marcha descender una pendiente (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	49	100.0	100.0	100.0

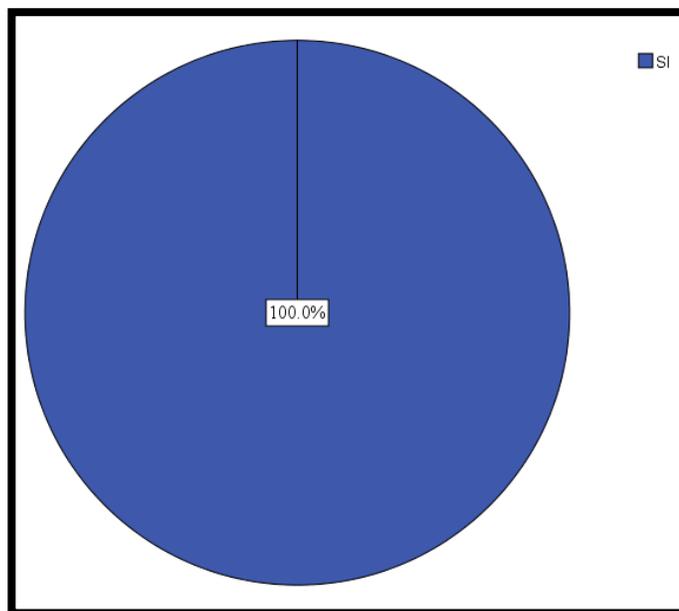


Figura 1.37 Sabe en qué marcha descender una pendiente (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.37, podemos notar que el 100% de los conductores de colectivos saben en qué marcha descender una pendiente, pero esto no garantiza el saber cuál sea la óptima de acuerdo a las circunstancias.

**Cuál es la marcha con la que desciende la pendiente.**

Tabla 1.77 Marcha para descender una pendiente (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	PRIMERA	8	16.3	16.3	16.3
	SEGUNDA	26	53.1	53.1	69.4
	TERCERA	13	26.5	26.5	95.9
	EN LA MISMA CON LA QUE SE ASCIENDE A LA PENDIENTE	2	4.1	4.1	100.0
	Total	49	100.0	100.0	

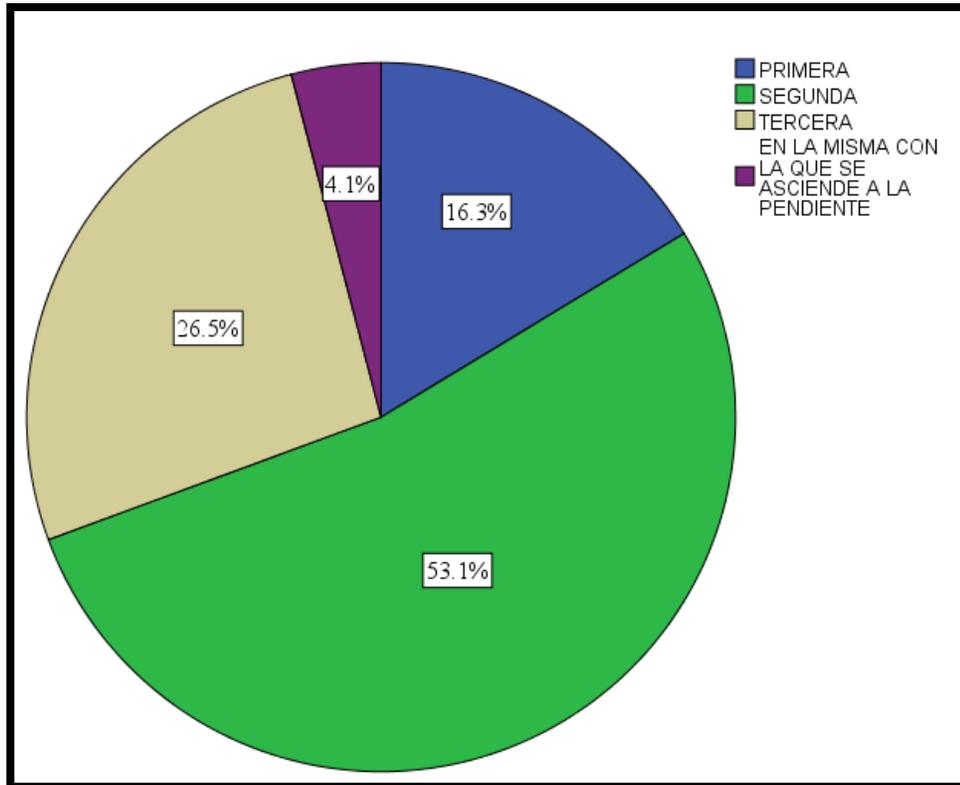


Figura 1.38 Marcha para descender una pendiente (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura, encontramos que el mayor porcentaje de 53.1% corresponde a la marcha segunda y con 26.5% a la marcha tercera siendo estas marchas las de más relevancia y utilizadas por los conductores, al momento de descender por una pendiente.

**3.8. Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce.**

Tabla 1.78 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	49	100.0	100.0	100.0

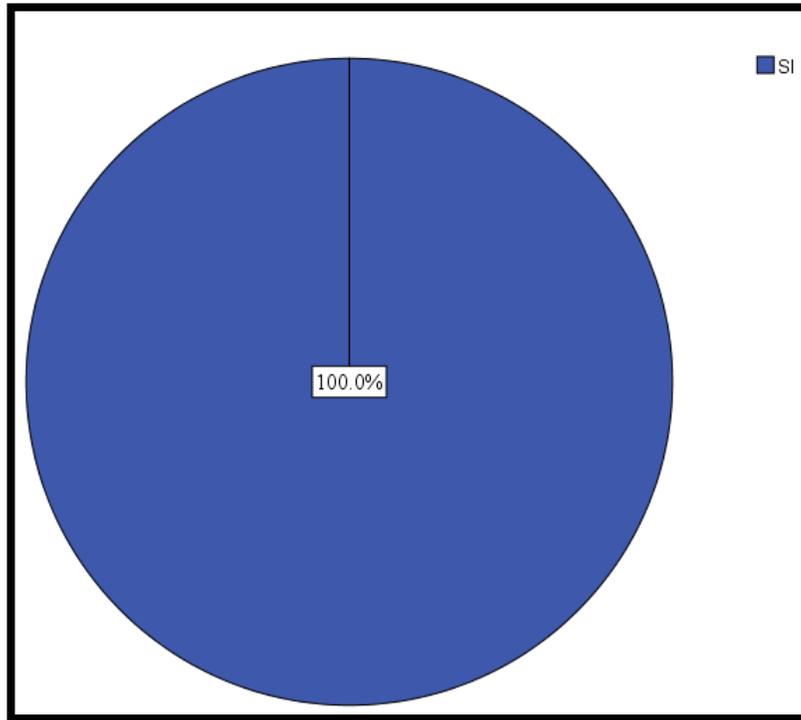


Figura 1.39 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.39, podemos notar que el 100% de los conductores de colectivos saben a qué distancia mantenerse de otro vehículo, pero esto no garantiza el saber la distancia correcta de acuerdo a las circunstancias.

**Valor de la distancia en metros.**

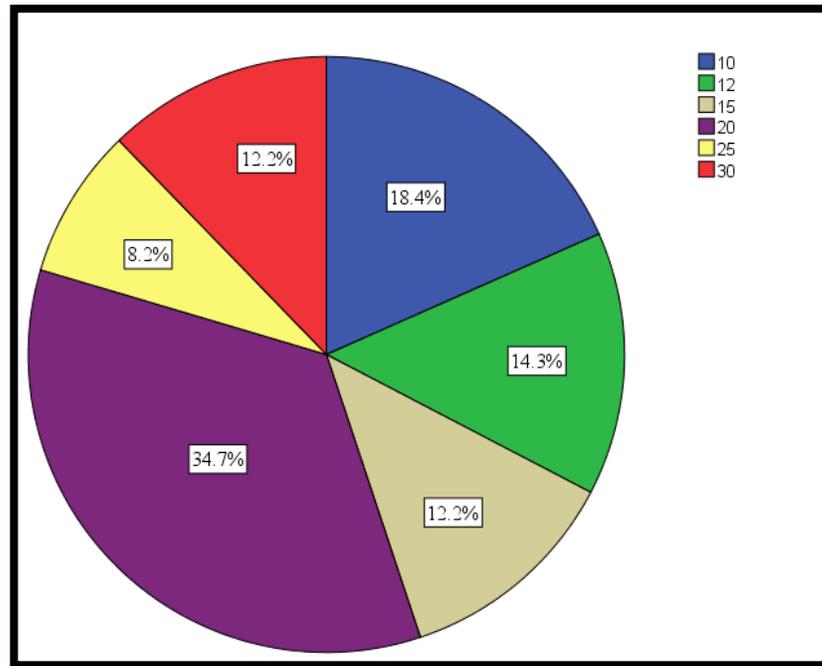


Figura 1.40 Valor de la distancia en metros (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.40, encontramos que 20m con el 34.7% es la distancia más representativa según los conductores de colectivos para mantenerse respecto a otro vehículo cuando transitan por las vías.

**4. ¿Cuándo su vehículo acude a un taller cual es el motivo más frecuente?**

**4.1. ABC de frenos.**

Tabla 1.79 ABC de frenos (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	4	8.2	23.5	23.5
	3	12	24.5	70.6	94.1
	4	1	2.0	5.9	100.0
	Total	17	34.7	100.0	
Desaparecidos	Sistema	32	65.3		
Total		49	100.0		

Tabla 1.80 ABC de frenos (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	8	16.3	25.0	25.0
	2	15	30.6	46.9	71.9
	3	9	18.4	28.1	100.0
	Total	32	65.3	100.0	
Desaparecidos	Sistema	17	34.7		
Total		49	100.0		

Tabla 1.81 ABC de frenos (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	49	100.0

**Interpretación.**

Según las tablas 1.79, 1.80 y 1.81, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por ABC de frenos se realiza en semanas y meses. El 70.6% que representa a la categoría cada 3 semanas, es el mas relevante del total de 17 conductores que mencionaron que realizaban este mantenimiento semanalmente. En cuanto a la categoría de meses tenemos que cada 2 meses con el 46.9% representa el mayor porcentaje de un total de 32 conductores que lo realizaban.

Entonces según nuestra investigación tenemos que la frecuencia con que los conductores acuden a un taller por esta anomalía se realiza mensualmente por el 65.3%, quedando el 34.7% para los que realizan semanalmente y 0% para la categoría de kilometraje.

## 4.2. Mantenimiento de suspensión.

Tabla 1.82 Mantenimiento de suspensión (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

Tabla 1.83 Mantenimiento de suspensión (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 3	18	36.7	36.7	36.7
4	25	51.0	51.0	87.8
5	6	12.2	12.2	100.0
Total	49	100.0	100.0	

Tabla 1.84 Mantenimiento de suspensión (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

### Interpretación.

Según las tablas 1.82, 1.83 y 1.84, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por mantenimiento de la suspensión es solo en meses. Los cuales se encuentran repartidos con porcentajes de 51% cada 4 meses, 36.7% cada 3 meses y 12.2% cada 5 meses del total de los conductores encuestados.

## 4.3. Cambio de aceite motor.

Tabla 1.85 Cambio de aceite motor (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

Tabla 1.86 Cambio de aceite motor (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	5	10.2	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	44	89.8		
Total		49	100.0		

Tabla 1.87 Cambio de aceite motor (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	3500	9	18.4	20.5	20.5
	4000	18	36.7	40.9	61.4
	4500	10	20.4	22.7	84.1
	5000	7	14.3	15.9	100.0
	Total	44	89.8	100.0	
Desaparecidos	Sistema	5	10.2		
Total		49	100.0		

#### Interpretación.

Según las tablas 1.85, 1.86 y 1.87, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por cambio de aceite motor se realiza en meses y kilometraje. Para la representación en meses tenemos que esta actividad se realiza cada mes con un 10.2% del total de los encuestados, quedando el otro 89.8% para los que lo realizan a través del kilometraje, teniendo mayor porcentaje 4000 Km de recorrido con 36.7% y 4500Km con 20.4%.

#### 4.4. Cambio de aceite caja.

Tabla 1.88 Cambio de aceite caja (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	49	100.0

Tabla 1.89 Cambio de aceite caja (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	2	4.1	4.5	4.5
	2	12	24.5	27.3	31.8
	3	19	38.8	43.2	75.0
	4	11	22.4	25.0	100.0
	Total	44	89.8	100.0	
Desaparecidos	Sistema	5	10.2		
Total		49	100.0		

Tabla 1.90 Cambio de aceite caja (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	10000	1	2.0	20.0	20.0
	15000	4	8.2	80.0	100.0
	Total	5	10.2	100.0	
Desaparecidos	Sistema	44	89.8		
Total		49	100.0		

### Interpretación.

Según las tablas 1.88, 1.89 y 1.90, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por cambio de aceite caja se realizada en meses y kilometraje. Para la representación en meses tenemos que esta actividad se realiza cada 1, 2, 3 y 4 meses, con un porcentaje del total de encuestados de 89.8% del cual el 43.2% corresponde a cada 3 meses siendo el de mayor relevancia. Por otra parte tenemos que para el kilometraje esta actividad se realiza cada 10000 y 15000 Km de recorrido, con un porcentaje del total de encuestados de 10.2% teniendo mayor porcentaje 15000 Km con 80% del mismo.

#### 4.5. Cambio de neumáticos.

Tabla 1.91 Cambio de neumáticos (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

##### SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

Tabla 1.92 Cambio de neumáticos (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

##### MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 4	5	10.2	10.2	10.2
5	11	22.4	22.4	32.7
6	14	28.6	28.6	61.2
7	4	8.2	8.2	69.4
8	5	10.2	10.2	79.6
10	4	8.2	8.2	87.8
12	6	12.2	12.2	100.0
Total	49	100.0	100.0	

Tabla 1.93 Cambio de neumáticos (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

##### KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

#### Interpretación.

Según las tablas 1.91, 1.92 y 1.93, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por cambio de neumáticos es solo en meses. Los porcentajes de mayor relevancia se encuentran en cada 6 y 5 meses con 28.6% y 22.4% respectivamente siendo el 51% del total, mientras que el otro 49% está dividido entre 4, 7, 8, 10 y 12 meses.

#### 4.6. Ajuste de carrocería.

Tabla 1.94 Ajuste de carrocería (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

Tabla 1.95 Ajuste de carrocería (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 7	4	8.2	9.8	9.8
8	2	4.1	4.9	14.6
10	15	30.6	36.6	51.2
11	1	2.0	2.4	53.7
12	19	38.8	46.3	100.0
Total	41	83.7	100.0	
Desaparecidos Sistema	8	16.3		
Total	49	100.0		

Tabla 1.96 Ajuste de carrocería (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

#### Interpretación.

En las tablas 1.94, 1.95 y 1.96, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por ajuste de carrocería se realiza solo en meses. Los porcentajes de mayor relevancia se encuentran en cada 12 y 10 meses con 46.3% y 36.6% respectivamente, mientras que el otro 17.1% está dividido entre 7, 8, y 11 meses, cave recalcar que los porcentajes son tomados de los 41 conductores que respondieron.

#### 4.7. Reparación motor.

Tabla 1.97 Reparación motor (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

Tabla 1.98 Reparación motor (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 48	3	6.1	75.0	75.0
60	1	2.0	25.0	100.0
Total	4	8.2	100.0	
Desaparecidos Sistema	45	91.8		
Total	49	100.0		

Tabla 1.99 Reparación motor (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

#### Interpretación.

Según las tablas 1.97, 1.98 y 1.99, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por reparación de motor es solo en meses. Los porcentajes están repartidos entre 48 y 10 meses con 75% y 25% respectivamente, estos porcentajes son tomados de los 4 conductores que respondieron.

#### 4.8. Reparación frenos.

Tabla 1.100 Reparación frenos (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

Tabla 1.101 Reparación frenos (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

MESES

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	49	100.0

Tabla 1.102 Reparación frenos (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	49	100.0

**Interpretación.**

En las tablas 1.100, 1.101 y 1.102, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por reparación de frenos es del 0% en los tres casos.

**4.9. Reparación caja.**

Tabla 1.103 Reparación caja (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	49	100.0

Tabla 1.104 Reparación caja (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	36	1	2.0	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	48	98.0		
Total		49	100.0		

Tabla 1.105 Reparación caja (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	49	100.0

**Interpretación.**

En las tablas 1.13, 1.104 y 1.105, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por reparación de caja es solo en meses, teniendo un solo caso a los 36 meses.

**4.10. Reparación suspensión.**

Tabla 1.106 Reparación suspensión (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

Tabla 1.07 Reparación suspensión (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

Tabla 1.108 Reparación suspensión (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	49	100.0

**Interpretación.**

En las tablas 1.106, 1.107 y 1.108, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por reparación de suspensión es del 0% en los tres casos.

**4.11. Engrase**

Tabla 1.109 Engrase (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 3	2	4.1	100.0	100.0
Desaparecidos Sistema	47	95.9		
Total	49	100.0		

Tabla 1.110 Engrase (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	4	8.2	8.5	8.5
	2	8	16.3	17.0	25.5
	3	17	34.7	36.2	61.7
	4	9	18.4	19.1	80.9
	5	5	10.2	10.6	91.5
	7	2	4.1	4.3	95.7
	10	2	4.1	4.3	100.0
	Total	47	95.9	100.0	
Desaparecidos Sistema	2	4.1			
Total	49	100.0			

Tabla 1.111 Engrase (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema		49	100.0

### Interpretación.

Según las tablas 1.109, 1.110 y 1.111, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por engrase se realizada en semanas y meses. Para la representación en semanas tenemos que esta actividad se realiza cada 3 semanas con un 4.1% del total de encuestados. Por otra parte para los meses esta actividad se realiza cada 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 10 meses, con un porcentaje del total de encuestados de 95.9% teniendo mayor porcentaje meses con 34.7% del mismo.

### 5. ¿Cuándo se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende?

Tabla 1.112 averías en los vehículos (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Averías	INSUFICIENTE MANTENIMIENTO	22	20.0%

Producidas	IMPERICIA DEL CONDUCTOR	6	5.5%
	MAL ESTADO DE LAS VIAS	42	38.2%
	CONDICIONES CLIMATOLOGICAS	8	7.3%
	GEOMORFOLOGIA DE LA PROVINCIA	32	29.1%
Total		110	100.0%

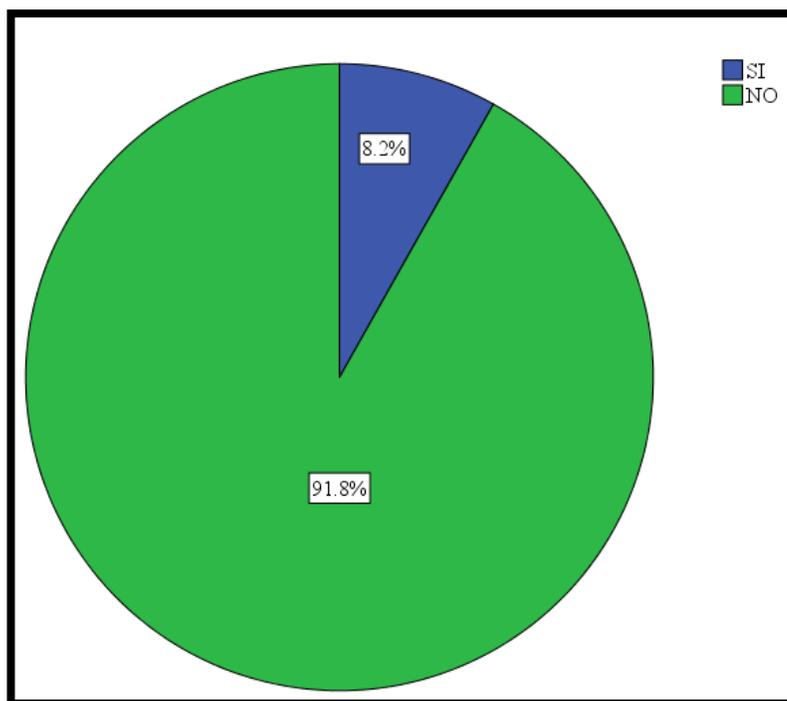
**Interpretación.**

En la tabla 1.112, tenemos que la principal causa para que se produzcan averías en los vehículos es el mal estado de las vías con 38.2%, seguido de la geomorfología de la provincia con 29.1% y con el 20% insuficiente mantenimiento siendo estas tres causas las más relevantes.

**6. ¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito?**

**Tabla 1.113 Registro de accidentes de tránsito (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	4	8.2	8.2	8.2
NO	45	91.8	91.8	100.0
Total	49	100.0	100.0	



**Figura 1.41 Registro de accidentes de tránsito (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES**

**Interpretación.**

En la figura 1.41, encontramos que el 91.8% de los conductores encuestados de colectivos no han sufrido accidentes, mientras que el 8.2% registran accidentes de tránsito.

**7. ¿Cuántos accidentes ha tenido?**

Tabla 1.114 Número de accidentes de tránsito (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	4	8.2	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	45	91.8		
Total		49	100.0		

**Interpretación.**

En la tabla 1.114, tenemos que los conductores encuestados registran cuatro accidentes de tránsito los cuales representan el 8.2% del total de encuestados.

**8. ¿Cuáles han sido las causas para registrar accidentes de tránsito?**

Tabla 1.115 Causas para registrar accidentes de tránsito (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Causas para accidentes	FALLA DEL SISTEMA DE FRENOS	4	40.0%
	PROBLEMAS POR FALLAS GEOLOGICAS	2	20.0%
	INTENSIDAD DE TRAFICO	4	40.0%
Total		10	100.0%

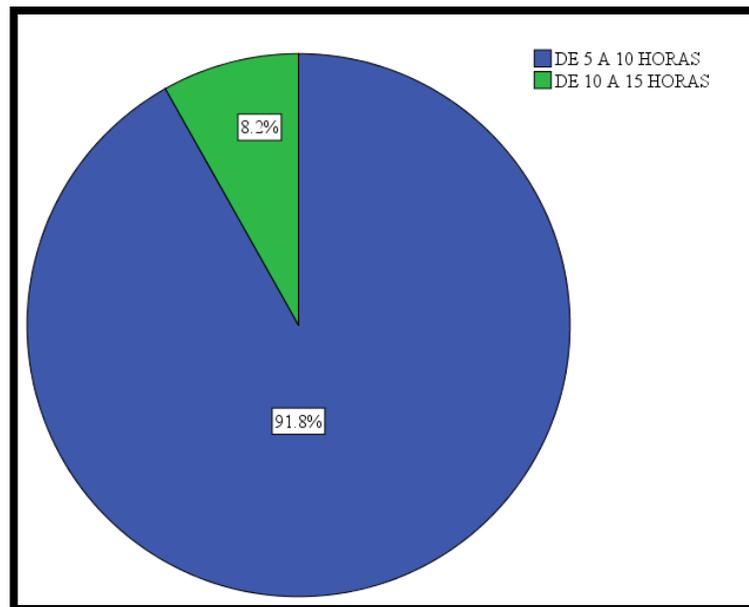
**Interpretación.**

Según la tabla 1.115, las principales causas para registrar accidentes de tránsito son falla en el sistema de frenos e intensidad de tráfico con 40% para ambos casos, quedando un escaso 20% por fallas geológicas.

**9. ¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce?**

**Tabla 1.116 Horas diarias de conducción (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	DE 5 A 10 HORAS	45	91.8	91.8	91.8
	DE 10 A 15 HORAS	4	8.2	8.2	100.0
	Total	49	100.0	100.0	



**Figura 1.42 Horas diarias de conducción (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES**

**Interpretación.**

En la figura 1.42, notamos que el mayor porcentaje de horas de conducción se encuentra de 5 A 10 HORAS con 91.8%, mientras que el 8.2% corresponde a 10 A 15 HORAS.

**10. ¿Sabe usted que es un manual de conducción?**

**Tabla 1.117 Sabe los que es un manual de conducción (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	36	73.5	73.5	73.5
	NO	13	26.5	26.5	100.0
	Total	49	100.0	100.0	

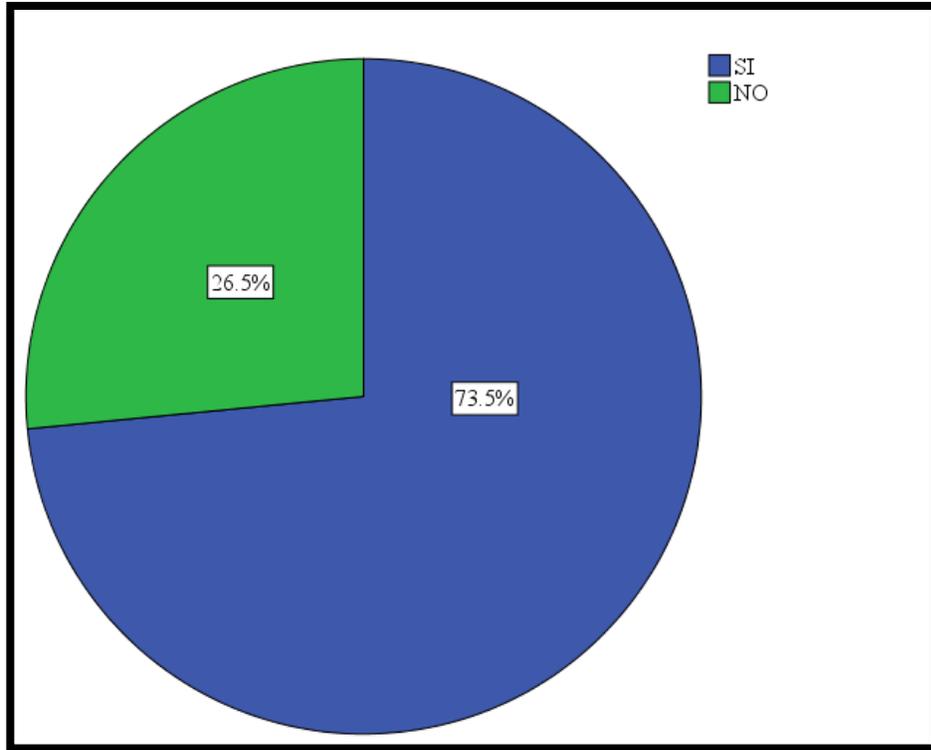


Figura 1.43 Sabe los que es un manual de conducción (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Según la figura 1.43, tenemos que el 73.5% si sabe lo que es un manual de conducción, mientras que el 26.5% desconocen este tipo de información.

**11. ¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados?**

Tabla 1.118 Exista manual de conducción (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	36	73.5	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	13	26.5		
Total		49	100.0		

## Porque.

Tabla 1.119 Porque debería existir una manual de conducción (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
Valido	13	26.5	26.5
Cuidar el vehículo	1	2.0	2.0
Disminuir accidentes de transito	4	8.2	8.2
Evitar accidentes	10	20.4	20.4
Mejorar los estilos de conducción	1	2.0	2.0
Para conducir de acuerdo a las normas	2	4.1	4.1
Para mejorar el aprendizaje	6	12.2	12.2
Para poder aplicar en el diario vivir	1	2.0	2.0
Para saber cómo conducir y dar mantenimiento a sus vehículos dependiendo del tipo y carga	1	2.0	2.0
Para tener mayor conocimiento	5	10.2	10.2
Saber cómo dar un mejor mantenimiento	4	8.2	8.2
Saber cuál es la forma correcta de conducir y disminuir accidentes	1	2.0	2.0
Total	49	100.0	100.0

## Interpretación.

Según la tabla 1.118, tenemos que el 73.5% de los conductores encuestados si consideran que debería existir en las escuelas de capacitación un manual de conducción. Los cuales según la tabla 1.119, piensan que con la existencia de este, obtendrán algunas características como: evitar y disminuir accidentes de tránsito con el 20.4% y 8.2%, mejorar el aprendizaje y tener mayor conocimiento de la conducción con el 12.2% y 10.2%, mientras que el otro 49% del total esta resumido en cuidar y dar un mejor mantenimiento al vehículo, etc.

**1.5.1.3. CAMIONES.**

**1. ¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee?**

**1.1.¿Cuál es la marca de su vehículo?**

**Tabla 1.120 Cual es la marca de su vehículo (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	CHEVROLET	52	15.1	15.1	15.1
	DAIHATSU	16	4.7	4.7	19.8
	FORD	3	.9	.9	20.6
	HINO	109	31.7	31.7	52.3
	HYUNDAI	32	9.3	9.3	61.6
	INTERNATIONAL	11	3.2	3.2	64.8
	IVECO	4	1.2	1.2	66.0
	JAC	21	6.1	6.1	72.1
	MAN	2	.6	.6	72.7
	MERCEDES BENZ	20	5.8	5.8	78.5
	MINIBUS	30	8.7	8.7	87.2
	NISSAN DIESEL	9	2.6	2.6	89.8
	TOYOTA	4	1.2	1.2	91.0
	VOLKSWAGEN	19	5.5	5.5	96.5
	VOLVO	3	.9	.9	97.4
	QMC	7	2.0	2.0	99.4
	JMC	2	.6	.6	100.0
	Total	344	100.0	100.0	

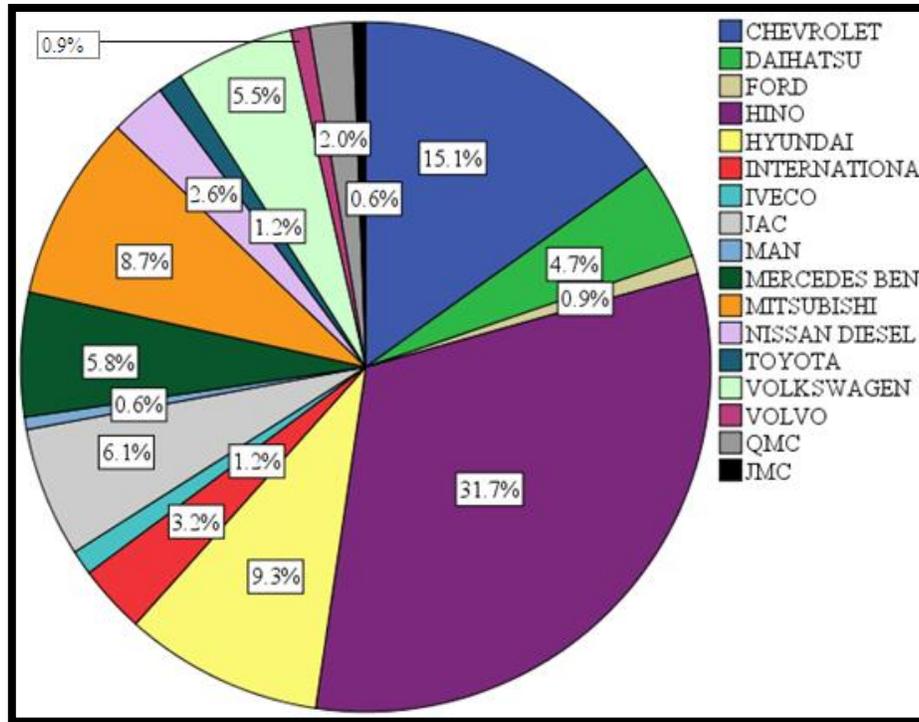


Tabla 1.44 Cual es la marca de su vehículo (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En base a la figura 1.44, tenemos que de los 344 conductores de camiones encuestados de la Provincia de Loja, el 31.7% corresponden a la marca Hino, el 15.1% corresponden a la marca Chevrolet, el 9.3% corresponden a la marca Hyundai y el 8.7% corresponden a la marca Mitsubishi, siendo estas cuatro marcas las más comercializadas y de mayor popularidad dentro de la Provincia, además tenemos que el 35.2% se encuentra repartido entre las marcas como: Daihatsu, International, Mercedes Benz, Jac, Volkswagen, Nissan Diesel, etc.

### 1.2. ¿Cuál es el modelo de su vehículo?

Tabla 1.121 Cual es el modelo de su vehículo (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	15180	7	2.0	2.0
	170E22C	4	1.2	3.2
	1720-36	2	.6	3.8

17220	5	1.5	1.5	5.2
17250	4	1.2	1.2	6.4
1728-51	4	1.2	1.2	7.6
33480 BBC TGS	2	.6	.6	8.1
4300	1	.3	.3	8.4
4400	10	2.9	2.9	11.3
9150	3	.9	.9	12.2
ACTROS 2031	5	1.5	1.5	13.7
ATEGO 1725-48	2	.6	.6	14.2
ATEGO 1725-54	7	2.0	2.0	16.3
CANTER	19	5.5	5.5	21.8
CANTER FUSO FE	11	3.2	3.2	25.0
CARGO 815	3	.9	.9	25.9
CRONOS	7	2.0	2.0	27.9
CWB 459	4	1.2	1.2	29.1
DELTA	16	4.7	4.7	33.7
DUTRO 616	10	2.9	2.9	36.6
DUTRO 716	10	2.9	2.9	39.5
DUTRO 816	20	5.8	5.8	45.3
DYNA	4	1.2	1.2	46.5
FB4JGTA	2	.6	.6	47.1
FC4JJUA	1	.3	.3	47.4
FC9JISA	6	1.7	1.7	49.1
FF1JPTZ	6	1.7	1.7	50.9
FM 64R	2	.6	.6	51.5
FS1ERVA	14	4.1	4.1	55.5
FSR 34N	6	1.7	1.7	57.3
FTR 34P	2	.6	.6	57.8
FVR 34Q	6	1.7	1.7	59.6
FVZ 34T	7	2.0	2.0	61.6
GD8JLSA	12	3.5	3.5	65.1
GH1JMUA	13	3.8	3.8	68.9
GH8JMSA	13	3.8	3.8	72.7
HD 120	11	3.2	3.2	75.9
HD 260	5	1.5	1.5	77.3

HD 270	2	.6	.6	77.9
HD 65	5	1.5	1.5	79.4
HD 78	9	2.6	2.6	82.0
HFC1063	4	1.2	1.2	83.1
HFC1083	2	.6	.6	83.7
HFC1134	13	3.8	3.8	87.5
HFC1181	2	.6	.6	88.1
JX 1043 DL2	2	.6	.6	88.7
NHR	10	2.9	2.9	91.6
NKR	4	1.2	1.2	92.7
NMR 85H	3	.9	.9	93.6
NPR 71L	7	2.0	2.0	95.6
NPR 75H	3	.9	.9	96.5
NQR 75L	4	1.2	1.2	97.7
PKB 212	5	1.5	1.5	99.1
SS1EKVA	2	.6	.6	99.7
VM 42R	1	.3	.3	100.0
Total	344	100.0	100.0	

### Interpretación.

En la tabla 1.121, tenemos que los mayores porcentajes en cuanto a modelos de camiones están en el DUTRO 816, CANTER, DELTA y FS1ERVA con 5.8%, 5.5%, 4.7% y 4.1% respectivamente. Mientras que el otro 79.9% está dividido según la tabla en los modelos 4400, ATEGO 1725-54, CRONOS, DUTRO 616, DUTRO 716, FC4JJUHD, FVZ 34T, GD8JLSA, GH8JMSA, HD78, HFC1134, NHR, etc.

### 1.3. Año de fabricación de su vehículo.

Tabla 1.122 Año de fabricación de su vehículo (CAMIONES): Fuente LOSAUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 1990	1	.3	.3	.3
2000	1	.3	.3	.6
2001	5	1.5	1.5	2.0

2003	10	2.9	2.9	4.9
2004	7	2.0	2.0	7.0
2005	8	2.3	2.3	9.3
2006	9	2.6	2.6	11.9
2007	23	6.7	6.7	18.6
2008	27	7.8	7.8	26.5
2009	22	6.4	6.4	32.8
2010	64	18.6	18.6	51.5
2011	112	32.6	32.6	84.0
2012	55	16.0	16.0	100.0
Total	344	100.0	100.0	

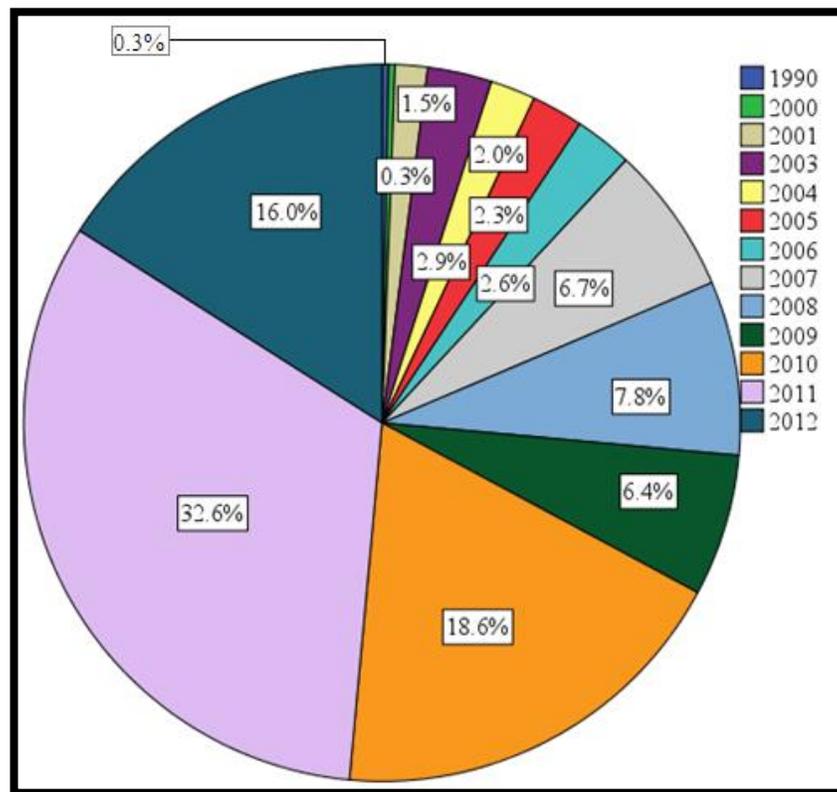


Figura 1.45 Año de fabricación de su vehículo (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En cuanto al año de fabricación según la figura 1.45 tenemos, que el 32.6% corresponden al año 2011, seguido muy de cerca con el 18.6% correspondiente al año 2010 y con 16% correspondiente al año 2012, siendo estos 3 años los más

representativos y de mayores porcentajes alcanzados, mientras que el 32.8% restante del total está repartido en los años anteriores según la gráfica.

#### 1.4. ¿Cuál es la capacidad de carga de su vehículo?

Tabla 1.123 Capacidad de carga de su vehículo (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Cumulativo
Valido 3-6	108	31.4	31.4	31.4
6.5-10	87	25.3	25.3	56.7
10.5-15	93	27.0	27.0	83.7
15.5 Y MAS	56	16.3	16.3	100.0
Total	344	100.0	100.0	

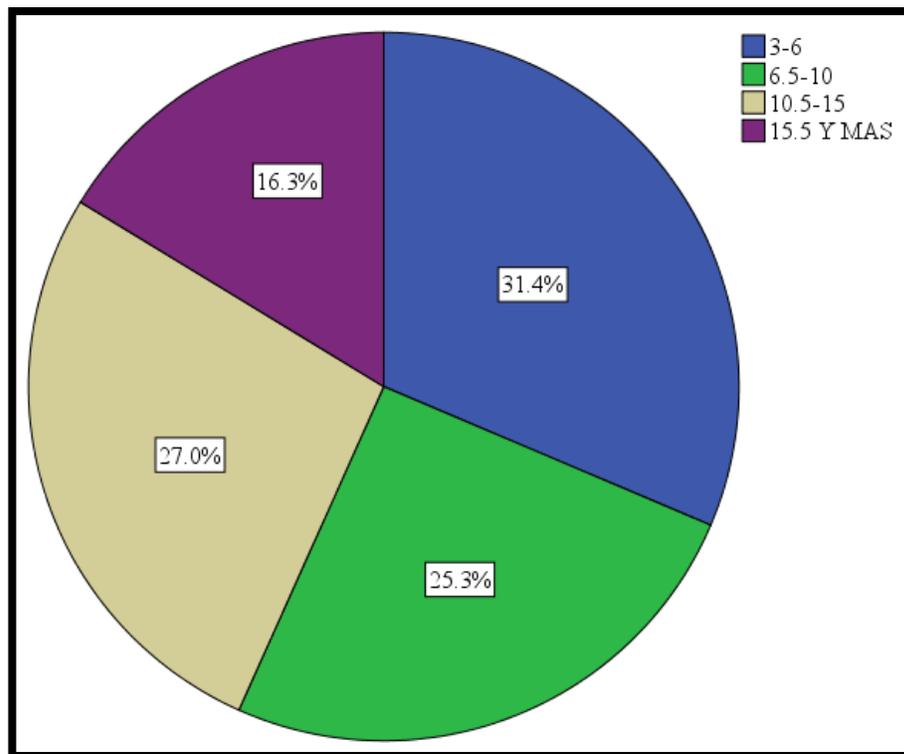


Figura 1.46 Capacidad de carga de su vehículo (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

Según la figura 1.46, tenemos que el 31.4% representa a camiones con capacidad de 3 – 6 toneladas, con el 27% encontramos a camiones de 10.5 – 15 toneladas, con el 25.3% a camiones con 15.5 y más toneladas de carga y con el 16.3% a camiones

de 6.5 – 10 toneladas. La clasificación esta basa en el INEC<sup>3</sup>, la cual nos permitió ordenar de mejor manera en esta categoría a la capacidad de carga.

**2. ¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana.**

Tabla 1.124 Rutas viales de la provincia (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES.

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Vías de la Provincia	RIO PUYANGO-ALAMOR	78	5.0%
	Y DE ALAMOR-PINDAL	78	5.0%
	PINDAL-ZAPOTILLO	77	5.0%
	ZAPOTILLO-ALAMOR	70	4.5%
	LIMITE PROVINCIAL AZUAY/LOJA (ONA-SARAGURO)	61	3.9%
	SARAGURO-SAN LUCAS	65	4.2%
	SAN LUCAS-LOJA	67	4.3%
	LOJA-CATAMAYO	111	7.2%
	CATAMAYO-PUENTE GUAYABAL	55	3.6%
	PUENTE GUAYABAL-SAN PEDRO LA BENDITA	49	3.2%
	SAN PEDRO LA BENDITA-VELACRUZ	42	2.7%
	VELACRUZ-CATACOCCHA	52	3.4%
	CATCOCHA-EL EMPALME	61	3.9%
	EL EMPALME-MACARA-PTE INTERNACIONAL	32	2.1%
	LOJA-EL TIRO (LIMITE PROVINCIAL)	23	1.5%
	VELACRUZ-CHAGUARPAMBA	29	1.9%
	CHAGUARPAMBA-RIO PINDO (LTE.LOJA/ORO)	30	1.9%
	EL EMPALME-CELICA	32	2.1%
	CELICA-ALAMOR	50	3.2%
	CATAMAYO-GONZANAMA	97	6.3%
	GONZANAMA-CARIAMANGA	101	6.5%
	CARIAMANGA-SOZORANGA	95	6.1%
	SOZORANGA-MACARA	69	4.5%
	LOJA-VILCABAMBA	23	1.5%
	VILCABAMBA-YANGANA	20	1.3%
	YANGANA-SABANILLA (LTE. LOJA/ZAMORA)	13	.8%

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Estadística y Censos. <http://www.inec.gob.ec/home/>

	GONZANAMA-QUILANGA	28	1.8%
	CARIAMANGA-AMALUZA	41	2.6%
Total		1549	100.0%

**Interpretación.**

Según la tabla 1.124 tenemos que los mayores porcentajes están en las vías Loja-Catamayo, Gonzanamá-Cariamanga, Catamayo-Gonzanamá y Cariamanga-Sozoranga con 7.2%, 6.5%, 6.3% y 6.1% respectivamente, las cuales representan un gran afluente vial y de comunicación principal. El otro 73.9% se encuentra representado entre las demás rutas viales de la provincia. Además entre las rutas viales que no se encuentran en la lista y que también es transitada en menor margen tenemos la Loja-Zamora.

**3. A su criterio durante la conducción en las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones.**

**3.1. Conoce y respeta las señales de tránsito.**

Tabla 1.125 Conoce y respeta las señales de tránsito (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Cumulativo
Valido SI	344	100.0	100.0	100.0

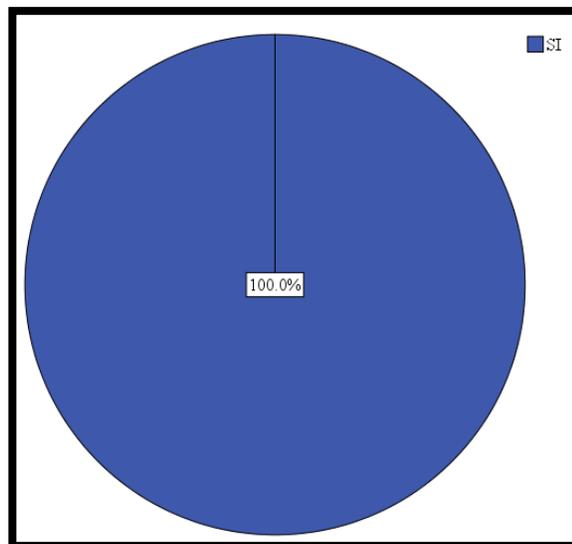


Figura 1.47 Conoce y respeta las señales de tránsito (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Según la figura 1.47 tenemos que el 100% de los conductores de camiones encuestados conoce y respeta las señales de tránsito.

**3.2. Esfuerzo el sistema de frenado.**

Tabla 1.126 Esfuerzo el sistema de frenado (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Cumulativo
Valido SI	72	20.9	20.9	20.9
NO	272	79.1	79.1	100.0
Total	344	100.0	100.0	

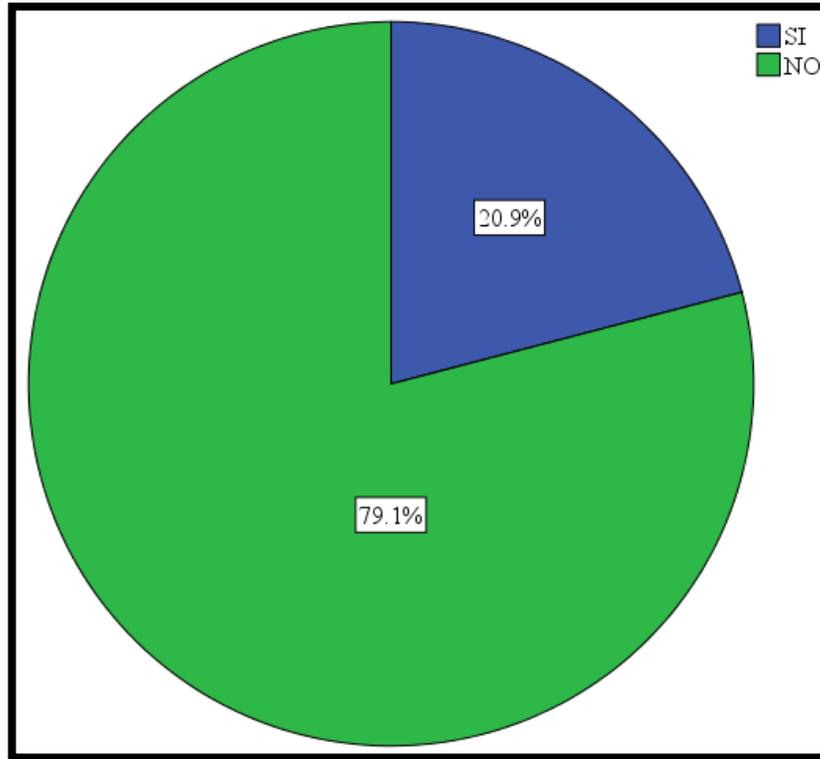


Figura 1.48 Esfuerzo el sistema de frenado (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Según la figura 1.48 tenemos que el 79.1% de los conductores de colectivos encuestados no esfuerza el sistema de frenado de sus vehículos, quedándonos un 20.9% de conductores que si esfuerzan a este sistema por diversas causas.

### 3.3. Esfuerzo el sistema de transmisión.

Tabla 1.127 Esfuerzo el sistema de transmisión (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Cumulativo
Valido SI	69	20.1	20.1	20.1
NO	275	79.9	79.9	100.0
Total	344	100.0	100.0	

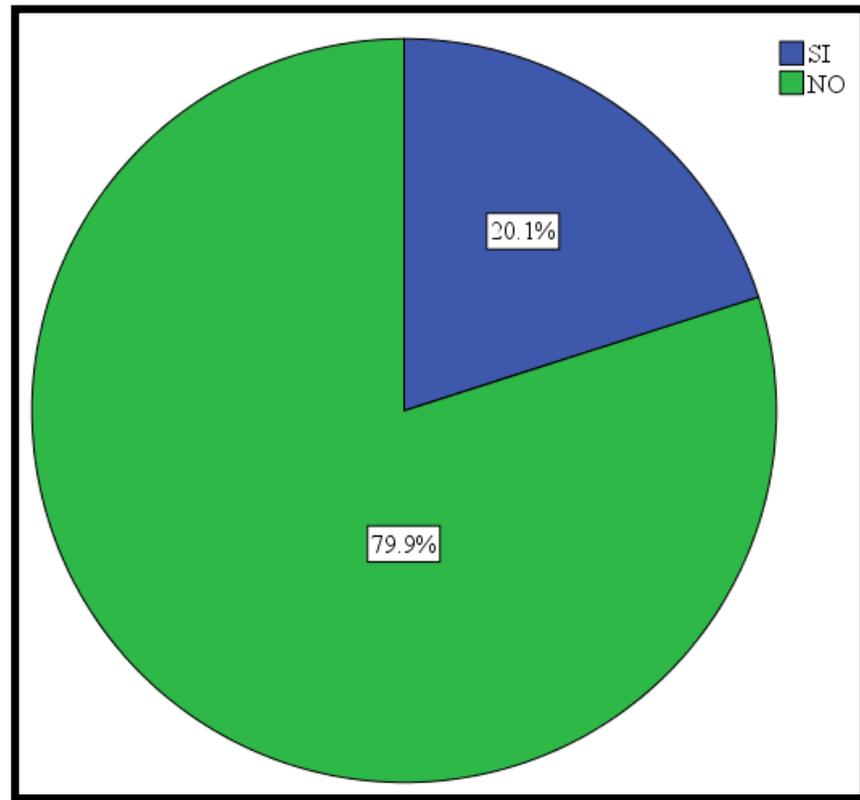


Figura 1.49 Esfuerzo el sistema de transmisión (COLECTIVOS): Fuente LOS AUTORES

#### **Interpretación.**

Según la figura 1.49 tenemos que el 79.9% de los conductores de camiones encuestados no esfuerza el sistema de transmisión de sus vehículos, quedándonos un 20.1% de conductores que si esfuerzan a este sistema por diversas causas.

En las cuales nos hacían conocer que se debía por irregularidades de las vías, muchas pendientes pronunciadas y mal estado de las mismas.

### 3.4. Excede el límite de carga.

Tabla 1.128 Excede el límite de carga (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Cumulativo
Valido SI	78	22.7	22.7	22.7
NO	266	77.3	77.3	100.0
Total	344	100.0	100.0	

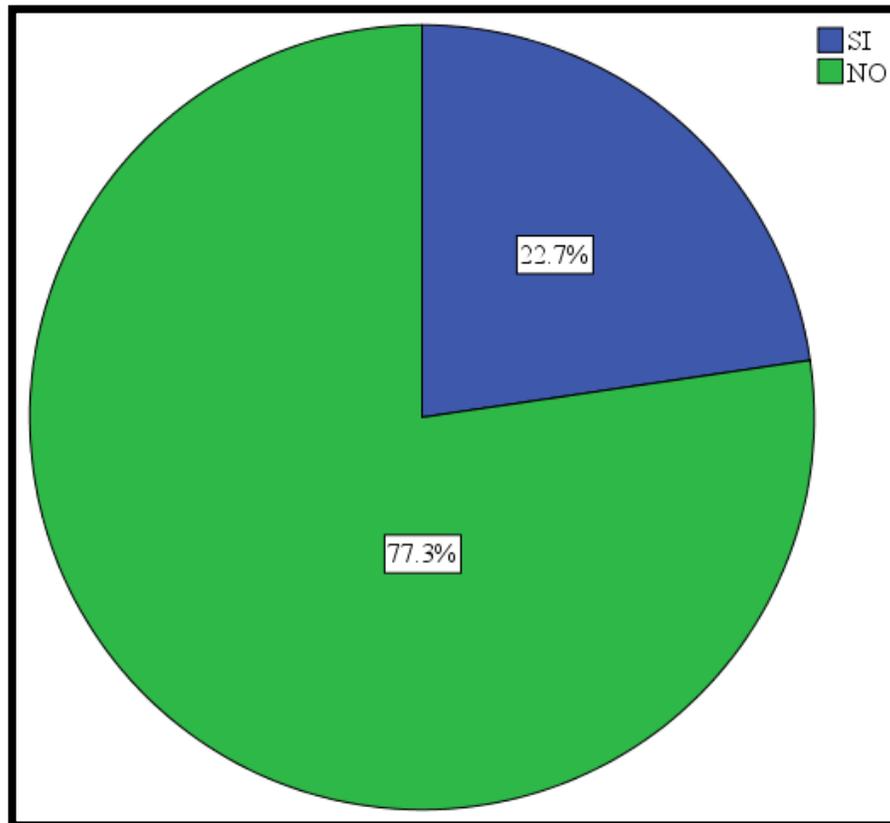


Figura 1.50 Excede el límite de carga (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

#### **Interpretación.**

Según la figura 1.50 tenemos que el 77.3% de los conductores de camiones encuestados no excede el límite de carga de sus vehículos, una de las razones más principales era el cuidado del mismo ya que es su herramienta de trabajo, mientras un 22.7% de conductores si exceden este límite.

### 3.5. Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha.

Tabla 1.129 Sabe el régimen del cambio de marcha (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	329	95.6	95.6	95.6
	NO	15	4.4	4.4	100.0
	Total	344	100.0	100.0	

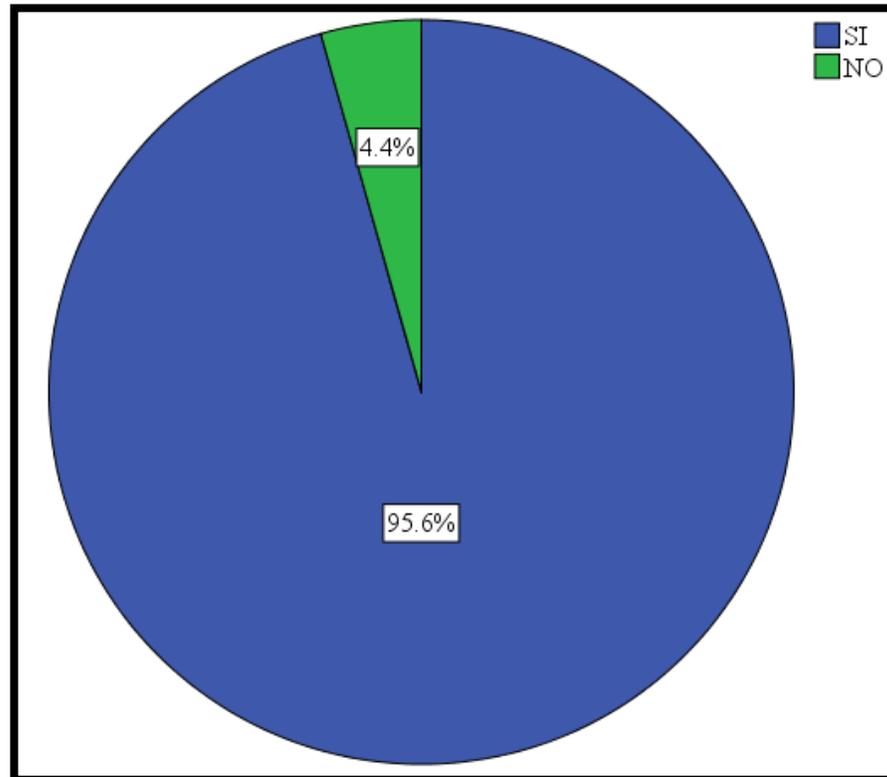


Figura 1.51 Sabe el régimen del cambio de marcha (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

En la figura 1.51 tenemos que el 95.6% de los conductores de camiones encuestados si sabe a qué régimen de revoluciones del motor debe realizarse el cambio de marcha para obtener mejor rendimiento, mientras que el 4.4% lo desconocen.

**Número de rpm en las que se realiza el cambio de marcha.**

**Tabla 1.130 Número de RPM para el cambio de marcha (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1300	5	1.5	1.5	1.5
	1500	42	12.2	12.8	14.3
	1600	10	2.9	3.0	17.3
	1700	8	2.3	2.4	19.8
	1800	36	10.5	10.9	30.7
	1900	6	1.7	1.8	32.5
	2000	91	26.5	27.7	60.2
	2200	21	6.1	6.4	66.6
	2300	30	8.7	9.1	75.7
	2400	8	2.3	2.4	78.1
	2500	47	13.7	14.3	92.4
	2600	6	1.7	1.8	94.2
	2700	2	.6	.6	94.8
	2800	9	2.6	2.7	97.6
	2900	1	.3	.3	97.9
	3000	6	1.7	1.8	99.7
	3500	1	.3	.3	100.0
		Total	329	95.6	100.0
Desaparecidos	Sistema	15	4.4		
Total		344	100.0		

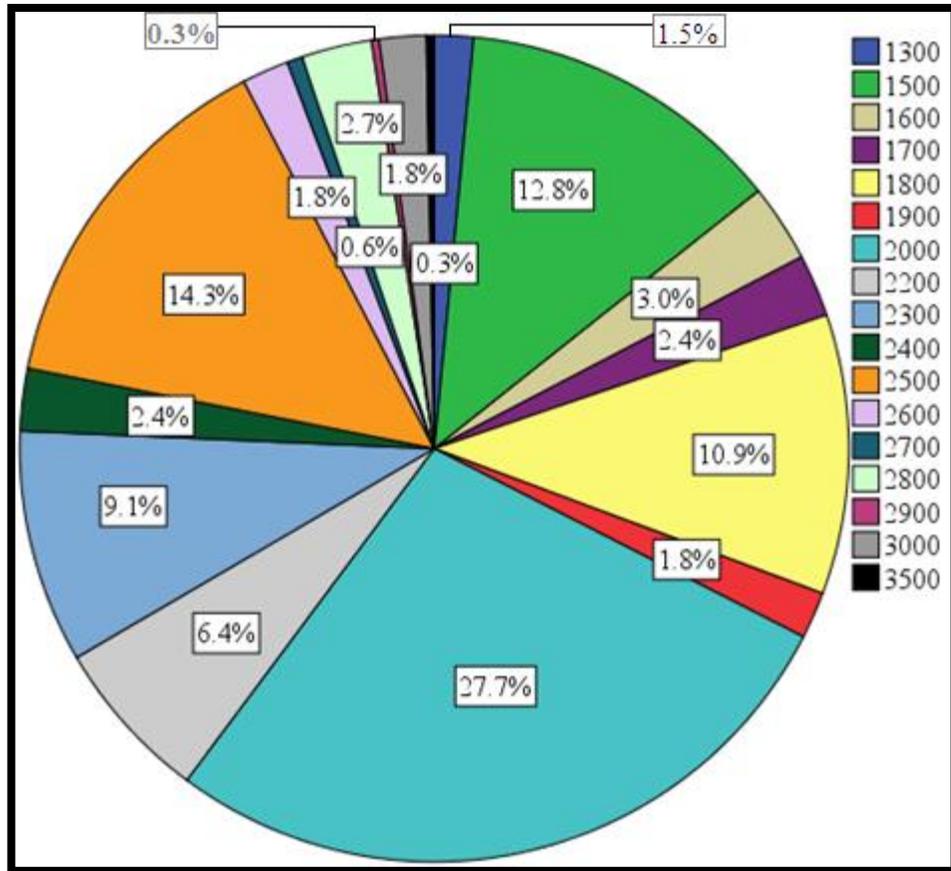


Figura 1.52 Número de RPM para el cambio de marcha (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.52 tenemos que los datos más relevantes del número de rpm se encuentra a 2000rpm con 27.7%, 2500rpm con 14.3% y 1500 rpm con 12.8% los cuales representan 54.8% del total de los conductores que respondieron a esta pregunta, mientras que el 45.2% está representado según la gráfica con los demás valores.

**3.6. Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor.**

Tabla 1.131 Sabe cuándo ocupar el freno motor (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	335	97.4	97.4	97.4
NO	9	2.6	2.6	100.0
Total	344	100.0	100.0	

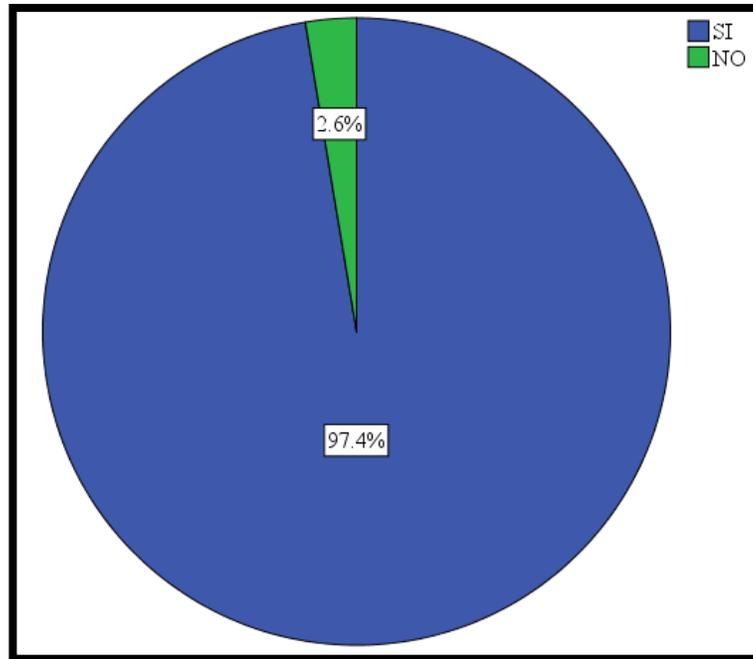


Figura 1.53 Sabe cuándo ocupar el freno motor (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.53, podemos notar que el 97.4% de los conductores de camiones si saben el momento adecuado para ocupar el freno motor, mientras que el 2.6% lo desconoce.

**Cuando se ocupa el freno motor.**

Tabla 1.132 Cuando ocupar el freno motor (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
Valido	9	2.6	2.6
Bajadas	93	27.0	27.0
Bajadas cuando llueve	8	2.3	2.3
Bajadas y con carga	8	2.3	2.3
Bajadas y con peso	26	7.6	7.6
Bajadas y curvas	37	10.8	10.8
Con bastante peso	17	4.9	4.9
Con carga	4	1.2	1.2
Cuando las revoluciones pasan de 2500 rpm	2	.6	.6
Cuando las revoluciones son altas	1	.3	.3

Cuando se baja con peso	2	.6	.6
Cuando va con peso	3	.9	.9
Cuando va muy veloz	13	3.8	3.8
Curvas	17	4.9	4.9
Curvas y con carga	2	.6	.6
Descender una pendiente	26	7.6	7.6
Esta cargado el vehículo	7	2.0	2.0
Pendientes	43	12.5	12.5
Pendientes cuando llueve	6	1.7	1.7
Pendientes y con carga	5	1.5	1.5
Pendientes y con peso	12	3.5	3.5
Pendientes y curvas	3	.9	.9
Total	344	100.0	100.0

### **Interpretación.**

Como se puede notar en la tabla 1.132, la mayoría de conductores ocupa el freno motor en bajadas, descender una pendiente, curvas y cargado. Lo que se resume en términos más técnicos al descender una pendiente y en su mayoría el vehículo cargado.

### **3.7. Sabe usted en que marcha descender una pendiente.**

Tabla 1.133 Sabe en qué marcha descender una pendiente (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	328	95.3	95.3	95.3
NO	16	4.7	4.7	100.0
Total	344	100.0	100.0	

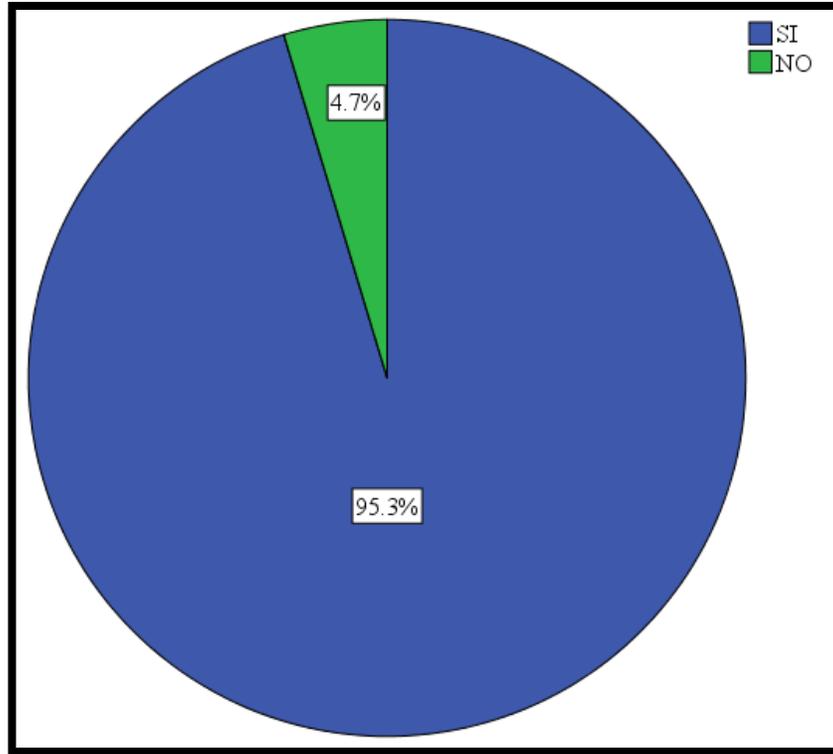


Figura 1.54 Sabe en qué marcha descender una pendiente (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.54, podemos notar que el 95.3% de los conductores de camiones si saben en qué marcha descender una pendiente, pero esto no garantiza el saber cuál sea la óptima de acuerdo a las circunstancias, mientras que el 4.7% lo desconocen.

**Cuál es la marcha con la que desciende la pendiente.**

Tabla 1.134 Marcha para descender una pendiente (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	PRIMERA	13	3.8	4.0	4.0
	SEGUNDA	79	23.0	24.1	28.0
	TERCERA	198	57.6	60.4	88.4
	CUARTA	16	4.7	4.9	93.3
	QUINTA	5	1.5	1.5	94.8
	SEXTA	1	.3	.3	95.1

	EN LA MISMA CON LA QUE SE ASCIENDE A LA PENDIENTE	16	4.7	4.9	100.0
Total		328	95.3	100.0	
Desaparecidos	Sistema	16	4.7		
Total		344	100.0		

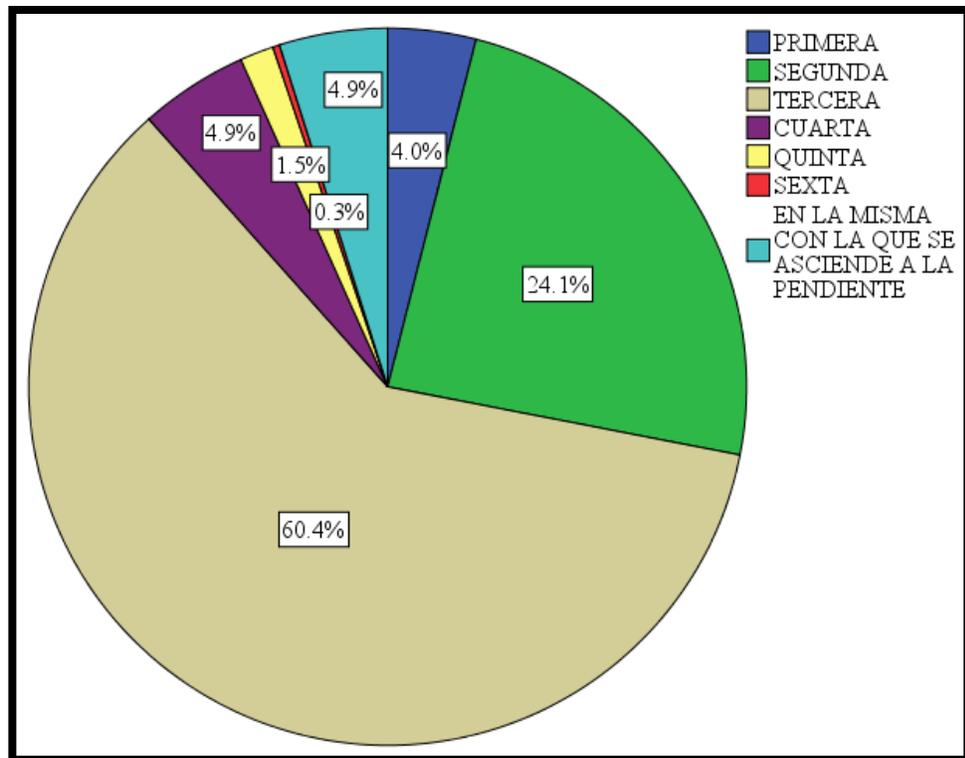


Figura 1.55 Marcha para descender una pendiente (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.55, encontramos que el mayor porcentaje de 60.4% corresponde a la marcha tercera y con 24.1% a la marcha segunda siendo estas dos marchas las de más relevancia y utilizadas por los conductores, al momento de descender por una pendiente.

### 3.8. Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce.

Tabla 1.135 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	311	90.4	90.7	90.7
	NO	32	9.3	9.3	100.0
	Total	343	99.7	100.0	
Desaparecidos	Sistema	1	.3		
Total		344	100.0		

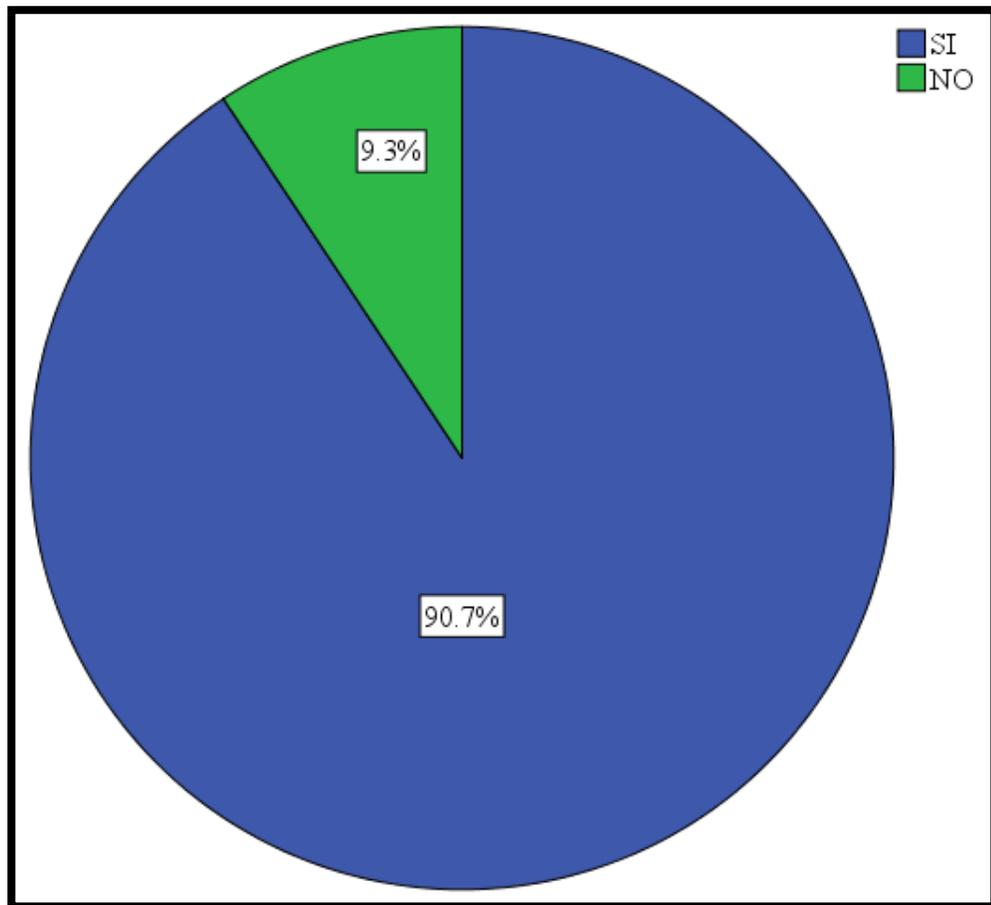


Figura 1.56 Sabe a qué distancia mantenerse de otro (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

En la figura 1.56, podemos notar que el 90.7% de los conductores de camiones que respondieron a la pregunta sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce, mientras que con el 9.3% se encuentran las personas que no conocen.

**Valor de la distancia en metros.**

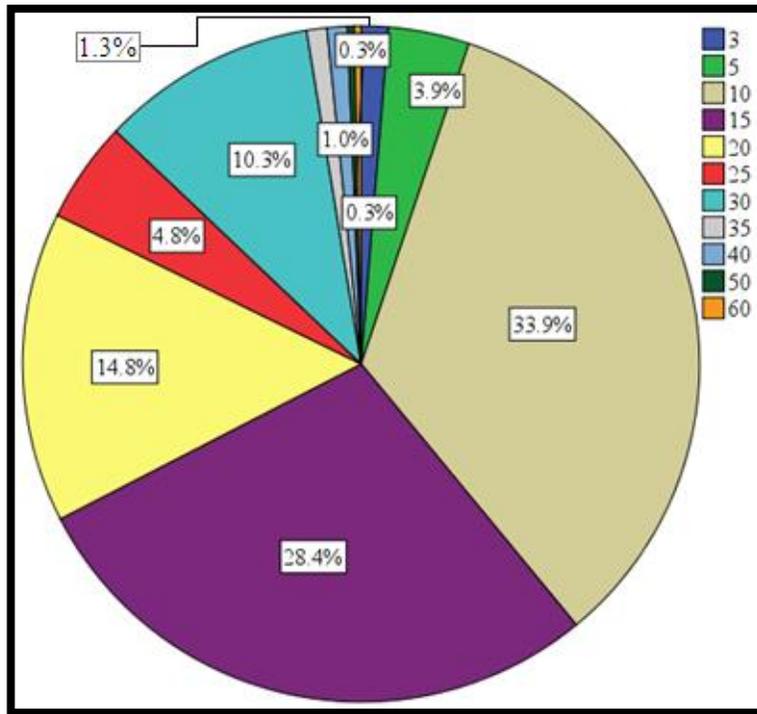


Figura 1.57 Valor de la distancia en metros (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.57, encontramos que 10, 15 y 20m con el 33.9%, 28.4% y 14.8% respectivamente, son las distancias más representativas según los conductores de camiones para mantenerse respecto a otro vehículo cuando transitan por las vías.

**4. ¿Cuándo su vehículo acude a un taller cual es el motivo más frecuente?**

**4.1.ABC de frenos.**

Tabla 1.136 ABC de frenos (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	1	.3	20.0	20.0
	3	1	.3	20.0	40.0
	8	3	.9	60.0	100.0
	Total	5	1.5	100.0	
Desaparecidos	Sistema	339	98.5		
Total		344	100.0		

Tabla 1.137 ABC de frenos (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	97	28.2	32.7	32.7
	2	141	41.0	47.5	80.1
	3	46	13.4	15.5	95.6
	4	12	3.5	4.0	99.7
	6	1	.3	.3	100.0
	Total		297	86.3	100.0
Desaparecidos	Sistema	47	13.7		
Total		344	100.0		

Tabla 1.138 ABC de frenos (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	344	100.0

### Interpretación.

Según las tablas 1.135, 1.136 y 1.138, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por ABC de frenos se efectúa en semanas y meses. En la categoría de semanas tenemos un 1.5% repartido entre 2, 3 y 8 semanas. En cuanto a la categoría de meses tenemos un total de 86.3%, el mismo que está repartido en cada 2 meses con el 47.5% y de cada 1 mes con 32.7%, los cuales son los más representativos.

Cabe recalcar que a esta pregunta no respondieron 42 conductores los cuales representan el 12.2% del total.

## 4.2. Mantenimiento de suspensión.

Tabla 1.139 Mantenimiento de suspensión (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	20	3	.9	75.0	75.0

	24	1	.3	25.0	100.0
	Total	4	1.2	100.0	
Desaparecidos	Sistema	340	98.8		
Total		344	100.0		

Tabla 1.140 Mantenimiento de suspensión (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	1	.3	.4	.4
	3	67	19.5	28.4	28.8
	4	63	18.3	26.7	55.5
	5	83	24.1	35.2	90.7
	6	20	5.8	8.5	99.2
	7	2	.6	.8	100.0
	Total	236	68.6	100.0	
Desaparecidos	Sistema	108	31.4		
Total		344	100.0		

Tabla 1.141 Mantenimiento de suspensión (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	344	100.0

### Interpretación.

Según las tablas 1.139, 1.110 y 1.141, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por mantenimiento de la suspensión es solo en meses. Los cuales representan el 69.8% del total de encuestados y se encuentran repartidos con porcentajes de 35.2% cada 5 meses, 28.4% cada 3 meses y 26.7% cada 4 meses, siendo estas categorías las de más relevancia según el porcentaje. Además aclaramos que existen valores en la categoría de semanas los cuales han sido considerados en el análisis de meses.

### 4.3. Cambio de aceites motor.

Tabla 1.142 Cambio de aceite motor (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	344	100.0

Tabla 1.143 Cambio de aceite motor (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	15	4.4	62.5	62.5
	2	9	2.6	37.5	100.0
	Total	24	7.0	100.0	
Desaparecidos	Sistema	321	93.0		
Total		344	100.0		

Tabla 1.144 Cambio de aceite motor (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	3000	5	1.5	1.6	1.6
	4000	111	32.3	34.7	36.3
	4500	5	1.5	1.6	37.8
	5000	170	49.4	53.1	90.9
	5500	2	.6	.6	91.6
	6000	16	4.7	5.0	96.6
	8000	10	2.9	3.1	99.7
	10000	1	.3	.3	100.0
	Total	320	93.0	100.0	
Desaparecidos	Sistema	24	7.0		
Total		344	100.0		

#### Interpretación.

Según las tablas 1.142, 1.143 y 1.144, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por cambio de aceite motor se efectúa en meses y kilometraje. Para la representación en meses tenemos que esta

actividad se realiza cada 1 y 2 meses, con un porcentaje del total de encuestados de 7% del cual el 62.5% corresponde a cada 1 meses siendo el de mayor relevancia. Por otra parte tenemos el 93% de total, para los que ejecutan esta actividad a través del kilometraje, teniendo mayor porcentaje en esta categoría 5000 y 4000 Km de recorrido con 53.1% y 34.7%, respectivamente

#### 4.4. Cambio de aceites caja.

Tabla 1.145 Cambio de aceite caja (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	344	100.0

Tabla 1.146 Cambio de aceite caja (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	3	70	20.3	56.0	56.0
	4	47	13.7	37.6	93.6
	5	3	.9	2.4	96.0
	6	1	.3	.8	96.8
	7	2	.6	1.6	98.4
	12	2	.6	1.6	100.0
Total		125	36.3	100.0	
Desaparecidos	Sistema	219	63.7		
Total		344	100.0		

Tabla 1.147 Cambio de aceite caja (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	4000	10	2.9	5.4	5.4
	5000	12	3.5	6.5	12.0
	6000	15	4.4	8.2	20.1
	7000	17	4.9	9.2	29.3
	8000	8	2.3	4.3	33.7

	9000	14	4.1	7.6	41.3
	10000	31	9.0	16.8	58.2
	12000	3	.9	1.6	59.8
	13000	3	.9	1.6	61.4
	14000	10	2.9	5.4	66.8
	15000	16	4.7	8.7	75.5
	16000	9	2.6	4.9	80.4
	20000	28	8.1	15.2	95.7
	22000	1	.3	.5	96.2
	40000	7	2.0	3.8	100.0
	Total	184	53.5	100.0	
Desaparecidos	Sistema	160	46.5		
Total		344	100.0		

### Interpretación.

Según las tablas 1.145, 1.146 y 1.147, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por cambio de aceite caja se efectúa en meses y kilometraje. Para la representación en meses tenemos que esta actividad se realiza cada 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 12 meses, con un porcentaje del total de encuestados de 36.3% del cual el 56% corresponde a cada 3 meses siendo el de mayor relevancia. Por otra parte tenemos que para el kilometraje esta actividad se realiza con mayor frecuencia cada 7000, 10000, 15000 y 20000 Km de recorrido, con un porcentaje del total de encuestados de 53.5%, teniendo mayor porcentaje 10000 y 20000 Km con 16.8% y 15.2% respectivamente.

### 4.5. Cambio de neumáticos.

Tabla 1.148 Cambio de neumáticos (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	344	100.0

Tabla 1.149 Cambio de neumáticos (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	3	1	.3	.5	.5
	4	2	.6	1.0	1.4
	5	27	7.8	12.9	14.4
	6	63	18.3	30.1	44.5
	7	52	15.1	24.9	69.4
	8	3	.9	1.4	70.8
	10	2	.6	1.0	71.8
	12	59	17.2	28.2	100.0
	Total	209	60.8	100.0	
	Desaparecidos Sistema	135	39.2		
Total	344	100.0			

Tabla 1.150 Cambio de neumáticos (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	30000	1	.3	.9	.9
	32000	12	3.5	10.5	11.4
	33000	1	.3	.9	12.3
	34000	4	1.2	3.5	15.8
	35000	11	3.2	9.6	25.4
	36000	22	6.4	19.3	44.7
	37000	9	2.6	7.9	52.6
	38000	6	1.7	5.3	57.9
	39000	8	2.3	7.0	64.9
	40000	9	2.6	7.9	72.8
	41000	3	.9	2.6	75.4
	42000	11	3.2	9.6	85.1
	43000	7	2.0	6.1	91.2
	44000	5	1.5	4.4	95.6
	45000	4	1.2	3.5	99.1
	55000	1	.3	.9	100.0

	Total	114	33.1	100.0
Desaparecidos	Sistema	230	66.9	
Total		344	100.0	

### Interpretación.

Según las tablas 1.148, 1.149 y 1.150, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por cambio de neumáticos se efectúa en meses y kilometraje. Para la representación en meses tenemos que esta actividad se realiza cada 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 y 12 meses, con un porcentaje del total de encuestados de 60.8% del cual los más representativos son cada 6 y 12 meses con 30.1% y 28.2% respectivamente. Por otra parte tenemos que para el kilometraje esta actividad se realiza con mayor frecuencia cada 32000, 35000, 36000 y 42000 Km de recorrido, con un porcentaje del total de encuestados de 33.1%, teniendo mayor porcentaje 36000 Km con 19.3%.

### 4.6. Ajuste de carrocería.

Tabla 1.151 Ajuste de carrocería (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	344	100.0

Tabla 1.152 Ajuste de carrocería (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	12	3.5	16.7
	2	10	2.9	30.6
	3	17	4.9	54.2
	4	7	2.0	63.9
	6	4	1.2	69.4
	8	1	.3	70.8
	9	1	.3	72.2
	10	11	3.2	87.5
	11	1	.3	88.9

	12	8	2.3	11.1	100.0
	Total	72	20.9	100.0	
Desaparecidos	Sistema	272	79.1		
Total		344	100.0		

Tabla 1.153 Ajuste de carrocería (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	38000	1	.3	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	343	99.7		
Total		344	100.0		

### Interpretación.

Según las tablas 1.151, 1.152 y 1.153, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por ajuste de carrocería se efectúa en meses y kilometraje. Para la representación en meses tenemos que esta actividad se realiza cada 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 y 12 meses, con un porcentaje del total de encuestados de 20.9% del cual los más representativos son cada 1, 3 y 10 meses con 16.7%, 23.6% y 15.3% respectivamente. Por otra parte tenemos que para el kilometraje esta actividad se realiza cada 38000km de recorrido con un 0.3% del total de encuestados.

### 4.7. Reparación motor.

Tabla 1.154 Reparación motor (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	344	100.0

Tabla 1.155 Reparación motor (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	6	1	.3	3.3	3.3
	24	1	.3	3.3	6.7

	36	17	4.9	56.7	63.3
	48	11	3.2	36.7	100.0
	Total	30	8.7	100.0	
Desaparecidos	Sistema	314	91.3		
Total		344	100.0		

Tabla 1.156 Reparación motor (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	344	100.0

### Interpretación.

Según las tablas 1.154, 1.155 y 1.156, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por reparación de motor es solo en meses. Por tanto esta actividad representa el 8.7% del total de encuestados y se realiza principalmente cada 36 y 48 meses con porcentajes de 56.7% y 36.7% respectivamente.

### 4.8. Reparación frenos.

Tabla 1.157 Reparación frenos (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	344	100.0

Tabla 1.158 Reparación frenos (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	3	11	3.2	12.4	12.4
	4	9	2.6	10.1	22.5
	5	2	.6	2.2	24.7
	6	65	18.9	73.0	97.8
	8	2	.6	2.2	100.0
	Total	89	25.9	100.0	
Desaparecidos	Sistema	255	74.1		
Total		344	100.0		

Tabla 1.159 Reparación frenos (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	344	100.0

**Interpretación.**

Según las tablas 1.157, 1.158 y 1.159, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por reparación de frenos es solo en meses. Por tanto esta actividad representa el 25.9% del total de encuestados y se realiza principalmente cada 3 y 6 meses con porcentajes de 12.4% y 73% respectivamente.

**4.9. Reparación caja.**

Tabla 1.160 Reparación caja (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	344	100.0

Tabla 1.161 Reparación caja (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	12	3	.9	7.5
	24	24	7.0	67.5
	36	9	2.6	90.0
	48	3	.9	97.5
	60	1	.3	100.0
Total	40	11.6	100.0	
Desaparecidos Sistema	304	88.4		
Total	344	100.0		

Tabla 1.162 Reparación caja (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	344	100.0

**Interpretación.**

Según las tablas 1.60, 1.161 y 1.162, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por reparación de caja es solo en meses. Por tanto esta actividad representa el 11.6% del total de encuestados y se realiza principalmente cada 24 meses con porcentaje del 60%.

**4.10. Reparación suspensión.**

Tabla 1.163 Reparación suspensión (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	344	100.0

Tabla 1.164 Reparación suspensión (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	4	1	.3	3.1	3.1
	6	7	2.0	21.9	25.0
	8	3	.9	9.4	34.4
	12	20	5.8	62.5	96.9
	18	1	.3	3.1	100.0
	Total	32	9.3	100.0	
Desaparecidos	Sistema	312	90.7		
Total		344	100.0		

Tabla 1.165 Reparación suspensión (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	344	100.0

**Interpretación.**

Según las tablas 1.163, 1.164 y 1.165, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por reparación de suspensión es solo en meses. Por tanto esta actividad representa el 9.3% del total de encuestados

y se realiza principalmente cada 6 y 12 meses con porcentajes de 21.9% y 62.5% respectivamente.

#### 4.11. Engrase

Tabla 1.166 Engrase (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	6	1.7	37.5	37.5
	3	7	2.0	43.8	81.3
	8	3	.9	18.8	100.0
	Total	16	4.7	100.0	
Desaparecidos	Sistema	328	95.3		
Total		344	100.0		

Tabla 1.167 Engrase (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	72	20.9	30.4	30.4
	2	97	28.2	40.9	71.3
	3	66	19.2	27.8	99.2
	5	1	.3	.4	99.6
	8	1	.3	.4	100.0
	Total	237	68.9	100.0	
Desaparecidos	Sistema	107	31.1		
Total		344	100.0		

Tabla 1.168 Engrase (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	344	100.0

#### Interpretación.

Según las tablas 1.166, 1.167 y 1.168, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por engrase se efectúa en

semanas y meses. Para la representación en semanas tenemos que esta actividad se realiza cada 2, 3 y 8, con un porcentaje del total de encuestados de 4.7% del cual los más representativos son cada 2 y 3 semanas con 37.5%, y 43.8% respectivamente. Por otra parte tenemos que para los meses esta actividad se realiza con mayor frecuencia cada 1, 2, 3, 5 y 8 meses, con un porcentaje del total de encuestados de 68.9%, teniendo con mayor porcentajes a 1 y 2 meses con 30.4% y 40.9% respectivamente.

**5. ¿Cuándo se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende?**

**Tabla 1.169 averías en los vehículos (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES**

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Averías Producidas	INSUFICIENTE MANTENIMIENTO	130	19.6%
	IMPERICIA DEL CONDUCTOR	147	22.2%
	MAL ESTADO DE LAS VIAS	235	35.4%
	CONDICIONES CLIMATOLOGICAS	108	16.3%
	GEOMORFOLOGIA DE LA PROVINCIA	43	6.5%
Total		663	100.0%

**Interpretación.**

En la tabla 1.169, tenemos que la principal causa para que se produzcan averías en los vehículos es el mal estado de las vías con 35.4%, seguido de la impericia del conductor con 22.2% y con el 19.6 % insuficiente mantenimiento siendo estas tres causas las más relevantes.

**6. ¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito?**

**Tabla 1.170 Registro de accidentes de tránsito (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	66	19.2	19.2	19.2
NO	278	80.8	80.8	100.0
Total	344	100.0	100.0	

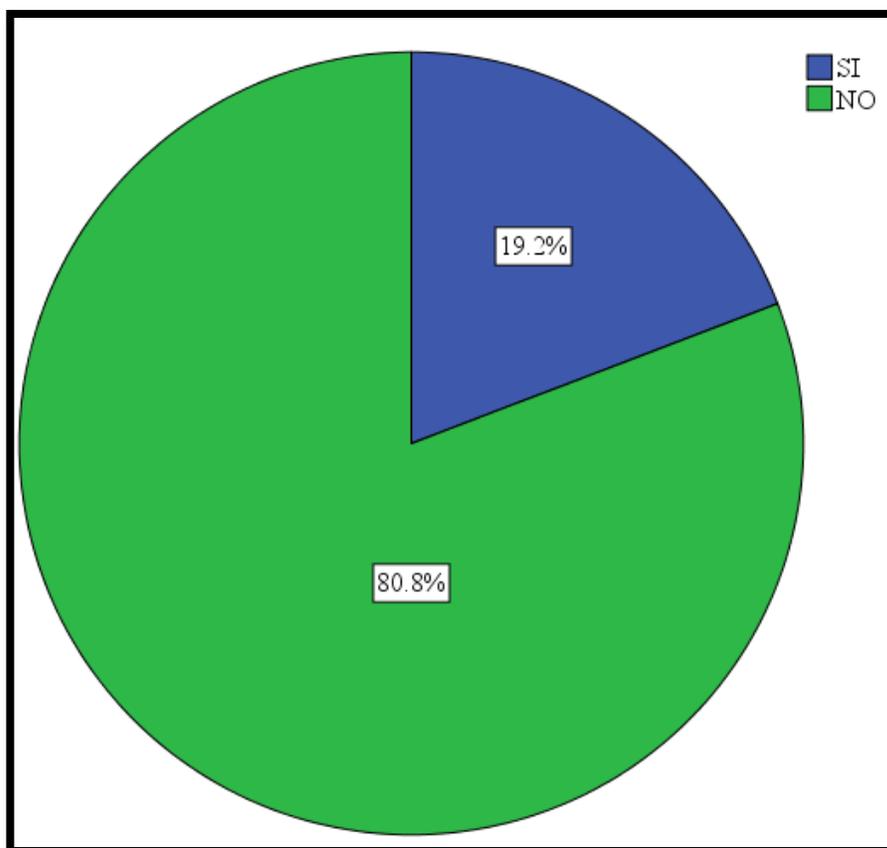


Figura 1.58 Registro de accidentes de tránsito (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En la figura 1.58, encontramos que el 80.8% de los conductores encuestados de camiones no han sufrido accidentes, mientras que el 19.2% si registran accidentes de tránsito.

### 7. ¿Cuántos accidentes ha tenido?

Tabla 1.171 Número de accidentes de tránsito (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	54	15.7	81.8	81.8
	2	11	3.2	16.7	98.5
	3	1	.3	1.5	100.0
	Total	66	19.2	100.0	
Desparecidos	Sistema	278	80.8		
Total		344	100.0		

**Interpretación.**

En la tabla 1.171, tenemos que los conductores encuestados registran sesenta y seis accidentes de tránsito los cuales representan el 19.2% del total de encuestados. Además un dato importante es el mayor porcentaje de 81.8% corresponde a la categoría de 1 accidente de tránsito.

**8. ¿Cuáles han sido las causas para registrar accidentes de tránsito?**

Tabla 1.172 Causas para registrar accidentes de (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Causas para Accidentes	FALLA DEL SISTEMA DE SUSPENSION	6	4.2%
	FALLA DEL SISTEMA DE FRENOS	39	27.1%
	FALLA DEL SISTEMA DE TRANSMISION	13	9.0%
	MAL ESTADO DE NEUMATICOS	24	16.7%
	MAL ESTADO DE CARROCERIA	2	1.4%
	MAL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR	5	3.5%
	PROBLEMAS POR FALLAS GEOLOGICAS	13	9.0%
	IMPERICIA DEL CONDUCTOR	6	4.2%
	INTENSIDAD DE TRAFICO	5	3.5%
	CONDICIONES CLIMATOLOGICAS	20	13.9%
	PROBLEMAS PSICOFISICOS	11	7.6%
Total		144	100.0%

**Interpretación.**

Según la tabla 1.172, las principales causas para registrar accidentes de tránsito son falla en el sistema de frenos con 27.1%, mal estado de los neumáticos con 16.7% y condiciones climatológicas con el 13.9%, mientras que el 42.3% restante está repartido en las demás causas detalladas en la tabla.

**9. ¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce?**

Tabla 1.173 Horas diarias de conducción (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	DE 5 A 10 HORAS	334	97.1	97.1	97.1
	DE 10 A 15 HORAS	10	2.9	2.9	100.0
	Total	344	100.0	100.0	

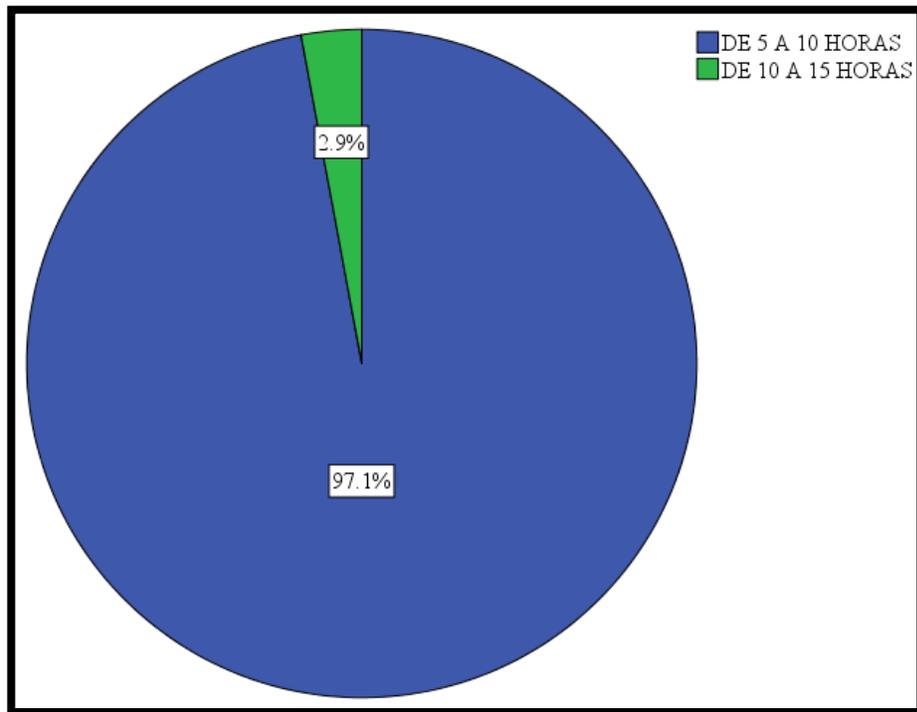


Figura 1.59 Horas diarias de conducción (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.59, notamos que el mayor porcentaje de horas de conducción se encuentra de 5 A 10 HORAS con 97.1%, mientras que el 2.9% corresponde a 10 A 15 HORAS.

**10. ¿Sabe usted que es un manual de conducción?**

Tabla 1.174 Sabe los que es un manual de conducción (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	137	39.8	39.8	39.8
	NO	207	60.2	60.2	100.0
	Total	344	100.0	100.0	

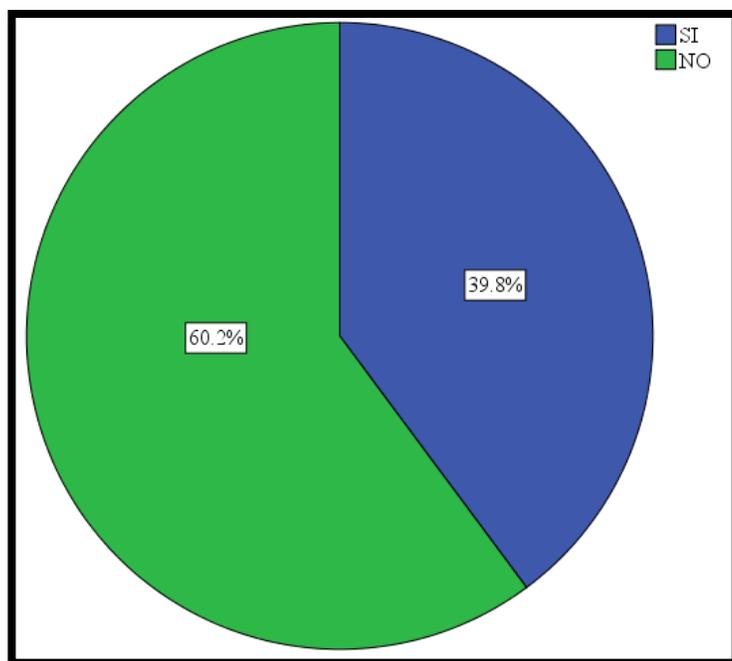


Figura 1.60 Sabe los que es un manual de conducción (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Según la figura 1.60, tenemos que el 60.2% si sabe lo que es un manual de conducción, mientras que el 39.8% desconocen este tipo de información.

**11. ¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados?**

Tabla 1.175 Exista manual de conducción (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	137	39.8	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	207	60.2		
Total		344	100.0		

**Porque.**

Tabla 1.176 Porque debería existir una manual de conducción (CAMIONES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
Valido		207	60.2	60.2
	Aprender a conducir mejor	13	3.8	3.8

Aprovechar mejor el rendimiento del vehículo	3	.9	.9
Conozcan el correcto funcionamiento del vehículo	2	.6	.6
Diferenciar la conducción de este tipo de vehículo	4	1.2	1.2
Diferenciar la conducción de un vehículo pesado con un liviano	2	.6	.6
Hayan más profesionales que apliquen conocimientos técnicos	1	.3	.3
Menos accidentes y menos daños mecánicos	1	.3	.3
No dañen su vehículo	5	1.5	1.5
Para cuidar el motor y saber cómo conducir	1	.3	.3
Para evitar accidentes	39	11.3	11.3
Para mejorar la forma de conducir	16	4.7	4.7
Para no cometer errores	3	.9	.9
Para obtener mejores conocimientos	17	4.9	4.9
Para que conduzcan con más precaución	1	.3	.3
Para que no se produzcan averías en los vehículos	1	.3	.3
Respetar las señales de tránsito	7	2.0	2.0
Saber que mantenimiento darle al vehículo	18	5.2	5.2
Sepan que hacer en situaciones peligrosas	3	.9	.9
Total	344	100.0	100.0

### **Interpretación.**

Según la tabla 1.175, tenemos que el 39.8% de los conductores encuestados si consideran que debería existir en las escuelas de capacitación un manual de conducción. Los cuales según la tabla 1.176, piensan que con la existencia de este, obtendrán algunas características como: evitar accidentes de tránsito y saber que mantenimiento darle al vehículo con el 11.3% y 5.2% respectivamente, mejorar el aprendizaje y tener mayor conocimiento de la conducción con el 4.7% y 4.9% respectivamente, siendo estas cuatro características las que más sobresalen.

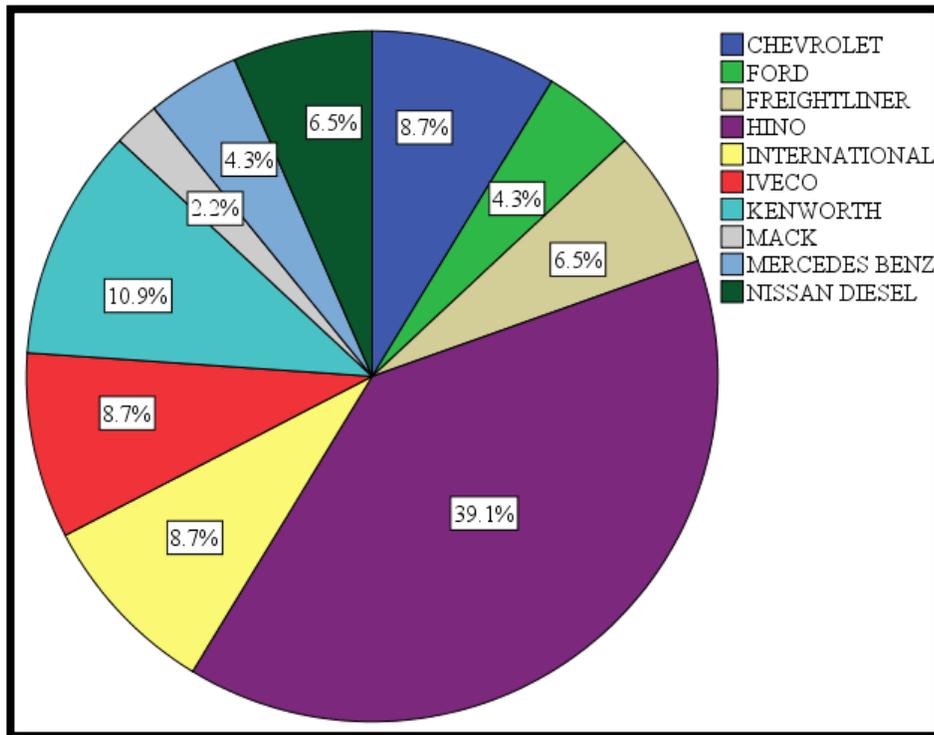
**1.5.1.4. TANQUEROS.**

**1. ¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee?**

**1.1. ¿Cuál es la marca de su vehículo?**

**Tabla 1.177 Cual es la marca de su vehículo (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido CHEVROLET	4	8.7	8.7	8.7
FORD	2	4.3	4.3	13.0
FREIGHTLINER	3	6.5	6.5	19.6
HINO	18	39.1	39.1	58.7
INTERNATIONAL	4	8.7	8.7	67.4
IVECO	4	8.7	8.7	76.1
KENWORTH	5	10.9	10.9	87.0
MACK	1	2.2	2.2	89.1
MERCEDES BENZ	2	4.3	4.3	93.5
NISSAN DIESEL	3	6.5	6.5	100.0
Total	46	100.0	100.0	



**Figura 1.61 Cual es la marca de su vehículo (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES**

### Interpretación.

En base a la figura 1.61, tenemos que de los 46 conductores de tanqueros encuestados de la Provincia de Loja, el 39.1% corresponden a la marca Hino, el 10.9% corresponden a la marca Kenworth, el 8.7% corresponden a las marcas International, Iveco, Chevrolet, el 6.5% corresponde a las marca Freightliner y Nissan Diesel, seguido por el 4.3% correspondiente a las marcas Ford y Mercedes Benz, y finalmente la marca menos usada Mack con el 2.2%.

### 1.2. ¿Cuál es el modelo de su vehículo?

Tabla 1.178 Cual es el modelo de su vehículo (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 170 E22	4	8.7	8.7	8.7
9200	4	8.7	8.7	17.4
ACTROS	2	4.3	4.3	21.7
3353				
CARGO	2	4.3	4.3	26.1
1721				
CH 613	1	2.2	2.2	28.3
CL 120	3	6.5	6.5	34.8
FC4JJUA	2	4.3	4.3	39.1
FC9JISA	3	6.5	6.5	45.7
FM1JRUA	5	10.9	10.9	56.5
FS1ELVD	1	2.2	2.2	58.7
FTR 32M	4	8.7	8.7	67.4
GD8JLSA	2	4.3	4.3	71.7
GH1JMUA	2	4.3	4.3	76.1
GH8JMSA	3	6.5	6.5	82.6
PKC 212	3	6.5	6.5	89.1
T460	2	4.3	4.3	93.5
T800	3	6.5	6.5	100.0
Total	46	100.0	100.0	

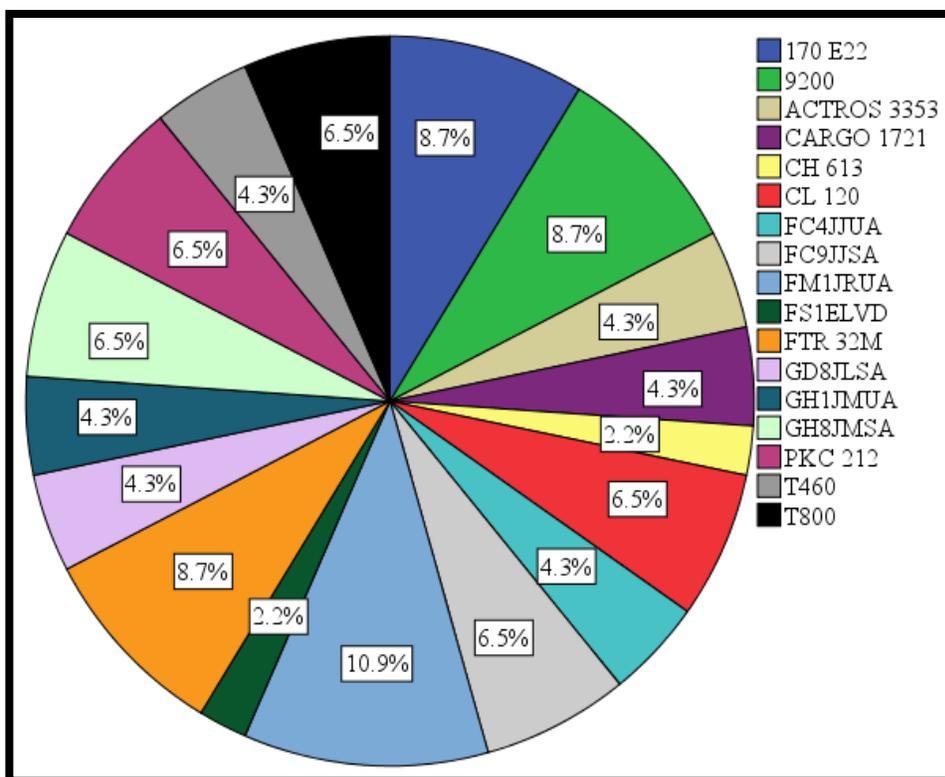


Figura 1.62 Cual es el modelo de su vehículo (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En la figura 1.62, que tenemos que se usa el modelo FM1JRUA en un 10.9%, los modelos FTRR 32M,170 E22,920 en un 8.7%,seguido por los modelos GH8JMSA,CL 120,FC9JISA,PKC 212,T800 con un 6.5%, seguido muy de cerca por los modelos ACTROS 3353,CARGO 1721,FC4JJUA,GD8JLSA,GH1JMUA, T460 con el 4.3% y finalmente los modelos CH 613, FS1ELVD con el 2.2%.

### 1.3. Año de fabricación de su vehículo.

Tabla 1.179 años de fabricación de su vehículo (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Cumulativo
Valido	2003	1	2.2	2.2	2.2
	2005	2	4.3	4.3	6.5
	2006	1	2.2	2.2	8.7
	2007	1	2.2	2.2	10.9
	2008	9	19.6	19.6	30.4
	2009	4	8.7	8.7	39.1

2010	6	13.0	13.0	52.2
2011	7	15.2	15.2	67.4
2012	15	32.6	32.6	100.0
Total	46	100.0	100.0	

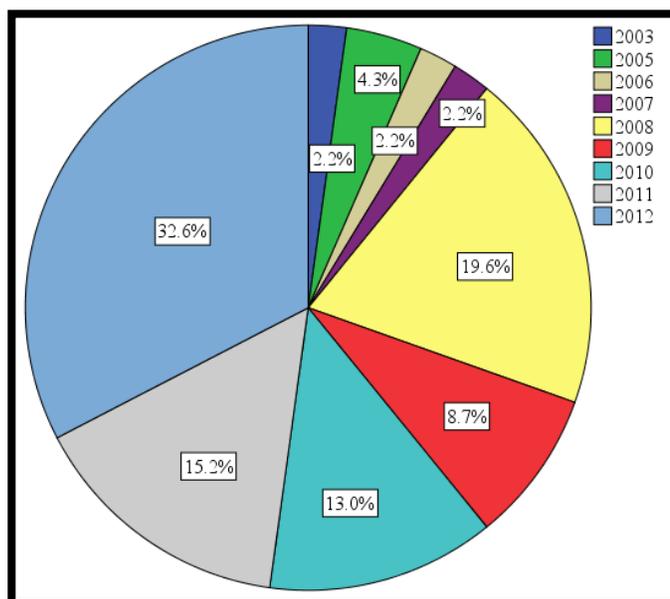


Figura 1.63 año de fabricación de su vehículo (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En cuanto al año de fabricación según la figura 1.63, tenemos que el 32.6% corresponden al año 2012, seguido de cerca con el 19.6% correspondiente al año 2008, seguido muy de cerca por el 15.2% que corresponde al año 2011, además existen otros porcentajes como el 13% correspondiente al año 2010, el 4.3% que corresponde al año 2005 y finalmente el 2.2% que corresponde a los años 2003, 2006 y 2007.

### 1.4. ¿Cuál es la capacidad de carga de su vehículo?

Tabla 1.180 Capacidad de carga de su vehículo (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 2000	8	17.4	17.4	17.4
3000	2	4.3	4.3	21.7
4000	15	32.6	32.6	54.3

6000	11	23.9	23.9	78.3
10000	10	21.7	21.7	100.0
Total	46	100.0	100.0	

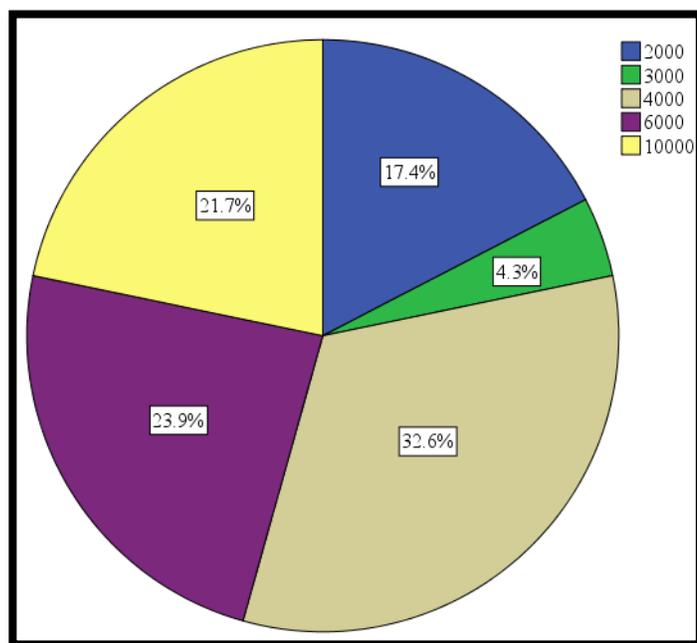


Figura 1.64 Capacidad de carga de su vehículo (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

Según la figura 1.64, tenemos que el 32.6% representa a tanqueros con capacidad de carga de 4000 galones, seguido por el 23.9% que representa a 6000 galones, el 21.7% que representa a 10000 galones, el 17.4% representa a tanqueros con capacidad de carga de 2000 galones y finalmente el 4.3% que representa a 3000 galones.

2. **¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana.**

Tabla 1.181 Rutas viales de la provincia (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

	Respuestas	
	N	Porcentaje
Vías de la Provincia RIO PUYANGO-ALAMOR	4	1.9%
Y DE ALAMOR-PINDAL	3	1.4%
PINDAL-ZAPOTILLO	1	.5%
ZAPOTILLO-ALAMOR	5	2.4%

LIMITE PROVINCIAL AZUAY/LOJA (ONA-SARAGURO)	2	1.0%
SARAGURO-SAN LUCAS	3	1.4%
SAN LUCAS-LOJA	2	1.0%
LOJA-CATAMAYO	7	3.3%
CATAMAYO-PUENTE GUAYABAL	19	9.0%
PUENTE GUAYABAL-SAN PEDRO LA BENDITA	19	9.0%
SAN PEDRO LA BENDITA-VELACRUZ	19	9.0%
VELACRUZ-CATACOCOA	15	7.1%
CATCOCHA-EL EMPALME	16	7.6%
EL EMPALME-MACARA-PTE INTERNACIONAL	5	2.4%
VELACRUZ-CHAGUARPAMBA	12	5.7%
CHAGUARPAMBA-RIO PINDO (LTE.LOJA/ORO)	12	5.7%
EL EMPALME-CELICA	11	5.2%
CELICA-ALAMOR	11	5.2%
CATAMAYO-GONZANAMA	13	6.2%
GONZANAMA-CARIAMANGA	12	5.7%
CARIAMANGA-SOZORANGA	8	3.8%
SOZORANGA-MACARA	5	2.4%
LOJA-VILCABAMBA	1	.5%
VILCABAMBA-YANGANA	1	.5%
YANGANA-SABANILLA (LTE. LOJA/ZAMORA)	1	.5%
GONZANAMA-QUILANGA	1	.5%
CARIAMANGA-AMALUZA	2	1.0%
<b>Total</b>	<b>210</b>	<b>100.0%</b>

### Otra Ruta Especifica.

Tabla 1.182 Otra ruta especifica (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	43	93.5	93.5	93.5
LOJA-ZAMORA	3	6.5	6.5	100.0
Total	46	100.0	100.0	

**Interpretación.**

Según la tabla 1.181 y 1.182, tenemos que al sumar los mayores porcentajes nos dan un 75.4% el cual se encuentra repartido entre las rutas viales Catamayo-Puente Guayabal, Puente Guayabal-San Pedro La Bendita, San Pedro La Bendita-Velacruz, Velacruz-Catacocha, Catacocha-El Empalme, Velacruz-Chaguarpamba, Chaguarpamba-Rio Pindo (Lte.Loja/Oro), El Empalme-Célica, Célica-Alamor, Catamayo-Gonzanamá, Gonzanamá-Cariamanga. El otro 24.6% se encuentra representado en las demás rutas viales de la provincia.

Además entre las rutas viales que no se encuentran en la lista y que también es transitada con un 6.5% es el tramo Loja-Zamora.

**3. A su criterio durante la conducción en las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones.**

**3.1. Conoce y respeta las señales de tránsito.**

Tabla 1.183 Conoce y respeta las señales de tránsito (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	46	100.0	100.0	100.0

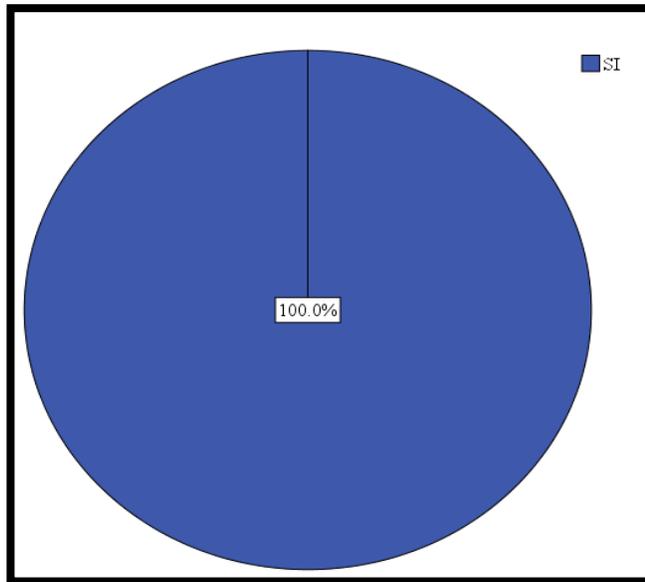


Figura 1.65 Conoce y respeta las señales de tránsito (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Según la figura 1.65, tenemos que 100% de los conductores de tanqueros conocen y respetan las señales de tránsito.

**3.2. Esfuerza el sistema de frenado.**

Tabla 1.184 Esfuerzo el sistema de frenado (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	16	34.8	34.8	34.8
NO	30	65.2	65.2	100.0
Total	46	100.0	100.0	

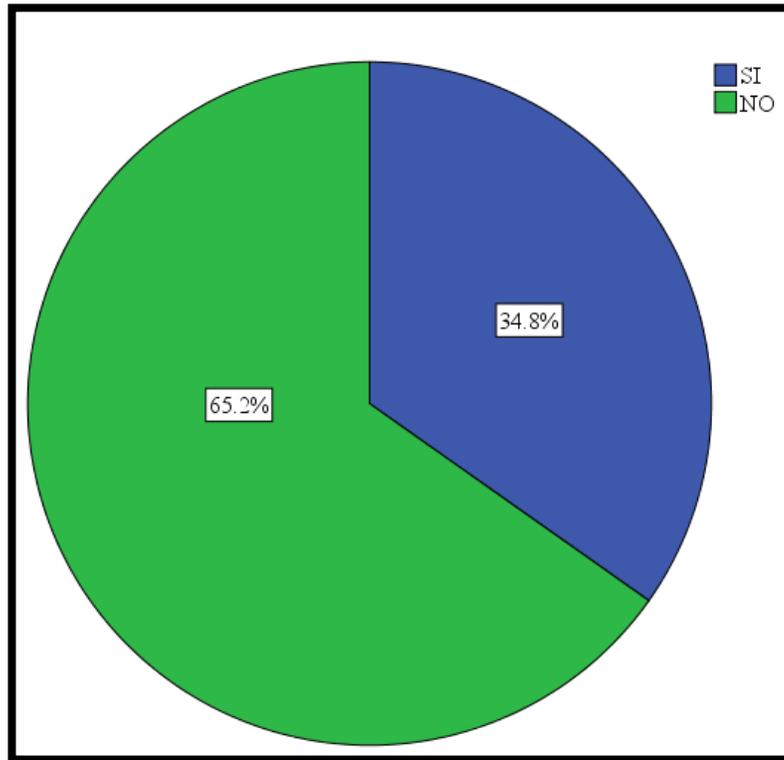


Figura 1.66 Esfuerzo el sistema de frenado (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

De acuerdo a los resultados de la figura 1.66 se tiene que el 34.8% si esfuerza el sistema de frenado y el 65.2% no lo hace.

### 3.3. Esfuerzo el sistema de transmisión.

Tabla 1.185 Esfuerzo el sistema de transmisión (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulativo	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	16	34.8	34.8	34.8
	NO	30	65.2	65.2	100.0
	Total	46	100.0	100.0	

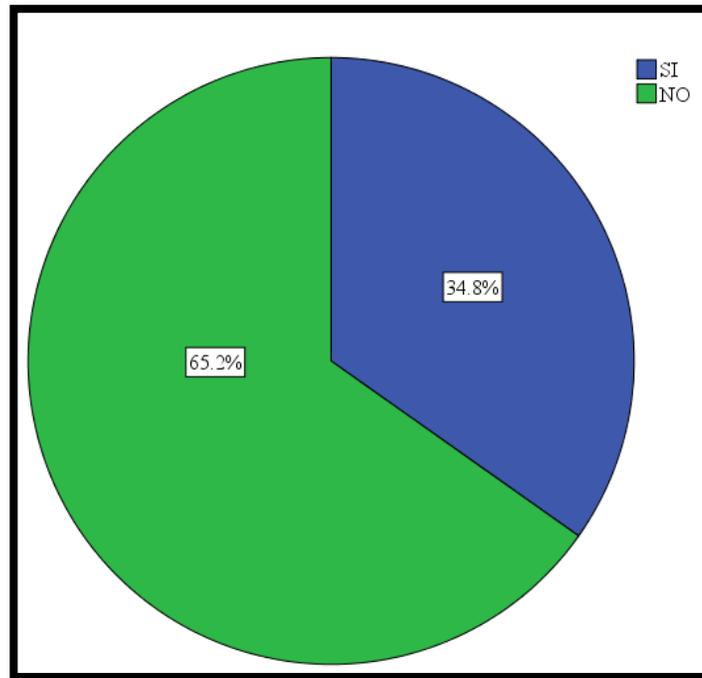


Figura 1.67 Esfuerzo el sistema de transmisión (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

De acuerdo a los resultados de la figura 1.67, se tiene que el 65.2% no esfuerza el sistema de frenado y el otro 34.8% si lo hace.

### 3.4. Excede el límite de carga.

Tabla 1.186 Excede el límite de carga (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	NO	46	100.0	100.0	100.0

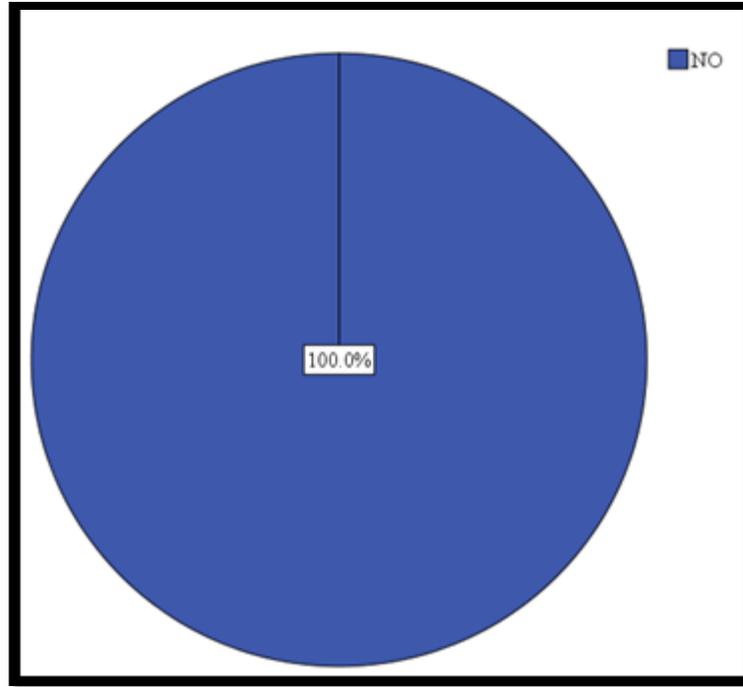


Figura 1.68 Excede el límite de carga (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

De acuerdo a los resultados de la figura 1.68, se tiene que el 100% de los conductores de tanqueros no exceden el límite de carga

**3.5. Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha.**

Tabla 1.187 Sabe el régimen del cambio de marcha (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	45	97.8	97.8	97.8
NO	1	2.2	2.2	100.0
Total	46	100.0	100.0	

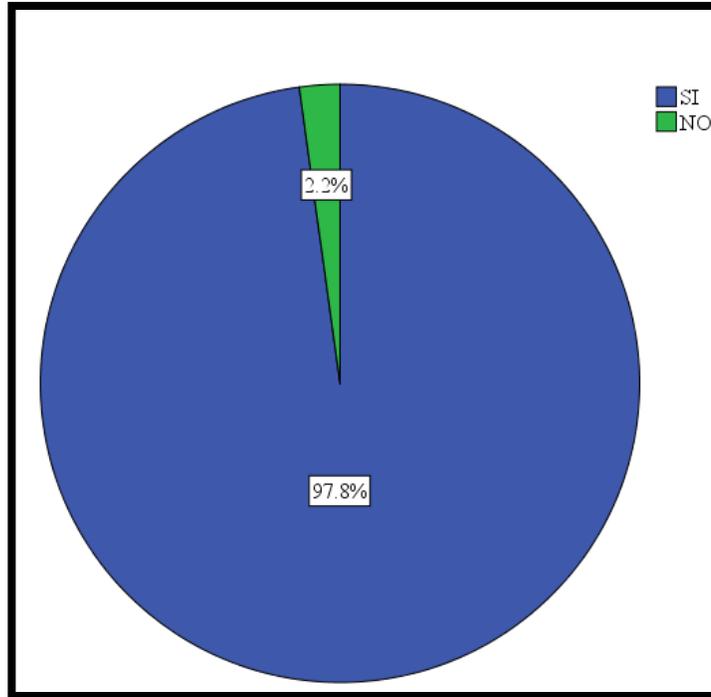


Figura 1.69 Sabe el régimen del cambio de marcha (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En base a los resultados de la figura 1.69, se tiene que el 97.8% sabe en qué régimen de revoluciones debe realizar el cambio de marcha, quedando tan solo un 2.2% que desconoce de esta acción.

### Número de rpm en las que se realiza el cambio de marcha.

Tabla 1.188 Número de RPM para el cambio de marcha (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1500	7	15.2	15.9	15.9
	1600	1	2.2	2.3	18.2
	1700	3	6.5	6.8	25.0
	1800	16	34.8	36.4	61.4
	2000	16	34.8	36.4	97.7
	2500	1	2.2	2.3	100.0
	Total	44	95.7	100.0	
Desaparecidos	Sistema	2	4.3		
Total		46	100.0		

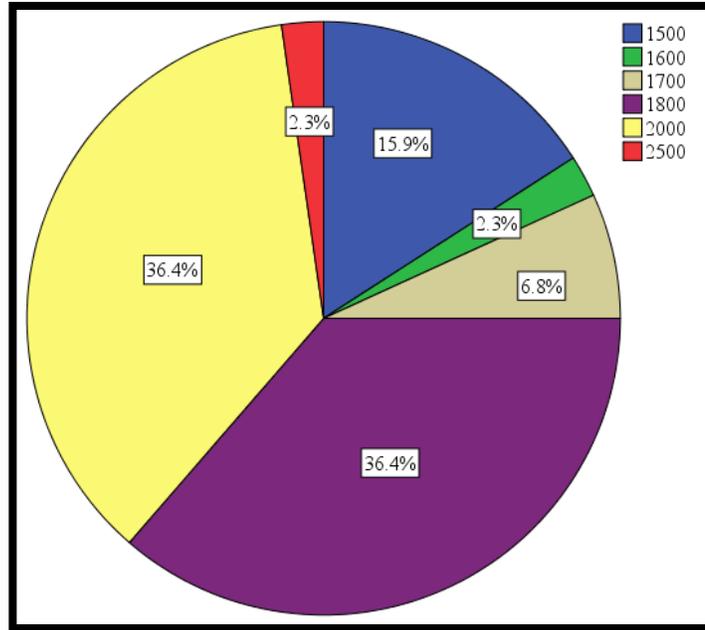


Figura 1.70 Numero de RPM para el cambio de marcha (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En base a los resultados de la figura 1.70, se puede saber que el 36.4% de conductores realizan el cambio de marcha en 1800 y 2000 rpm, seguido por el 15.9% en 1500 rpm, el 6.8% que lo hace 1700 rpm, y por último el 2.3% que lo hacen en 1600 y 2500 rpm.

### 3.6. Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor.

Tabla 1.189 Sabe cuándo ocupar el freno motor (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	46	100.0	100.0	100.0

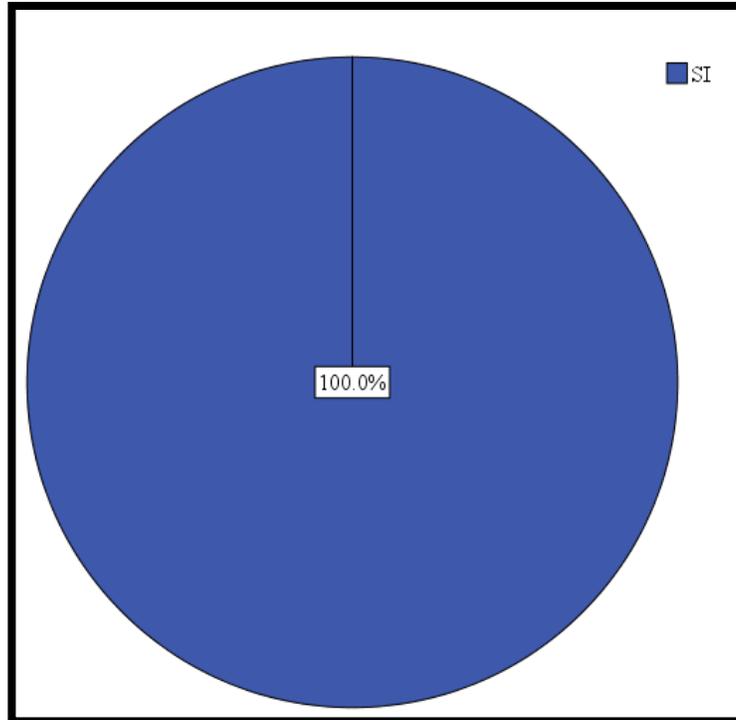


Figura 1.71 Sabe cuándo ocupar el freno motor (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

De acuerdo a los resultados de la figura 1.71, se tiene que el 100% de los conductores de tanqueros saben cuándo es el momento apropiado de ocupar el freno motor.

**Cuando se ocupa el freno motor.**

Tabla 1.190 Cuando ocupar el freno motor (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
Valido	1	2,2	2,2
Bajadas	5	10,9	10,9
Bajadas y curvas	9	19,6	19,6
Bajamos una pendiente	2	4,3	4,3
Cuando las revoluciones pasen las 2500	1	2,2	2,2
Descendemos una pendiente	24	52,2	52,2
Descender una pendiente pronunciada	1	2,2	2,2
Descender una pendiente y curvas	3	6,5	6,5
Total	46	100,0	100,0

**Interpretación.**

La tabla 1.190, representa el porcentaje de las situaciones en las que se consideran adecuadas para ocupar el freno motor, dando como resultado un 52.2% para cuando descendemos una pendiente, seguido por el 19.6% en bajadas y curvas, el 10.9% en bajadas, el 6.5% cuando se desciende pendientes y curvas, seguido por el 4.3% para bajar una pendiente, y finalmente con el 2.2% para cuando las revoluciones pasen las 2500 rpm y cuando se desciende una pendiente pronunciada.

**3.7. Sabe usted en que marcha descender una pendiente.**

Tabla 1.191 Sabe en qué marcha descender una pendiente (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	46	100.0	100.0	100.0

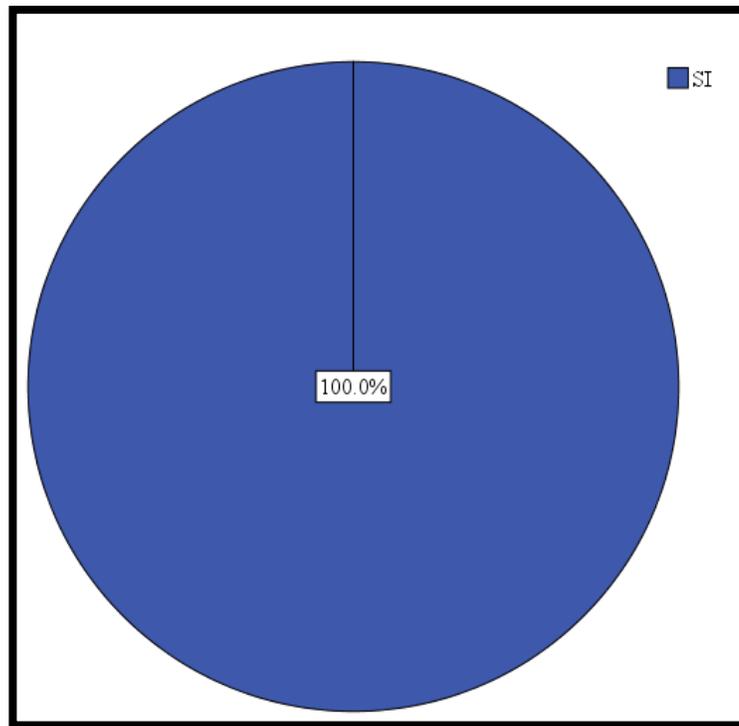


Figura 1.72 Sabe en qué marcha descender una pendiente (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

De acuerdo a los resultados de la figura 1.72 se tiene que el 100% de los conductores de tanqueros saben en qué marcha descender una pendiente.

**Cuál es la marcha con la que desciende la pendiente.**

Tabla 1.192 Marcha para descender una pendiente (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SEGUNDA	3	6.5	6.5	6.5
TERCERA	7	15.2	15.2	21.7
CUARTA	9	19.6	19.6	41.3
QUINTA	17	37.0	37.0	78.3
SEXTA	5	10.9	10.9	89.1
EN LA MISMA CON LA QUE SE ASCIENDE A LA PENDIENTE	5	10.9	10.9	100.0
Total	46	100.0	100.0	

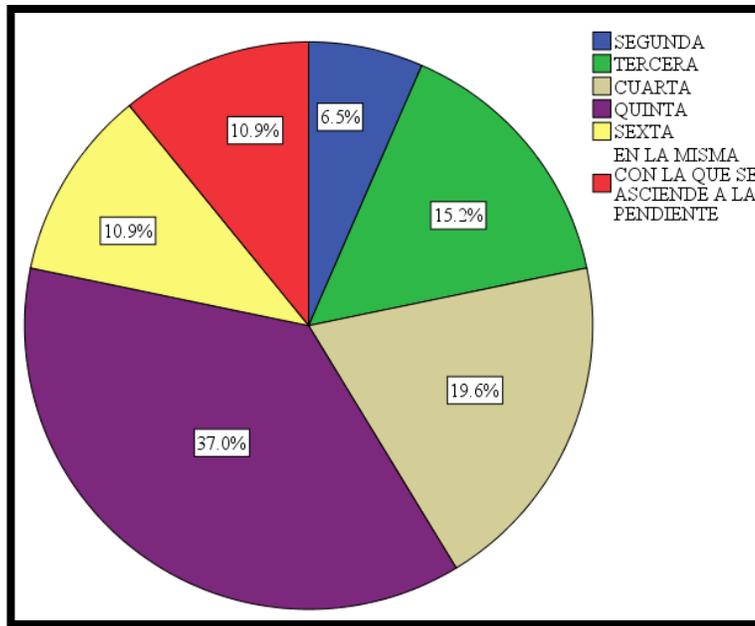


Figura 1.73 Marcha para descender una pendiente (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En base a los resultados la figura 1.73, se sabe que el 37% de conductores de tanqueros descienden las pendientes en quinta marcha, seguido por el 19.6% que lo hacen en cuarta marcha, el 15.2% lo hace en tercera marcha, el 10.9% lo hacen en

sexta y en la misma marcha que ascienden una pendiente, y finalmente el 6.5% que lo ejecutan en segunda marcha.

### 3.8. Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce.

Tabla 1.193 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	46	100.0	100.0	100.0

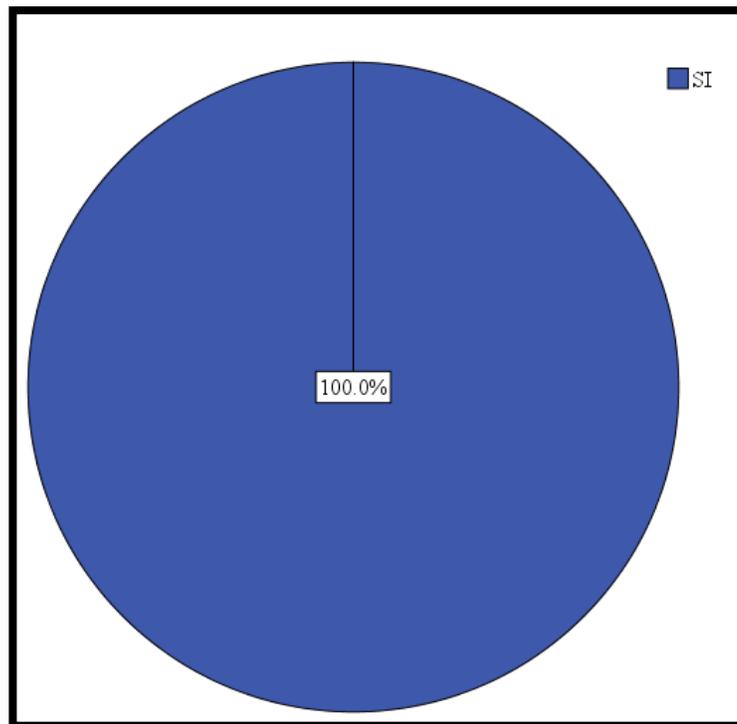


Figura 1.74 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

De acuerdo a los resultados de la figura 1.74, se tiene que el 100% de los conductores de tanqueros saben a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conducen.

**Valor de la distancia en metros.**

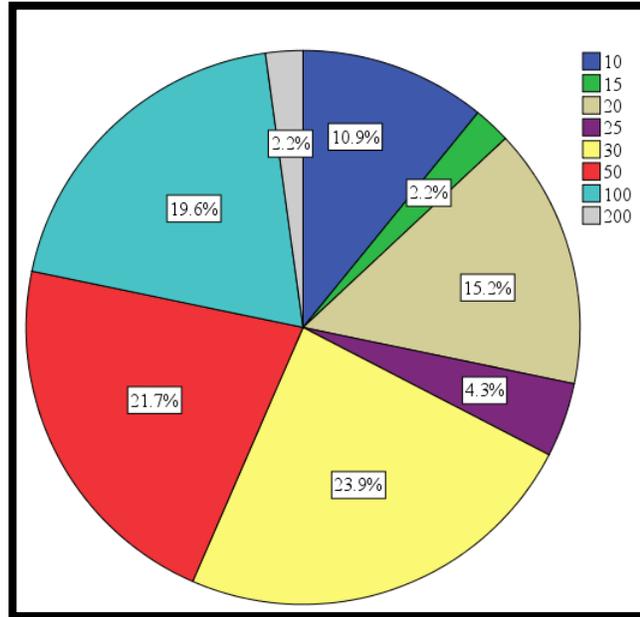


Figura 1.75 Valor de la distancia en metros (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La figura 1.75, muestra que el 23.9% se mantienen a una distancia de 30 m de otro vehículo cuando conducen, seguido muy de cerca del 21.7% a 50 metros, el 19.6% a 100 metros, seguido por el 15.2% a 20 metros, el 10.9% a 10 metros, el 4.3% a 25 metros y finalmente con el 2.2% que se mantienen a una distancia de 15 y 200 metros.

**4. ¿Cuándo su vehículo acude a aun taller cual es el motivo más frecuente?**

**4.1. ABC de frenos.**

Tabla 1.194 ABC de frenos (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	9	19.6	56.3
	3	7	15.2	43.8
Total	16	34.8	100.0	100.0
Desaparecidos Sistema	30	65.2		
Total	46	100.0		

Tabla 1.195 ABC de frenos (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	16	34.8	72.7	72.7
	2	6	13.0	27.3	100.0
	Total	22	47.8	100.0	
Desaparecidos	Sistema	24	52.2		
Total			100.0		

Tabla 1.196 ABC de frenos (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.194, 1.195 y 1.196 muestran que se realiza el ABC de frenos en semanas y meses, para la presentación de semanas tenemos que esta actividad se realiza cada 2 y 3 semanas con un porcentaje total de 34.8% siendo el más relevante el 56.3% que corresponde a cada dos semanas, por otra parte para la representación de meses tenemos que esta actividad se realiza cada 1 y 2 meses con un porcentaje total 47.8% siendo el más relevante el 72.7% que corresponde a cada un mes.

## 4.2. Mantenimiento de suspensión.

Tabla 1.197 Mantenimiento de suspensión (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

Tabla 1.198 Mantenimiento de suspensión (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	1	2.2	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	45	97.8		
Total		46	100.0		

Tabla 1.199 Mantenimiento de suspensión (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	46	100.0

### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.197, 1.198 y 1.199 muestran que se realiza el mantenimiento de la suspensión solamente por meses, tenemos que esta actividad se realiza únicamente cada 2 meses con un porcentaje del 2.2%.

### 4.3. Cambio de aceites motor.

Tabla 1.200 Cambio de aceite motor (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	46	100.0

Tabla 1.201 Cambio de aceite motor (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	18	39.1	56.3	56.3
	2	13	28.3	40.6	96.9
	3	1	2.2	3.1	100.0
	Total	32	69.6	100.0	
Desaparecidos	Sistema	14	30.4		
Total		46	100.0		

Tabla 1.202 Cambio de aceite motor (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	5000	3	6.5	21.4	21.4
	6000	1	2.2	7.1	28.6
	8000	5	10.9	35.7	64.3
	9000	1	2.2	7.1	71.4
	10000	4	8.7	28.6	100.0
	Total	14	30.4	100.0	
Desaparecidos	Sistema	32	69.6		
Total		46	100.0		

#### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.200, 1.201 y 1.202 muestran que se realiza el cambio de aceite motor por meses y por kilometraje, para la presentación de meses tenemos que esta actividad se realiza cada 1, 2 y 3 meses con un porcentaje total de 69.6% siendo el más relevante el 56.3% que corresponde a cada un mes, por otra parte para la representación de kilometraje tenemos que esta actividad se realiza cada 5000,6000,8000,9000 y 10000 km, con un porcentaje total de encuestados de 30.4% siendo el más relevante el 35.7% que corresponde a cada 8000 km.

#### 4.4. Cambio de aceites caja.

Tabla 1.203 Cambio de aceite caja (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

Tabla 1.204 Cambio de aceite caja (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	3	20	43.5	80.0	80.0
	4	4	8.7	16.0	96.0
	5	1	2.2	4.0	100.0
Total		25	54.3	100.0	
Desaparecidos	Sistema	21	45.7		
Total		46	100.0		

Tabla 1.205 Cambio de aceite caja (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	9000	1	2.2	10.0	10.0
	10000	3	6.5	30.0	40.0
	12000	1	2.2	10.0	50.0
	15000	1	2.2	10.0	60.0
	20000	4	8.7	40.0	100.0
	Total	10	21.7	100.0	
Desaparecidos	Sistema	36	78.3		
Total		46	100.0		

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.203, 1.204 y 1.205 muestran que se realiza el cambio de aceite de caja por meses y por kilometraje, para la presentación de meses tenemos que esta actividad se realiza cada 3,4 y 5 meses con un porcentaje total de 54.3% siendo el más relevante el 80% que corresponde a cada 3 meses, por otra parte para la representación de kilometraje tenemos que esta actividad se realiza cada 9000,10000,12000,15000,20000 km, con un porcentaje total de encuestados de 21.7% siendo el más relevante el 40% que corresponde a cada 20000 km.

#### 4.5. Cambio de neumáticos.

Tabla 1.206 Cambio de neumáticos (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

Tabla 1.207 Cambio de neumáticos (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	3	4	8.7	10.8	10.8
	4	12	26.1	32.4	43.2
	5	16	34.8	43.2	86.5
	6	5	10.9	13.5	100.0
	Total	37	80.4	100.0	
Desaparecidos	Sistema	9	19.6		
Total		46	100.0		

Tabla 1.208 Cambio de neumáticos (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

#### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.206, 1.207 y 1.208 muestran que el cambio de neumáticos se realiza únicamente por meses, tenemos que esta actividad se realiza cada 3, 4,5 y 6 meses con un porcentaje de mayor relevancia de 43.2% que corresponde a cada cinco meses.

#### 4.6. Ajuste de carrocería.

Tabla 1.209 Ajuste de carrocería (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	5	10.9	83.3	83.3
	3	1	2.2	16.7	100.0
	Total	6	13.0	100.0	
Desaparecidos	Sistema	40	87.0		
Total		46	100.0		

Tabla 1.210 Ajuste de carrocería (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	3	6.5	50.0	50.0
	2	3	6.5	50.0	100.0
	Total	6	13.0	100.0	
Desaparecidos	Sistema	40	87.0		
Total		46	100.0		

Tabla 1.211 Ajuste de carrocería (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

#### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.209, 1.210 y 1.211 muestran que se realiza el ajuste de carrocería por semanas y meses, para la presentación de semanas tenemos que esta actividad se realiza cada 2 y 3 meses con un porcentaje total de 13% siendo el más relevante el 83.3% que corresponde a cada 2 meses, por otra parte para la representación de meses tenemos que esta actividad se realiza cada 1 y 2 meses con un porcentaje total de 13% con porcentajes iguales de 50% para uno y dos meses.

#### 4.7. Reparación motor.

Tabla 1.212 Reparación motor (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	46	100.0

Tabla 1.213 Reparación motor (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	46	100.0

Tabla 1.214 Reparación motor (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	46	100.0

#### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.212, 1.213 y 1.214 muestran que ninguno de los 46 conductores de tanqueros que fueron encuestados ha realizado una reparación de motor.

#### 4.8. Reparación frenos.

Tabla 1.215 Reparación frenos (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	46	100.0

Tabla 1.216 Reparación frenos (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	3	6.5	15.8
	3	6	13.0	47.4
	4	5	10.9	73.7

	5	3	6.5	15.8	89.5
	6	1	2.2	5.3	94.7
	36	1	2.2	5.3	100.0
	Total	19	41.3	100.0	
Desaparecidos	Sistema	27	58.7		
	Total	46	100.0		

Tabla 1.217 Reparación frenos (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.215, 1.216 y 1.217 muestran que esta actividad se realiza cada 2,3,4,5,6,36 meses con un porcentaje total de los encuestados de 41.3% siendo el más relevante el 31.6% que corresponde a cada 4 meses, y con menor porcentaje el 5.3% que corresponde a cada 6 y 36 meses.

## 4.9. Reparación caja.

Tabla 1.218 Reparación caja (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

Tabla 1.219 Reparación caja (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	12	1	2.2	16.7	16.7
	24	4	8.7	66.7	83.3
	36	1	2.2	16.7	100.0
	Total	6	13.0	100.0	
Desaparecidos	Sistema	40	87.0		
	Total	46	100.0		

Tabla 1.220 Reparación caja (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.218, 1.219 y 1.220 muestran que esta actividad se realiza únicamente por meses cada 12,24 y 36 meses con un porcentajes de 66.7% que corresponden a cada 24 meses, seguido por el 16.7 que corresponde a cada 12 y 36 meses.

**4.10. Reparación suspensión.**

Tabla 1.221 Reparación suspensión (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

Tabla 1.222 Reparación suspensión (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

Tabla 1.223 Reparación suspensión (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.221, 1.222 y 1.223 muestran que ninguno de los 46 conductores de tanqueros encuestados ha realizado una reparación de suspensión.

#### 4.11. Engrase

Tabla 1.224 Engrase (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

##### SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	9	19.6	56.3	56.3
	3	7	15.2	43.8	100.0
	Total	16	34.8	100.0	
Desaparecidos	Sistema	30	65.2		
Total		46	100.0		

Tabla 1.225 Engrase (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

##### MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	14	30.4	70.0	70.0
	2	6	13.0	30.0	100.0
	Total	20	43.5	100.0	
Desaparecidos	Sistema	26	56.5		
Total		46	100.0		

Tabla 1.226 Engrase (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

##### KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	46	100.0

#### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.224, 1.225 y 1.226 muestran que se realiza el engrase por semanas y meses, para la presentación de semanas tenemos que esta actividad se realiza cada 2 y 3 semanas con un porcentaje total de respuestas de 34.8% siendo el más relevante el 43.5% que corresponde a cada 2 semanas, por otra parte para la representación de meses tenemos que esta actividad se realiza cada 1 y 2 meses únicamente con un porcentaje total de 56.5% con un porcentaje de mayor relevancia de 70% que corresponde a cada un mes.

**5. ¿Cuándo se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende?**

Tabla 1.227 averías en los vehículos (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Averías Producidas	INSUFICIENTE MANTENIMIENTO	28	28.9%
	IMPERICIA DEL CONDUCTOR	3	3.1%
	MAL ESTADO DE LAS VIAS	40	41.2%
	CONDICIONES CLIMATOLOGICAS	20	20.6%
	GEOMORFOLOGIA DE LA PROVINCIA	6	6.2%
Total		97	100.0%

**Interpretación.**

En base a los resultados de la tabla 1.227 tenemos que cuando se produce una avería depende directamente de las siguientes fallas con sus porcentajes correspondientes el 41.2% corresponde al mal estado de las vías, seguido del 28.9% que corresponde al insuficiente mantenimiento, el 20.6% a las condiciones climatológicas, el 6.2% corresponde a la geomorfología de la provincia y finalmente el 3.1% que concierne a la impericia del conductor.

**6. ¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito?**

Tabla 1.228 Registro de accidentes de tránsito (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	15	32.6	32.6	32.6
	NO	31	67.4	67.4	100.0
	Total	46	100.0	100.0	

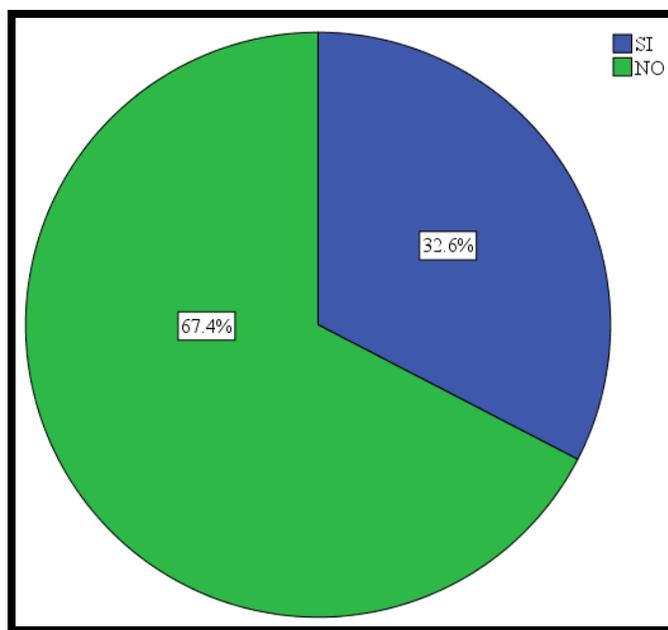


Figura 1.76 Registro de accidentes de tránsito (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La figura 1.76 muestra un porcentaje de 32.6% que si han registrado accidentes de tránsito, por otra parte permite saber que el 67.4% no ha registrado accidentes de tránsito.

**7. ¿Cuántos accidentes ha tenido?**

Tabla 1.229 Número de accidentes de tránsito (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	12	26.1	85.7	85.7
	2	2	4.3	14.3	100.0
	Total	14	30.4	100.0	
Desaparecidos	Sistema	32	69.6		
Total		46	100.0		

**Interpretación.**

Los resultados de la tabla 1.229 indican que de los 46 choferes de tanqueros encuestados que han registrado accidentes el 85.7% ha tenido un accidente de tránsito y el 14.3% ha registrado dos accidentes de tránsito.

**8. ¿Cuáles han sido las causas para registrar accidentes de tránsito?**

**Tabla 1.230 Causas para registrar accidentes de tránsito (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES**

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Causas para Accidentes	FALLA DEL SISTEMA DE FRENOS	5	15.2%
	FALLA DEL SISTEMA DE TRANSMISION	3	9.1%
	MAL ESTADO DE LOS NEUMATICOS	5	15.2%
	MAL ESTADO DE LA CARROCERIA	1	3.0%
	MAL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR	2	6.1%
	PROBLEMAS POR FALLAS GEOLOGICAS	4	12.1%
	IMPERICIA DEL CONDUCTOR	1	3.0%
	CONDICIONES CLIMATOLOGICAS	8	24.2%
	PROBLEMAS PSICOFISICOS	4	12.1%
	Total	33	100.0%

**Interpretación.**

La tabla 1.230 muestra las causas porque se ha suscitado los accidentes de tránsito, tenemos un 24.2% por condiciones climatológicas, seguido por el 15.2% que corresponde a falla de sistema de frenos y mal estado de los neumáticos, el 12.1% a problemas por fallas geológicas y por problemas psicofísicos, por otra parte en menores porcentajes se tiene que el 9.1% y 6.1% corresponden a falla del sistema de transmisión y mal funcionamiento del motor respectivamente, y finalmente en un porcentaje menor el 3% por mal estado de la carrocería e impericia del conductor.

**9. ¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce?**

**Tabla 1.231 Horas diarias de conducción (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido DE 5 A 10 HORAS	37	80.4	80.4	80.4
DE 10 A 15 HORAS	9	19.6	19.6	100.0
Total	46	100.0	100.0	

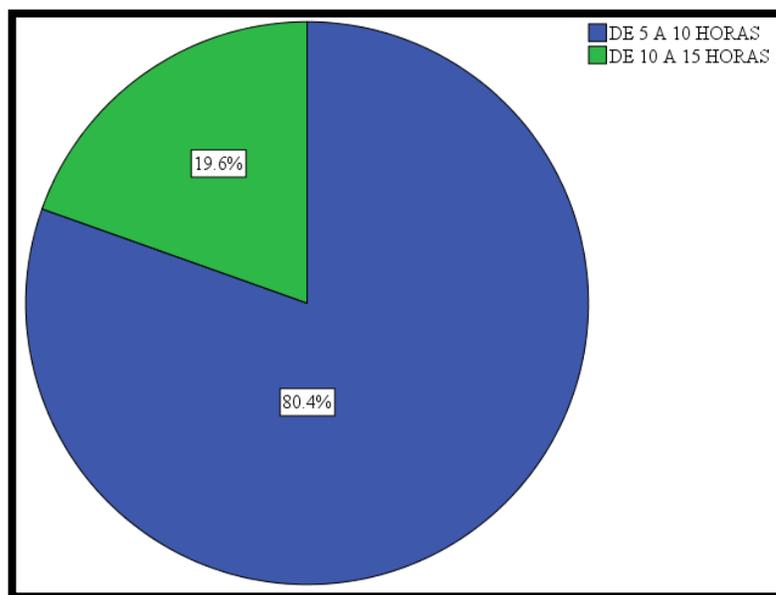


Figura 1.77 Horas diarias de conducción (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La figura 1.77 muestra que el 80.4% conduce de 5 a 10 horas, y el 19.6% conduce de 10 a 15 horas.

**10. ¿Sabe usted que es un manual de conducción?**

Tabla 1.232 Sabe lo que es un manual de conducción (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	20	43.5	43.5	43.5
NO	26	56.5	56.5	100.0
Total	46	100.0	100.0	

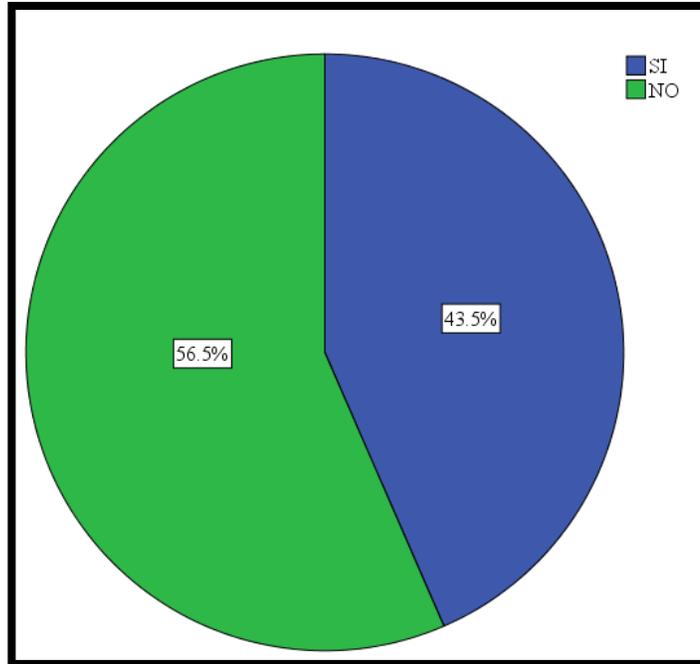


Figura 1.78 Sabe lo que es un manual de conducción (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La figura 1.78 muestra que el 56.5% desconocen de este tipo de documento, en tanto que el 43.5% si saben que es un manual de conducción.

**11. ¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados?**

Tabla 1.233 Exista manual de conducción (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	20	43.5	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	26	56.5		
Total		46	100.0		

**Interpretación.**

La tabla 1.233 muestra que el 100% considera que si debería existir un manual de conducción.

**Para que debería existir un manual de conducción.**

**Tabla 1.234 Porque debería existir una manual de conducción (TANQUEROS): Fuente LOS AUTORES**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
Valido	26	56,5	56,5
Comprendamos mejor el funcionamiento de estos vehículos	1	2,2	2,2
Diferenciar los tipos de conducción	8	17,4	17,4
Exista mayor conocimiento técnico	1	2,2	2,2
Los choferes obtengan el máximo rendimiento de su vehículo	2	4,3	4,3
Para que los conductores estén mejormente capacitados	6	13,0	13,0
Sea una guía para obtener el máximo rendimiento de la maquina	1	2,2	2,2
Tener mayores conocimientos	1	2,2	2,2
Total	46	100,0	100,0

**Interpretación.**

Los resultados de la tabla 1.234 muestran que de los conductores de tanqueros encuestados que consideran importante la existencia de un manual de conducción en las escuelas de capacitación, se sabe que el 17.4% lo considera sustancial para saber diferenciar los tipos de conducción, seguido por el 13% piensa que es trascendental para que los conductores estén mejormente capacitados, el 4.3% piensa que es importante para que los choferes obtengan el máximo rendimiento de su vehículo, y finalmente el 2.2% que lo cree trascendental para comprender mejor el funcionamiento de este tipo de vehículos, para que exista mayor conocimiento técnico, tener mayores conocimientos y sea una guía para obtener el máximo rendimiento de la máquina.

**1.5.1.5. VOLQUETES.**

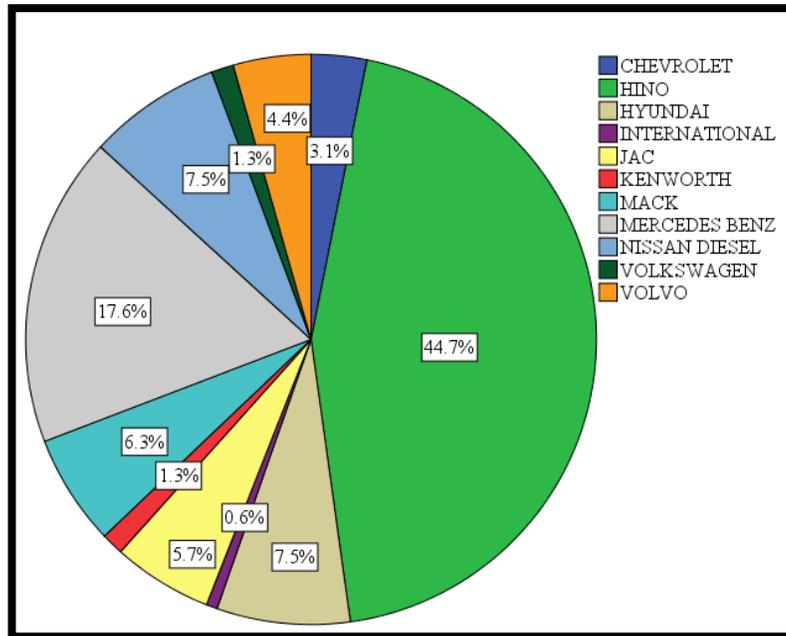
**1. ¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee?**

**Interpretación.**

**1.1. ¿Cuál es la marca de su vehículo?**

**Figura 1.235 Cual es la marca de su vehículo (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	CHEVROLET	5	3.1	3.1	3.1
	HINO	71	44.7	44.7	47.8
	HYUNDAI	12	7.5	7.5	55.3
	INTERNATIONAL	1	.6	.6	56.0
	JAC	9	5.7	5.7	61.6
	KENWORTH	2	1.3	1.3	62.9
	MACK	10	6.3	6.3	69.2
	MERCEDES BENZ	28	17.6	17.6	86.8
	NISSAN DIESEL	12	7.5	7.5	94.3
	VOLKSWAGEN	2	1.3	1.3	95.6
	VOLVO	7	4.4	4.4	100.0
	Total	159	100.0	100.0	



**Figura 1.79 Cual es la marca de su vehículo (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES**

### Interpretación.

En base a la figura 1.79, tenemos que de los 159 conductores de volquetes encuestados de la Provincia de Loja, el 44.7% corresponden a la marca Hino, y el 17.6% corresponden a la marca Mercedes Benz, siendo estas dos marcas las de mayor relevancia y popularidad dentro de la Provincia, además tenemos que el 37.7% restante está repartido entre las marcas Hyundai, Nissan Diesel, Mack, Jac, Volvo, Chevrolet, Volkswagen, etc.

### 1.2. ¿Cuál es el modelo de su vehículo?

Tabla 1.236 Cual es el modelo de su vehículo (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 26310	2	1.3	1.3	1.3
4700	1	.6	.6	1.9
ACTROS 3348	2	1.3	1.3	3.1
AXOR 4140	7	4.4	4.4	7.5
AXOR 2628K	5	3.1	3.1	10.7
AXOR 3340	5	3.1	3.1	13.8
CT 713	4	2.5	2.5	16.4
CV 713	3	1.9	1.9	18.2
FM1JLUD	16	10.1	10.1	28.3
FS1ELVD	22	13.8	13.8	42.1
FVR	5	3.1	3.1	45.3
GH1GUD	10	6.3	6.3	51.6
GH8JGSD	9	5.7	5.7	57.2
GU-813E	1	.6	.6	57.9
HD 120	5	3.1	3.1	61.0
HD 270	7	4.4	4.4	65.4
HFC4181K3R1	5	3.1	3.1	68.6
HFC4253K3R1	4	2.5	2.5	71.1
L1924	2	1.3	1.3	72.3
LK2638	7	4.4	4.4	76.7
NL10	7	4.4	4.4	81.1
PKC 212 EHLB	12	7.5	7.5	88.7

RD 688	2	1.3	1.3	89.9
T800	2	1.3	1.3	91.2
ZS1EPVA	14	8.8	8.8	100.0
Total	159	100.0	100.0	

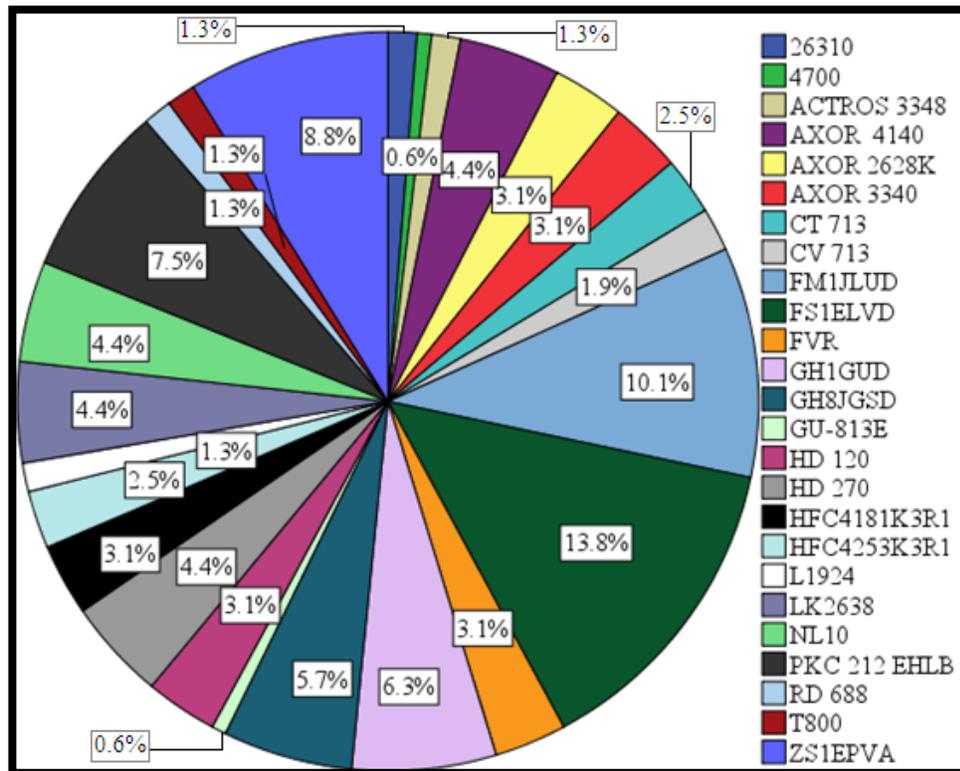


Figura 1.80 Cual es el modelo de su vehículo (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En la figura 1.80, tenemos que el 13.8% corresponden al modelo FS1ELVD, seguido por los modelos FM1JLUD, ZS1EPVA, PKC 212 EHLB con los porcentaje de 10.1%, 8.8%, 7.5% respectivamente y el modelo GH es sus versiones 1GUD y 8JGSD con 6.3% y 5.7% los cuales representan el 52.2% del total quedando el 47.8% repartido entre los modelos AXOR (4140, 2628K, 3340), FVR, HD (120, 270), HFC4181K3R1, LK2638, NL10, etc.

### 1.3. Año de fabricación de su vehículo.

Tabla 1.237 Año de fabricación de su vehículo (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 1979	1	.6	.6	.6
1981	3	1.9	1.9	2.5
1982	2	1.3	1.3	3.8
1985	1	.6	.6	4.4
1986	1	.6	.6	5.0
1990	1	.6	.6	5.7
2000	1	.6	.6	6.3
2001	2	1.3	1.3	7.5
2002	2	1.3	1.3	8.8
2003	2	1.3	1.3	10.1
2004	8	5.0	5.0	15.1
2005	2	1.3	1.3	16.4
2006	2	1.3	1.3	17.6
2007	2	1.3	1.3	18.9
2008	26	16.4	16.4	35.2
2009	19	11.9	11.9	47.2
2010	29	18.2	18.2	65.4
2011	43	27.0	27.0	92.5
2012	12	7.5	7.5	100.0
Total	159	100.0	100.0	

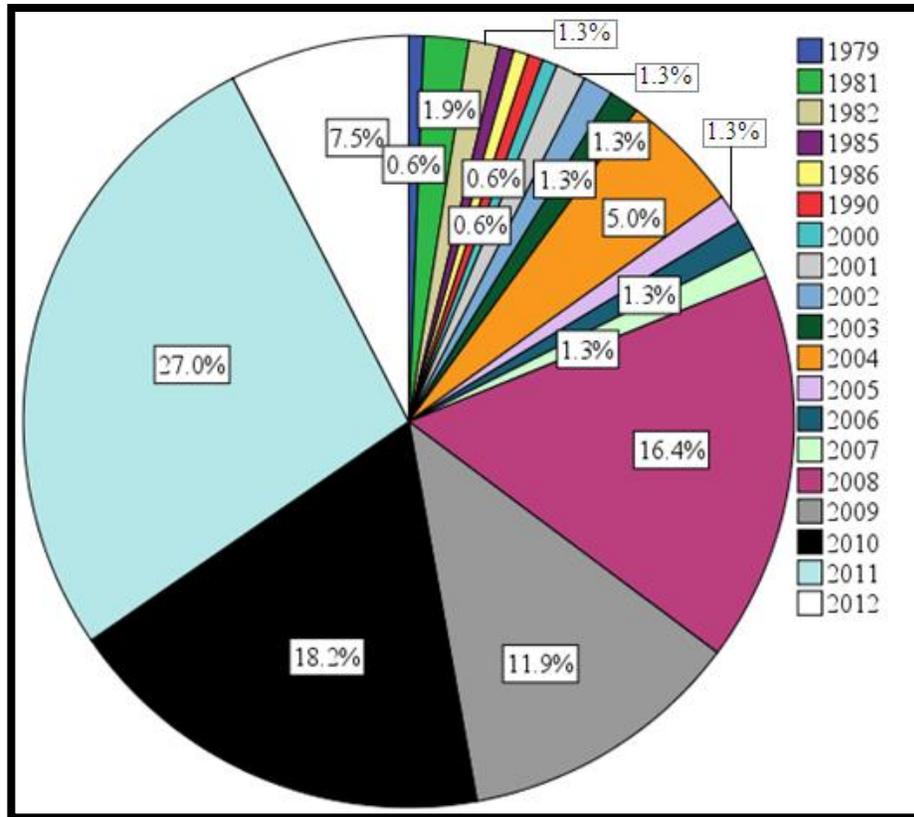


Figura 1.81 Año de fabricación de su vehículo (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En cuanto al año de fabricación según la figura 1.8, tenemos que el 27% corresponden al año 2011, seguido muy de cerca con el 18.2% correspondiente al año 2010, y en los años 2008 y 2009 con 16.4% y 11.9% respectivamente, y 26.5% restante del total está repartido entre los demás años citados en la tabla.

**1.4. ¿Cuál es la capacidad de carga de su vehículo?**

Tabla 1.238 Capacidad de carga de su vehículo (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 6	5	3.1	3.1	3.1
8	43	27.0	27.0	30.2
9	3	1.9	1.9	32.1
10	27	17.0	17.0	49.1
11	1	.6	.6	49.7

12	42	26.4	26.4	76.1
13	1	.6	.6	76.7
14	10	6.3	6.3	83.0
15	5	3.1	3.1	86.2
16	22	13.8	13.8	100.0
Total	159	100.0	100.0	

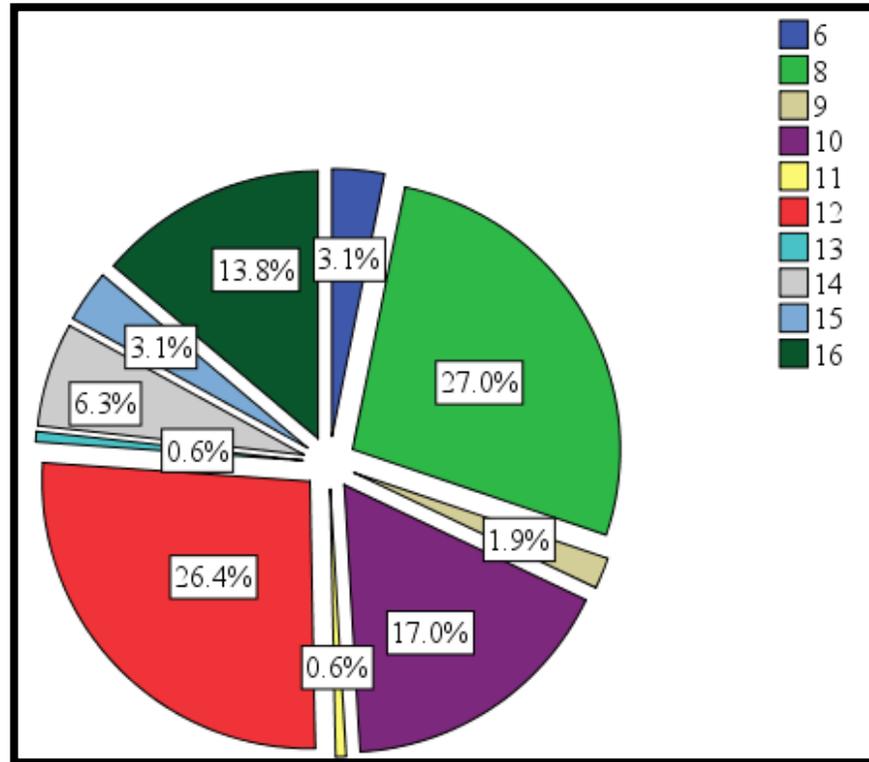


Figura 1.82 Capacidad de carga de su vehículo (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Según la figura 1.82, tenemos que el 27% representa a volquetes con capacidad de 8 metros cúbicos (15 - 20 toneladas), el 26.4% representa a volquetes con capacidad de 12 metros cúbicos (21 – 25 toneladas), el 17% representa a volquetes con capacidad de 10 metros cúbicos (15 - 20 toneladas) y 13.8% representa a volquetes con capacidad de 16 metros cúbicos (26 - 30 toneladas).

Mientras que el porcentaje restante del total está representado con volquetes con capacidades intermedias entre las ya mencionadas.

2. ¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana.

Tabla 1.239 Rutas viales de la provincia (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Vías de la Provincia	RIO PUYANGO-ALAMOR	18	4.5%
	Y DE ALAMOR-PINDAL	21	5.3%
	PINDAL-ZAPOTILLO	23	5.8%
	ZAPOTILLO-ALAMOR	12	3.0%
	LIMITE PROVINVIAL AZUAY/LOJA (ONA-SARAGURO)	10	2.5%
	SARAGURO-SAN LUCAS	12	3.0%
	SAN LUCAS-LOJA	11	2.8%
	LOJA-CATAMAYO	26	6.5%
	CATAMAYO-PUENTE GUAYABAL	26	6.5%
	PUENTE GUAYABAL-SAN PEDRO LA BENDITA	27	6.8%
	SAN PEDRO LA BENDITA-VELACRUZ	15	3.8%
	VELACRUZ-CATACOCCHA	11	2.8%
	CATCOCHA-EL EMPALME	10	2.5%
	EL EMPALME-MACARA-PTE INTERNACIONAL	8	2.0%
	LOJA-EL TIRO (LIMITE PROVINCIAL)	2	.5%
	VELACRUZ-CHAGUARPAMBA	6	1.5%
	CHAGUARPAMBA-RIO PINDO (LTE.LOJA/ORO)	8	2.0%
	EL EMPALME-CELICA	11	2.8%
	CELICA-ALAMOR	13	3.3%
	CATAMAYO-GONZANAMA	28	7.0%
	GONZANAMA-CARIAMANGA	28	7.0%
	CARIAMANGA-SOZORANGA	25	6.3%
	SOZORANGA-MACARA	13	3.3%
	LOJA-VILCABAMBA	8	2.0%
	VILCABAMBA-YANGANA	7	1.8%
	YANGANA-SABANILLA (LTE. LOJA/ZAMORA)	4	1.0%
	GONZANAMA-QUILANGA	5	1.3%
	CARIAMANGA-AMALUZA	10	2.5%
	Total	398	100.0%

**Interpretación.**

Según la tabla 1.239, tenemos que al sumar los mayores porcentajes nos dan un 40.1% el cual se encuentra repartido entre las rutas viales Loja-Catamayo, Catamayo-Puente Guayabal, Puente Guayabal-San Pedro La Bendita, Catamayo-Gonzanamá, Gonzanamá-Cariamanga, Cariamanga-Sozoranga, ya que por estos sectores se encuentran compañías mineras y de explotación de material pétreo y es donde existe las mayores frecuencias de circulación de este tipo de vehículos.

El otro 59.9% se encuentra representado entre las demás rutas de la provincia y esto se debe a que la mayoría de estos vehículos no recorren grandes distancias así que es muy difícil que transiten frecuentemente por las vías de la provincia.

**3. A su criterio durante la conducción en las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones.**

**3.1. Conoce y respeta las señales de tránsito.**

Tabla 1.240 Conoce y respeta las señales de tránsito (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	159	100.0	100.0	100.0

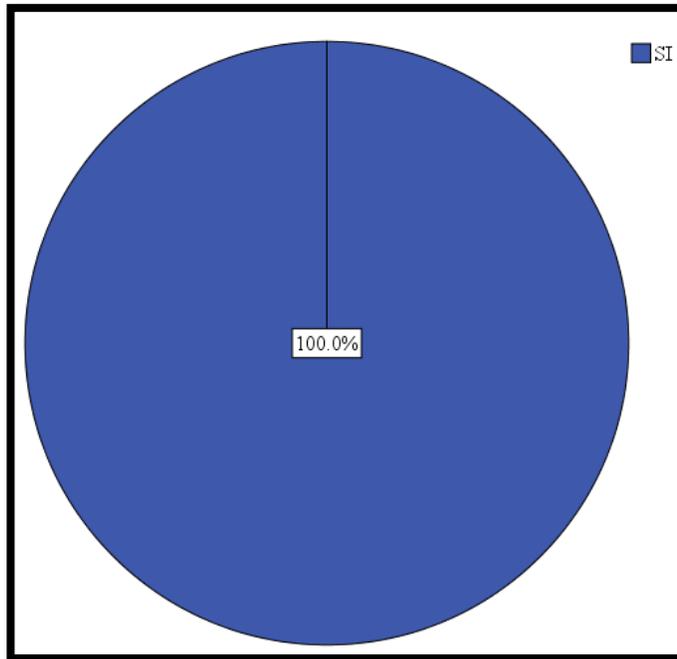


Figura 1.83 Conoce y respeta las señales de tránsito (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Según la figura 1.83, tenemos que el 100% de los conductores de volquetes encuestados conoce y respeta las señales de tránsito. Lo que nos hace pensar que ya existe concientización en el desarrollo de esta actividad.

**3.2. Esfuerzo el sistema de frenado.**

Tabla 1.241 Esfuerzo el sistema de frenado (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	4	2.5	2.5	2.5
NO	155	97.5	97.5	100.0
Total	159	100.0	100.0	

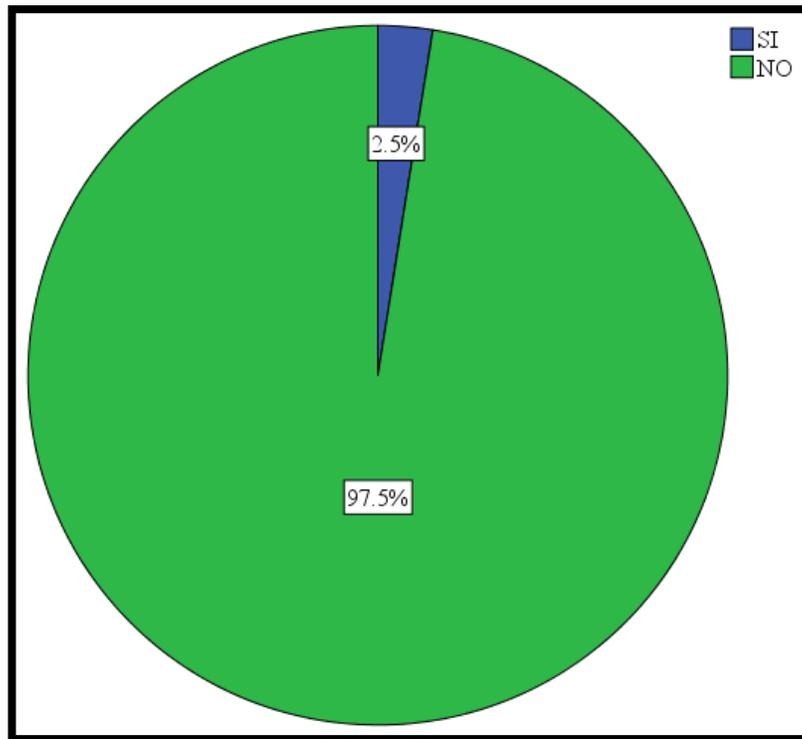


Figura 1.84 Esfuerzo el sistema de frenado (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Según la figura 1.84, tenemos que el 97.5% de los conductores de volquetes encuestados no esfuerza el sistema de frenado de sus vehículos, quedándonos un 2.5% de conductores que si esfuerzan a este sistema por diversas causas.

### 3.3. Esfuerzo el sistema de transmisión.

Tabla 1.242 Esfuerzo el sistema de transmisión (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	5	3.1	3.1	3.1
NO	154	96.9	96.9	100.0
Total	159	100.0	100.0	

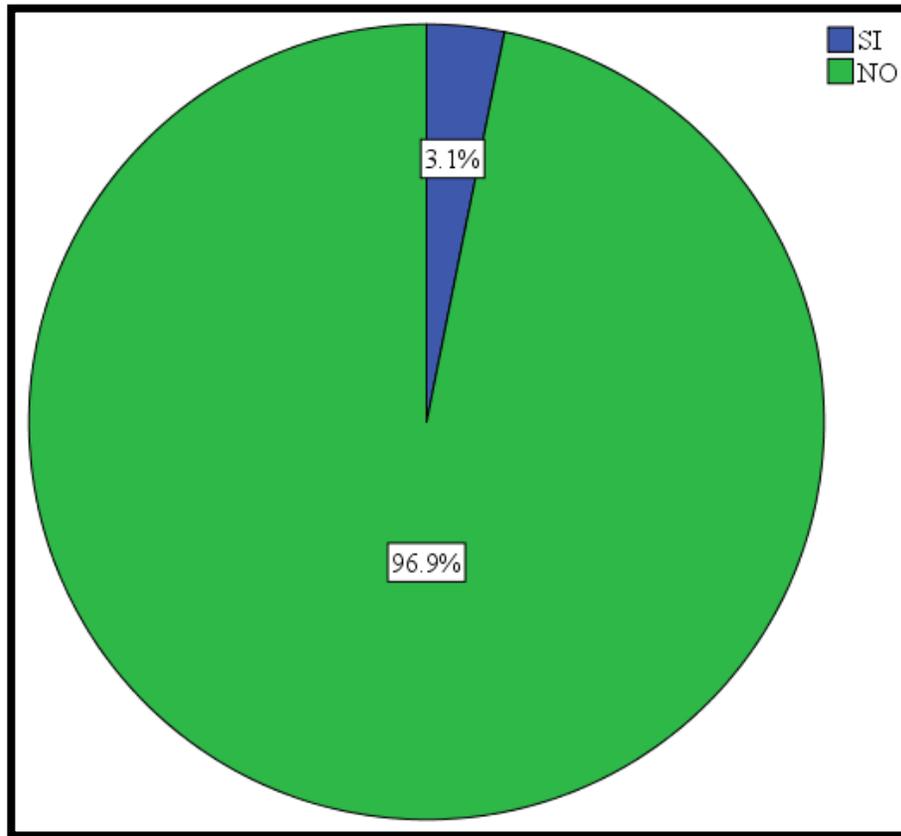


Figura 1.85 Esfuerzo el sistema de transmisión (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

Según la figura 1.85, tenemos que el 96.9% de los conductores de volquetes encuestados no esfuerza el sistema de transmisión de sus vehículos, quedándonos un 3.1% de conductores que si esfuerzan a este sistema por diversas causas.

En las cuales nos hacían conocer que se debía por irregularidades de las vías, muchas pendientes pronunciadas, mal estado de las vías porque en su mayoría trabajan con material pétreo.

### 3.4. Excede el límite de carga.

Tabla 1.243 Excede el límite de carga (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	5	3.1	3.1	3.1
NO	154	96.9	96.9	100.0
Total	159	100.0	100.0	

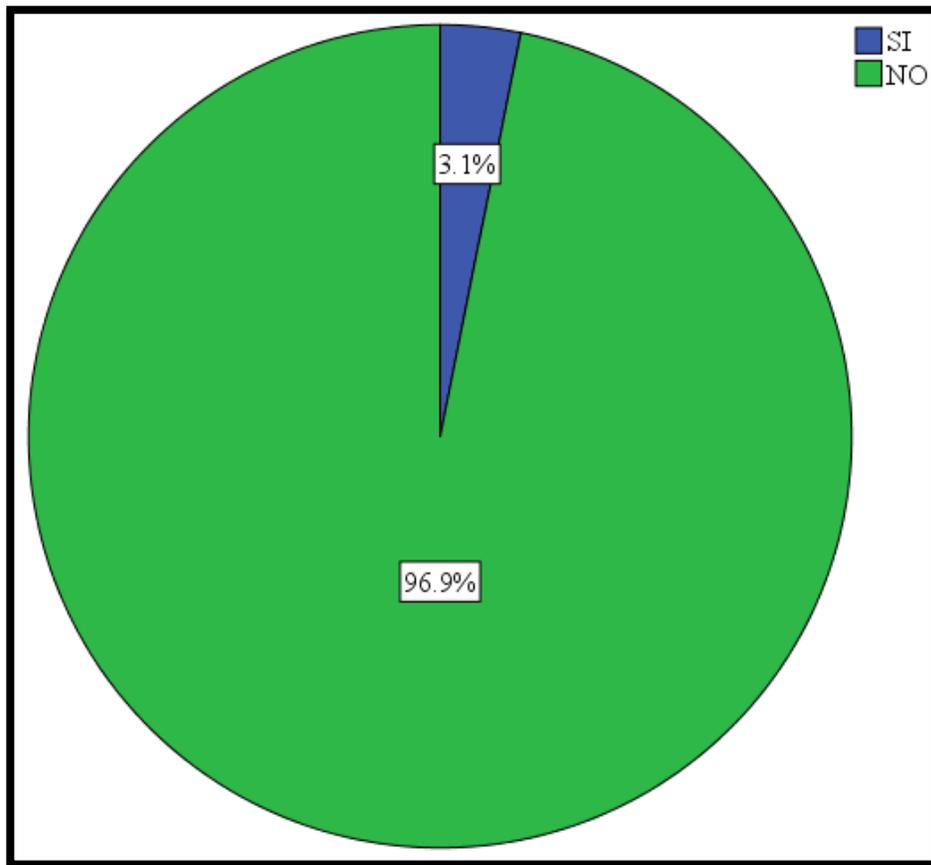


Figura 1.86 Excede el límite de carga (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

Según la figura 1.86, tenemos que el 96.9% de los conductores de colectivos encuestados no excede el límite de carga de sus vehículos, una de las razones más principales era el cuidado del mismo ya que es su herramienta de trabajo y que las vías en que en su mayoría transitan no son las óptimas para hacer esas consideraciones, mientras un 3.1% de conductores si exceden este límite.

### 3.5. Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha.

Tabla 1.244 Sabe el régimen del cambio de marcha (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	159	100.0	100.0	100.0

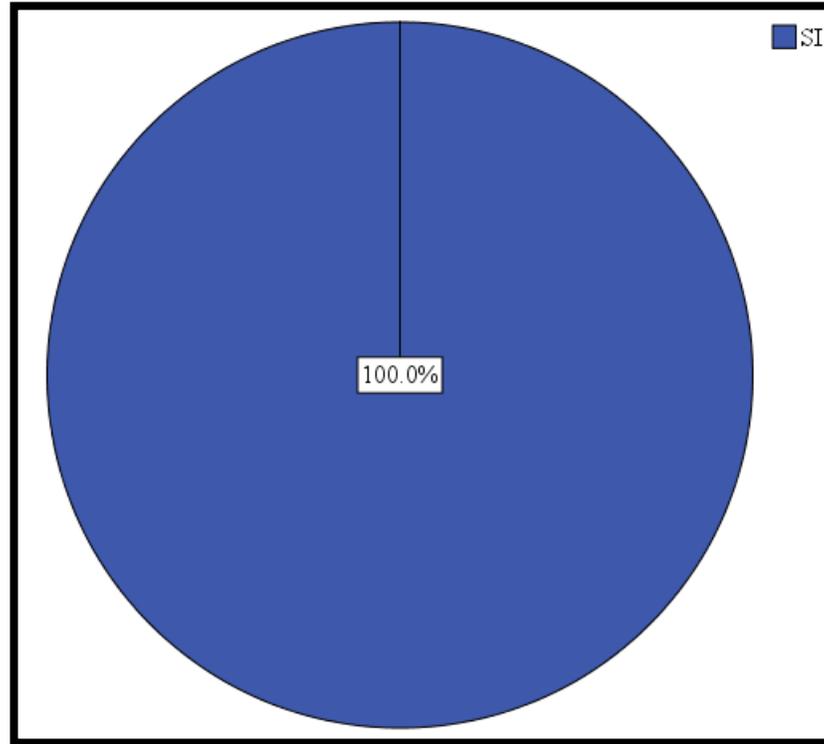


Figura 1.87 Sabe el régimen del cambio de marcha (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

#### Interpretación.

En la figura 1.87, tenemos que el 100% de los conductores de volquetes encuestados si sabe a qué régimen de revoluciones del motor debe realizarse el cambio de marcha para obtener mejor rendimiento de su vehículo.

#### Número de rpm en las que se realiza el cambio de marcha.

Tabla 1.245 Número de RPM para el cambio de marcha (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 1000	9	5.7	5.7	5.7
1500	24	15.1	15.1	20.8
1800	12	7.5	7.5	28.3

2000	47	29.6	29.6	57.9
2500	50	31.4	31.4	89.3
3000	17	10.7	10.7	100.0
Total	159	100.0	100.0	

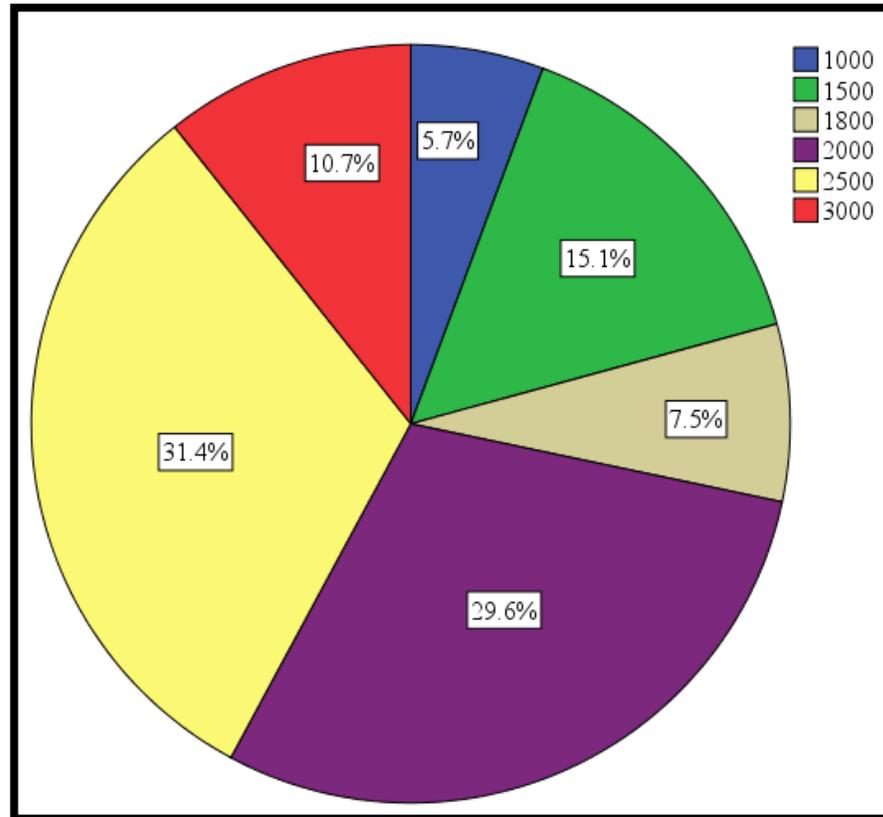


Figura 1.88 Sabe el régimen del cambio de marcha (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En la figura 1.88, tenemos que los datos más relevantes del número de rpm se encuentran a 2500 y 2000 rpm con 31.4% y 29.6%, mientras que los demás valores representan el 39% repartidos en la forma como se observa en la gráfica.

### 3.6. Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor.

Tabla 1.246 Sabe cuándo ocupar el freno motor (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	159	100.0	100.0	100.0

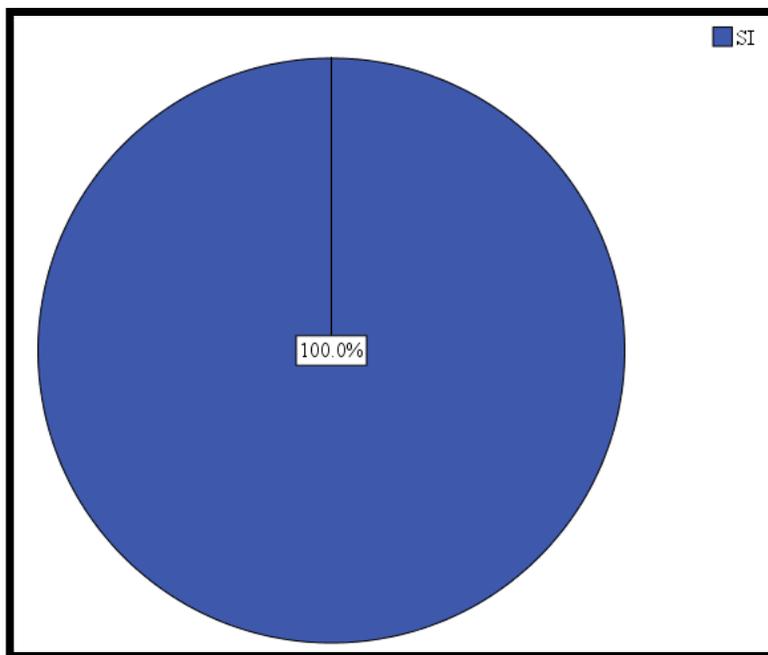


Figura 1.89 Sabe el régimen del cambio de marcha (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.89, podemos notar que el 100% de los conductores de volquetes saben el momento adecuado para ocupar el freno motor.

**Cuando se ocupa el freno motor.**

Tabla 1.247 Sabe cuándo ocupar el freno motor (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
Valido	Con carga	20	12.6	12.6
	Con carga y se sobre revoluciona	2	1.3	1.3
	Con peso y en desvíos	1	.6	.6
	Con peso y se sobre revoluciona	3	1.9	1.9
	Curva-pendiente	1	.6	.6
	Curvas-bajadas	11	6.9	6.9
	En bajadas	23	14.5	14.5
	En bajadas con carga	24	15.1	15.1
	En bajadas con peso	30	18.9	18.9
	En curvas	7	4.4	4.4
	En curvas con peso	1	.6	.6

En pendientes	26	16.4	16.4
En pendientes con carga	8	5.0	5.0
En pendientes con peso	2	1.3	1.3
Total	159	100.0	100.0

**Interpretación.**

Como se puede notar en la tabla 1.245, la mayoría de conductores ocupa el freno motor en bajadas con peso, pendientes, cuando están cargados. Lo que se resume en términos más técnicos al descender una pendiente y en su mayoría el vehículo cargado.

**3.7. Sabe usted en qué marcha descender una pendiente.**

Tabla 1.248 Sabe en qué marcha descender una pendiente (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	149	93.7	93.7	93.7
NO	10	6.3	6.3	100.0
Total	159	100.0	100.0	

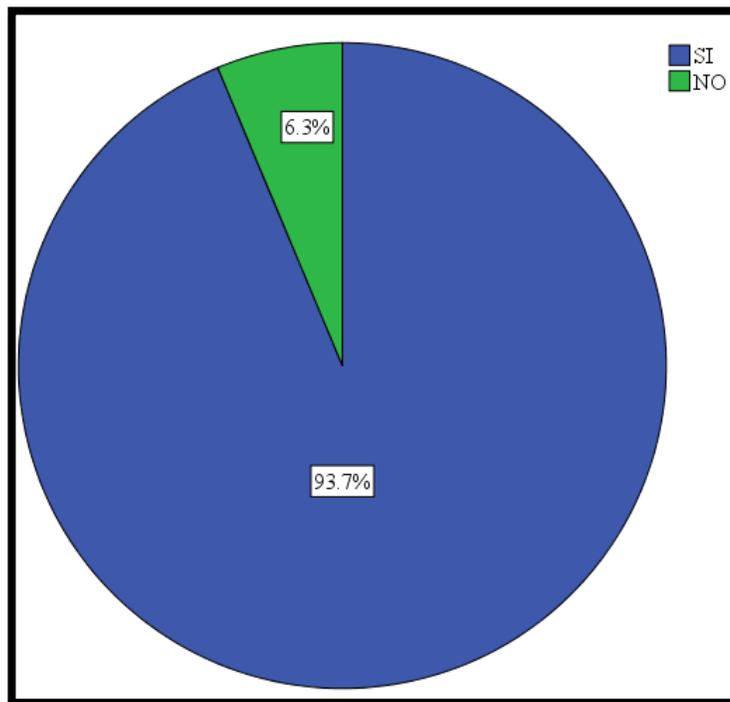


Figura 1.90 Sabe el régimen del cambio de marcha (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.90, podemos notar que el 93.7% de los conductores de volquetes saben en qué marcha descender una pendiente, pero esto no garantiza el saber cuál sea la óptima de acuerdo a las circunstancias. Mientras que el 6.3% desconoce.

**Cuál es la marcha con la que desciende la pendiente.**

Tabla 1.249 Marcha para descender una pendiente (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	PRIMERA	41	25.8	27.5	27.5
	SEGUNDA	82	51.6	55.0	82.6
	TERCERA	20	12.6	13.4	96.0
	CUARTA	6	3.8	4.0	100.0
	Total	149	93.7	100.0	
Desaparecidos	Sistema	10	6.3		
Total		159	100.0		

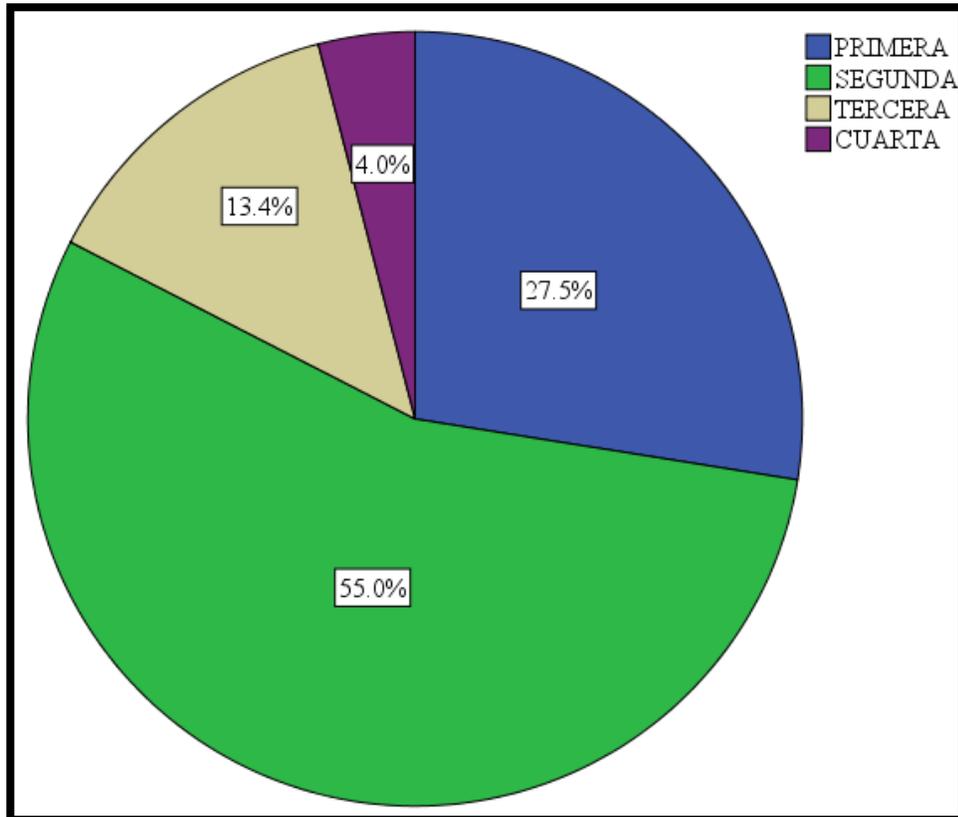


Figura 1.91 Sabe en qué marcha descender una pendiente (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.91, tenemos que el mayor porcentaje de 55% corresponde a la marcha segunda y con 27.5% a la marcha primera siendo estas marchas las de más relevancia y utilizadas por los conductores, al momento de descender por una pendiente.

**3.8. Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce.**

Tabla 1.250 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	159	100.0	100.0	100.0

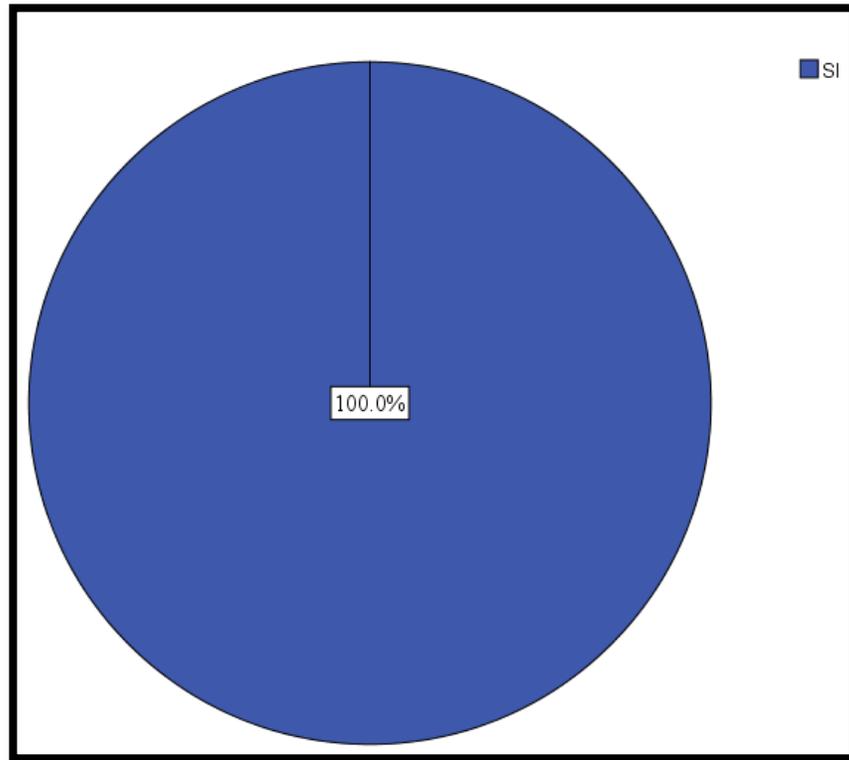


Figura 1.92 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.92, podemos notar que el 100% de los conductores de volquetes saben a qué distancia mantenerse de otro vehículo, pero esto no nos garantiza que la distancia sea la adecuada según las situaciones en que se encuentren.

**Valor de la distancia en metros.**

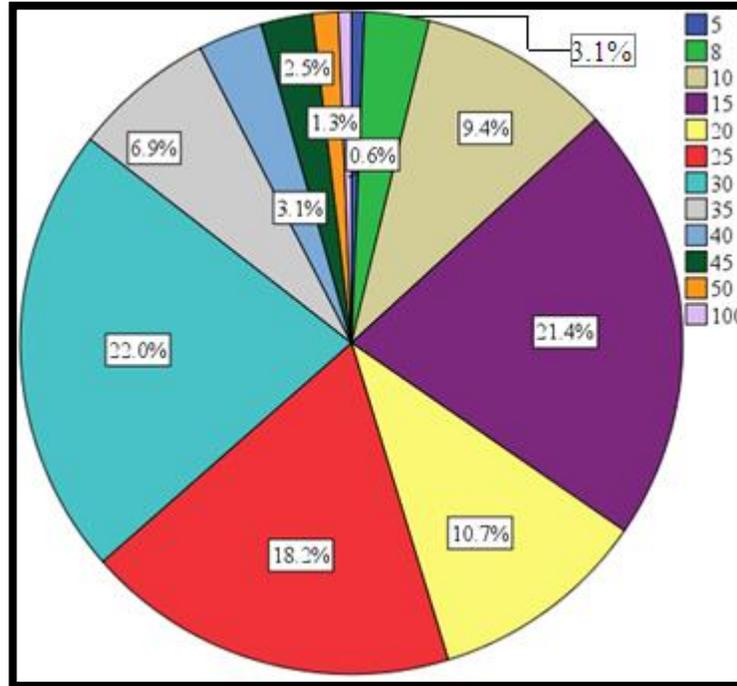


Figura 1.93 Valor de la distancia en metros (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.93, encontramos que los valores más relevantes de la distancia esta entre 30, 15 y 25m con porcentajes de 22%, 21.4% y 18.2%, los cuales representan el 61.6% de total de encuestados, dejándonos el 38.4% para repartirse con los demás valores de la figura.

**4. ¿Cuándo su vehículo acude a un taller cual es el motivo más frecuente?**

**4.1.ABC de frenos.**

Tabla 1.251 ABC de frenos (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 1	56	35.2	35.2	35.2
2	74	46.5	46.5	81.8
3	29	18.2	18.2	100.0
Total	159	100.0	100.0	

Tabla 1.252 ABC de frenos (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	159	100.0

Tabla 1.253 ABC de frenos (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	159	100.0

### Interpretación.

Según las tablas 1.251, 1.252 y 1.253, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por ABC de frenos se realiza solo semanalmente. Teniendo a la categoría de cada 2 semanas con el mayor porcentaje de 46.5%, seguido muy de cerca por cada semana con el 35.2%, mientras que el 18.2% restante corresponde a la categoría de cada 3 semanas.

Los conductores nos comentaban que el mayor motivo para realizar con esta frecuencia es el cuidado de estos elementos, los cuales tienden a sufrir graves daños por las circunstancias extremas en la que la mayoría trabaja.

## 4.2. Mantenimiento de suspensión.

Tabla 1.254 Mantenimiento de suspensión (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	159	100.0

Tabla 1.255 Mantenimiento de suspensión (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 1	22	13.8	13.8	13.8
2	36	22.6	22.6	36.5
3	45	28.3	28.3	64.8
4	31	19.5	19.5	84.3

5	16	10.1	10.1	94.3
6	9	5.7	5.7	100.0
Total	159	100.0	100.0	

Tabla 1.256 Mantenimiento de suspensión (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	159	100.0

### Interpretación.

Según las tablas 1.254, 1.255 y 1.256 tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por mantenimiento de la suspensión es solo en meses. Los cuales se encuentran repartidos entre 1, 2, 3, 4, 5 y 6 meses, siendo cada 3 meses el de mayor frecuencia con 28.3% y seguido de cada 2 y 4 meses con 22.6% y 19.5% respectivamente.

### 4.3. Cambio de aceites motor.

Tabla 1.257 Cambio de aceite motor (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	159	100.0

Tabla 1.258 Cambio de aceite motor (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	1	.6	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	158	99.4		
Total		159	100.0		

Tabla 1.259 Cambio de aceite motor (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	3000	30	18.9	19.0	19.0
	3500	14	8.8	8.9	27.8
	4000	40	25.2	25.3	53.2
	4300	1	.6	.6	53.8
	4500	11	6.9	7.0	60.8
	5000	37	23.3	23.4	84.2
	5500	8	5.0	5.1	89.2
	6000	17	10.7	10.8	100.0
	Total	158	99.4	100.0	
Desaparecidos Sistema	1	.6			
Total	159	100.0			

#### Interpretación.

Según las tablas 1.257, 1.258 y 1.259, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por cambio de aceite motor es practicada en meses y kilometraje. Para la representación en meses tenemos que esta actividad se realiza cada mes con un 0.6% del total de los encuestados, quedando el otro 99.4% para los la ejecutan a través del kilometraje, teniendo mayor porcentaje en esta categoría 4000 y 5000 Km de recorrido con 25.2% y 23.3%, respectivamente.

#### 4.4. Cambio de aceites caja.

Tabla 1.260 Cambio de aceite caja (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema		159	100.0

Tabla 1.261 Cambio de aceite caja (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	3	1.9	8.8	8.8
	3	30	18.9	88.2	97.1
	4	1	.6	2.9	100.0
	Total	34	21.4	100.0	
Desaparecidos	Sistema	125	78.6		
Total		159	100.0		

Tabla 1.262 Cambio de aceite caja (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	10000	28	17.6	22.4	22.4
	11000	25	15.7	20.0	42.4
	12000	35	22.0	28.0	70.4
	13000	9	5.7	7.2	77.6
	14000	2	1.3	1.6	79.2
	15000	20	12.6	16.0	95.2
	16000	1	.6	.8	96.0
	20000	4	2.5	3.2	99.2
	90000	1	.6	.8	100.0
	Total	125	78.6	100.0	
Desaparecidos	Sistema	34	21.4		
Total		159	100.0		

### Interpretación.

Según las tablas 1.260, 1.261 y 1.262, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por cambio de aceite caja se efectúa en meses y kilometraje. Para la representación en meses tenemos que esta actividad se realiza cada 2, 3 y 4 meses, con un porcentaje del total de encuestados de 21.4% del cual el 18.9% corresponde a cada 3 meses siendo el de mayor relevancia. Por otra parte tenemos que para el kilometraje esta actividad se realiza con mayor frecuencia cada 10000, 11000, 12000 y 15000 Km de recorrido, con un

porcentaje del total de encuestados de 78.6%, teniendo mayor porcentaje 12000 y 10000 Km con 22% y 17.6% respectivamente.

#### 4.5. Cambio de neumáticos.

Tabla 1.263 Cambio de neumáticos (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	159	100.0

Tabla 1.264 Cambio de (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 3	3	1.9	1.9	1.9
4	13	8.2	8.2	10.1
5	47	29.6	29.6	39.6
6	44	27.7	27.7	67.3
7	40	25.2	25.2	92.5
8	12	7.5	7.5	100.0
Total	159	100.0	100.0	

Tabla 1.265 Cambio de neumáticos (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	159	100.0

#### Interpretación.

Según las tablas 1.263, 1.264 y 1.265, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por cambio de neumáticos es solo en meses. Los porcentajes de mayor relevancia se encuentran en cada 5, 6 y 7 meses con 29.6%, 27.7% y 25.2% respectivamente siendo el 82.5% del total, mientras que el otro 17.5% está dividido entre 3, 4 y 8 meses.

#### 4.6. Ajuste de carrocería.

Tabla 1.266 Ajuste de carrocería (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	159	100.0

Tabla 1.267 Ajuste de carrocería (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 7	1	.6	.6	.6
8	4	2.5	2.5	3.1
9	3	1.9	1.9	5.0
10	38	23.9	23.9	28.9
11	30	18.9	18.9	47.8
12	70	44.0	44.0	91.8
13	12	7.5	7.5	99.4
14	1	.6	.6	100.0
Total	159	100.0	100.0	

Tabla 1.268 Ajuste de carrocería (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	159	100.0

#### Interpretación.

En las tablas 1.266, 1.267 y 1.268, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por ajuste de carrocería se efectúa solo en meses. Los porcentajes de mayor relevancia se encuentran en cada 10, 11 y 12 meses con 23.9%, 18.9% y 44% respectivamente, mientras que el otro 13.2% está dividido entre 7, 8, 9, 13 y 14 meses, cave recalcar que los porcentajes son tomados de los 159 conductores encuestados.

#### 4.7. Reparación motor.

Tabla 1.269 Reparación motor (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	159	100.0

Tabla 1.270 Reparación motor (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	159	100.0

Tabla 1.271 Reparación (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	159	100.0

#### Interpretación.

En las tablas 1.269, 1.270 y 1.271, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por reparación de motor es del 0% en los tres casos. En la mayoría nos supieron aclarar que esto se realiza cada vez que se daña y no tienen una frecuencia establecida.

#### 4.8. Reparación frenos.

Tabla 1.272 Reparación frenos (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	159	100.0

Tabla 1.273 Reparación frenos (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

	Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos Sistema	159	100.0

Tabla 1.274 Reparación frenos (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	159	100.0

**Interpretación.**

En las tablas 1.272, 1.273 y 1.274, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por reparación de frenos es del 0% en los tres casos. En la mayoría nos supieron aclarar que esto se realiza cada vez que se daña y no tienen una frecuencia establecida.

**4.9. Reparación caja.**

Tabla 1.275 Reparación caja (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	159	100.0

Tabla 1.276 Reparación caja (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	159	100.0

Tabla 1.277 Reparación caja (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	159	100.0

**Interpretación.**

En las tablas 1.275, 1.276 y 1.277, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por reparación de frenos es del 0% en los tres casos. En la mayoría nos supieron aclarar que esto se realiza cada vez que se daña y no tienen una frecuencia establecida.

#### 4.10. Reparación suspensión.

Tabla 1.278 Reparación suspensión (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

##### SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	159	100.0

Tabla 1.279 Reparación suspensión (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

##### MESES

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	159	100.0

Tabla 1.280 Reparación suspensión (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

##### KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	159	100.0

#### Interpretación.

En las tablas 1.278, 1.279 y 1.280 tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por reparación de suspensión es del 0% en los tres casos. En la mayoría nos supieron aclarar que esto se realiza cada vez que se daña y no tienen una frecuencia establecida.

#### 4.11. Engrase

Tabla 1.281 Engrase (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

##### SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	32	20.1	20.6	20.6
	2	66	41.5	42.6	63.2
	3	55	34.6	35.5	98.7
	4	2	1.3	1.3	100.0
Total		155	97.5	100.0	
Desaparecidos	Sistema	4	2.5		
Total		159	100.0		

Tabla 1.282 Engrase (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	2	1.3	50.0	50.0
	3	2	1.3	50.0	100.0
	Total	4	2.5	100.0	
Desaparecidos	Sistema	155	97.5		
Total		159	100.0		

Tabla 1.283 Engrase (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES  
KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	159	100.0

### Interpretación.

Según las tablas 1.281, 1.282 y 1.283, tenemos que la frecuencia con que acuden a un taller los conductores de este tipo de vehículos por engrase se efectúa en semanas y meses. Para la representación en semanas tenemos que esta actividad se realiza cada 1, 2, 3 y 4 semanas con un 97.5% del total de encuestados, siendo los valores más representativos cada 2 y 3 semanas con 41.5% y 34.6%. Por otra parte en los meses esta actividad se realiza cada 1 y 3 meses, con un porcentaje del total de encuestados de 2.5%.

### 5. ¿Cuándo se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende?

Tabla 1.284 averías en los vehículos (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Averías Producidas	INSUFICIENTE MANTENIMIENTO	44	14.4%
	IMPERICIA DEL CONDUCTOR	81	26.6%
	MAL ESTADO DE LAS VIAS	115	37.7%
	CONDICIONES CLIMATOLOGICAS	36	11.8%
	GEOMORFOLOGIA DE LA PROVINCIA	29	9.5%
Total		305	100.0%

**Interpretación.**

En la tabla 1.284, tenemos que la principal causa para que se produzcan averías en los vehículos es el mal estado de las vías con 37.7%, seguido de la impericia del conductor con 26.6% y con el 14.4% insuficiente mantenimiento siendo estas tres causas las más relevantes.

**6. ¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito?**

Tabla 1.285 Registro de accidentes de tránsito (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	12	7.5	7.5	7.5
NO	147	92.5	92.5	100.0
Total	159	100.0	100.0	

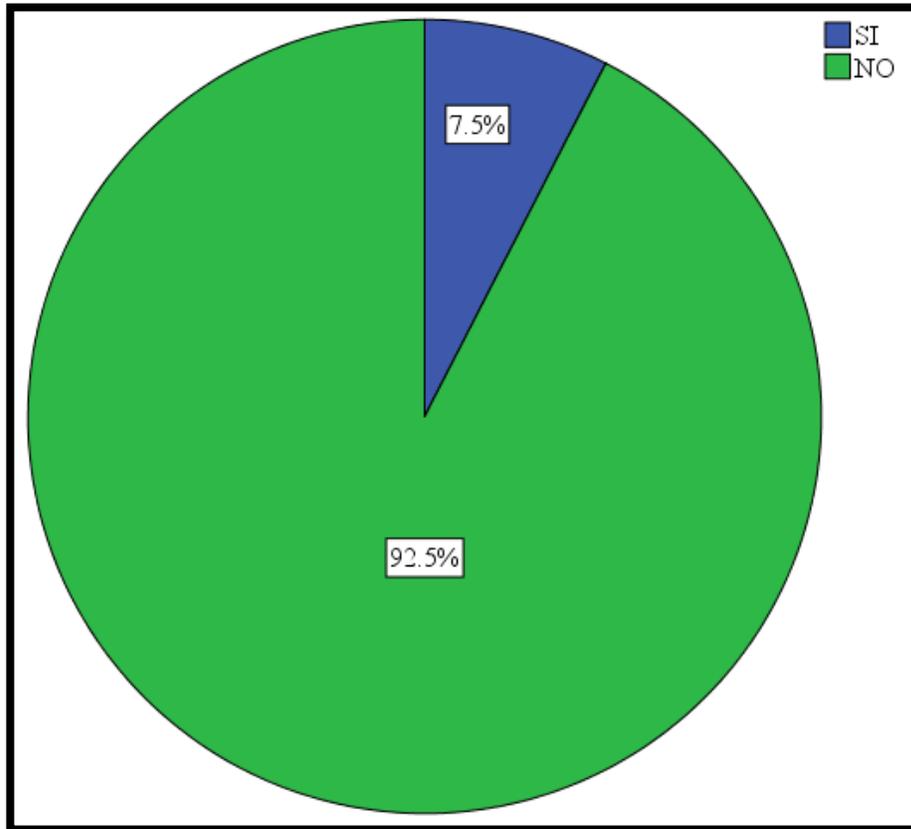


Figura 1.94 Registro de accidentes de tránsito (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En la figura 1.94, encontramos que el 92.5% de los conductores encuestados de volquetes no han sufrido accidentes, mientras que el 7.5% si registran accidentes de tránsito.

**7. ¿Cuántos accidentes ha tenido?**

Tabla 1.286 Número de accidentes de tránsito (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	10	6.3	83.3	83.3
	2	2	1.3	16.7	100.0
	Total	12	7.5	100.0	
Desaparecidos	Sistema	147	92.5		
Total		159	100.0		

**Interpretación.**

En la tabla 1.286, tenemos que los conductores encuestados registran catorce accidentes de tránsito los cuales representan el 7.5% del total de encuestados.

**8. ¿Cuáles han sido las causas para registrar accidentes de tránsito?**

Tabla 1.287 Causas para registrar accidentes de tránsito (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Causas para Accidentes	FALLA DEL SISTEMA DE FRENOS	5	25.0%
	FALLA DEL SISTEMA DE TRANSMISION	3	15.0%
	MAL ESTADO DE LOS NEUMATICOS	6	30.0%
	MAL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR	2	10.0%
	PROBLEMAS POR FALLAS GEOLOGICAS	4	20.0%
Total		20	100.0%

**Interpretación.**

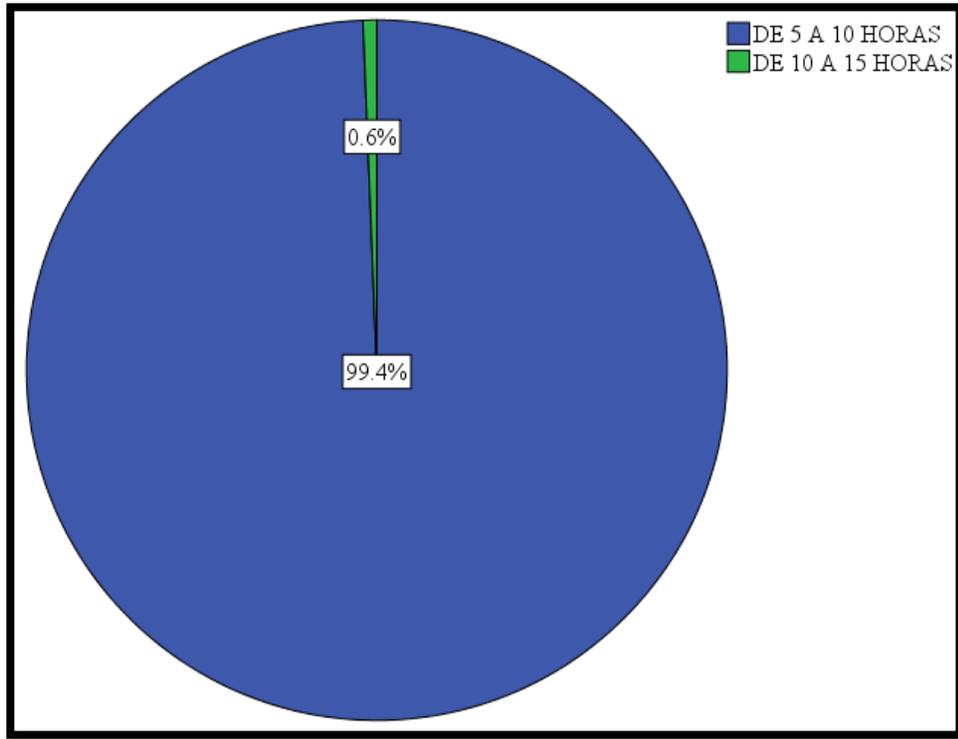
Según la tabla 1.287, las principales causas para registrar accidentes de tránsito son el mal estado de los neumáticos y falla en el sistema de frenos con 30% y 25%

respectivamente, mientras que el otro 45% está representado entre problemas por fallas geológicas, falla del sistema de transmisión y mal funcionamiento del motor.

**9. ¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce?**

**Tabla 1.288 Horas diarias de conducción (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido DE 5 A 10 HORAS	158	99.4	99.4	99.4
DE 10 A 15 HORAS	1	.6	.6	100.0
Total	159	100.0	100.0	



**Figura 1.95 Horas diarias de conducción (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES**

**Interpretación.**

En la figura 1.95, notamos que el mayor porcentaje de horas de conducción se encuentra de 5 A 10 HORAS con 99.4%, mientras que el 0.6% corresponde a 10 A 15 HORAS. Esto se debe a que la mayoría de los conductores solo realizan 8 horas de trabajo diarias.

## 10. ¿Sabe usted que es un manual de conducción?

Tabla 1.289 Sabe los que es un manual de conducción (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	112	70.4	70.4	70.4
NO	47	29.6	29.6	100.0
Total	159	100.0	100.0	

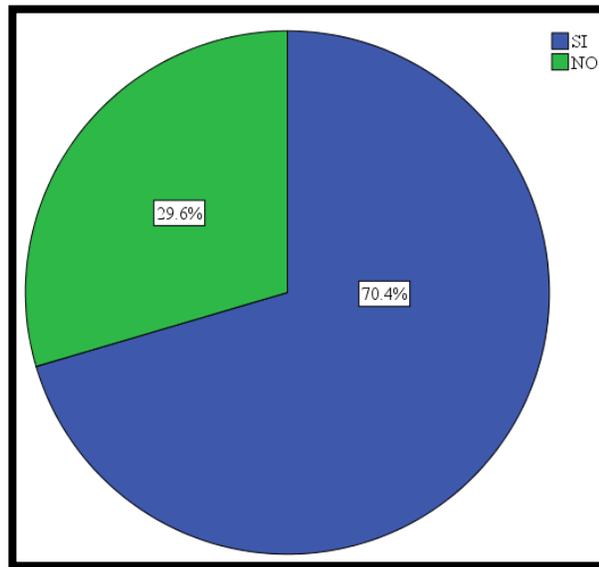


Figura 1.96 Sabe los que es un manual de conducción (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

Según la figura 1.96, tenemos que el 70.4% si sabe lo que es un manual de conducción, mientras que el 29.6% desconocen este tipo de información.

## 11. ¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados?

Tabla 1.290 Exista manual de conducción (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	112	70.4	100.0	100.0
Desaparecidos Sistema	47	29.6		
Total	159	100.0		

## Porque.

Tabla 1.291 Porque debería existir una manual de conducción (VOLQUETES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
Valido	47	29.6	29.6
Menos accidentes de transito	34	21.4	21.4
Menos accidentes por impericia del conductor	3	1.9	1.9
Para aprovechar al máximo el rendimiento del vehículo	1	.6	.6
Para cuidar mejor el vehículo	10	6.3	6.3
Para evitar daños en el vehículo	5	3.1	3.1
Para instruir de una manera eficiente al conductor y evitar accidentes	3	1.9	1.9
Para obtener mejores conocimientos	9	5.7	5.7
Para que no esfuercen los sistemas del vehículo	1	.6	.6
Para respetar las señales de transito	5	3.1	3.1
Para saber cómo conducir	25	15.7	15.7
Para saber qué hacer en situaciones inesperadas	3	1.9	1.9
Para saber que mantenimiento dar al vehículo	9	5.7	5.7
Para solucionar algún problema que se presente	2	1.3	1.3
Sepan diferenciar el tipo de conducción	2	1.3	1.3
Total	159	100.0	100.0

## Interpretación.

Según la tabla 1.290, tenemos que el 70.4% de los conductores encuestados si consideran que debería existir en las escuelas de capacitación un manual de conducción. Los cuales según la tabla 1.289, piensan que con la existencia de este, obtendrán algunas características como: disminuir accidentes de tránsito con el 21.4%, para saber cómo conducir correctamente con el 15.7%, como cuidar y dar mejor mantenimiento a su vehículo con 6.3% y 5.7%, mientras que el otro 49.1% del total esta resumido en respetar las señales de tránsito, diferenciar los tipos de conducción, y una conducción más eficiente.

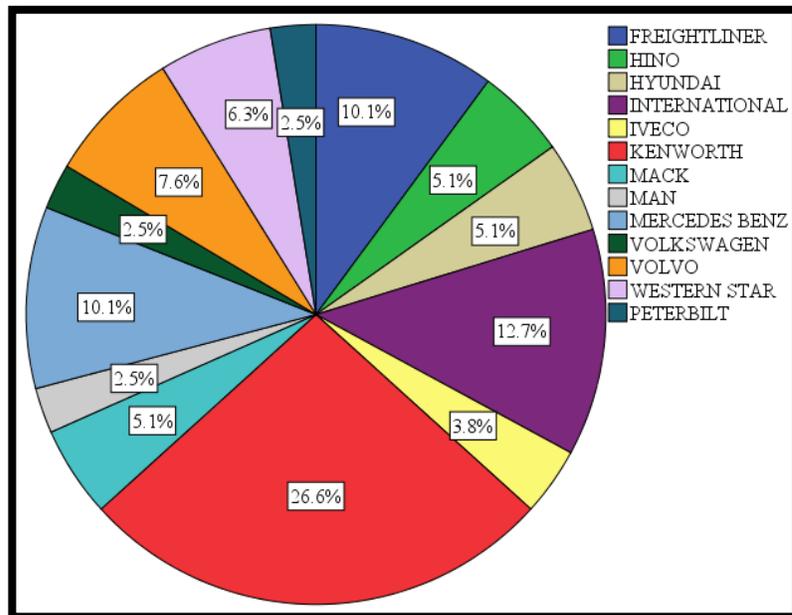
**1.5.1.6. TRAILER.**

**1. ¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee?**

**1.1. ¿Cuál es la marca de su vehículo?**

**Tabla 1.292 Cual es la marca de su vehículo (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	FREIGHTLINER	8	10.1	10.1	10.1
	HINO	4	5.1	5.1	15.2
	HYUNDAI	4	5.1	5.1	20.3
	INTERNATIONAL	10	12.7	12.7	32.9
	IVECO	3	3.8	3.8	36.7
	KENWORTH	21	26.6	26.6	63.3
	MACK	4	5.1	5.1	68.4
	MAN	2	2.5	2.5	70.9
	MERCEDES BENZ	8	10.1	10.1	81.0
	VOLKSWAGEN	2	2.5	2.5	83.5
	VOLVO	6	7.6	7.6	91.1
	WESTERN STAR	5	6.3	6.3	97.5
	PETERBILT	2	2.5	2.5	100.0
	Total	79	100.0	100.0	



**Figura 1.97 Cual es la marca de su vehículo (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES**

### Interpretación.

En base a la figura 1.97, tenemos que de los 79 conductores de tráileres encuestados de la Provincia de Loja, el 26.6% corresponden a la Kenworth, seguido por el 12.7% que corresponde a la marca International, el 10.1% que corresponde a las marcas Freightliner y Mercedes Benz, seguido por porcentajes menores como el 7.6% y el 6.3% Volvo y Western Star respectivamente, seguido por el 5.1% que corresponde a las marcas Hino, Hyundai y Mack, el 3.8% que corresponde a la marca Iveco y finalmente el 2.5% que corresponde a las marcas Man, Volkswagen, Peterbilt.

### 1.2. ¿Cuál es el modelo de su vehículo?

Tabla 1.293 Cual es el modelo de su vehículo (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 17310	2	2.5	2.5	2.5
33480 TGA	2	2.5	2.5	5.1
389	2	2.5	2.5	7.6
4900	5	6.3	6.3	13.9
540 S42	3	3.8	3.8	17.7
9200	1	1.3	1.3	19.0
9900	6	7.6	7.6	26.6
ACTROS	5	6.3	6.3	32.9
3353S				
AXOR 3344S	3	3.8	3.8	36.7
CL 120	8	10.1	10.1	46.8
CXU 613E	2	2.5	2.5	49.4
FH 12	3	3.8	3.8	53.2
FH 64T	3	3.8	3.8	57.0
GU 813E	2	2.5	2.5	59.5
HD 1000	2	2.5	2.5	62.0
HD 270	2	2.5	2.5	64.6
PROSTAR	3	3.8	3.8	68.4
SS1EKVA	4	5.1	5.1	73.4
T800	21	26.6	26.6	100.0
Total	79	100.0	100.0	

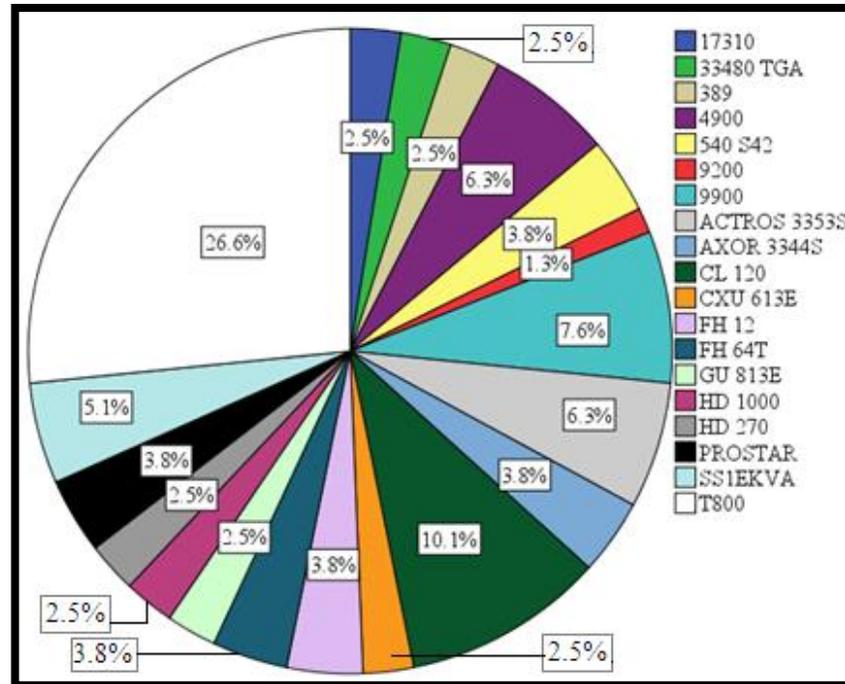


Figura 1.98 Cual es el modelo de su vehículo (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En la figura 1.98, tenemos que el 26.6% corresponden al modelo T800, seguido por el 10.1% del modelo CL 120, con el 7.6% del modelo 9900, el 6.3% del ACTROS 3353S y el 4900, que corresponden a un 56.9% del total y el 43.1% está distribuido entre las siguientes marcas con porcentajes menores: 33480 TGA, 389, 540 S42, 9200, Axor 3344S, CXU 613E, FH 12, FH 64T, GU 813E, HD 1000, HD 270, Prostar, SS1EKVA.

### 1.3. Año de fabricación de su vehículo.

Tabla 1.294 años de fabricación de su vehículo (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Cumulativo
Valido 2005	1	1.3	1.3	1.3
2007	1	1.3	1.3	2.5
2008	4	5.1	5.1	7.6
2009	5	6.3	6.3	13.9
2010	3	3.8	3.8	17.7
2011	21	26.6	26.6	44.3

2012	41	51.9	51.9	96.2
2013	3	3.8	3.8	100.0
Total	79	100.0	100.0	

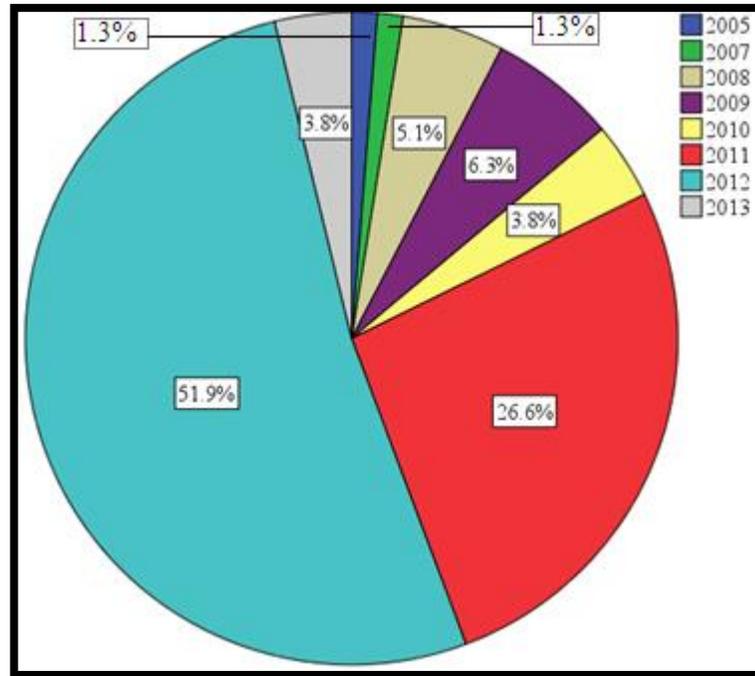


Figura 1.99 año de fabricación de su vehículo (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En cuanto al año de fabricación según la figura 1.99, tenemos que el 51.9% corresponden al año 2012, seguido de el 26.6% que corresponde al año 2011, cabe resaltar que los porcentajes 6.3% y 5.1% corresponden a los años 2009 y 2008 respectivamente, en porcentajes menores se tiene que el 3.8% corresponde a los años 2010 y 2013, y finalmente se tiene que el 1.3% corresponde a los años 2005 y 2007.

### 1.4. ¿Cuál es la capacidad de carga de su vehículo?

Tabla 1.295 Capacidad de carga de su vehículo (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 30	2	2.5	2.5	2.5
34	2	2.5	2.5	5.1
35	2	2.5	2.5	7.6

36	1	1.3	1.3	8.9
40	3	3.8	3.8	12.7
45	50	63.3	63.3	75.9
46	4	5.1	5.1	81.0
48	4	5.1	5.1	86.1
49	1	1.3	1.3	87.3
50	2	2.5	2.5	89.9
56	2	2.5	2.5	92.4
63	2	2.5	2.5	94.9
70	4	5.1	5.1	100.0
Total	79	100.0	100.0	

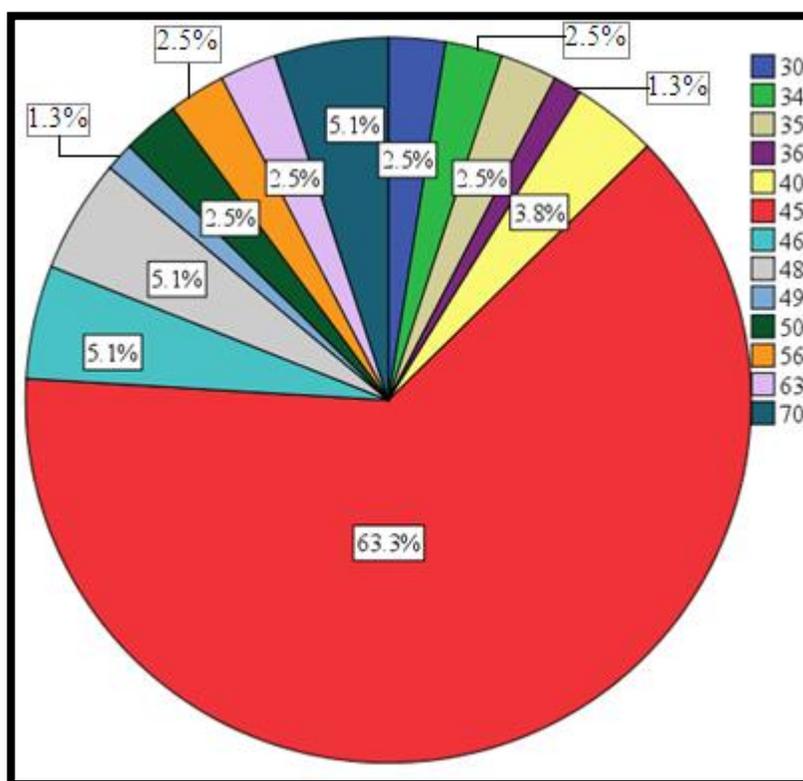


Figura 1.100 Capacidad de carga de su vehículo (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

Según la figura 1.100, tenemos que el 63.3% representa a Tráileres con capacidad de carga de 45 toneladas, el 5.1% representa capacidades de carga de 46,48 y 70 toneladas, el 3.8% a 40 toneladas, seguido del 2.5% que corresponde a 30, 34, 35, 50, 56 y 63, y finalmente el 1.3% que corresponde a 36 y 49 toneladas.

2. ¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana.

Tabla 1.296 Rutas viales de la provincia (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Vías de la Provincia	RIO PUYANGO-ALAMOR	8	1.7%
	Y DE ALAMOR-PINDAL	5	1.0%
	PINDAL-ZAPOTILLO	5	1.0%
	ZAPOTILLO-ALAMOR	4	.8%
	LIMITE PROVINIAL AZUAY/LOJA (ONA-SARAGURO)	25	5.2%
	SARAGURO-SAN LUCAS	25	5.2%
	SAN LUCAS-LOJA	25	5.2%
	LOJA-CATAMAYO	41	8.5%
	CATAMAYO-PUENTE GUAYABAL	26	5.4%
	PUENTE GUAYABAL-SAN PEDRO LA BENDITA	26	5.4%
	SAN PEDRO LA BENDITA-VELACRUZ	26	5.4%
	VELACRUZ-CATACOCCHA	36	7.5%
	CATCOCHA-EL EMPALME	35	7.2%
	EL EMPALME-MACARA-PTE INTERNACIONAL	19	3.9%
	VELACRUZ-CHAGUARPAMBA	48	9.9%
	CHAGUARPAMBA-RIO PINDO (LTE.LOJA/ORO)	48	9.9%
	EL EMPALME-CELICA	16	3.3%
	CELICA-ALAMOR	17	3.5%
	CATAMAYO-GONZANAMA	14	2.9%
GONZANAMA-CARIAMANGA	14	2.9%	
CARIAMANGA-SOZORANGA	10	2.1%	
SOZORANGA-MACARA	10	2.1%	
Total	483	100.0%	

### Otra Ruta Especifique.

Tabla 1.297 Otra ruta especifique (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	76	96.2	96.2	96.2
LOJA-ZAMORA	3	3.8	3.8	100.0
Total	79	100.0	100.0	

#### Interpretación.

Según la tabla 1.296 tenemos que al sumar los mayores porcentajes nos dan un 74.8% el cual se encuentra repartido entre las rutas viales: Loja-Catamayo, Limite provincial Azuay/Loja (Oña-Saraguro), Saraguro-San Lucas, San Lucas-Loja, Catamayo-puente Guayabal, puente Guayabal-San Pedro la Bendita, San Pedro la Bendita-Velacruz, Velacruz-Catacocha, Catacocha-El Empalme, El Empalme-Macara-Puente Internacional, Velacruz-Chaguarpamba, Chaguarpamba- Rio Pindo (Ite.loja/oro). El otro 25.2% según la tabla 1.295, está repartido entre las rutas viales tales como: Río Puyango-Alamor, Y de Alamor-Pindal, Pindal-Zapotillo, Zapotillo-Alamor, El Empalme-Celica, Celica-Alamor, Catamayo-Gonzanama, Gonzanama-Cariamanga, Cariamanga-Sozoranga, Sozoranga-Macará.

Además de las rutas citadas anteriormente también existe otra ruta vial que es transitada con un porcentaje de 3.8% y esa ruta es Loja-Zamora.

### 3. A su criterio durante la conducción en las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones.

#### 3.1. Conoce y respeta las señales de tránsito

Tabla 1.298 Conoce y respeta las señales de tránsito (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	79	100.0	100.0	100.0

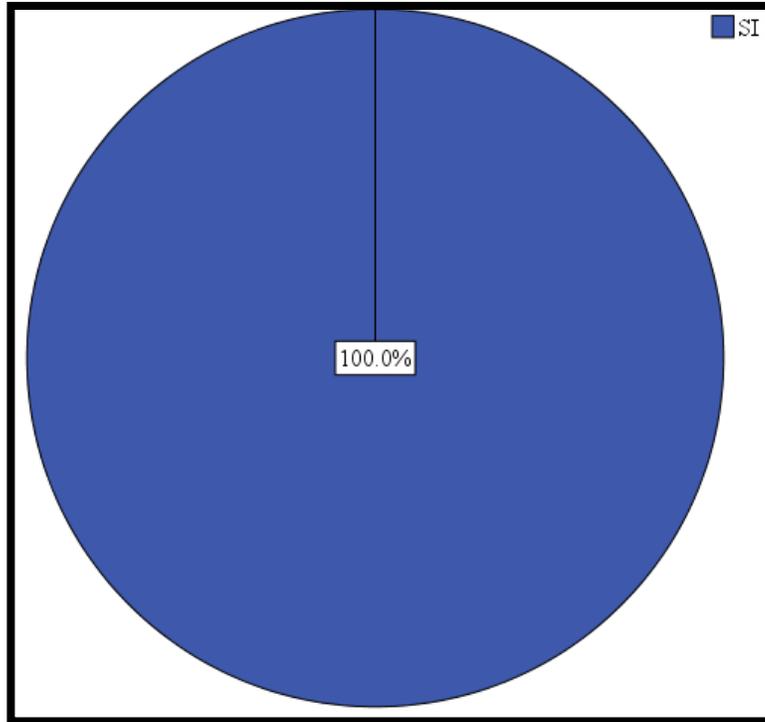


Figura 1.101 Conoce y respeta las señales de tránsito (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Según la figura 1.101, tenemos que el 100% de los 79 conductores de Tráileres encuestados conocen y respetan las señales de tránsito.

**3.2. Esfuerza el sistema de frenado.**

Tabla 1.299 Esfuerza el sistema de frenado (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	21	26.6	26.6	26.6
	NO	58	73.4	73.4	100.0
	Total	79	100.0	100.0	

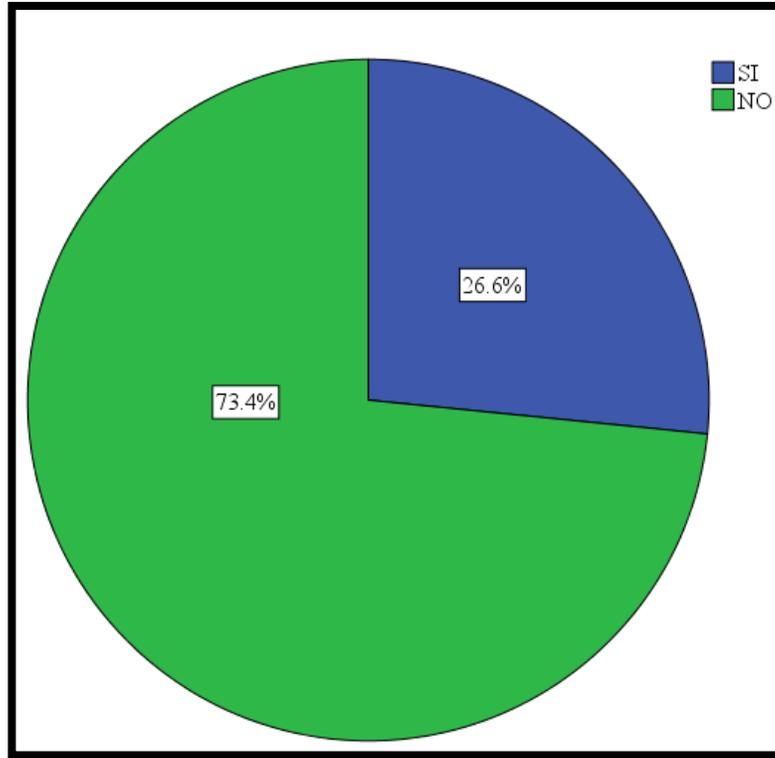


Figura 1.102 Esfuerza el sistema de frenado (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

En base a los resultados de la figura 1.102, se tiene que el 73.4% no esfuerza el sistema de frenado mientras que el otro 26.6% si lo hace.

### 3.3. Esfuerza el sistema de transmisión.

Tabla 1.300 Esfuerza el sistema de transmisión (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulativo	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	23	29.1	29.1	29.1
	NO	56	70.9	70.9	100.0
	Total	79	100.0	100.0	

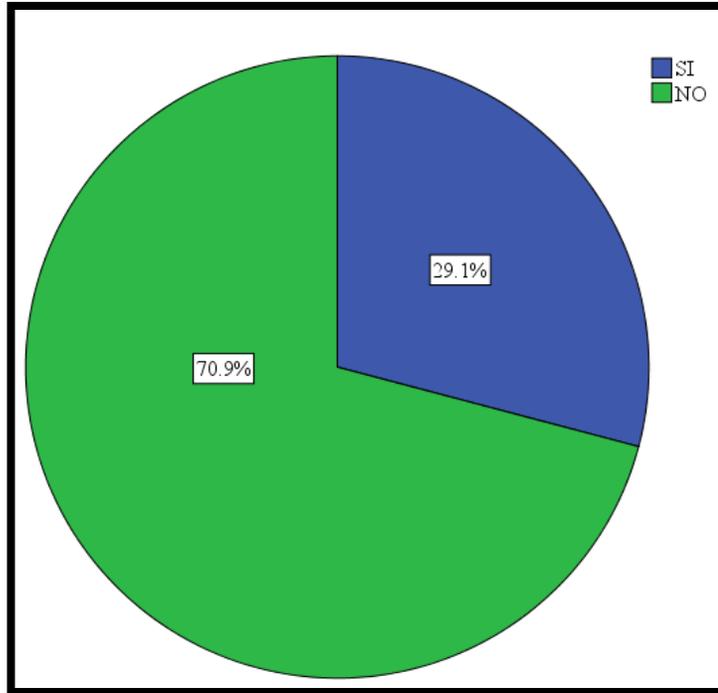


Figura 1.103 Esfuerza el sistema de transmisión (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

De acuerdo a los resultados de la figura 1.103, podemos conocer que el 70.9% no esfuerza el sistema de transmisión mientras que el 29.1% lo hace.

### 3.4. Excede el límite de carga.

Tabla 1.301 Excede el límite de carga (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulativo	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	44	55.7	55.7	55.7
	NO	35	44.3	44.3	100.0
Total		79	100.0	100.0	

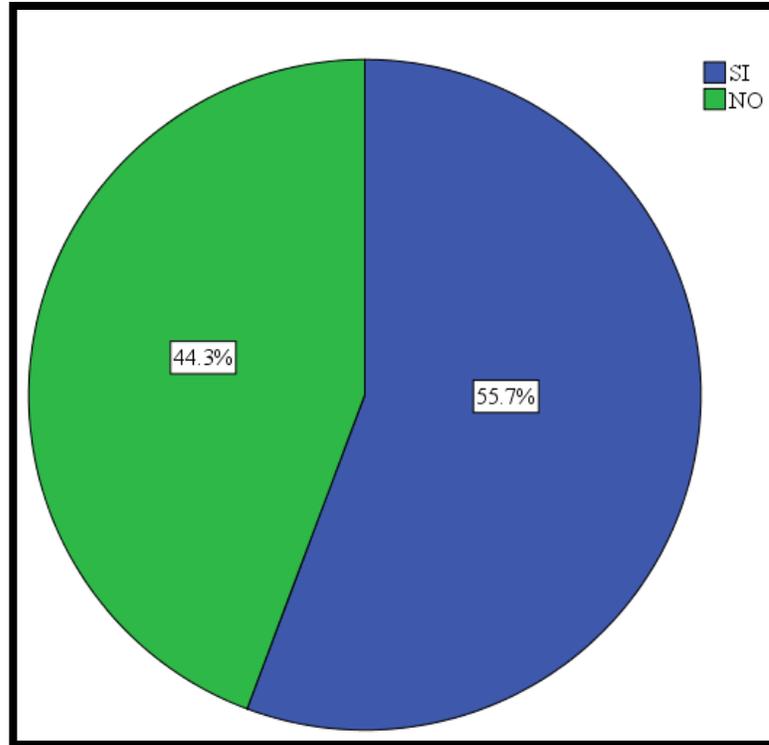


Figura 1.104 Excede el límite de carga (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

### Interpretación.

Los resultados mostrados en la figura 1.104, nos hace conocer que el 55.7% si exceden el límite de carga, en tanto que el 44.3% no lo hacen.

### 3.5. Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha.

Tabla 1.302 Sabe el régimen del cambio de marcha (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	79	100.0	100.0	100.0

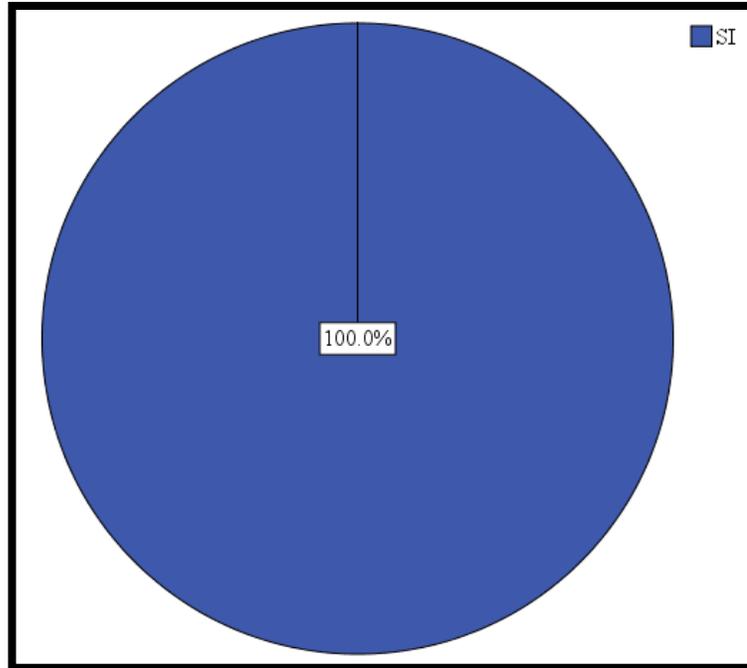


Figura 1.105 Sabe el régimen del cambio de marcha (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

El resultado de la figura 1.105, indica que el 100% de los 79 conductores de tráileres conocen en que régimen de revoluciones deben realizar el cambio de marcha.

**Número de rpm en las que se realiza el cambio de marcha.**

Tabla 1.303 Número de RPM para el cambio de marcha (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 1500	4	5.1	5.1	5.1
1600	2	2.5	2.5	7.6
1700	10	12.7	12.7	20.3
1800	36	45.6	45.6	65.8
2000	27	34.2	34.2	100.0
Total	79	100.0	100.0	

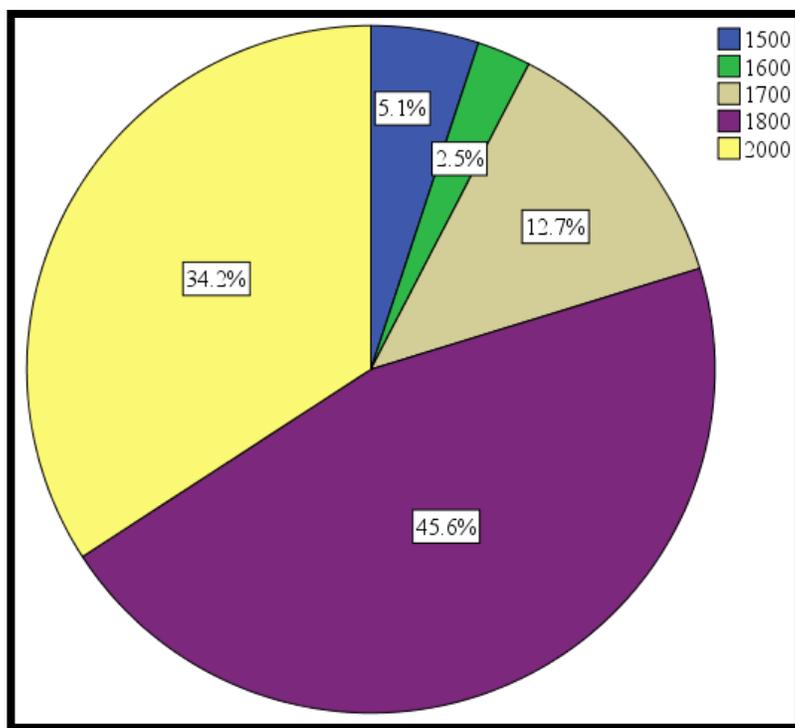


Figura 1.106 Número de RPM para el cambio de marcha (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Los resultados de la figura 1.106, nos indican que el 45.6% realizan el cambio de marcha a las 1800 rpm, seguido por el 34.2% que realizan el cambio de marcha a las 2000 rpm, el 12.7% lo hacen a las 1700 rpm, y con porcentajes menores como el 5.1% que lo hacen a las 1500 rpm, y finalmente el 2.5% que lo realizan a las 1600 rpm.

**3.6. Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor.**

Tabla 1.304 Sabe cuándo ocupar el freno motor (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	79	100.0	100.0	100.0

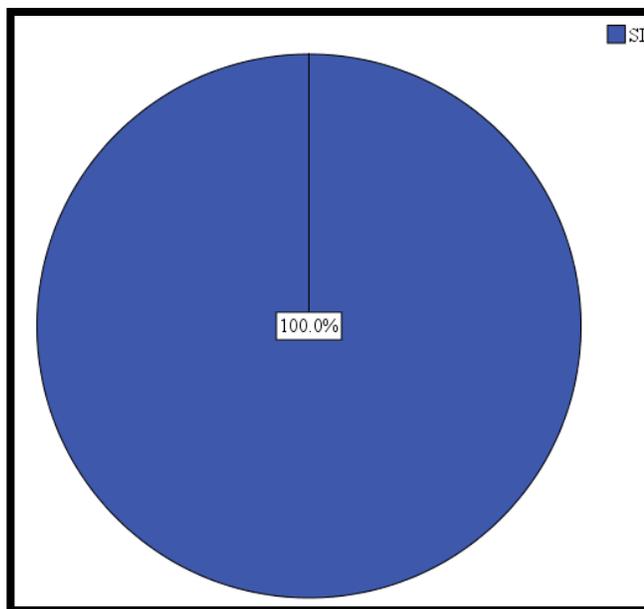


Figura 1.107 Sabe cuándo ocupar el freno motor (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

El resultado de la figura 1.107, indica que el 100% de los 79 conductores de tráileres encuestados conocen cuando es el momento adecuado de ocupar el freno motor.

**Cuando se ocupa el freno motor.**

Tabla 1.305 Cuando ocupar el freno motor (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido Bajadas	20	25,3	25,3	25,3
Bajadas muy pronunciadas	2	2,5	2,5	27,8
Bajadas y curvas	1	1,3	1,3	29,1
Bajamos una pendiente	3	3,8	3,8	32,9
Descender una pendiente	37	46,8	46,8	79,7
Descender una pendiente pronunciada	1	1,3	1,3	81,0
Descender una pendiente y cargado	8	10,1	10,1	91,1
Pendientes y cargado	3	3,8	3,8	94,9
Vehículo está cargado	4	5,1	5,1	100,0
Total	79	100,0	100,0	

**Interpretación.**

La tabla 1.305, representa el porcentaje de las situaciones en las que se consideran adecuadas para ocupar el freno motor, dando como resultado un 46.8% para cuando descendemos una pendiente, seguido por el 25.3% en bajadas, el 10.1% cuando descendemos una pendiente y va cargado, dando esto un total de 82.2% y el otro 17.8% restante se distribuye entre las siguientes acciones: Bajadas muy Pronunciadas, Bajadas y Curvas, Bajamos una Pendiente, Descender una Pendiente Pronunciada, Pendientes y Cargado, Vehículo está Cargado.

**3.7. Sabe usted en que marcha descender una pendiente.**

Tabla 1.306 Sabe en qué marcha descender una pendiente (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	78	98.7	98.7	98.7
	NO	1	1.3	1.3	100.0
Total		79	100.0	100.0	

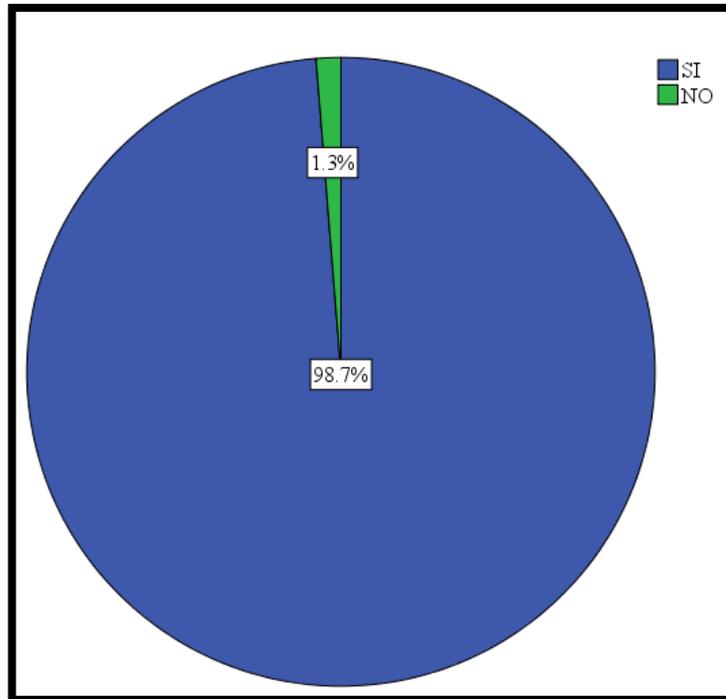


Figura 1.108 Sabe en qué marcha descender una pendiente (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

En base a los resultados de la figura 1.108, se tiene que el 98.7% sabe en qué marcha descender una pendiente y el 1.3% desconoce de esta acción.

**Cuál es la marcha con la que desciende la pendiente.**

Tabla 1.307 Marcha para descender una pendiente (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	CUARTA	5	6.3	6.4	6.4
	QUINTA	31	39.2	39.7	46.2
	SEXTA	42	53.2	53.8	100.0
	Total	78	98.7	100.0	
Desaparecidos	Sistema	1	1.3		
Total		79	100.0		

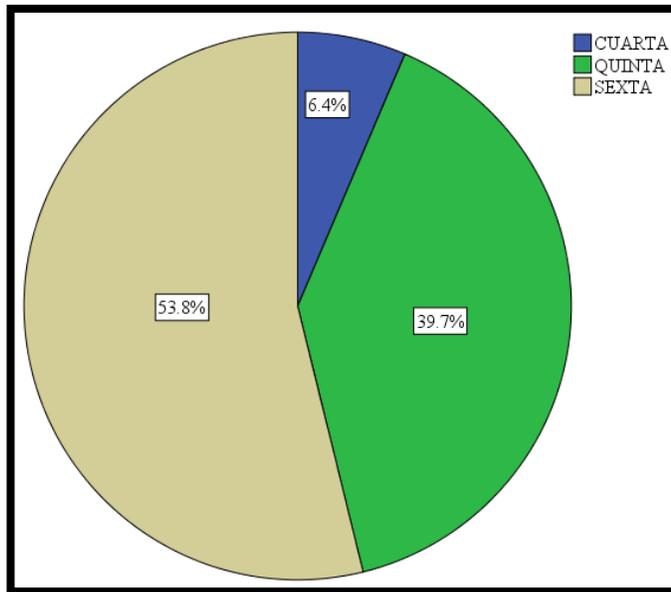


Figura 1.109 Marcha para descender una pendiente (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Los resultados de la figura 1.109, permiten visualizar que del 98.7% de conductores que saben en qué marcha descender una pendiente, se tiene que el 53.8% lo hace en sexta marcha, el 39.7% lo realizan en quinta marcha y finalmente en un porcentaje menor el 6.4% que lo hacen en cuarta marcha.

### 3.8. Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce.

Tabla 1.308 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido SI	78	98.7	98.7	98.7
NO	1	1.3	1.3	100.0
Total	79	100.0	100.0	

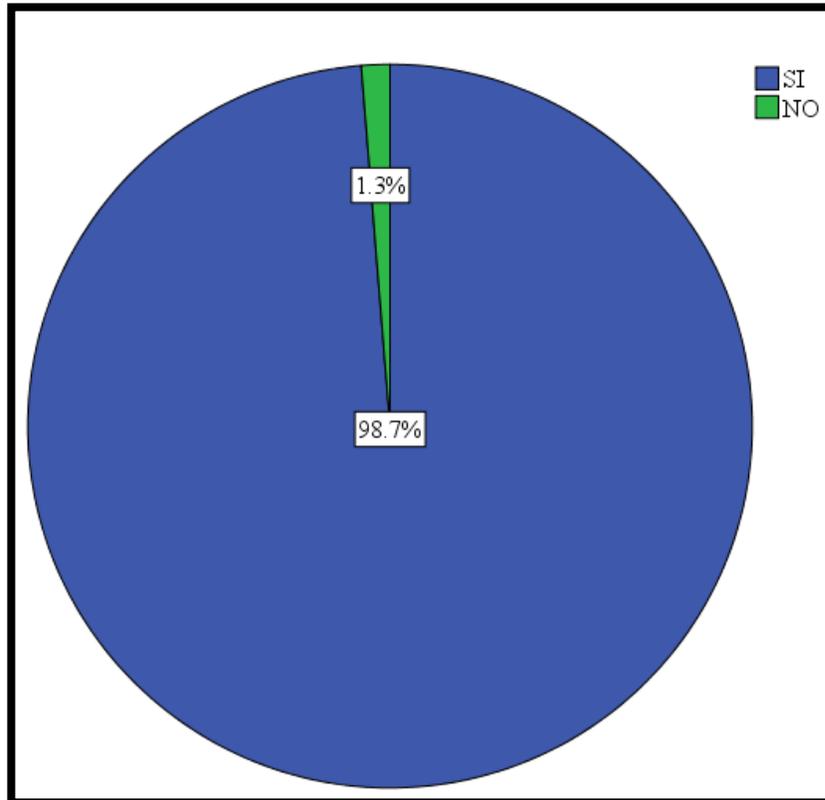


Figura 1.110 Sabe a qué distancia mantenerse de otro vehículo (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

#### **Interpretación.**

Los resultados de la figura 1.110, nos indican que el 98.7% saben a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conducen, en tanto que el 1.3% no lo saben.

**Valor de la distancia en metros.**

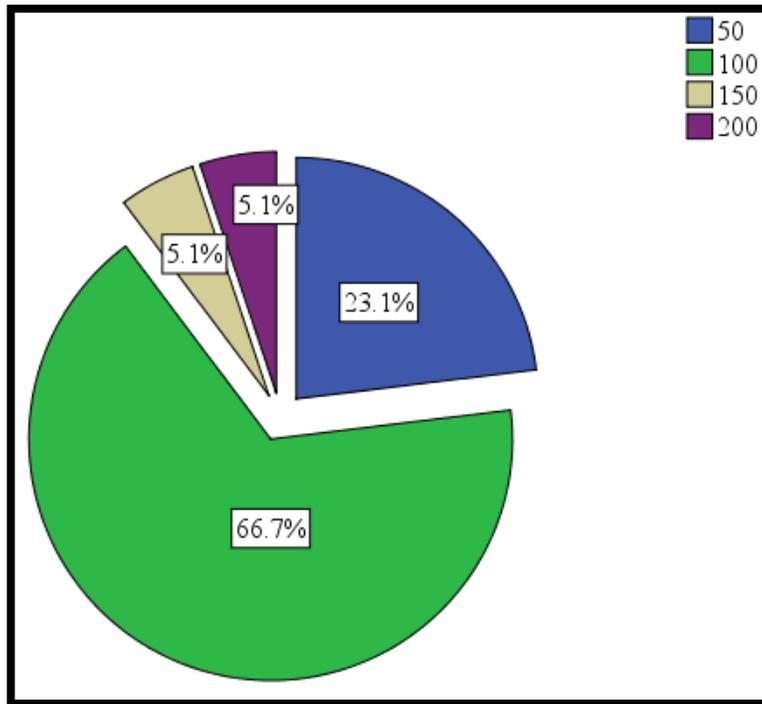


Figura 1.111 Valor de la distancia en metros (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

Los resultados de la figura 1.111, nos indican que el 66.7% de conductores encuestados de tráileres se mantienen a 100 metros de distancia de otro vehículo cuando conducen, seguido por el 23.1% que lo hacen a 50 metros, y finalmente el 5.1% que se mantienen a 150 y 200 metros.

**4. ¿Cuándo su vehículo acude a un taller cual es el motivo más frecuente?**

**4.1. ABC de frenos.**

Tabla 1.309 ABC de frenos (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES  
SEMANAS

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	47	59.5	73.4
	3	17	21.5	100.0
Total		64	81.0	100.0
Desaparecidos Sistema		15	19.0	
Total		79	100.0	

Tabla 1.310 ABC de frenos (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	11	13.9	73.3	73.3
	2	4	5.1	26.7	100.0
	Total	15	19.0	100.0	
Desaparecidos	Sistema	64	81.0		
Total		79	100.0		

Tabla 1.311 ABC de frenos (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.309, 1.310 y 1.311, muestran que se realiza el ABC de frenos en semanas y meses, para la presentación de semanas tenemos que esta actividad se realiza cada 2 y 3 semanas con un porcentaje total de 81% siendo el más relevante el 73.4% que corresponde a cada dos semanas, por otra parte para la representación de meses tenemos que esta actividad se realiza cada 1 y 2 meses con un porcentaje total de 19% siendo el más relevante el 73.3% que corresponde a cada un mes

**4.2. Mantenimiento de suspensión.**

Tabla 1.312 Mantenimiento de suspensión (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

Tabla 1.313 Mantenimiento de suspensión (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	3	3.8	25.0	25.0
	2	5	6.3	41.7	66.7
	8	3	3.8	25.0	91.7
	12	1	1.3	8.3	100.0
	Total	12	15.2	100.0	
Desaparecidos	Sistema	67	84.8		
Total		79	100.0		

Tabla 1.314 Mantenimiento de suspensión (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.312, 1.313 y 1.314, muestran que se realiza el mantenimiento de la suspensión solamente por meses, para la representación de esta actividad tenemos que se realiza cada 1, 2, 8 y 12 meses con un porcentaje del 41.7% para cada dos meses, seguido por el 25% que corresponde a cada uno y ocho meses, finalmente se tiene que el 8.3% corresponde a cada doce meses.

**4.3. Cambio de aceites motor.**

Tabla 1.315 Cambio de aceite motor (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	6	3	3.8	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	76	96.2		
Total		79	100.0		

Tabla 1.316 Cambio de aceite motor (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	35	44.3	66.0	66.0
	2	17	21.5	32.1	98.1
	4	1	1.3	1.9	100.0
	Total	53	67.1	100.0	
Desaparecidos	Sistema	26	32.9		
Total		79	100.0		

Tabla 1.317 Cambio de aceite motor (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	4000	1	1.3	4.5	4.5
	5000	1	1.3	4.5	9.1
	6000	4	5.1	18.2	27.3
	8000	7	8.9	31.8	59.1
	9000	3	3.8	13.6	72.7
	10000	6	7.6	27.3	100.0
	Total	22	27.8	100.0	
Desaparecidos	Sistema	57	72.2		
Total		79	100.0		

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.315, 1.316 y 1.317, muestran que se realiza el cambio de aceite motor por semanas, meses y por kilometraje, para la presentación de semanas tenemos que esta actividad se realiza únicamente cada 6 meses y con un porcentaje del 3.8%, para el caso de meses tenemos que esta actividad se realiza cada 1, 2 y 4 meses con un porcentaje total de 67.1% siendo el más relevante el 66% que corresponde a cada un mes, por otra parte para la representación de kilometraje tenemos que esta actividad se realiza cada 4000,5000,6000,8000,9000 y 10000 km, con un porcentaje total de encuestados de 27.8% siendo el más relevante el 31.8% que corresponde a cada 8000 km.

#### 4.4. Cambio de aceites caja.

Tabla 1.318 Cambio de aceite caja (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

##### SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	6	3	3.8	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	76	96.2		
Total		79	100.0		

Tabla 1.319 Cambio de aceite caja (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

##### MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	5	6.3	9.6	9.6
	2	8	10.1	15.4	25.0
	3	28	35.4	53.8	78.8
	4	9	11.4	17.3	96.2
	5	1	1.3	1.9	98.1
	6	1	1.3	1.9	100.0
	Total	52	65.8	100.0	
Desaparecidos	Sistema	27	34.2		
Total		79	100.0		

Tabla 1.320 Cambio de aceite caja (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

##### KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	6000	1	1.3	4.5	4.5
	8000	5	6.3	22.7	27.3
	10000	11	13.9	50.0	77.3
	12000	4	5.1	18.2	95.5
	15000	1	1.3	4.5	100.0
	Total	22	27.8	100.0	
Desaparecidos	Sistema	57	72.2		
Total		79	100.0		

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.318, 1.319 y 1.320, muestran que se realiza el cambio de aceite de caja por meses y por kilometraje, para la presentación de meses tenemos que esta actividad se realiza cada 1,2,3,4 ,5 y 6 meses con un porcentaje total de 65.8% siendo el más relevante el 53.8% que corresponde a cada 3 meses, por otra parte para la representación de kilometraje tenemos que esta actividad se realiza cada 6000,8000,10000,12000 y 15000 km, con un porcentaje total de encuestados de 27.8% siendo el más relevante el 50% que corresponde a cada 10000 km

**4.5. Cambio de neumáticos.**

Tabla 1.321 Cambio de neumáticos (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**SEMANAS**

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

Tabla 1.322 Cambio de neumáticos (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**MESES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	3	14	17.7	19.7	19.7
	4	26	32.9	36.6	56.3
	5	22	27.8	31.0	87.3
	6	9	11.4	12.7	100.0
	Total	71	89.9	100.0	
Desaparecidos	Sistema	8	10.1		
Total		79	100.0		

Tabla 1.323 Cambio de neumáticos (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**KILOMETRAJE**

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.321, 1.322 y 1.323, muestran que el cambio de neumáticos se realiza únicamente por meses, tenemos que esta actividad se realiza cada 3, 4,5 y 6 meses con un porcentaje total de mayor relevancia de 36.6% que corresponde a cada cuatro meses, seguido por el 31% que corresponde a cada cinco meses y en porcentajes inferiores se tiene 19.7% y el 12.7% que corresponden a seis y tres meses respectivamente.

### 4.6. Ajuste de carrocería.

Tabla 1.324 Ajuste de carrocería (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

#### SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	1	1.3	1.7	1.7
	2	39	49.4	67.2	69.0
	3	18	22.8	31.0	100.0
	Total	58	73.4	100.0	
Desaparecidos	Sistema	21	26.6		
Total		79	100.0		

Tabla 1.325 Ajuste de carrocería (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

#### MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	1	1.3	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	78	98.7		
Total		79	100.0		

Tabla 1.326 Ajuste de carrocería (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

#### KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.324, 1.325 y 1.326, muestran que se realiza el ajuste de carrocería por semanas y meses, para la presentación de semanas tenemos que esta actividad se realiza cada 1,2 y 3 meses con un porcentaje total de 73.4% siendo el más relevante el 67.2% que corresponde a cada 2 meses, por otra parte para la representación de meses tenemos que esta actividad se realiza cada un mes con un porcentaje de 1.3%.

**4.7. Reparación motor.**

Tabla 1.327 Reparación motor (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**SEMANAS**

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

Tabla 1.328 Reparación motor (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**MESES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	36	1	1.3	50.0	50.0
	48	1	1.3	50.0	100.0
	Total	2	2.5	100.0	
Desaparecidos	Sistema	77	97.5		
Total		79	100.0		

Tabla 1.329 Reparación motor (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**KILOMETRAJE**

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

**Interpretación.**

En base a los resultados de las tablas 1.327, 1.328 y 1.329, tenemos que esta actividad se la realiza solamente por meses, cada 36 y 48 meses con porcentajes iguales de 50% respectivamente.

#### 4.8. Reparación frenos.

Tabla 1.330 Reparación frenos (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

Tabla 1.331 Reparación frenos (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	4	1	1.3	25.0	25.0
	6	2	2.5	50.0	75.0
	7	1	1.3	25.0	100.0
	Total	4	5.1	100.0	
Desaparecidos	Sistema	75	94.9		
Total		79	100.0		

Tabla 1.332 Reparación frenos (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

#### Interpretación.

Los resultados de las tablas 1.330, 1.331 y 1.332, muestran que esta actividad se realiza cada 4,6 y 7 meses con un porcentaje total de los encuestados de 94.9% siendo el más relevante el 50% que corresponde a cada seis meses, y con un menor porcentaje el 25% que corresponde a cada 4 y 7 meses.

#### 4.9. Reparación caja.

Tabla 1.333 Reparación caja (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

Tabla 1.334 Reparación caja (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	36	3	3.8	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	76	96.2		
Total		79	100.0		

Tabla 1.335 Reparación caja (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.333, 1.334 y 1.335, muestran que esta actividad se realiza meses y únicamente cada 36 meses con un porcentajes de 3.8%.

**4.10. Reparación suspensión.**

Tabla 1.336 Reparación suspensión (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

Tabla 1.337 Reparación suspensión (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

MESES

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

Tabla 1.338 Reparación suspensión (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.336, 1.337 y 1.338, muestran que ninguno de los 79 conductores de tanqueros encuestados ha realizado una reparación de suspensión.

**4.11. Engrase**

Tabla 1.339 Engrase (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

SEMANAS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	2	54	68.4	71.1	71.1
	3	22	27.8	28.9	100.0
	Total	76	96.2	100.0	
Desaparecidos	Sistema	3	3.8		
Total		79	100.0		

Tabla 1.340 Engrase (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

MESES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	3	3.8	100.0	100.0
Desaparecidos	Sistema	76	96.2		
Total		79	100.0		

Tabla 1.341 Engrase (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

KILOMETRAJE

		Frecuencia	Porcentaje
Desaparecidos	Sistema	79	100.0

**Interpretación.**

Los resultados de las tablas 1.339, 1.340 y 1.341, muestran que se realiza el engrase por semanas y meses, para la presentación de semanas tenemos que esta actividad se realiza cada 2 y 3 semanas con un porcentaje total de 96.2% siendo el más relevante el 71.1% que corresponde a cada 2 semanas, por otra parte para la

representación de meses tenemos que esta actividad se realiza solamente cada un mes con un porcentaje de 3.8%.

**5. ¿Cuándo se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende?**

**Tabla 1.342 averías en los vehículos (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES**

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Averías Producidas	INSUFICIENTE MANTENIMIENTO	34	23.1%
	IMPERICIA DEL CONDUCTOR	8	5.4%
	MAL ESTADO DE LAS VIAS	62	42.2%
	CONDICIONES CLIMATOLOGICAS	26	17.7%
	GEOMORFOLOGIA DE LA PROVINCIA	17	11.6%
Total		147	100.0%

**Interpretación.**

En base a los resultados de la tabla 1.342, tenemos que cuando se produce una avería depende directamente de las siguientes fallas con sus porcentajes correspondientes el 42.2% corresponde al mal estado de las vías, seguido del 23.1% que corresponde al insuficiente mantenimiento, el 17.7% a las condiciones climatológicas, el 11.6% corresponde a la geomorfología de la provincia y finalmente el 5.4% que concierne a la impericia del conductor.

**6. ¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito?**

**Tabla 1.343 Registro de accidentes de tránsito (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	27	34.2	34.2	34.2
	NO	52	65.8	65.8	100.0
Total		79	100.0	100.0	

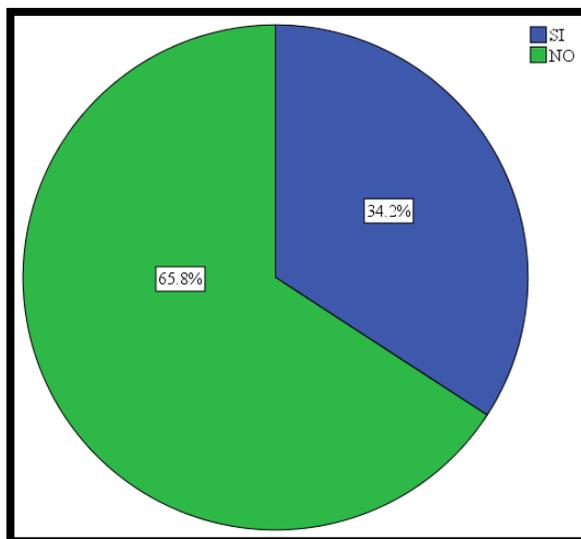


Figura 1.112 Registro de accidentes de tránsito (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La figura 1.112, muestra un porcentaje de 34.2% que si han registrado accidentes de tránsito, por otra parte permite saber que el 65.8% no ha registrado accidentes de tránsito.

**7. ¿Cuántos accidentes ha tenido?**

Tabla 1.344 Número de accidentes de tránsito (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	1	16	20.3	59.3	59.3
	2	10	12.7	37.0	96.3
	3	1	1.3	3.7	100.0
	Total	27	34.2	100.0	
Desaparecidos	Sistema	52	65.8		
Total		79	100.0		

**Interpretación.**

Los resultados de la tabla 1.344, indican que de los 79 choferes de tráileres encuestados que si han registrado accidentes de tránsito el 59.3% ha tenido un accidente de tránsito, el 37% ha registrado dos accidentes de tránsito y finalmente el 3.7% ha registrado tres accidentes.

**8. ¿Cuáles han sido las causas para registrar accidentes de tránsito?**

Tabla 1.345 Causas para registrar accidentes de tránsito (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Causas para Accidentes	FALLA DEL SISTEMA DE SUSPENSION	2	2.5%
	FALLA DEL SISTEMA DE FRENOS	19	23.5%
	FALLA DEL SISTEMA DE TRANSMISION	6	7.4%
	MAL ESTADO DE LOS NEUMATICOS	9	11.1%
	MAL ESTADO DE LA CARROCERIA	2	2.5%
	MAL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR	2	2.5%
	PROBLEMAS POR FALLAS GEOLOGICAS	15	18.5%
	CONDICIONES CLIMATOLOGICAS	15	18.5%
	PROBLEMAS PSICOFISICOS	11	13.6%
Total	81	100.0%	

**Interpretación.**

La tabla 1.345, muestra las causas porque se ha suscitado los accidentes de tránsito, tenemos un 23.5% por falla del sistema de frenos, el 18.5% por fallas geológicas y condiciones climatológicas, seguido por el 13.6% correspondiente a problemas psicofísicos, el 11.1% que corresponde mal estado de los neumáticos, el 7.4% a falla del sistema de transmisión, y finalmente el 2.5% que corresponde a falla del sistema de suspensión, mal estado de la carrocería y mal funcionamiento del motor.

**9. ¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce?**

Tabla 1.346 Horas diarias de conducción (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	DE 5 A 10 HORAS	3	3.8	3.8	3.8
	DE 10 A 15 HORAS	73	92.4	92.4	96.2
	MAS DE 15 HORAS	3	3.8	3.8	100.0
	Total	79	100.0	100.0	

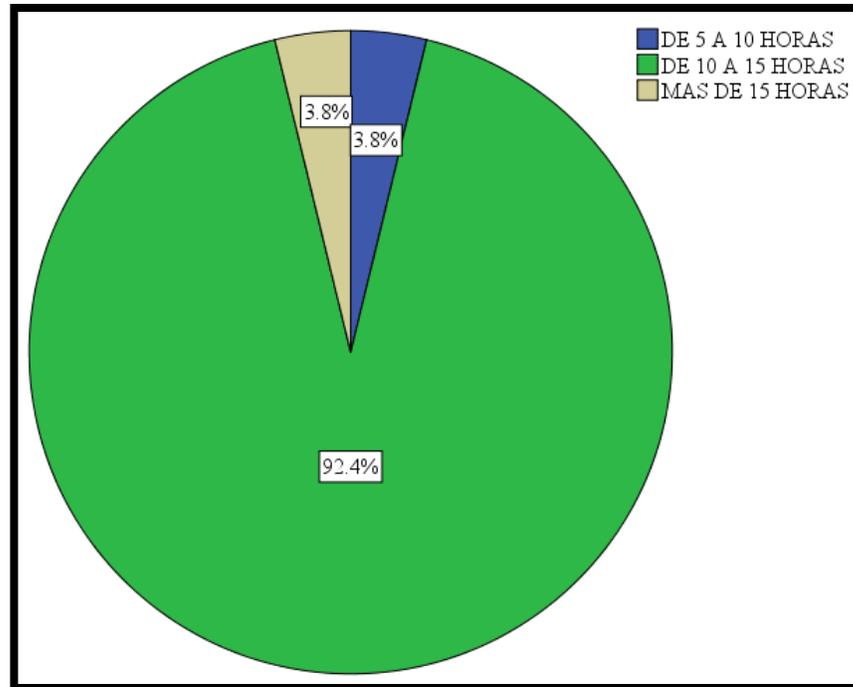


Figura 1.113 Horas diarias de conducción (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La figura 1.113, muestra que 92.4% conduce de 10 a 15 horas, y el 3.8% conducen 5 a 10 horas y más de 15 horas diarias.

**10. ¿Sabe usted que es un manual de conducción?**

Tabla 1.347 Sabe los que es un manual de conducción (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	40	50.6	50.6	50.6
	NO	39	49.4	49.4	100.0
	Total	79	100.0	100.0	

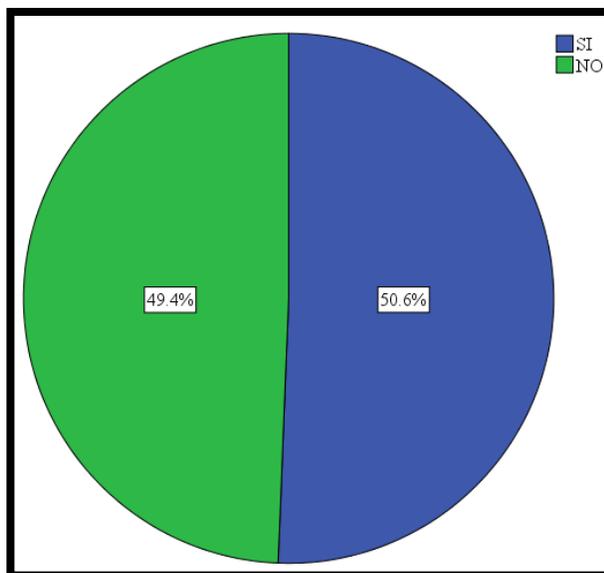


Figura 1.114 Sabe lo que es un manual de conducción (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

**Interpretación.**

La figura 1.114, muestra que el 49.4% desconocen de este tipo de documento, en tanto que el 50.6% si saben que es un manual de conducción.

**11. ¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados?**

Tabla 1.348 Exista manual de conducción (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	SI	38	48.1	95.0	95.0
	NO	2	2.5	5.0	100.0
	Total	40	50.6	100.0	
Desaparecidos	Sistema	39	49.4		
Total		79	100.0		

**Interpretación.**

Los resultados de la tabla 1.348, muestran que el 95% considera que si debería existir un manual de conducción, de forma contraria se sabe que el 5% no lo cree necesario.

**Para que debería existir un manual de conducción.**

Tabla 1.349 Porque debería existir una manual de conducción (TRAILERES): Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido	39	49,4	49,4	49,4
Diferenciar la conducción de un vehículo pesado con un liviano	12	15,2	15,2	64,6
Exista mayor capacitación	7	8,9	8,9	73,4
Facilitar el entendimiento y conducción de este tipo de vehículos	1	1,3	1,3	74,7
Más conocimientos técnicos de conducción	5	6,3	6,3	81,0
Mayores conocimientos de conducción	10	12,7	12,7	93,7
Mucha teoría y no dan nada de practica	2	2,5	2,5	96,2
Para saber cómo mantener el vehículo según las circunstancias	3	3,8	3,8	100,0
Total	79	100,0	100,0	

**Interpretación.**

La tabla 1.349, muestra los resultados de la importancia de que exista un manual de conducción en las escuelas de capacitación y se tiene que el 15,2% dice para diferenciar el tipo de conducción de un vehículo liviano de un pesado, el 12,7% dicen para obtener mayores conocimientos de conducción, seguido por el 8,9% exista mayor capacitación, el 6,3% para obtener más conocimientos técnicos de conducción, el 3,8 saber cómo mantener el vehículo según las circunstancias, el 2,5% para que haya más practica apegada a un manual y finalmente el 1,3% para facilitar el entendimiento y conducción de este tipo de vehículos.

## 1.6 ESTADO DE LOS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PESADO.

En nuestra provincia, como ya es de conocimiento existe gran cantidad de vehículos de transporte pesado, cuya circulación se da ya sea dentro de cada uno de los cantones que la componen o también fuera de la misma. En la siguiente figura hacemos referencia a los tipos de vehículos de transporte pesado y el porcentaje de influencia que tienen.

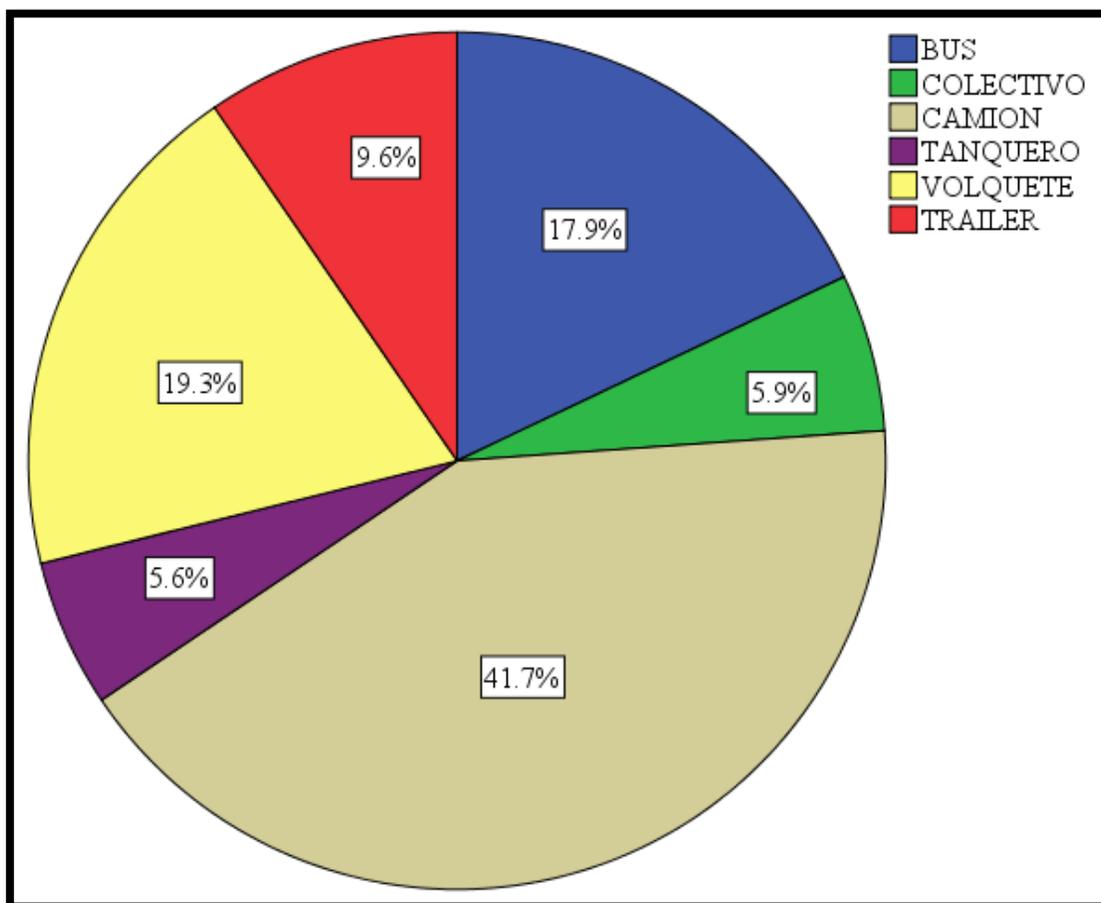


Figura 1.115 Tipos de vehículos de transporte pesado: Fuente LOS AUTORES

En los lugares que hemos realizado el análisis y apoyados además por la Policía Nacional, se ha comprobado que el parque automotor de transporte pesado es relativamente nuevo. Según el año de fabricación tenemos que los vehículos fluctúan entre 1979 hasta el año 2013.

Tabla 1.350 Años de fluctuación de los vehículos: Fuente LOS AUTORES

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Valido 1979	1	.1	.1	.1
1981	3	.4	.4	.5
1982	2	.2	.2	.7
1985	1	.1	.1	.8
1986	1	.1	.1	1.0
1990	2	.2	.2	1.2
2000	2	.2	.2	1.5
2001	7	.8	.8	2.3
2002	2	.2	.2	2.5
2003	13	1.6	1.6	4.1
2004	15	1.8	1.8	5.9
2005	25	3.0	3.0	9.0
2006	20	2.4	2.4	11.4
2007	60	7.3	7.3	18.7
2008	84	10.2	10.2	28.8
2009	56	6.8	6.8	35.6
2010	119	14.4	14.4	50.1
2011	233	28.2	28.2	78.3
2012	176	21.3	21.3	99.6
2013	3	.4	.4	100.0
Total	825	100.0	100.0	

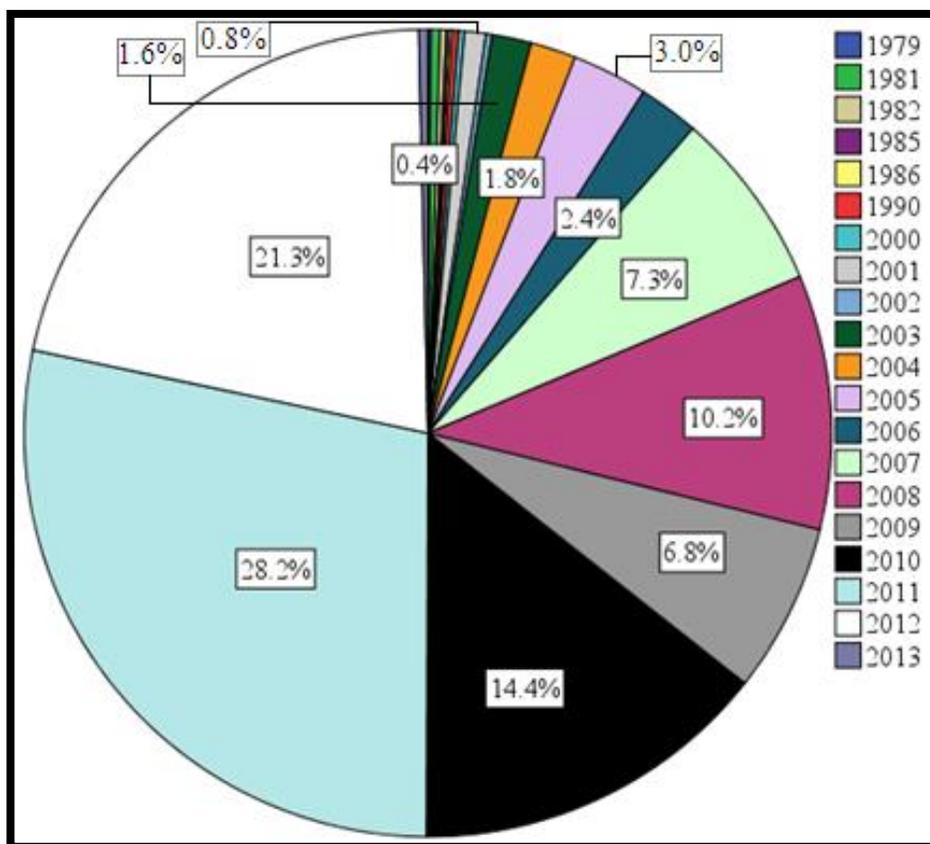


Figura 1.116 Año de fabricación del transporte pesado: Fuente LOS AUTORES

En la figura encontramos que los mayores porcentajes se encuentran entre los años 2011, 2012 y 2010 con 28.2%, 21.3% y 14.4% respectivamente, lo que nos presenta una idea más fiable sobre el estado actual del parque automotor de la provincia. Además existen vehículos el cual su año de fabricación es menor al 2000, pero que se encuentran en buen estado y aun cumplen con las expectativas de sus propietarios y empresas dentro de su campo laboral.

Para el caso de buses y colectivos la mayoría de empresas cuenta con modernas unidades, puesto que para poder servir como transporte de pasajeros se necesita que las mismas presten un servicio que sea cómodo y seguro, para así garantizar un viaje confortable. En cuanto al mantenimiento los vehículos, este se realiza en los principales talleres de la ciudad según nos supieron manifestar los mismos conductores y presidentes de cada una de las empresas dedicadas a este tipo de transportes. Para el caso de la Cooperativa de Transportes Loja esta cuenta con un gran taller de reparación y mantenimiento donde sus unidades son tratadas con los más altos estándares. En el caso de los colectivos más

conocidos como rancheras (camiones acoplados con bancas), sus propietarios se preocupan por el estado de sus unidades y ya que es su herramienta de trabajo en su mayoría realizan un mantenimiento preventivo.

En el caso de los camiones, tanqueros, volquetes y tráileres como son de transporte de carga y en su gran mayoría son administrados por sus propietarios, los cuales realizan un mantenimiento preventivo y continuo de sus unidades para obtener el mayor rendimiento, evitando así gastos elevados en las diversas reparaciones.

En lo que respecta a las marcas de los vehículos se tiene que la mayoría son de origen Americano, Italiano, Japonés, Suizo, Canadiense, es decir hechos bajo estrictas normas y controles de calidad, para poder brindar la mejor seguridad, de este modo haciendo referencia con los años de fabricación se puede deducir que el estado en que se encuentran la mayoría de los vehículos es óptimo para poder transitar y prestar sus diferentes servicios con una baja posibilidad de sufrir accidentes de tránsito por fallas de fábrica.



# CAPITULO II

## **2 ANALIZAR LAS CARACTERÍSTICAS, IMPORTANCIA Y SEGURIDAD DE LOS TIPOS DE TRANSMISIONES Y FRENADO PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PESADO.**

### **2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE TRANSMISION DE LOS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PESADO.**

Para que un vehículo se mueva es necesario transmitir el movimiento y la fuerza producidos en el motor a las ruedas del mismo. Esta transmisión se realiza por medio de una serie de mecanismos los cuales tienen la finalidad fundamental de adaptar la marcha del vehículo a las incidencias e irregularidades de las vías a recorrer, tomando en cuenta la carga transportada y la facilidad de trabajo del motor en las mejores condiciones.

El desempeño del vehículo, que en la práctica es conocido como performance, se ve afectado por los elementos que componen el tren motriz, así como por diversos parámetros cuantitativos, de los cuales destacan principalmente dos: la pendiente más crítica por la que transitará, que a su vez depende de la ruta de operación y del peso de la carga máxima que se quiere transportar.

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

La disposición clásica de los vehículos de transporte pesado, en cuanto al tren motriz consta de los siguientes elementos:

- ♣ Motor.
- ♣ El embrague.
- ♣ La caja de velocidades.
- ♣ El eje de transmisión.
- ♣ El eje motriz (diferencial).

#### ♣ Neumáticos.

Las velocidades de giro de los motores modernos, en régimen de funcionamiento normal, son muy elevadas, por otra parte, la fuerza proporcionada por el motor a esta elevada velocidad de giro es relativamente pequeña, en cambio, para mover el coche se necesita una fuerza considerable, con una velocidad de giro de la ruedas bastante inferior. Por tanto es necesario un mecanismo que transforme las características del movimiento de gran velocidad y poca fuerza en otro movimiento de más fuerza y menos velocidad, el realizar parcialmente esta reducción es una de las funciones del diferencial.

Teniendo en cuenta que la fuerza necesaria para que avance el vehículo es muy variable, según sean las condiciones de las vías y la carga arrastrada, se nota la necesidad de un mecanismo que permita transformar el movimiento del motor en distintas formas, según las necesidades de cada caso, el mecanismo en cuestión se denomina caja de cambios.

Cuando el motor se encuentra en marcha y se desea variar la posición de los engranes de la caja de cambio para pasar, por ejemplo, del punto muerto a una determinada posición de los engranajes que transmita el movimiento, es imprescindible que el motor no transmita su movimiento a la caja en ese momento, para lograr esta función se dispone de un mecanismo llamado embrague.

#### **MOTOR.**

Como es de conocimiento general todos los vehículos utilizan motores de combustión interna que proporcionan potencia a partir de la combustión de un hidrocarburo con el aire ambiente. Para los vehículos de transporte pesado el hidrocarburo principalmente utilizado es el diesel, estos son un tipo de motores encendidos por compresión, los cuales poseen un conjunto de mecanismos de precisión que al trabajar de forma sincronizada transforman la energía química en trabajo, utilizando el principio de cuatro tiempos (admisión, compresión, expansión y escape).

En la etapa de admisión se presentan demandas altas de inyección del combustible y del suministro de aire. Tanto en la carrera de admisión como en la de compresión se genera un vórtice de aire. Este vórtice es causado por la forma especial del puerto de entrada en la

cabeza del cilindro. El diseño de la cabeza del pistón, que tiene la cámara de combustión integrada, contribuye al movimiento del aire al final de la carrera de compresión, esto es, al inicio de la inyección.

En el motor diesel, el combustible es inyectado directamente dentro de la cámara de combustión cerca del pistón, cuando se alcanza el final de la etapa de compresión en la que el aire se encuentra caliente teniendo como resultado la auto ignición. Por lo que se debe de considerar que si la cantidad de aire en la cámara de combustión permanece constante, solamente la cantidad de combustible que se necesita será regulada. Por lo que los procesos de atomización del combustible, calentamiento, evaporación y mezcla con el aire se deben presentar de forma rápida y de manera sucesiva.

La combustión completa del combustible produce una reducción en la formación de sustancias tóxicas. Esta combustión se debe a la óptima relación de la mezcla aire-combustible, a la exactitud en el proceso de inyección y a la turbulencia óptima de la mezcla combustible-aire ambiente.

Sin embargo, este proceso de combustión en los motores es incompleto. Esto se debe a diferentes factores, tales como que el combustible no es homogéneo, el proceso no es instantáneo, a la presencia del fenómeno de disociación y a los efectos de confinamiento y de pared, los que contribuyen a la formación de contaminantes entre los que se encuentran principalmente monóxido de carbono (CO), bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos no quemados (HC), bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y partículas (PM).

### **Curvas características.**

Las curvas características del motor permiten conocer su comportamiento bajo diferentes condiciones de régimen de operación, por lo que es necesario conocer e interpretar estas curvas, las cuales son:

- ♣ Curva de potencia.
- ♣ Curva de torque o par torsional.
- ♣ Curva de consumo específico.

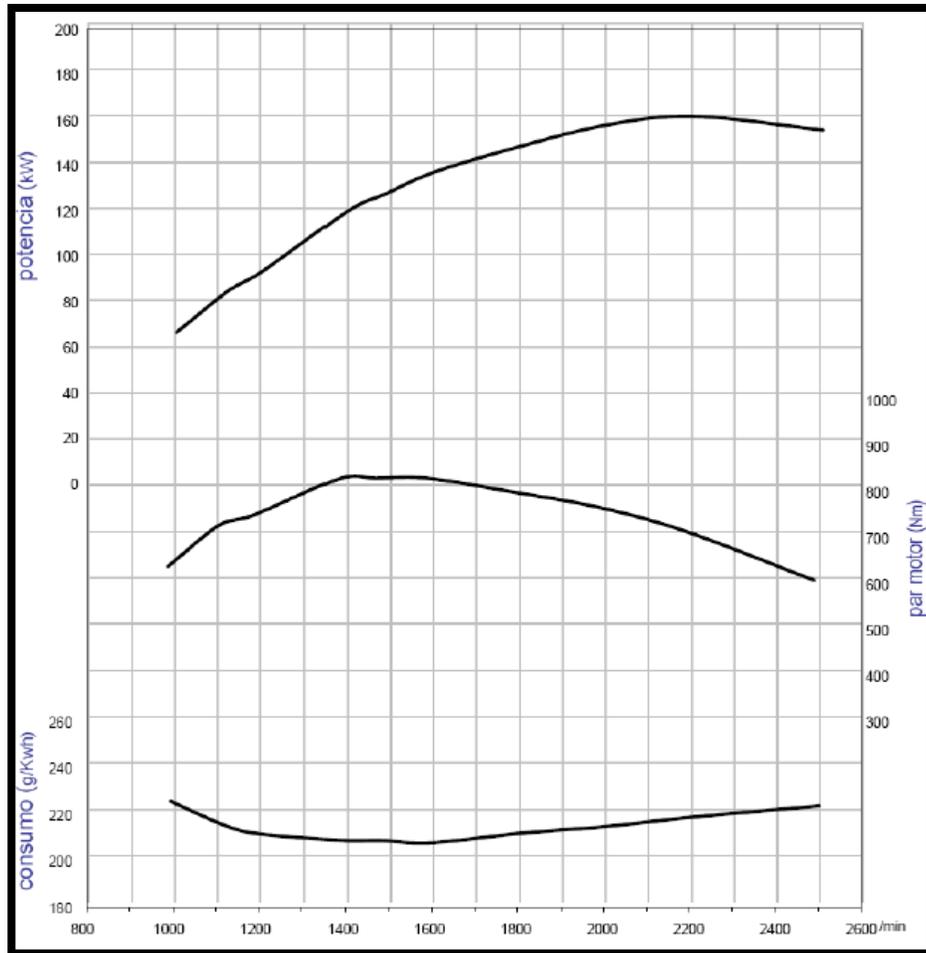


Figura 2.1 Curvas características, motor MB OM 924 LA – EURO 3: Fuente [24]

### Curva de torque o par torsional.

La energía desarrollada por un motor de combustión interna produce sobre los pistones una fuerza que se transmite a las bielas y al cigüeñal. El movimiento alternativo de los pistones se transforma así en un movimiento de rotación, el cual se transmite a la caja de velocidades, al diferencial y a las llantas, provocando el par torsional. [16]

El torque que un motor puede proporcionar depende del régimen del mismo. En la figura 2.1 se muestra un diagrama de variación del torque, en donde se observa un valor máximo a un número de revoluciones determinado (1400 rpm), a este valor se le llama torque máximo o torque pico, y es el que se encuentra en las fichas técnicas.

### Curva de potencia.

La potencia del motor se puede obtener al multiplicar el par torsional, por el régimen del motor en revoluciones por minuto a las que gira el motor y por un factor K que depende de las unidades utilizadas.

$$P = (K * T * n)/60 \quad \text{Ec [2.1]}$$

En donde:

Tabla 2.1 Descripción de componentes, ecuación [2.1]: Fuente [Los Autores]

<b>P=</b>	<b>Potencia.</b>
<b>K=</b>	Factor de conversión entre las unidades utilizadas.
<b>T=</b>	Par torsional del motor.
<b>n=</b>	Numero de revoluciones por minuto.

La potencia generalmente se mide en HP o en kilowatts y al igual que el par torsional, presenta un máximo en la curva correspondiente. En el ejemplo de la figura 2.1 se puede observar que existe un valor máximo de la potencia a un régimen determinado de revoluciones por minuto (2200 rpm), a este punto se le llama potencia máxima.

### Curva de consumo específico.

Otro dato importante de la ficha técnica del motor es el consumo específico de combustible que indica la cantidad de combustible consumido en un vehículo en función del motor y las rpm correspondientes. Esta curva tiene un valor mínimo a ciertas rpm. [17]

Este valor se expresa en gramos de combustible por kilovatios al freno y por hora de funcionamiento (gr/kW/h). De acuerdo al país de origen del vehículo, es posible encontrar otras unidades tal como la libra por caballo de potencia al freno y por hora. En la figura 2.1 se muestra un ejemplo de una gráfica de consumo específico en donde se puede determinar el valor mínimo de consumo de combustible con respecto al régimen del motor, el valor se encuentra en 202 gr/kW/h a 1600rpm.

## **EL EMBRAGUE.**

Es un sistema que nos permite transmitir la energía del motor a la transmisión por medio de discos de fricción, desde el volante del motor que es el impulsor, a la caja de velocidades o transmisión que es un elemento impulsado. [17]

Cualquier embrague moderno para vehículos de transporte pesado lleva a cabo varias tareas importantes que permitan la operación segura y conveniente del vehículo. Mecánicamente el embrague se puede considerar, como un transmisor de par motor a un régimen de giro. Las características que debe tener todo embrague deben ser tales que su diseño permita que su trabajo sea progresivo y elástico, para que el movimiento no se transmita bruscamente o a tirones, y que absorba las variaciones de par del motor. El embrague va colocado entre el volante del motor y la caja de cambios, unas de sus funciones son:

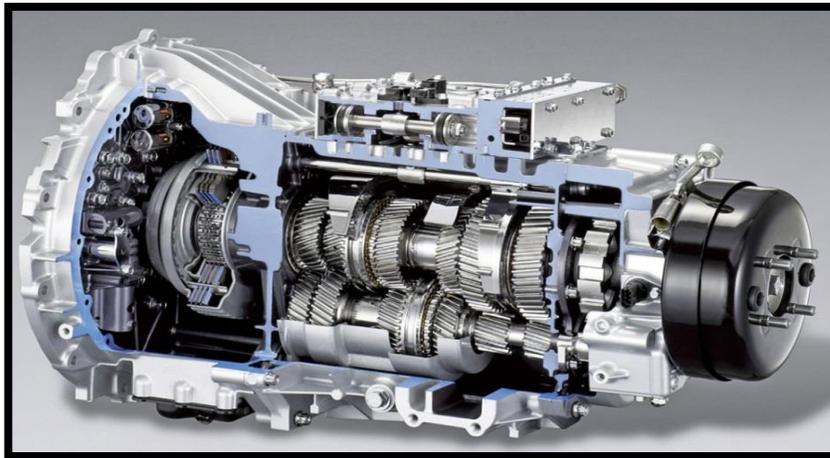
- ♣ Interrupción del torque de l motor para completar un cambio de velocidad.
- ♣ Capacidad para tolerar el torque completo del motor.
- ♣ Mitigar las vibraciones de torsión.



**Figura 2.2 Embrague: Fuente [19]**

## **LA CAJA DE CAMBIOS.**

La caja de velocidades, conocida también como transmisión, es el componente del tren motriz que modifica el torque y las revoluciones por minuto que desarrolla el motor a través de una serie de engranes y los transmite a las ruedas motrices, permitiendo al vehículo desarrollar una gama de velocidades. Las transmisiones utilizadas en los vehículos de transporte pesado, son especialmente diseñadas para generar una gran capacidad de torque y tracción en terrenos complicados, con cargas muy grandes y a bajas velocidades, que son generalmente las condiciones en las que trabajan este tipo de unidades.



**Figura 2.3** Caja de cambios: Fuente [19]

De igual forma las cajas de cambios han sido mejoradas para facilitar el cambio de marchas, reducir el peso y el consumo de combustible, ya que la elección de un adecuado tren motriz es principal para lograr un bajo consumo de combustible y evitar un desgaste prematuro del mismo.

## **EL EJE DE TRANSMISIÓN.**

Es el elemento encargado de transmitir el movimiento de la caja de velocidades al grupo diferencial (eje motriz), debe estar perfectamente equilibrado y los esfuerzos de torsión a los que está sometido los soporta la elasticidad del material. Esta unido mediante una junta universal con el eje secundario de la caja de velocidades y con el grupo diferencial.

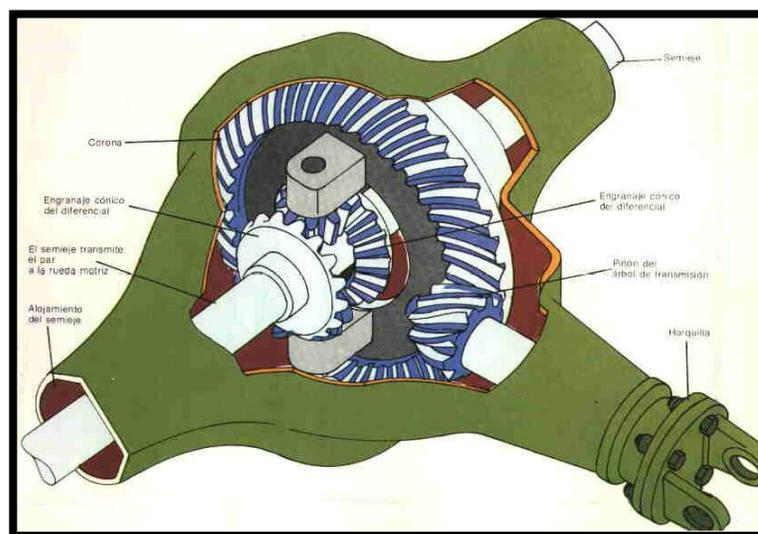


**Figura 2.4 Ejes de transmisión: Fuente [20]**

Además debe ser un eje articulado y extensible para permitir el movimiento axial debido a las oscilaciones de la suspensión, y a la unión con sus apoyos es elástica para absorber los movimientos anteriores, para lo cual se fabrica en acero con alto coeficiente de elasticidad.

## **DIFERENCIAL.**

Un diferencial es el elemento mecánico que permite que las ruedas, derecha e izquierda de un vehículo giren a revoluciones diferentes, según éste se encuentre tomando una curva hacia un lado o hacia el otro. Cuando un vehículo toma una curva, por ejemplo hacia la derecha, la rueda derecha recorre un camino más corto que la rueda izquierda, ya que esta última se encuentra en la parte exterior de la curva.



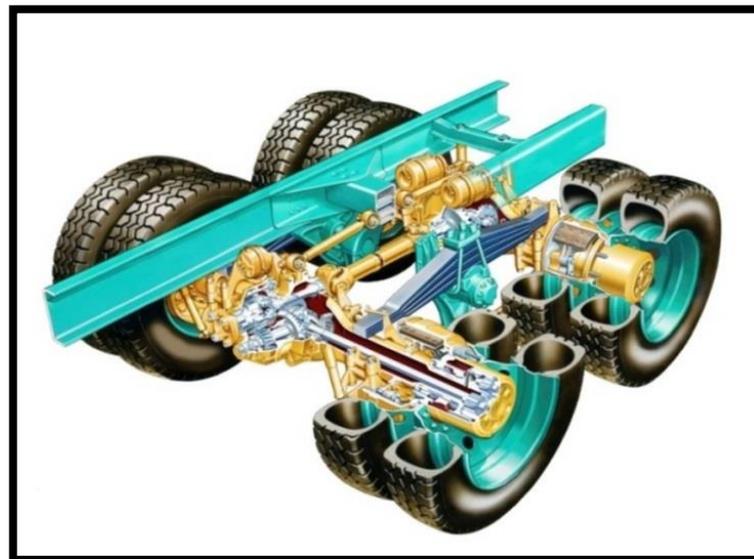
**Figura 2.5 Diferencial: Fuente [21]**

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

### **El diferencial interaxial.**

Se usa en los camiones de carga que tienen ejes traseros motrices dobles o tándem, también se lo llama repartidor de fuerza. El ensamble de tándem en los vehículos de carga que lo tienen, tiene dos partes: el eje trasero anterior y el eje trasero posterior, llamándolos a ambos ejes con tracción.

Cuando un tratocamión tiene dos ejes de tracción, un diferencial y un diferencial interaxial están alojados juntos en el ensamblaje de la caja del diferencial montada en el eje trasero anterior, hay otro diferencial montado en el eje trasero posterior. Un corto árbol de transmisión conecta la unidad motriz del eje trasero anterior con la unidad motriz del eje trasero posterior.



**Figura 2.6 Diferencial interaxial: Fuente [22]**

El comportamiento de este elemento es realmente igual al diferencial normal de un eje, solo que entre dos ejes en lugar de hacerlo entre dos mitades de ejes. Es importante porque a similitud de la ruedas internas y externas (al dar una vuelta) que a veces giran a

diferentes velocidades, así también los ejes anteriores y posteriores a veces van a diferentes velocidades. Además compensa, por deslizamiento, desigualdades en las llantas entre los ejes, y volteando esquinas, también mejora la tracción cuando se trata de acoplar un remolque y cuando se ajusta la quinta rueda.

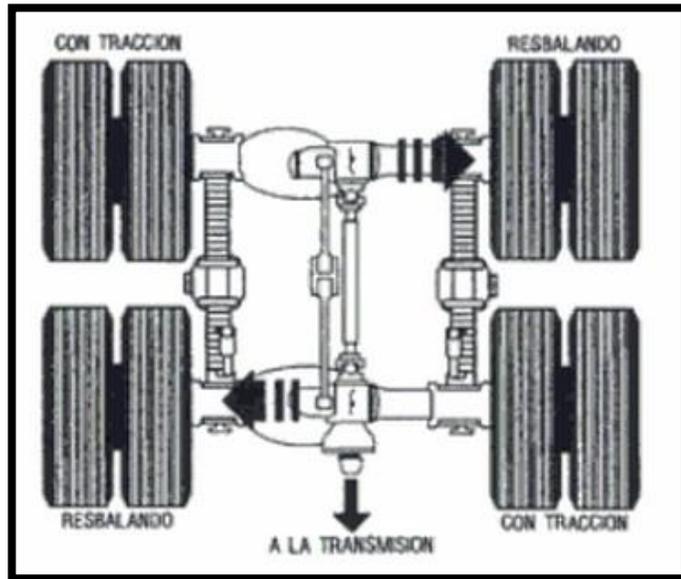


Figura 2.7 Diferencial interaxial: Fuente [22]

La aplicación mas importante es cuando se encuentra en condiciones resbalosas en la carretera, para ellos hay que trabarlo, con lo que se forza a las dos mitades de ejes en el diferencial trasero anterior y diferencial trasero posterior a girar juntos, logrando doblar la tracción en la superficie y asegurando que a cada eje se le mande potencia.

## NEUMÁTICOS.

Los neumáticos, como parte del vehículo son de gran importancia en el comportamiento dinámico de este y en conjunto de sus prestaciones, sus funciones son:

- ♣ Soportar y transmitir al terreno la carga vertical.
- ♣ Soportar los esfuerzos longitudinales necesarios para la tracción y frenado.
- ♣ Proporcionar los esfuerzos laterales precisos para lograr el control y la estabilidad de la trayectoria.
- ♣ Actuar como amortiguador de las acciones dinámicas originadas por las irregularidades de la calzada.

También es importante señalar que al neumático se le exigen características muy diversas y a veces difíciles de asociar para lograr en el vehículo altas cotas de seguridad, confort, capacidad para alcanzar aceleraciones, desaceleraciones y velocidad, al mismo tiempo economía. [18]

- ♣ Elevada adherencia sobre pista seca y mojada, tanto longitudinal como transversal.
- ♣ Baja resistencia a la rodadura.
- ♣ Capacidad para resistir los esfuerzos dinámicos exteriores.
- ♣ Resistencia a la fatiga, al desgaste, a la formación de grietas, etc.
- ♣ Bajo nivel de ruidos y generación de vibraciones.
- ♣ Adecuada flexibilidad radial, circunferencial y transversal.

### **Designación de los neumáticos.**

Según el reglamento N° 30 “Disposiciones generales referentes a la homologación de neumáticos para vehículos automóviles y sus remolques”, como Anexo 29 al acuerdo de las Naciones Unidas “concerniente a la adopción de condiciones uniformes de homologación y de reconocimiento recíproco de homologaciones de equipos y piezas de vehículos a motor”, se tienen los siguientes parámetros para designar y caracterizar los neumáticos.

Geométrico:

- ♣ Anchura nominal de la sección.
- ♣ Relación nominal de aspecto.
- ♣ Diámetro nominal de la llanta.

Relativos a la estructura y constitución de los neumáticos:

- ♣ Tipo de estructura.
- ♣ Utilización o no de cámara.
- ♣ Indicación en caso de contener refuerzos.

Relativos a las condiciones de utilización:

- ♣ Carretera o nieve.

- ♣ Categoría de velocidad.
- ♣ Índice de capacidad de carga.

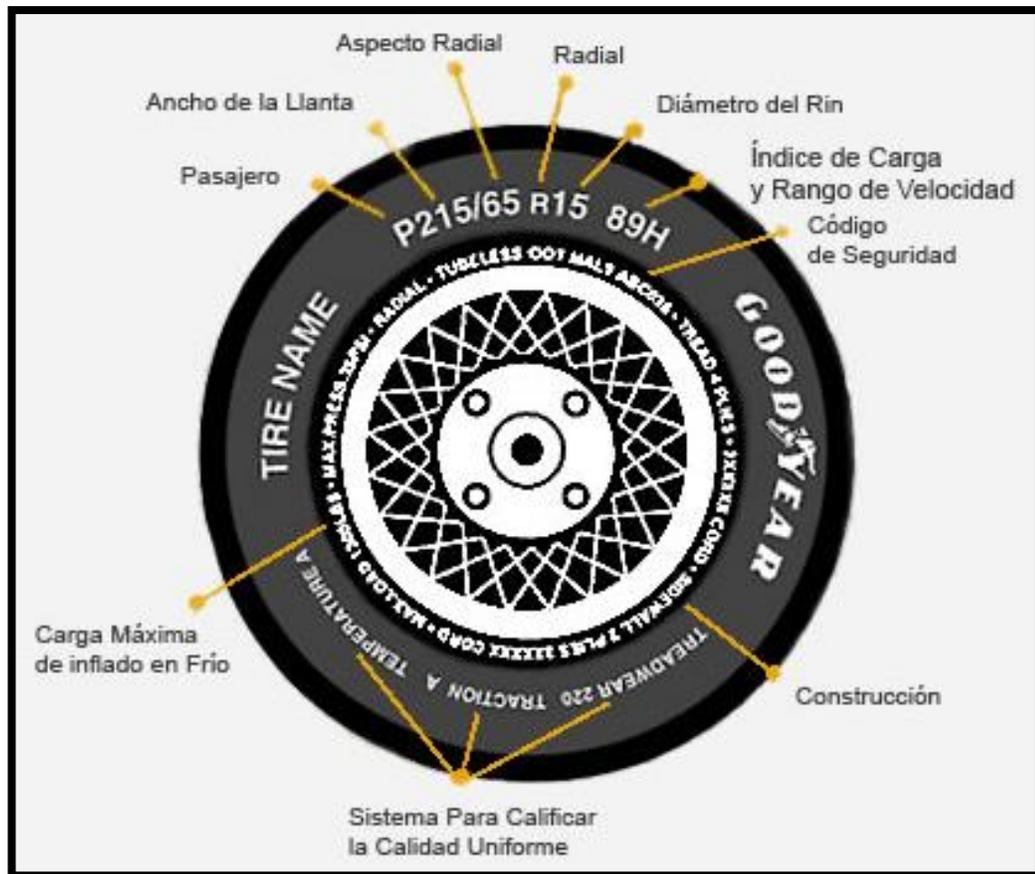


Figura 2.8 Neumático: Fuente [23]

Como ejemplo se puede considerar un neumático que tenga grabado la siguiente nomenclatura en su costado: 215/65 R 15 como se observa en la Figura 2.8, el ancho de la sección o ancho de piso en el ejemplo es 215, el diámetro del rim sería 15, y la serie para este caso es 65. Con el ancho de sección y la serie se determina la altura de la cara, la serie es un porcentaje del ancho de la sección.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.

### 2.2.1. BUSES.

El vehículo seleccionado para el análisis, corresponde a la marca MERCEDES BENZ serie OF modelo 1721, el cual cuenta con el mayor porcentaje en comparación con las demás marcas y modelos que transitan por la provincia de Loja.

#### Características de la caja de Marchas.

La caja de velocidades que el vehículo posee corresponde a la marca MERCEDES BENZ, modelo G60-6/9.2-1.0, 6 marchas hacia delante y 1 reversa.

#### Nomenclatura.



Figura 2.9 Nomenclatura, transmisión Bus: Fuente [24]

#### Esquema.



Figura 2.10 Nomenclatura, transmisión Bus: Fuente [24]

Las Cajas de Cambio de 6 velocidades G60 de Mercedes Benz ofrece seis marchas hacia adelante y una en reversa totalmente sincronizadas. Este tipo de caja de cambios es de una aleación de aluminio para proporcionar una alta disipación de calor, prolongando la vida útil y disminuyendo los costos de mantenimiento. Posee una campana integrada SAE # 2 que no requiere instalación adicional de elementos, es compatible con la mayoría de motores de capacidad media.

La caja de velocidades G60 posee engranajes helicoidales de gran tamaño con tratamiento térmico, la operación es silenciosa y con mejor transferencia de fuerza para elevar el confort tanto para los pasajeros como para el operador, es totalmente sincronizada por lo que ofrece aun mayor comodidad para el operador logrando disminuir el esfuerzo al realizar el cambio de marchas. A de más tiene un patrón de cambio progresivo de 6 velocidades que consigue mejorar el rendimiento del combustible y por ende bajar costos de operación.

### **Flujo de potencia.**

La transmisión debe transferir la energía del motor, en términos de torque, a las ruedas traseras del vehículo con la mayor eficiencia. Además saber lo que sucede en la transmisión durante la transferencia del torque es esencial al solucionar problemas o al hacer algún tipo de reparación.

- 1 La energía del motor (torque) se transfiera a la flecha de entrada de la transmisión.
- 2 El torque se transfiere al engranaje impulsor de la contraflecha.
- 3 El torque alimenta a través de la contraflecha a todos los engranajes de esta.
- 4 El mismo es transferido al engranaje de la flecha principal “enganchado”.
- 5 Los dientes de sujeción externa del engranaje del eje principal acoplado transfieren el torque a la flecha principal a través del ensamble del sincronizador o embrague deslizante.
- 6 La flecha principal transfiere el torque directamente al semieje mediante el yugo de salida.

## Acoplamiento mecánico de las marchas.

A continuación se detalla como se generan cada una de las marchas.

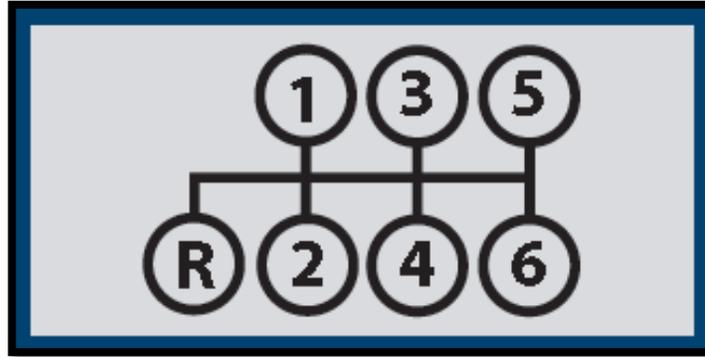


Figura 2.11 Patrón de marchas, transmisión Bus: Fuente [24]

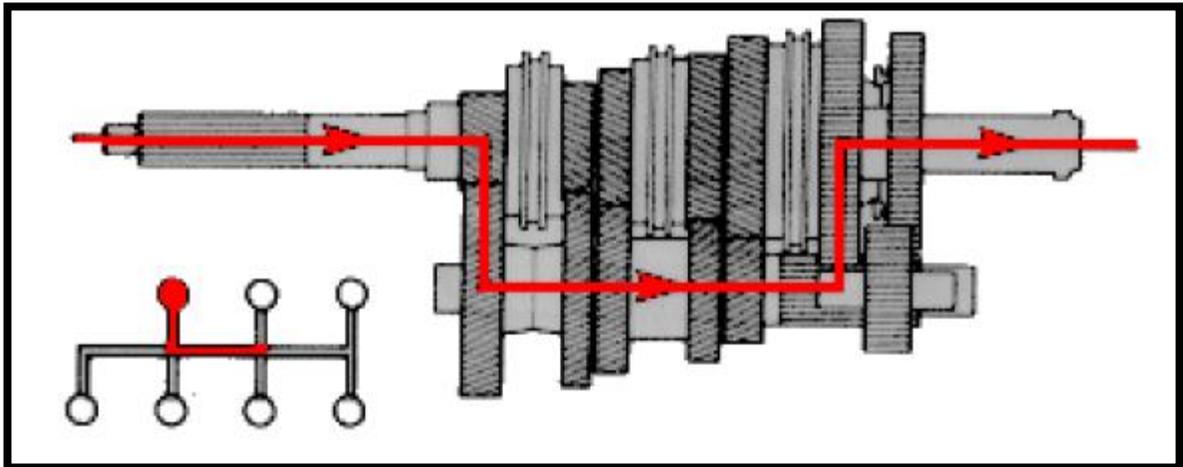


Figura 2.12 Primera velocidad, transmisión bus: Fuente [24]

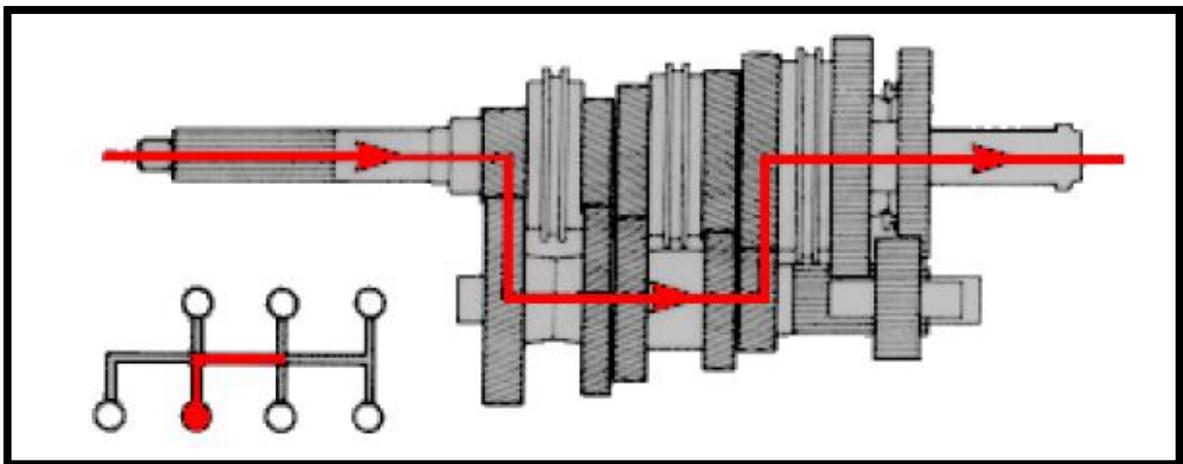


Figura 2.13 Segunda velocidad, transmisión bus: Fuente [24]

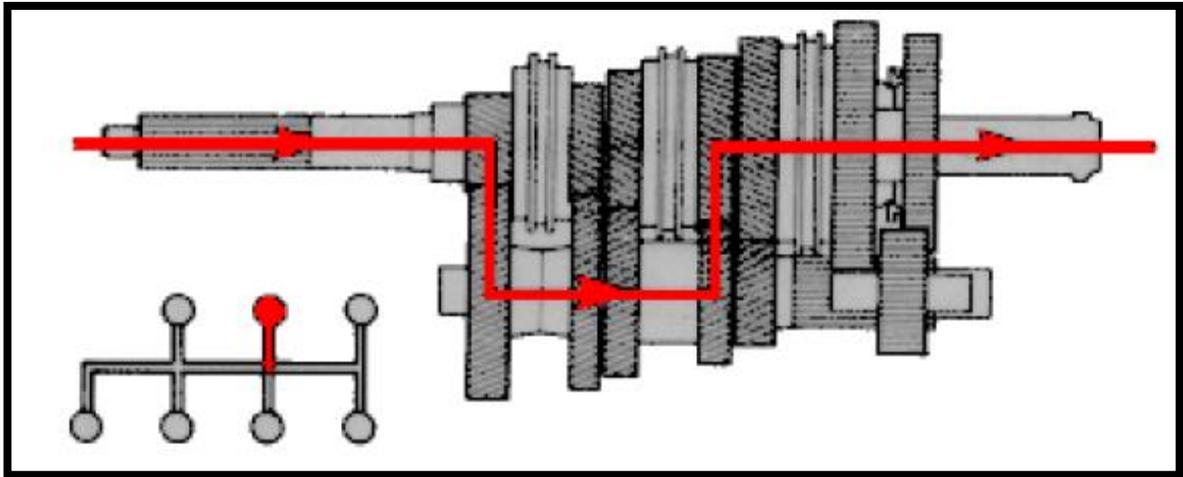


Figura 2.14 Tercera velocidad, transmisión bus: Fuente [24]

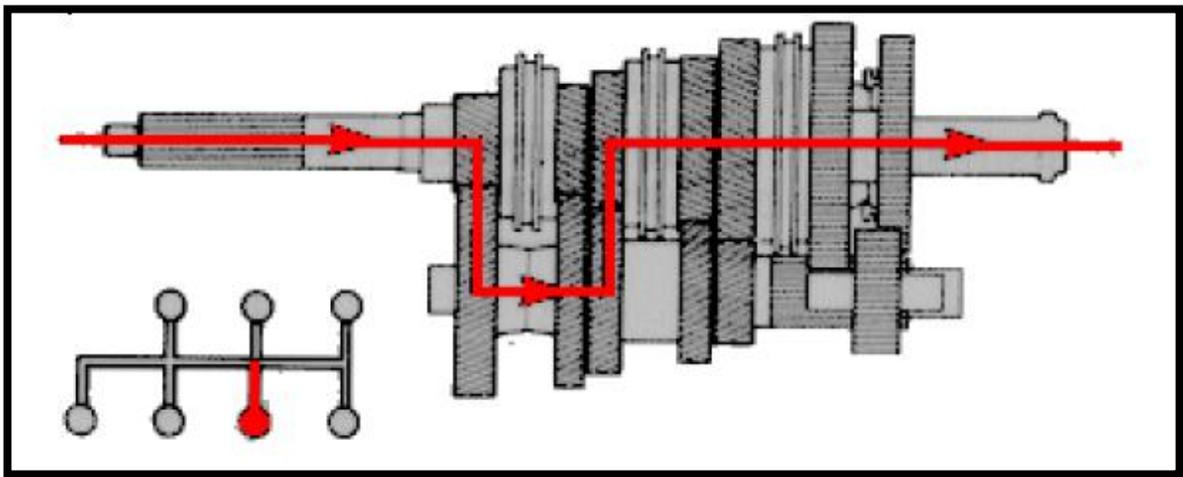


Figura 2.15 Cuarta velocidad, transmisión bus: Fuente [24]

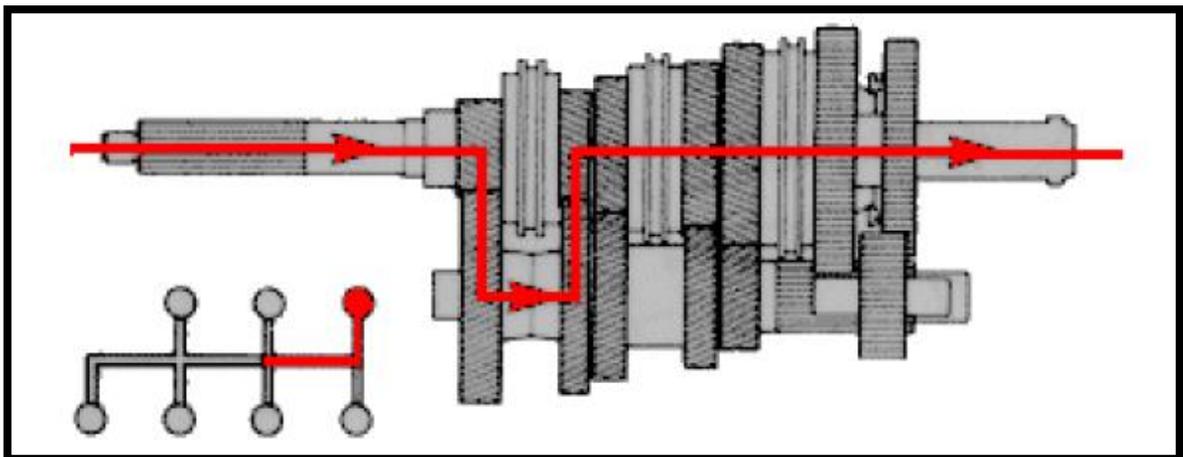


Figura 2.16 Quinta velocidad, transmisión bus: Fuente [24]

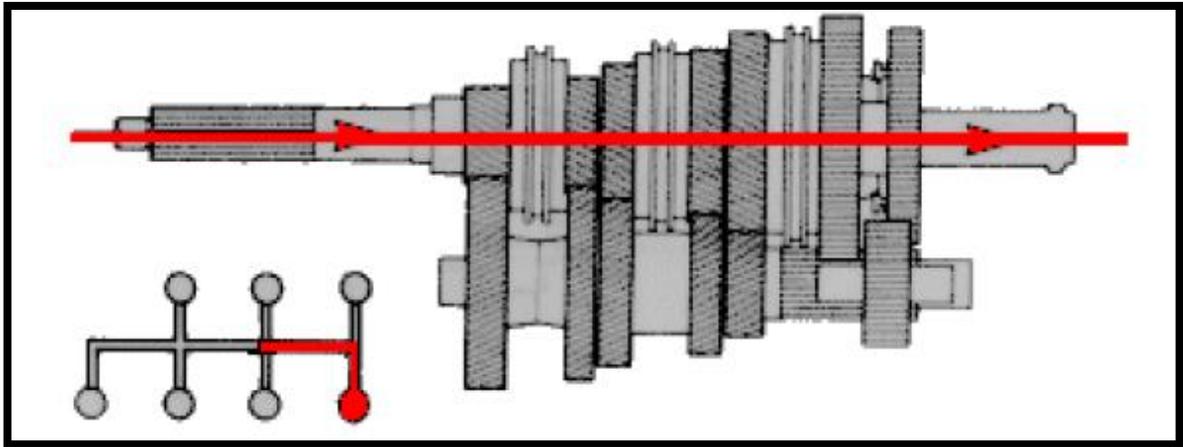


Figura 2.17 Sexta velocidad, transmisión bus: Fuente [24]

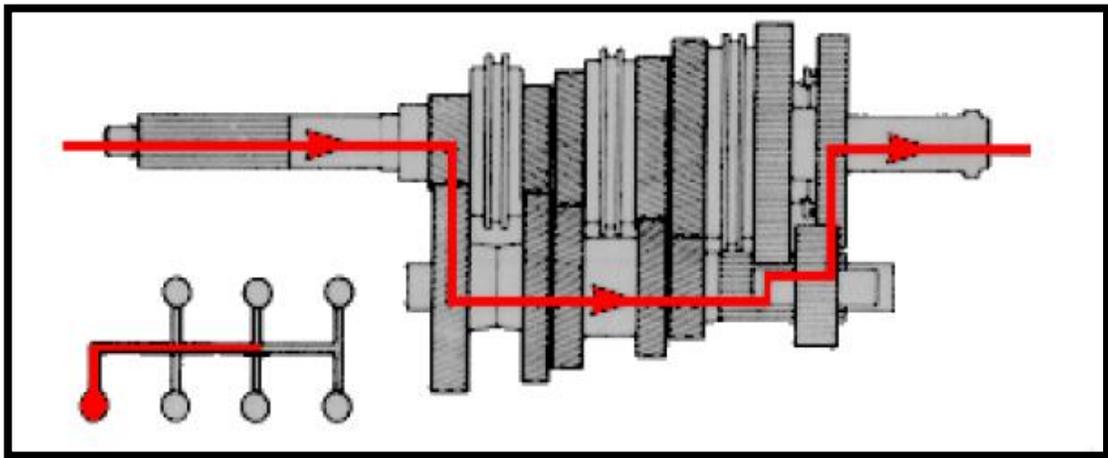


Figura 2.18 Marcha reversa, transmisión bus: Fuente [24]

### Relaciones de transmisión.

Tabla 2.2 Relaciones de transmisión, transmisión bus: Fuente [24].

Velocidad	Relación
1ra.	9.2
2da.	5.23
3ra.	3.14
4ta.	2.03
5ta.	1.37
6ta.	1
Reversa.	8.65

### Características del embrague.

El embrague que el vehículo posee corresponde a la marca FICHTEL&SACHS <sup>1</sup>, modelo 3400 700 526 de diámetro 395mm 15 9/16", tipo monodisco seco, estriado 40.5mm 1 19/32" x 18E y accionamiento hidroneumático.



Figura 2.19 Embrague bus: Fuente [25]

### Características del eje motriz.

El eje motriz que el vehículo posee corresponde a la marca MERCEDES BENZ, modelo HL4/060 D-10-corona D410, el cual es un eje de transmisión de simple reducción y de tipo de armadura central con tubos de acero insertados.

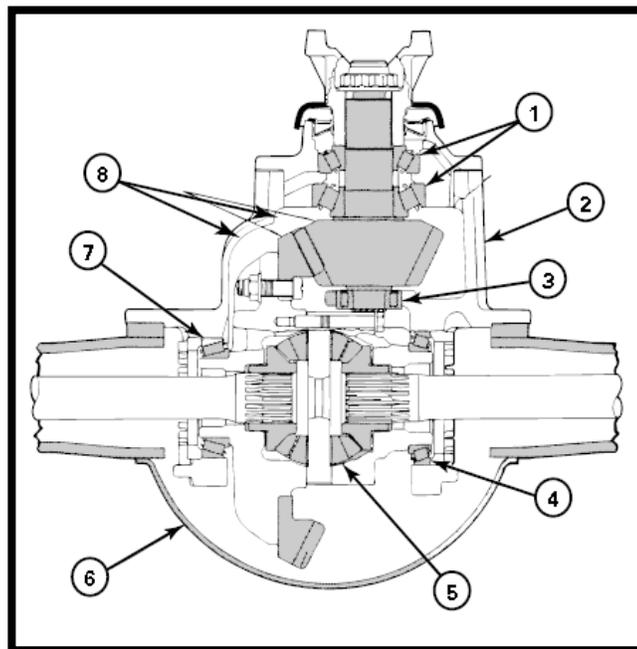


Figura 2.20 Eje motriz, bus: Fuente [26]

<sup>1</sup> Embragues para vehículos de pasajeros y comerciales.

Tabla 2.3 Componentes, eje motriz bus: Fuente [26].

1. Cojinetes de rodillos cónicos	5. Engranaje del diferencial
2. Porta diferencial	6. Caja del eje
3. Cojinete de rodillos recto	7. Cojinete de rodillos cónicos
4. Cojinete de rodillos cónico	8. Piñón de mando hipoidal y corona

La relación del grupo diferencial es de 5.857:1.

### Nomenclatura.

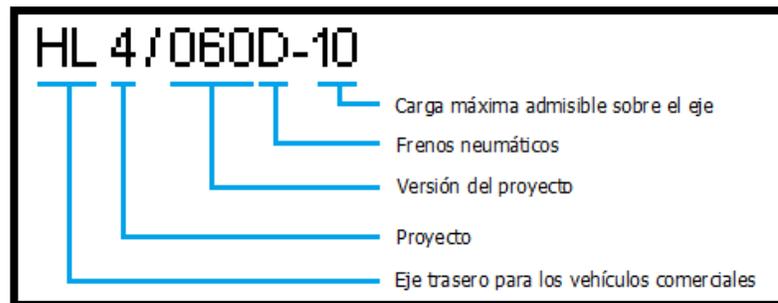


Figura 2.21 Nomenclatura, eje motriz bus: Fuente [26]

### Características de los neumáticos.

Los neumáticos que el vehículo posee corresponde a la marca GOODYEAR, con aros de medida 8.25"x22.5"

El G667 es un neumático para usar en ejes de tracción, con excelente capacidad de frenado y alto rendimiento en condiciones de pavimento tanto mojado como seco, es producido con la con la tecnología Duralife.

- ♣ Nuevo compuesto de la banda de rodamiento que incrementa el kilometraje antes del rencauche.
- ♣ Diseño de la banda mejorada, aumentando la tracción y reduciendo el daño a la banda.
- ♣ Mejora en el compuesto base, con lo que se obtiene un aumento de la rigidez del compuesto para más kilómetros.
- ♣ Brinda una excelente tracción en carreteras secas o mojadas.
- ♣ Mejora la dispersión del agua para una mejor tracción, ayuda a facilitar el auto limpieza y permite mejorar la disipación del calor.

## Nomenclatura.

275/80 R 22.5



Figura 2.22 Nomenclatura, neumáticos tracción tráiler: Fuente [27]

Índice de carga: 149/146 – (capacidad máxima por neumático, simples 3250kg y duales 3000kg).

Velocidad máxima: L (120 km/h)

Presión de inflado: 125 PSI

### 2.2.2. COLECTIVOS.

El vehículo seleccionado para el análisis, corresponde a la marca CHEVROLET modelo NPR 71P, el cual cuenta con el mayor porcentaje en comparación con las demás marcas y modelos que transitan por la provincia de Loja.

#### Características de la caja de Marchas.

La caja de velocidades que el vehículo posee corresponde a la marca ISUZU, modelo MYY6P, manual de 6 velocidades sincronizadas y una reversa, con disponibilidad para toma de fuerza (PTO).

#### Esquema.

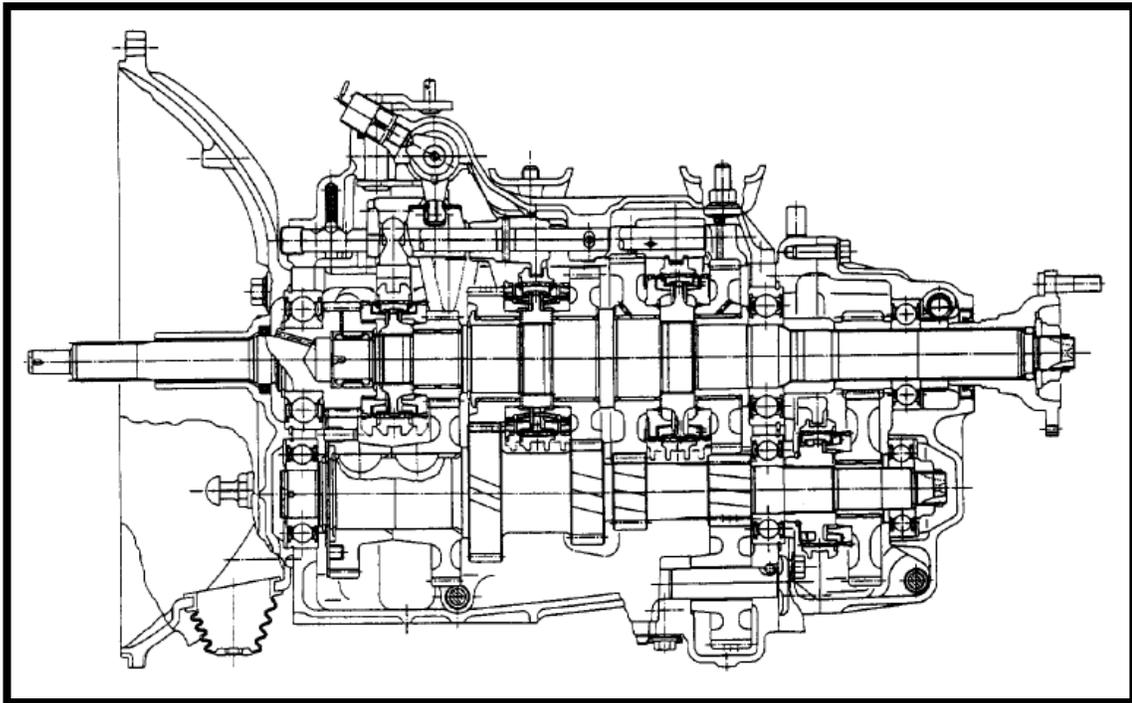


Figura 2.23 Esquema, transmisión colectivo: Fuente [28]

Es una transmisión sincronizada, la caja de transmisión está hecha de un hierro fundido de alta rigidez, la cubierta frontal integral conjuntamente con la carcasa del embrague están hechas de aluminio.

Dispone de un cambio de marchas y un mecanismo de engranaje de selección que está instalado en la parte superior de la caja de transmisión. En el lado izquierdo de la caja de

cambios se sitúa una ventana para la toma de fuerza, todos los engranajes y engranajes helicoidales son empleados para reducir ruidos.

El mecanismo sincronizado que emplea anillos, hace innecesario el uso de anillos de bloqueo de latón especial, permitiendo obtener un mejor rendimiento de sincronización.

En los dos lados del eje principal y secundario se usan cojinetes con rodamientos de bola, en tanto que los cojinetes de aguja son empleados en los extremos de la punta del árbol principal, del mismo modo se usan en los arboles de la primera, segunda, tercera, quinta marcha sumándose la sexta marcha y reversa, estos son empleados con la finalidad de asegurar la durabilidad y la disminución de ruidos. Además dispone de un mecanismo anti-latigazo, que se emplea para el acoplamiento de la marcha más alta con el engranaje del contador, los engranajes de paso fino se usan también para la parte superior, el quinto y el sexto engranaje para reducir ruidos.

### **Flujo de potencia.**

La transmisión debe transferir la energía del motor, modificar el par motor y la velocidad. En términos de torque, a las ruedas motrices del vehículo en este caso las traseras del vehículo con la mayor eficiencia.

- 1 La energía del motor (torque) se transfiera a la flecha de entrada de la transmisión.
- 2 El torque se transfiere al engranaje impulsor de la contraflecha.
- 3 El torque alimenta a través de la contraflecha a todos los engranajes de esta.
- 4 El mismo es transferido al engranaje de la flecha principal “enganchado”.
- 5 Los dientes del engranaje del eje principal acoplado transfieren el torque a la flecha principal a través del ensamble del sincronizador.
- 6 La flecha principal transfiere el torque directamente al eje de salida.

### **Acoplamiento mecánico de las marchas.**

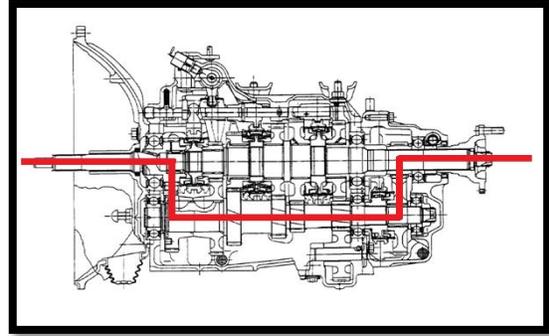


Figura 2.24 Marcha reversa, transmisión colectivo: Fuente [28]

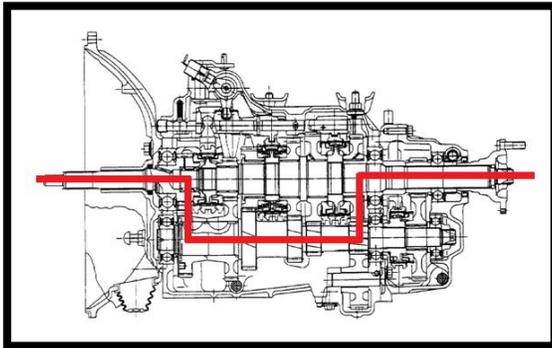


Figura 2.25 Primera velocidad, transmisión colectivo: Fuente [28]

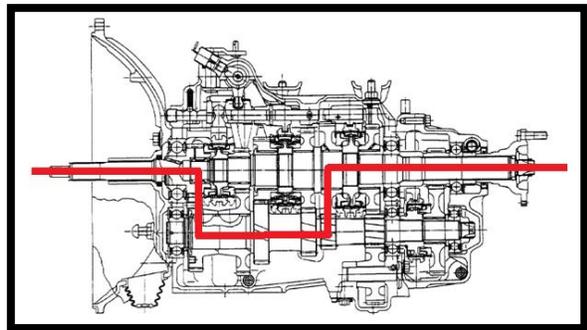


Figura 2.26 Segunda velocidad, transmisión colectivo: Fuente [28]

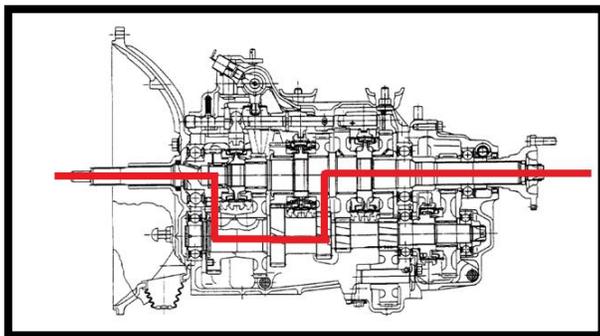


Figura 2.27 Tercera velocidad, transmisión colectivo: Fuente [28]

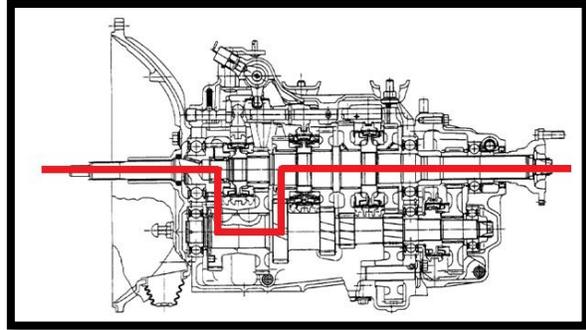


Figura 2.28 Cuarta velocidad, transmisión colectivo: Fuente [28]

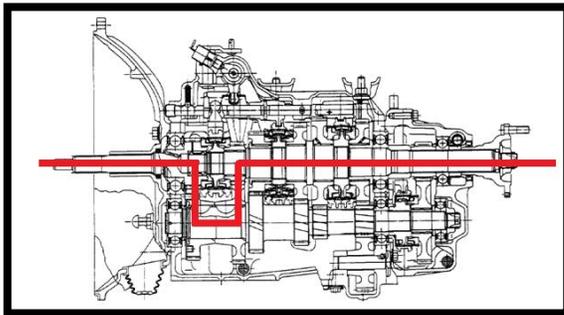


Figura 2.29 Quinta velocidad, transmisión colectivo: Fuente [28]

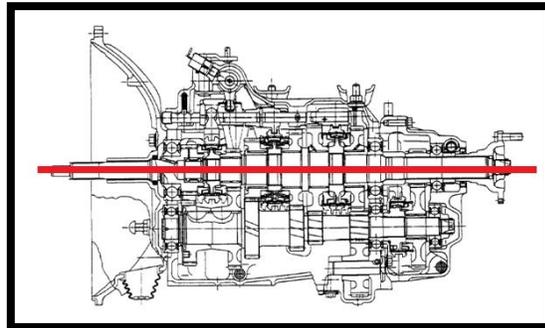


Figura 2.30 Sexta velocidad, transmisión colectivo: Fuente [28]

## Relaciones de transmisión.

Tabla 2.4 Relaciones de transmisión, transmisión colectivo: Fuente [29].

Velocidad	Relación
1ra.	4.987
2da.	2.870
3ra.	1.689
4ta.	1.000
5ta.	0.728
6ta.	0.626
Reversa.	4.774

### Características del embrague.

El embrague que el vehículo posee corresponde a la marca FICHTEL&SACHS, modelo 3000 954 286 de diámetro 325mm 12 8”, tipo monodisco seco, estriado 35mm 1 3/4” x 14E y accionamiento hidroneumático.

### Datos y especificaciones.

Tabla 2.5 Datos y especificaciones, embrague colectivo: Fuente [25].

Material	Moldeado sin asbestos
Tipo	Monodisco seco, prensa de diafragma con comando hidráulico
Diámetro exterior	325 mm

### Descripción.

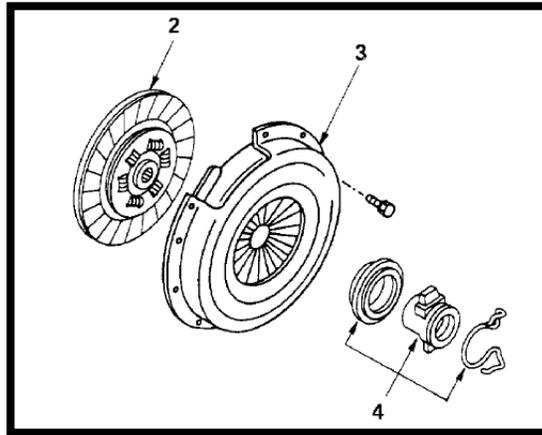


Figura 2.31 Embrague colectivo: Fuente [28]

Tabla 2.6 Descripción embrague colectivo: Fuente [28]

2. Disco del embrague	4. Desembragador y Anillo de carga
3. Conjunto de la tapa (cubierta) del embrague	

### Características del eje motriz.

El eje motriz que el vehículo posee corresponde a la marca ISUZU, modelo totalmente flotante, de una sola velocidad, hipoidal, servicio semipesado, 320 mm de diámetro de diferencial, capacidad máxima de 6600kg y la relación del grupo diferencial es de 4.56:1.

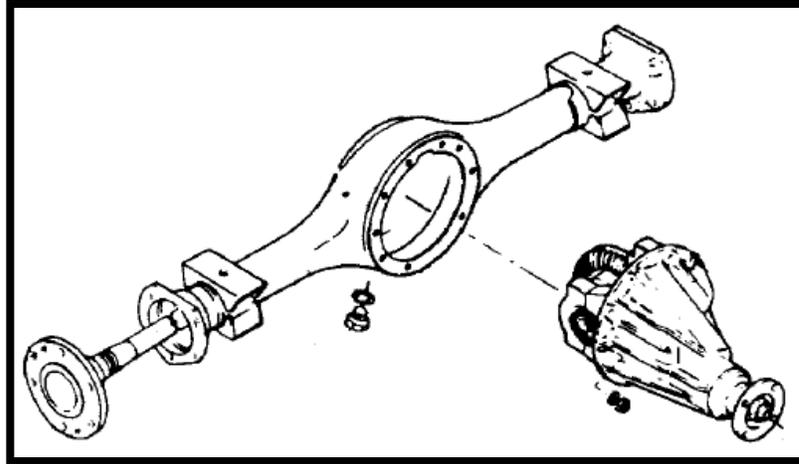


Figura 2.32 Eje motriz colectivo: Fuente [28]

### **Características de los neumáticos.**

Los neumáticos que el vehículo posee corresponden a la marca GOODYEAR, con aros de medida 6.75"x17.5"

El REG RHD es un neumático para usar en ejes de tracción, preponderantemente en servicios regionales, donde predominan curvas sinuosas, pendientes fuertes y velocidades variables.

- ♣ Diseño exclusivo de 5 ribs y 4 surcos profundos con lo que se logra un excelente agarre sobre caminos, especialmente en condiciones húmedas con mayor estabilidad.
- ♣ Distribución uniforme de la presión que permite lograr reducción del ruido y desgaste uniforme.
- ♣ Hombros reforzados para mayor resistencia al desgarro.

## Nomenclatura de los neumáticos.

215/75 R 17.5



Figura 2.33 Nomenclatura, neumáticos tracción colectivo: Fuente [27]

Índice de carga: 126/124 – (capacidad máxima por neumático, simples 1700kg y duales 1600kg).

Velocidad máxima: L (120 km/h)

Presión de inflado: 100 PSI

### 2.2.3. CAMIONES.

El vehículo seleccionado para el análisis, corresponde a la marca HINO serie 500 modelo 1726 (GH8JMSA)<sup>2</sup>, el cual cuenta con el mayor porcentaje en comparación con las demás marcas y modelos que transitan por la provincia de Loja.

#### Características de la caja de Marchas.

La caja de velocidades que el vehículo posee corresponde a la marca EATON, modelo FULLER FSO 6109A, 9 marchas hacia delante y 1 reversa (sincronizada de 2da a 9na).

#### Nomenclatura.

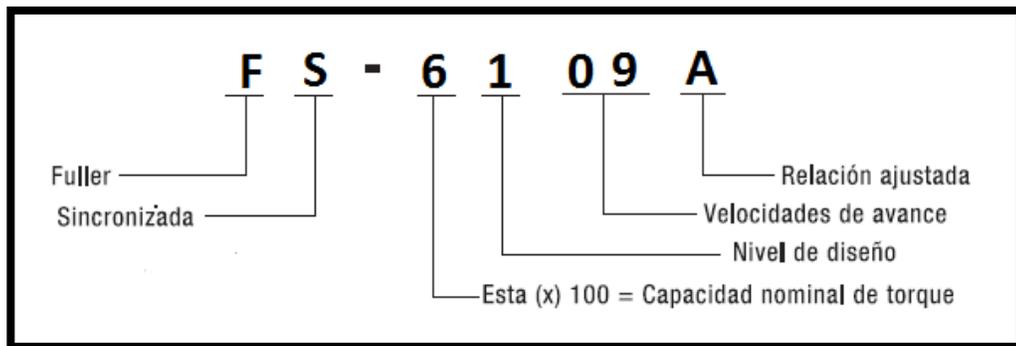


Figura 2.34 Nomenclatura, transmisión camión: Fuente [30]

#### Esquema.

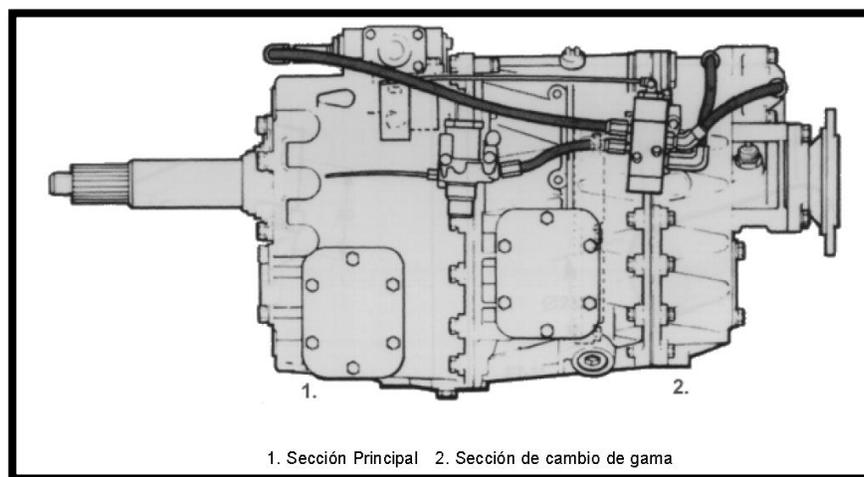


Figura 2.35 Esquema, transmisión camión: Fuente [30]

<sup>2</sup>

[http://www.teojama.com/vehiculo.php?mod=13&descr=Serie%20500%20Modelo%201726%20\(GH8JMSA\)](http://www.teojama.com/vehiculo.php?mod=13&descr=Serie%20500%20Modelo%201726%20(GH8JMSA))

### **Flujo de potencia.**

Las cajas de cambio de 9 velocidades de Eaton ofrecen nueve marchas hacia adelante debidamente sincronizadas y forman parte de cajas de cambio de gama media. Gozan de un cambio sencillo que se realiza mediante un mecanismo selector de un solo rail, o también de versiones con accionamiento directo.

Se ha situado una marcha reductora epicíclica con engrane sincronizado neumático entre la sección principal de 5 velocidades de la caja de cambios y la brida de salida. Puede seleccionarse y engranarse la marcha baja (tractora), 1a, 2a, 3a y 4a con la marcha reductora engranada como se hace normalmente, con la marcha reductora sacada, dispone de la 5ta, 6ta, 7ma y 8va de igual manera. Pueden instalarse sistemas de cambio de H única o doble. También dispone de una marcha baja no sincronizada como opción para las cajas de cambio 8209. [30]

### **La marcha reductora epicíclica.**

La marcha reductora epicíclica consta de 3 componentes principales:

- ♣ Una corona,
- ♣ Un engranaje solar y
- ♣ Un planetario.

**La corona**, es el componente exterior, formado por un engranaje dentado internamente y va asegurado a la camisa deslizante del conjunto sincronizador del cambio de gama.

**El engranaje solar**, está estriado y pernado al eje principal de la caja de cambios y gira concéntrica-mente, pero de modo independiente, a la corona.

**El planetario**, es el elemento actúa engranado tanto con la corona y el solar. En este tipo de aplicaciones consta de una serie de cinco engranajes planetas que giran independientemente sobre sus ejes y por los cuales van unidos al portador del planetario.

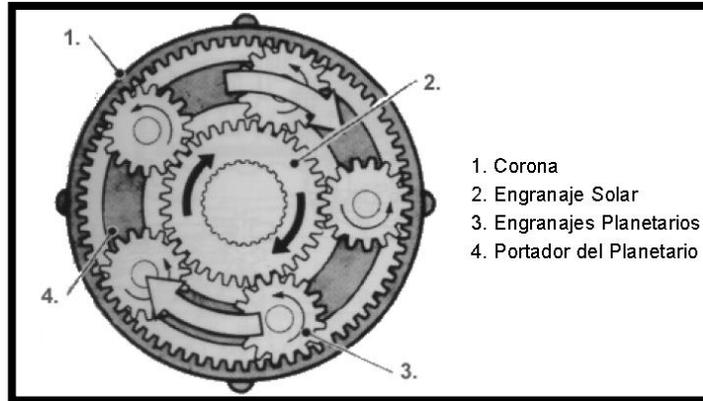


Figura 2.36 La marcha reductora epicíclica, transmisión camión: Fuente [30]

### Teoría del funcionamiento.

Si la corona está parada y se hace girar el engranaje solar, los engranajes planetarios giran alrededor de la corona a una velocidad determinada por el tamaño del engranaje solar y los engranajes planetarios relativos a la corona. Los engranajes planetarios giran sobre sus ejes y fuerzan el giro del portador en la misma dirección que el engranaje solar, aunque más lentamente. El eje de salida, al formar parte integral del portador, gira con él. [30]

### Aplicación Práctica.

La "gama baja" o ratio del modo de reducción se consigue deslizando a la camisa sincronizadora de cambio de gamas y a la corona hacia su engrane con la brida que va asegurada por una placa de reacción con la carcasa trasera de la caja de cambios, como consecuencia, la corona queda clavada. El resultado es que el eje de salida gira en la misma dirección que el eje principal, aunque con mayor lentitud.

En "gama alta" o modo de conducción directo, la camisa del sincronizador sale del engrane con la placa de reacción y engrana con una brida estriada en el portador del engranaje planetario. Al unirse la corona y el portador, los engranajes planetarios ya no pueden girar, por lo que todo el conjunto epicíclico gira como una sola unidad. El eje de salida funciona, como resultado, a la misma velocidad que el eje principal.

### Cambios con H única y doble H.

Un pin de enclavamiento entre los dos ejes de cambios y una válvula reguladora de aire unida al LRC impiden cambiar el modo de operación a menos que el eje de cambios de marcha este en la posición neutral.

En los sistemas con H doble existe un tope cargado por muelle colocado en la puerta neutral que hay entre las posiciones de las marchas 3ra/t4a y 5ta/6ta. Según pasa la palanca de cambios por este tope a la posición de 5ta marcha, una válvula dependiente comienza a suministrar aire automáticamente para que el cambio de gama pase de baja a alta.

Este mecanismo único de selector de un solo rail engrana a la 1ra, 2da, 3ra o 4ta marcha de la sección principal, pero ahora con el cambio de gama en "alta", tenemos 5ta, 6ta, 7ma u 8va marcha. Al cambiar de 5ta a 4ta y pasar por este tope detector, la válvula dependiente se pone en funcionamiento para cambiar de gama "alta" a "baja". Además en los sistemas de H doble los cambios de gama se seleccionan automáticamente con el movimiento de la palanca sobre el tope detector.

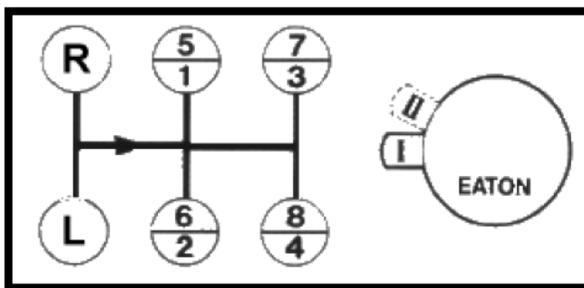


Figura 2.37 Cambio con H única, transmisión camión: Fuente [30]

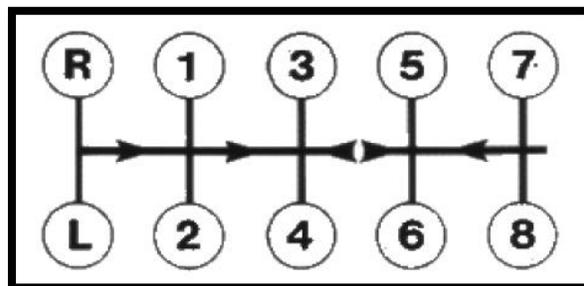


Figura 2.38 Cambio con H doble, transmisión camión: Fuente [30]

Los conjuntos del sincronizador son del tipo anillo caballón y los conos del anillo han sido fabricados independientemente de los engranajes. Ello permite el recambio de los anillos

del sincronizador y las bridas sin necesidad de renovar los engranajes. La Marcha Atrás se engrana deslizando la camisa de M.A.<sup>3</sup>/baja al engrane con la brida en marcha atrás pero sin la ayuda del cono sincronizador.

### Acoplamiento mecánico de las marchas.

A continuación se detalla como se generan cada una de las marchas.

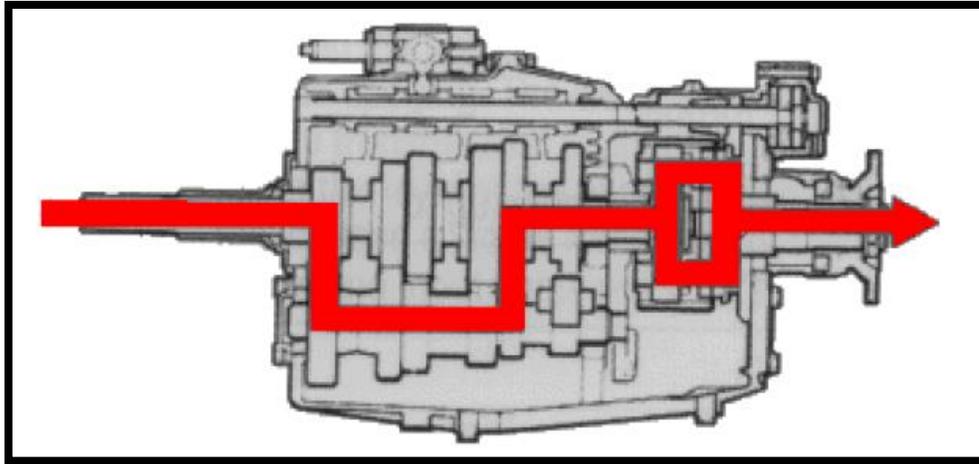


Figura 2.39 Reducción profunda (bajo), transmisión camión y tanquero: Fuente [30]

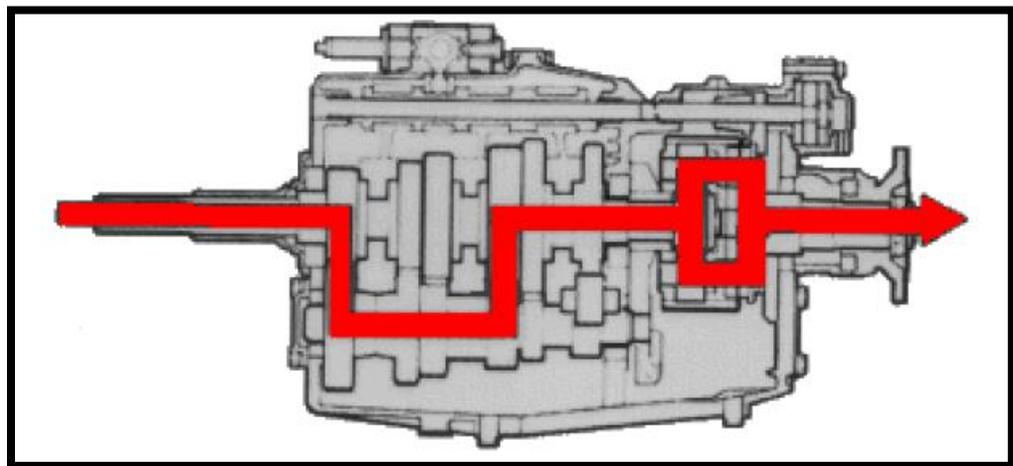


Figura 2.40 Primera velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30]

---

<sup>3</sup> M.A = Marcha atrás o reversa.

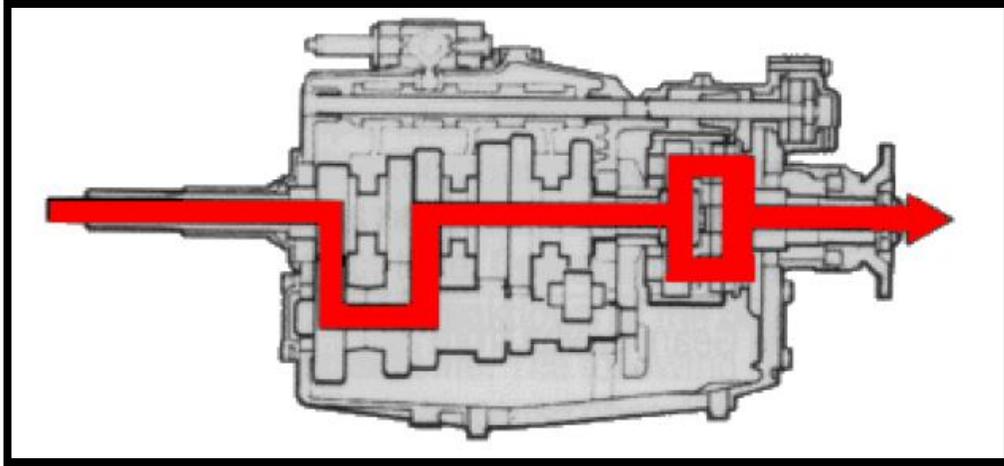


Figura 2.41 Segunda velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30]

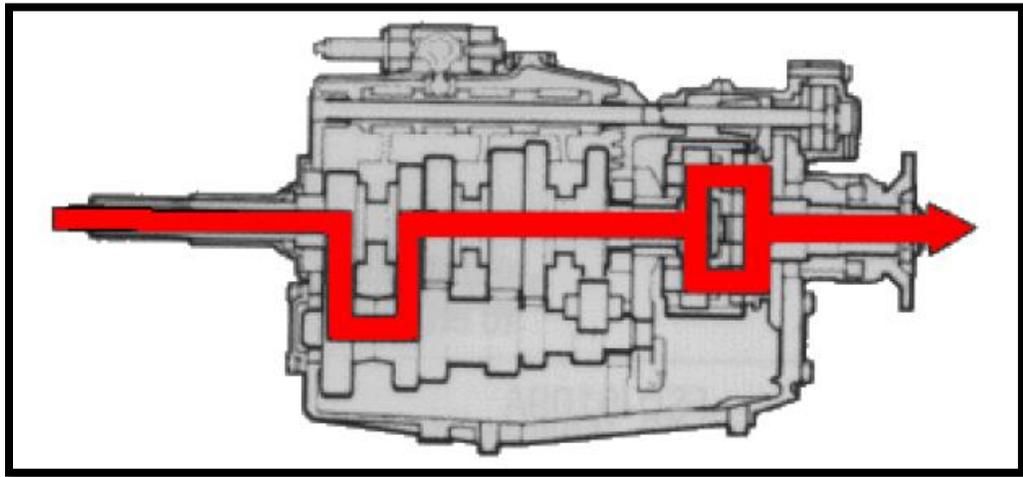


Figura 2.42 Tercera velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30]

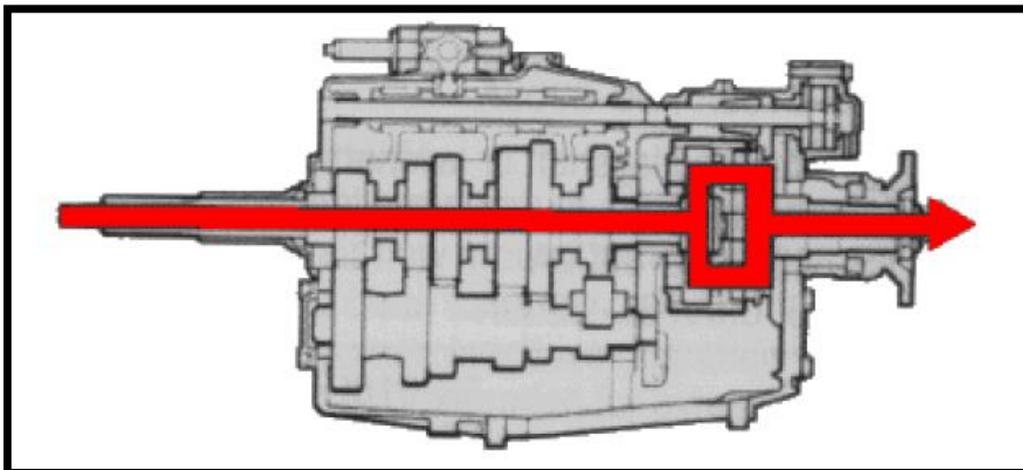


Figura 2.43 Cuarta velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30]

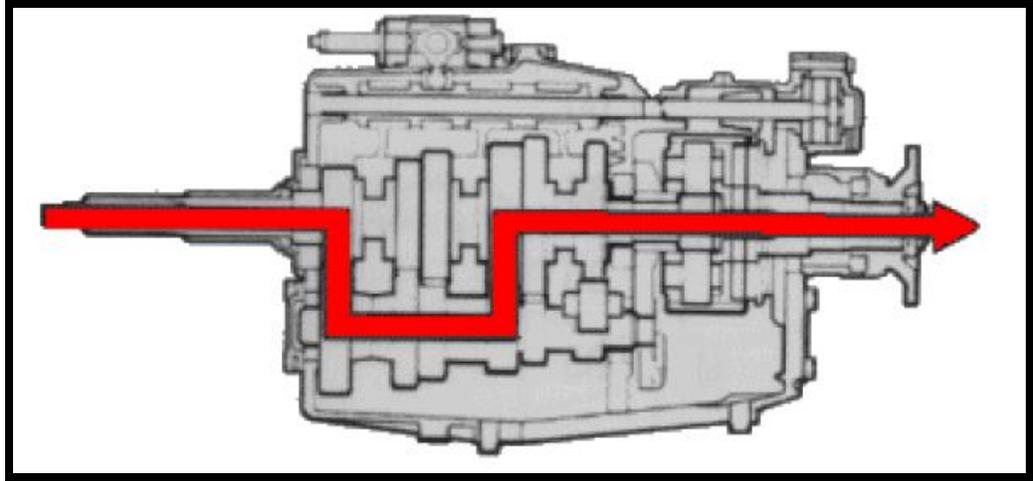


Figura 2.44 Quinta velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30]

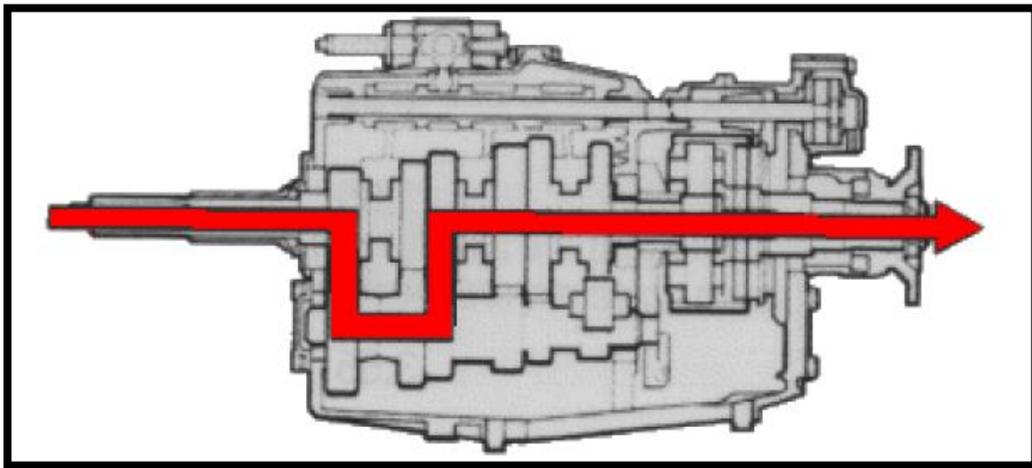


Figura 2.45 Sexta velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30]

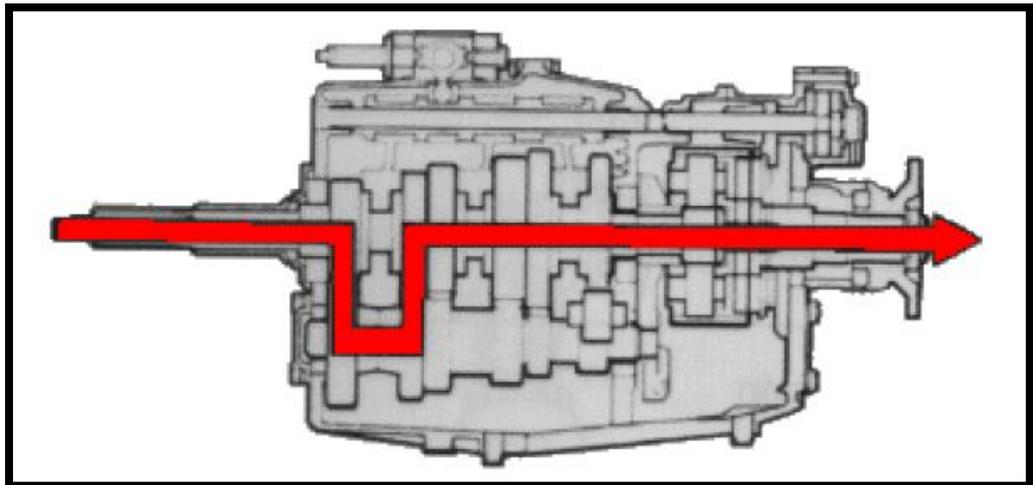


Figura 2.46 Séptima velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30]

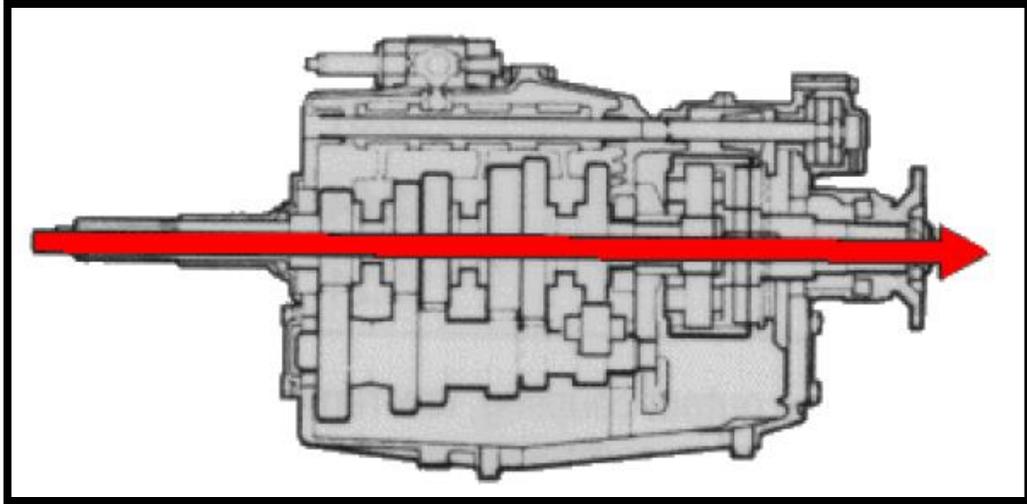


Figura 2.47 Octava velocidad, transmisión camión y tanquero: Fuente [30]

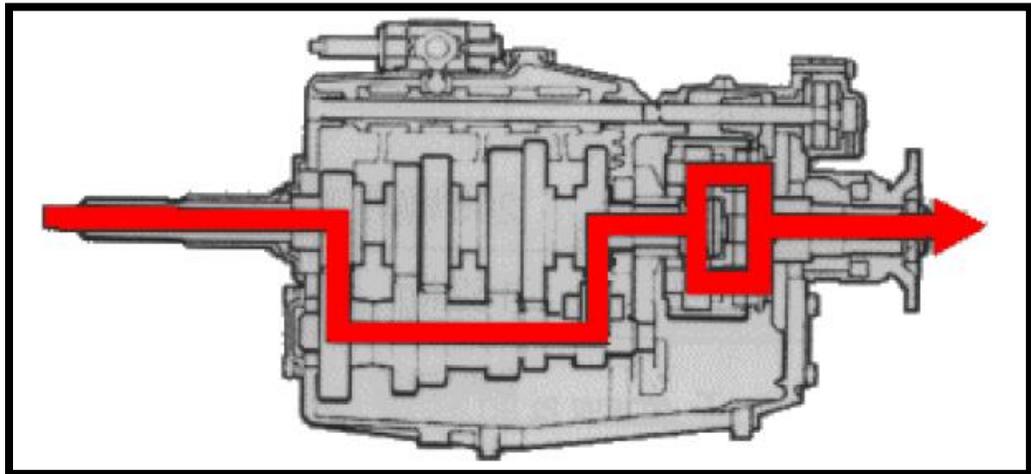


Figura 2.48 Marcha reversa, transmisión camión y tanquero: Fuente [30]

### Características de diseño.

Para vehículos con motores de hasta 980 Nm de par motor.

### Relaciones de transmisión.

Tabla 2.7 Relaciones de transmisión, transmisión camión: Fuente [30].

Velocidad	Relación
1ra.	8.81
2da.	6.55
3ra.	4.77
4ta.	3.55
5ta.	2.48

<b>6ta.</b>	1.85
<b>7ma.</b>	1.34
<b>8va.</b>	1.00
<b>Bajo</b>	12.64
<b>Reversa.</b>	13.21

### Características del embrague.

El embrague que el vehículo posee corresponde al modelo CS-380 series.

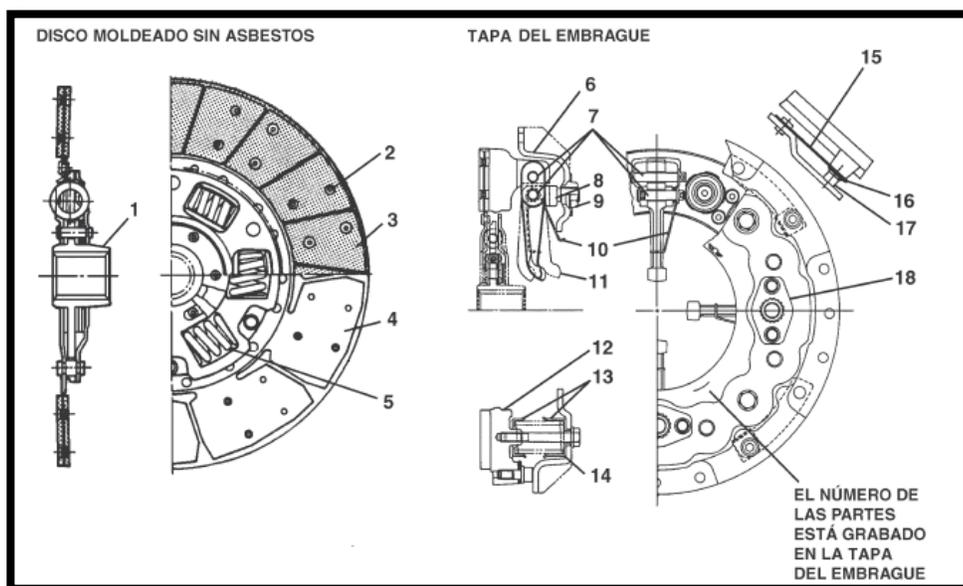


Figura 2.49 Embrague camión y tanquero: Fuente [31]

Tabla 2.8 Componentes, Embrague camión y tanquero: Fuente [31].

1. Cubo del disco de embrague	10. Resorte de torsión
2. Remache	11. Palanca de desembrague
3. Revestimiento del embrague	12. Disco de presión
4. Disco del embrague	13. Asiento del resorte
5. Resorte amortiguador	14. Resorte de compresión
6. Tapa de embrague	15. Placa de acoplamiento
7. Pasador de la palanca de desembrague	16. Arandela de fricción
8. Soporte de la palanca de desembrague	17. Perno de la placa de acoplamiento
9. Tuerca de sujeción de la palanca de desembrague	18. Placa de retención

### Datos y especificaciones.

Tabla 2.9 Datos y especificaciones, Embrague camión y tanquero: Fuente [31].

Material	Moldeado sin asbestos
Tipo	Disco seco sencillo con resorte amortiguador
Diámetro exterior	380 mm
Diámetro interior	220 mm
Espesor	5 mm

### Descripción.

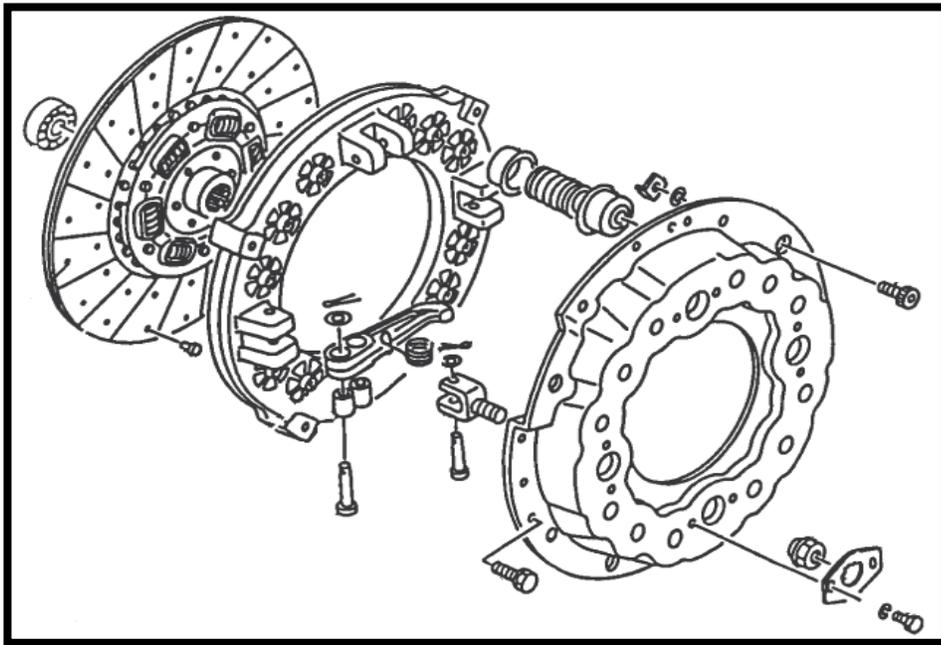


Figura 2.50 Embrague camión y tanquero: Fuente [31]

### Características del eje motriz.

El eje motriz que el vehículo posee corresponde a la marca HINO, modelo SH17, de reducción sencilla, velocidad sencilla por engranajes hipoidales.

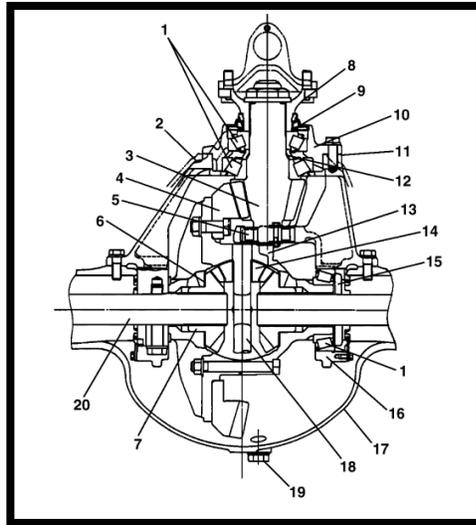


Figura 2.51 Eje motriz camión: Fuente [32]

Tabla 2.10 Componentes, eje motriz camión: Fuente [32].

1. Rodamiento de rodillo cónico	11. Calce de ajuste
2. Caja del portador del diferencial	12. Distanciador
3. Piñón hipoidal	13. Caja del diferencial
4. Anillo dentado hipoidal	14. Satélite
5. Rodamiento de rodillo cilíndrico	15. Tuerca de ajuste
6. Arandela de tope	16. Tapa del rodamiento
7. Planetario	17. Coraza del eje
8. Acoplamiento del yugo de la brida	18. Cruceta
9. Retenedor de aceite	19. Tapón de llenado de aceite
10. Jaula del rodamiento	20. Semieje.

### Descripción.

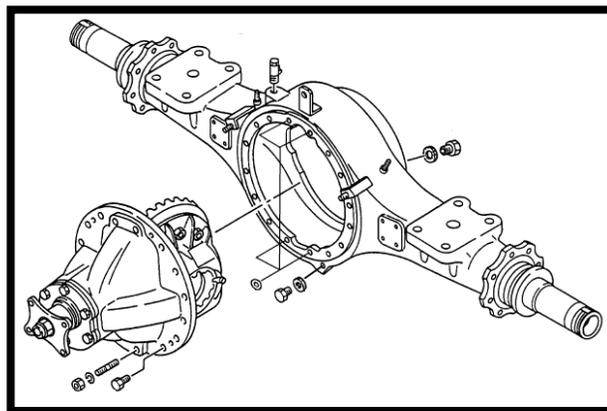


Figura 2.52 Eje motriz camión: Fuente [32]

### Datos y especificaciones.

Tabla 2.11 Datos y especificaciones, eje motriz camión: Fuente [32].

Tipo	Reducción sencilla, velocidad sencilla por engranajes hipoidales
Relación de engranajes	4.100, 4.420, 4.625, 6.142, 6.428, 6.833

La relación del grupo diferencial es de 4.625:1.

### Características de los neumáticos.

Los neumáticos que el vehículo posee corresponde a la marca BRIDGESTONE, con aros de acero blando cuya medida es 9"x22.5". El M840 es un neumático para usar en todos los ejes, recomendado para usar en carreteras pavimentadas regionales y carreteras destapadas.

- ♣ Estructura con tecnología de cinturón dividido (Split-Belt) para adaptarse a las irregularidades y obstáculos del camino, además tiene un compuesto especial de la banda de rodamiento que ofrece gran resistencia a los cortes, desgarres y penetración de piedras proporcionando una excelente reencauchabilidad.

### Nomenclatura de los neumáticos.

12 R 22.5



Figura 2.53 Nomenclatura, neumáticos tracción camión: Fuente [33]

Índice de carga: 152/148 – (capacidad máxima por neumático, simples 3574kg y duales 3185kg).

Velocidad máxima: K (110 km/h)

Presión de inflado: 125 PSI

#### 2.2.4. TANQUEROS.

El vehículo seleccionado para el análisis, corresponde a la marca HINO serie 500 modelo 2626 (FM1JRU)<sup>4</sup>, el cual cuenta con el mayor porcentaje en comparación con las demás marcas y modelos que transitan por la provincia de Loja.

#### Características de la caja de Marchas.

La caja de velocidades que el vehículo posee corresponde a la marca EATON, modelo FULLER FS 8209A, 9 marchas hacia delante y 1 reversa (sincronizada de 2da a 9na).

#### Nomenclatura.

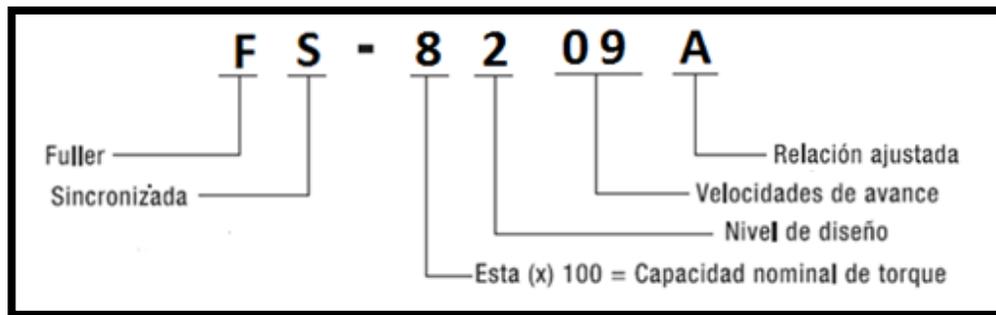


Figura 2.54 Nomenclatura, Transmisión camión: Fuente [30]

#### Flujo de potencia.

Las características de este tipo de transmisión son similares a la anterior por el hecho de que ambas provienen de la misma marca EATON y tienen el mismo número de velocidades, a continuación los aspectos más relevantes y diferenciales de las mismas.

#### Sistema neumático.

Disponemos de una marcha baja no sincronizada como opción para la caja de cambios FS8209A. El cambio de gama también tiene engrane sincronizado, y funciona neumáticamente. Un cilindro de cambio, montado en la carcasa trasera de la caja de cambios, desliza una camisa sincronizadora que forma parte integral del engranaje anular

4

[http://www.teojama.com/vehiculo.php?mod=14&descr=Hino%20Serie%20500%20Modelo%202626%20\(FM1JRU\)](http://www.teojama.com/vehiculo.php?mod=14&descr=Hino%20Serie%20500%20Modelo%202626%20(FM1JRU))

epicíclico para engranarla o desengranarla con el portador del planetario o con una placa de reacción de la carcasa para dar consecuentemente un ratio alto o bajo. [30]

El suministro de aire a los puertos de gama alta o baja del cilindro de cambios se produce mediante una válvula dependiente. Ésta se activa directamente por medio del eje de control remoto en el sistema de doble H, o mediante una válvula selectora de operación manual en la palanca de marchas en los sistemas de H única.

En los sistemas de H única, la gama "alta" o "baja" debería preseleccionarse antes de mover la palanca de cambios, pues el cambio real de gama tiene lugar únicamente cuando el árbol selector se mueve por la posición de punto muerto.

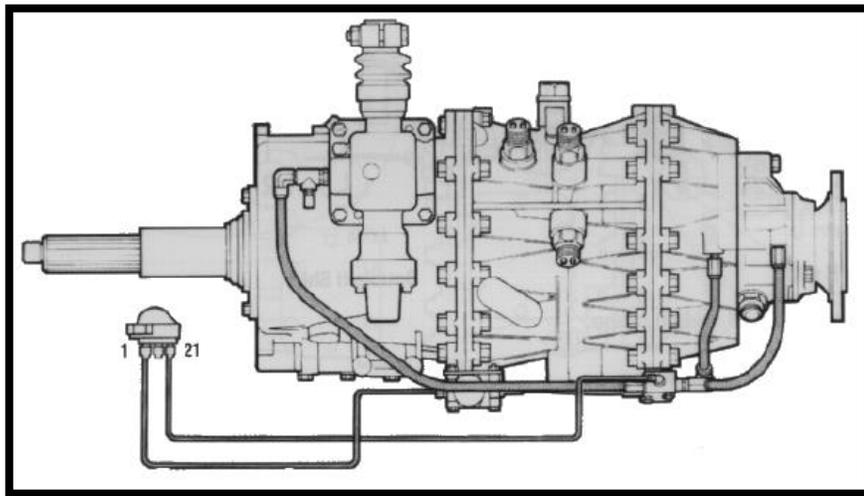


Figura 2.55 Conexiones neumáticas de cambio de gama con H única, transmisión camión: Fuente [30]

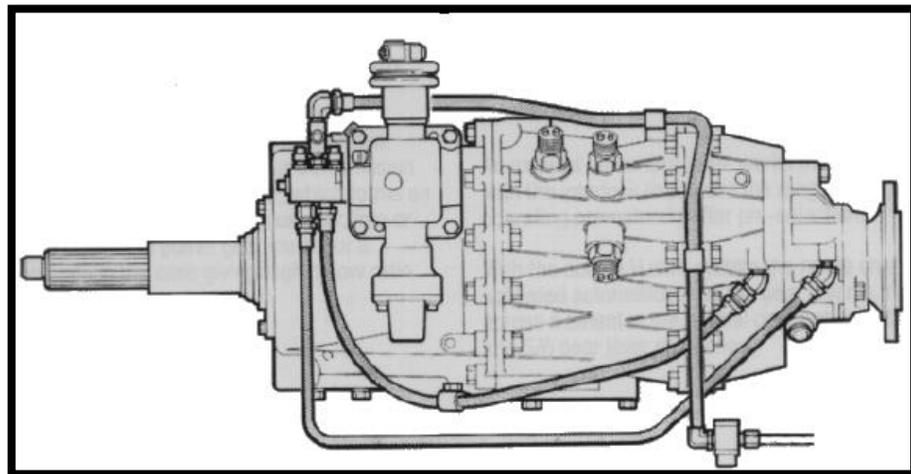


Figura 2.56 Conexiones neumáticas de cambio de gama con H doble, transmisión camión: Fuente [30]

Hay una válvula de escape de control del aire que trabaja junto con el enclavamiento para evitar que el cambio de gama se ponga en marcha prematuramente tras la preselección. Una válvula de control de aire complementa al mecanismo de enclavamiento para evitar que cambie el modo de operación prematuramente tras preseleccionar. En los sistemas de H doble, el cambio de gama se activa automáticamente al moverse la palanca de cambios por un tope de la compuerta de punto muerto que hay entre las posiciones de palanca de la 3a/4a y 5a/6a.

### **Funcionamiento del cilindro de cambio de gama.**

Al conectar la válvula selectora de la palanca de cambios (H única), o al mover ésta por el tope existente entre la 4a y la 5ª (H doble), se suministra aire por la válvula dependiente a puerto de aire de gama alta o baja según convenga. En la otra parte del pistón la presión del aire es expulsada a la atmósfera a través de la válvula dependiente. Existe una presión de aire constante actuando contra una parte u otra del pistón en todo momento.

Queda por entendido que en este tipo de transmisiones hay una presión constante de aire actuando sobre una cara u otra del pistón al contrario que en el sistema Mecman. En el sistema Mecman únicamente se suministra aire al pistón de cambio de modo cuando la transmisión está en posición neutral.

### **Características de diseño.**

Para vehículos con motores de hasta 1250 Nm de par motor.

- ♣ Engranaje de la caja preparada.
- ♣ 2º engranaje con capacidad aumentada del porta planetarios chorreado con granalla.
- ♣ Capacidad aumentada en un 11% de los cojinetes cónicos del eje intermedio.
- ♣ Rodamiento no sincronizado (el sincronizador es opcional)
- ♣ Inhibidor de cambio de rango (para ayudar al conductor a prevenir daños en el motor y la transmisión)

## Relaciones de transmisión.

Tabla 2.12 Relaciones de transmisión, Transmisión tanquero: Fuente [30].

Velocidad	Relación
1ra.	8.81
2da.	6.55
3ra.	4.77
4ta.	3.55
5ta.	2.48
6ta.	1.85
7ma.	1.34
8va.	1.00
Bajo	12.64
Reversa.	13.21

## Características del embrague.

El embrague que el vehículo posee corresponde al modelo CS-380 series. Por tanto la información que se encuentra la sección de camión, características del embrague es la misma.

## Características del eje motriz.

El eje motriz que el vehículo posee corresponde a la marca HINO, modelo TDH17, de reducción sencilla, velocidad sencilla por engranajes hipoidales con diferencial interaxial y engranaje del transfer, usado para el eje delantero de los ejes impulsores del tándem.

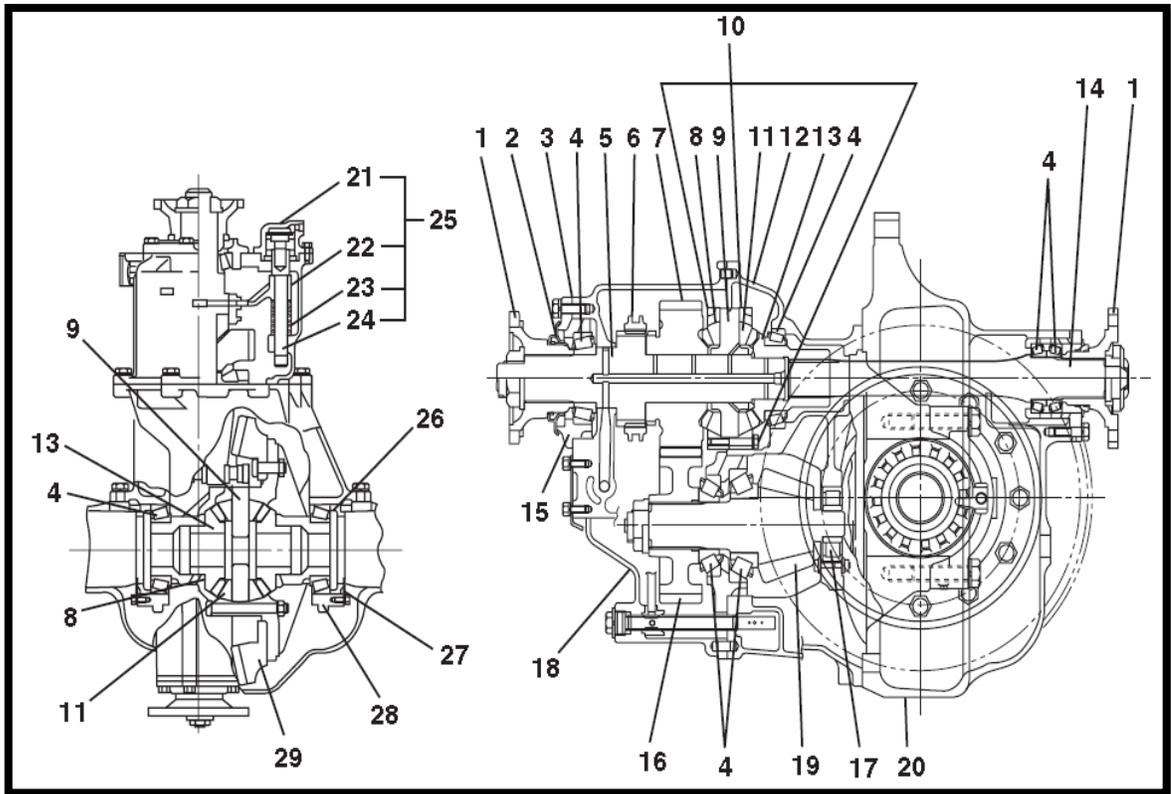


Figura 2.57 Eje motriz, tanquero: Fuente [32]

Tabla 2.13 Componentes, eje motriz tanquero: Fuente [32].

1. Brida	16. Engranaje impulsor del piñón
2. Retenedor de aceite	17. Rodamiento de rodillo cilíndrico
3. Calce	18. Cubierta del portador del diferencial
4. Rodamiento de rodillo cónico	19. Satélite
5. Eje impulsor	20. Coraza del eje posterior
6. Manguito de desplazamiento	21. Cubierta de la caja
7. Engranaje impulsor	22. Horquilla de desplazamiento
8. Arandela	23. Resorte de retorno
9. Cruceta	24. Pistón
10. Sub-conjunto de la caja del diferencial interaxial	25. Unidad de desplazamiento de aire
11. Piñón del diferencial	26. Tuerca de ajuste
12. Portador del diferencial	27. Placa de seguridad
13. Planetario	28. Tapa del rodamiento
14. Eje pasante	29. Corona dentada
15. Jaula del portador del diferencial	

Datos y especificaciones.

Tabla 2.14 Datos y especificaciones, eje motriz tanquero: Fuente [32].

Tipo	Reducción sencilla, velocidad sencilla por engranajes hipoidales con diferencial interaxial y engranaje del transfer, usado para el eje delantero de los ejes impulsores del tándem.
Relación de engranajes	4.100,4.420,5.128, 5.857, 6.142, 6.428, 6.833

La relación del grupo diferencial es de 5.857:1.

**Operación del engranaje del diferencial inter-axial**, cuando se encuentra funcionando sobre caminos pavimentados.

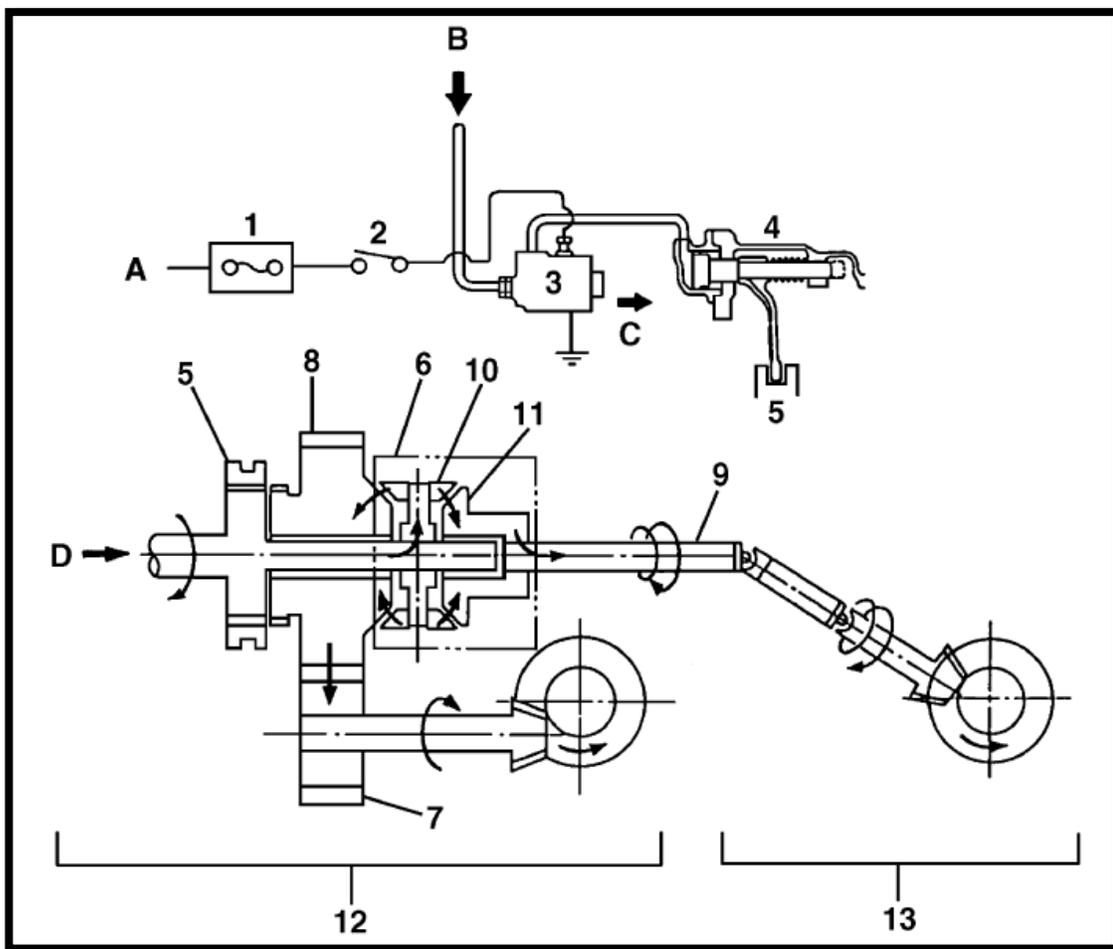


Figura 2.58 Eje motriz, tanquero: Fuente [32]

Tabla 2.15 Operación engranaje inter-axial, eje motriz tanquero: Fuente [32].

1. Fusible	10. Engranaje impulsor del eje hacia atrás
2. Interruptor de seguridad del inter-axial	11. Piñón del diferencial inter-axial
3. Válvula magnética	12. Eje hacia adelante
4. Unidad de desplazamiento de aire	13. Eje hacia atrás

5. Manguito de desplazamiento	A Desde la batería
6. Engranaje del diferencial inter-axial	B Desde el tanque de aire
7. Engranaje impulsor del eje hacia adelante	C Escape
8. Engranaje impulsor	D Desde el eje impulsor
9. Eje pasante	

### Descripción.

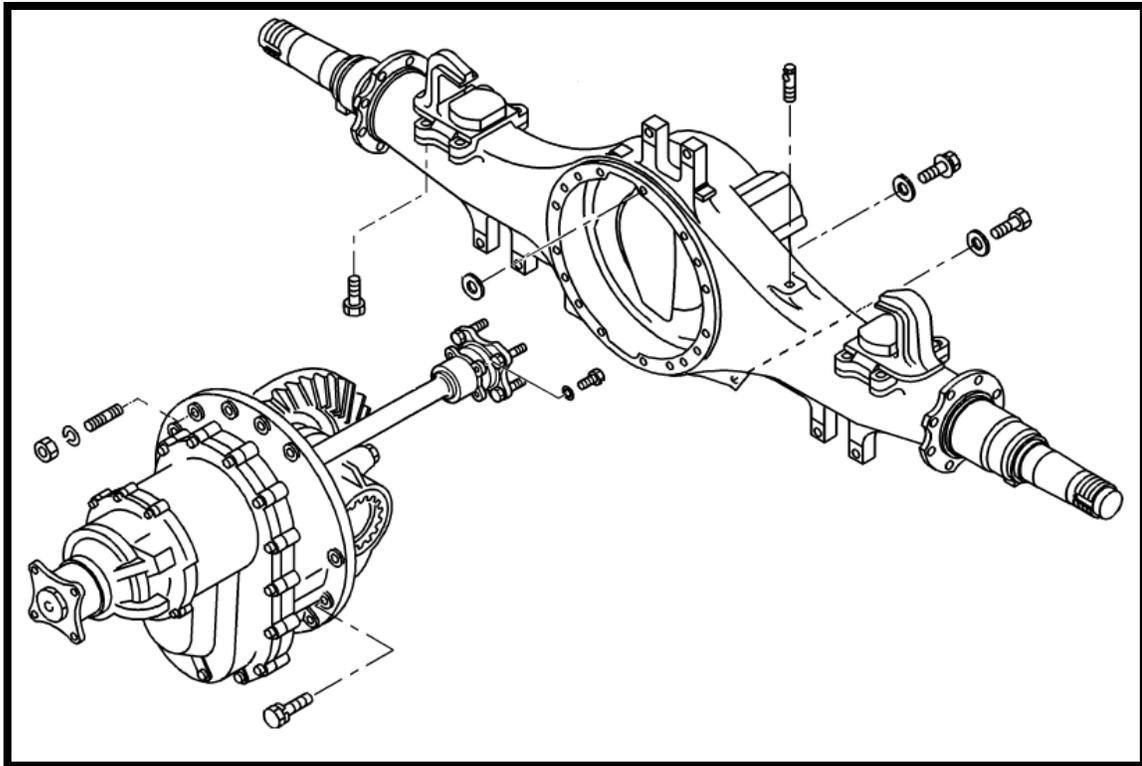


Figura 2.59 Eje motriz tanquero: Fuente [12]

### Características de los neumáticos.

Los neumáticos que el vehículo posee corresponde a la marca BRIDGESTONE, con aros en acero blando de medida 8.25"x22.5".

El M857 es un neumático para ser instalada en todos los ejes. Recomendado para usar en carreteras pavimentadas regionales y carreteras destapadas.

- ♣ Estructura con tecnología de cinturón dividido (Split-Belt) para adaptarse a las irregularidades y obstáculos del camino.

- ♣ El diseño M857 tiene un compuesto especial de la banda de rodamiento que ofrece gran resistencia a los cortes, desgarres y penetración de piedras proporcionando una excelente reencauchabilidad.

### Nomenclatura de los neumáticos.

11 R 22.5



Figura 2.60 Nomenclatura, neumáticos tracción tanquero: Fuente [33]

Índice de carga: 148/145 – (capacidad máxima por neumático, simples 3185kg y duales 2922kg).

Velocidad máxima: K (110 km/h)

Presión de inflado: 125 PSI

### 2.2.5. VOLQUETE.

El vehículo seleccionado para el análisis, corresponde a la marca HINO serie 700 modelo 2841 (FS1ELVD)<sup>5</sup>, el cual cuenta con el mayor porcentaje en comparación con las demás marcas y modelos que transitan por la provincia de Loja.

#### Características de la caja de Marchas.

La caja de velocidades que el vehículo posee corresponde a la marca HINO, modelo MZ12, 12 velocidades hacia delante y dos reversas totalmente sincronizadas, estructura de aluminio de alta tensión y refuerzos laterales que amortiguan la vibración.

#### Esquema.

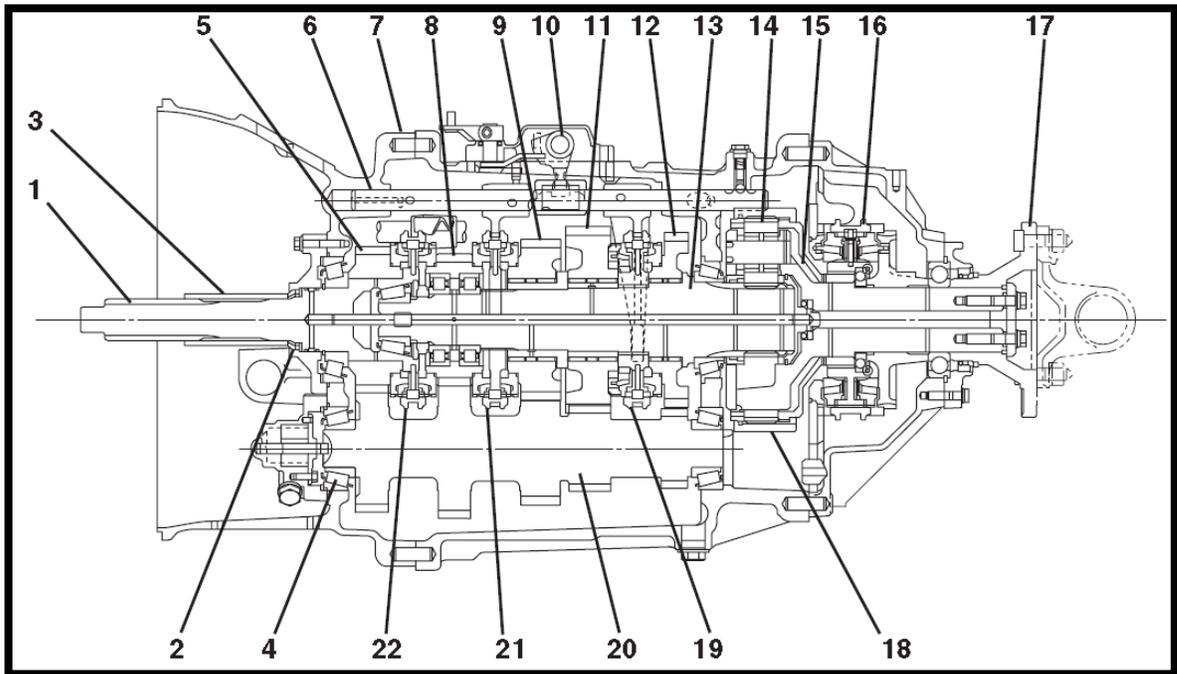


Figura 2.61 Esquema, transmisión volquete: Fuente [32]

Tabla 2.16 Descripción de componentes, transmisión volquete: Fuente [32]

1. Eje de entrada	12. Engranaje de reversa
2. Retenedor de aceite	13. Eje de salida
3. Retenedor del rodamiento frontal	14. Piñón del planetario
4. Rodamiento de rodillo cónico.	15. Portador del planetario

<sup>5</sup>

[http://www.teojama.com/vehiculo.php?mod=7&descr=Hino%20Serie%20700%20Modelo%202841%20\(FS1ELVD\)](http://www.teojama.com/vehiculo.php?mod=7&descr=Hino%20Serie%20700%20Modelo%202841%20(FS1ELVD))

5. Engranaje divisor alto	16. Manguito de desplazamiento de los rangos
6. Eje de desplazamiento	17. Brida
7. Cubierta de la coraza	18. Corona dentada
8. Engranaje divisor bajo	19. Manguito de desplazamiento de 1ra
9. Engranaje de 2da	20. Eje de contra marcha
10. Palanca de cambios interior	21. Manguito de desplazamiento de 2da – 3ra
11. Engranaje de 1ra	22. Manguito de los cambios divisores

### Flujo de potencia.

La comprensión del flujo de potencia del motor a través de la transmisión en un marcha en particular, auxiliará a los técnicos en el diagnóstico de fallas y en la manutención de la transmisión.

### Acoplamiento mecánico de las marchas.

Para que se genere cada una de las marchas se requiere de la combinación del grupo divisor cambio básico y grupo reductor, a continuación se detallan como se consigue cada una de las marchas.

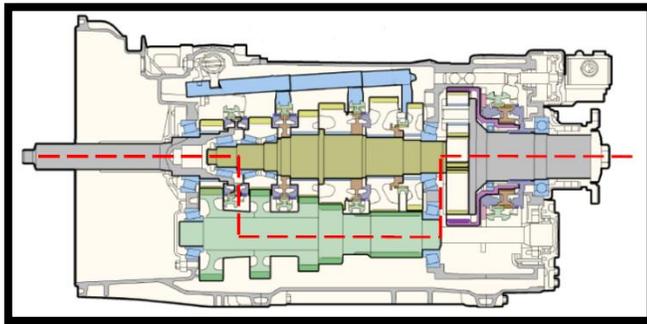


Figura 2.62 Marcha baja reversa, transmisión volquete: Fuente [32]

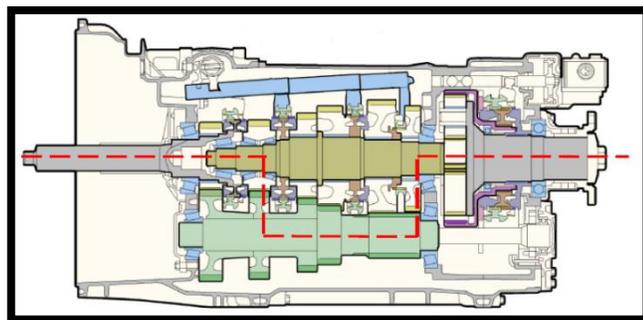


Figura 2.63 Marcha alta reversa, transmisión volquete: Fuente [32]

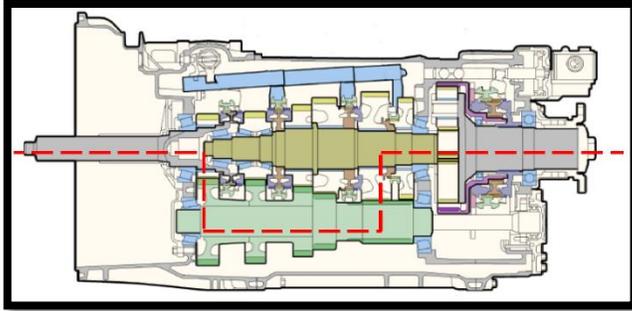


Figura 2.64 Primera velocidad, transmisión volquete: Fuente [32]

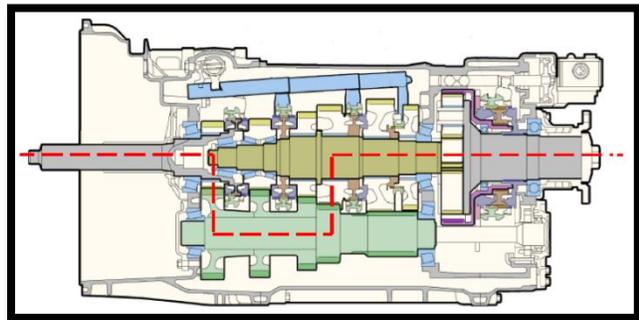


Figura 2.65 Segunda velocidad, transmisión volquete: Fuente [32]

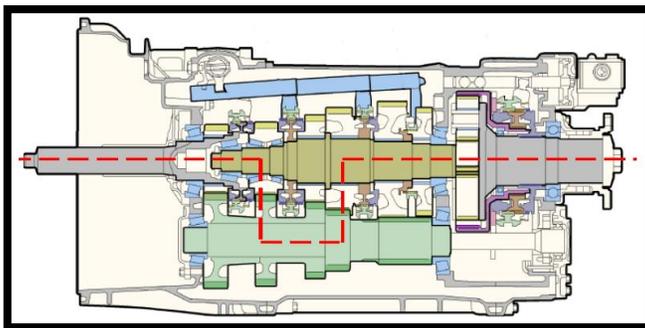


Figura 2.66 Tercera velocidad, transmisión volquete: Fuente [32]

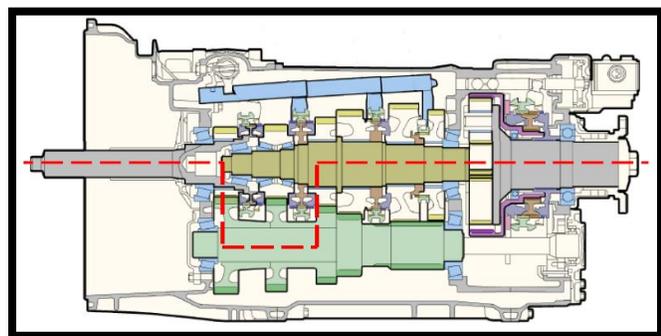


Figura 2.67 Cuarta velocidad, transmisión volquete: Fuente [32]

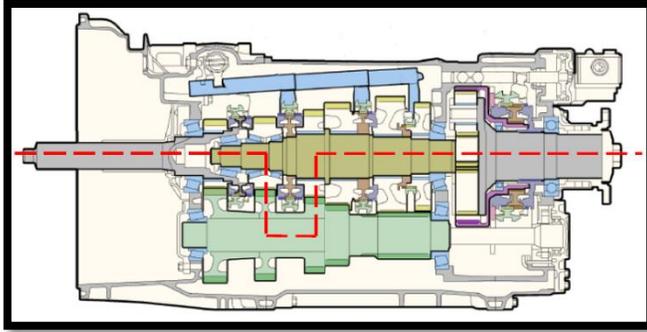


Figura 2.68 Quinta velocidad, transmisión volquete: Fuente [32]

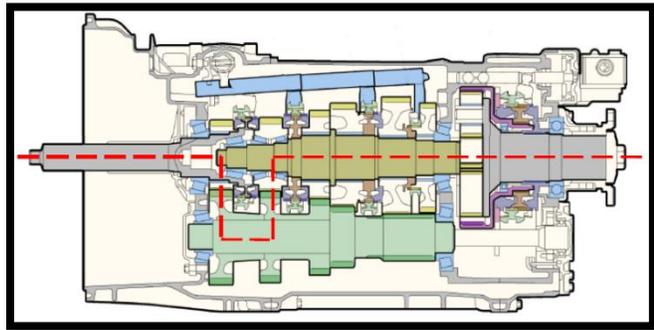


Figura 2.69 Sexta velocidad, transmisión volquete: Fuente [32]

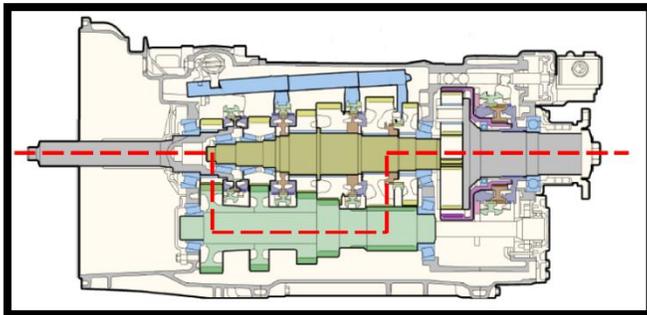


Figura 2.70 Séptima velocidad, transmisión volquete: Fuente [32]

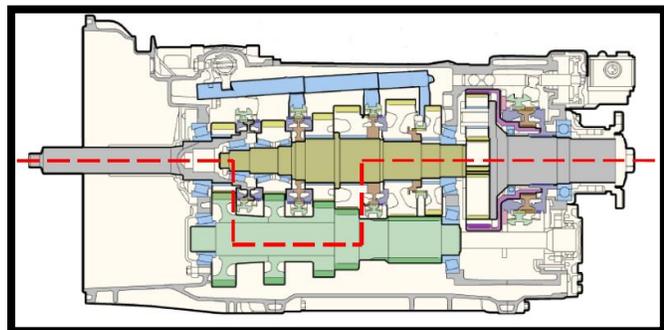


Figura 2.71 Octava velocidad, transmisión volquete: Fuente [32]

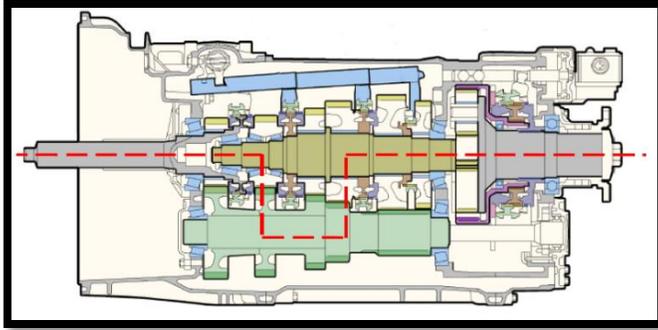


Figura 2.72 Novena velocidad, transmisión volquete: Fuente [32]

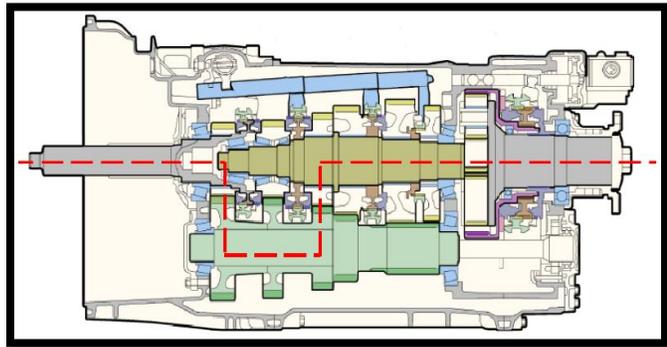


Figura 2.73 Decima velocidad, transmisión volquete: Fuente [32]

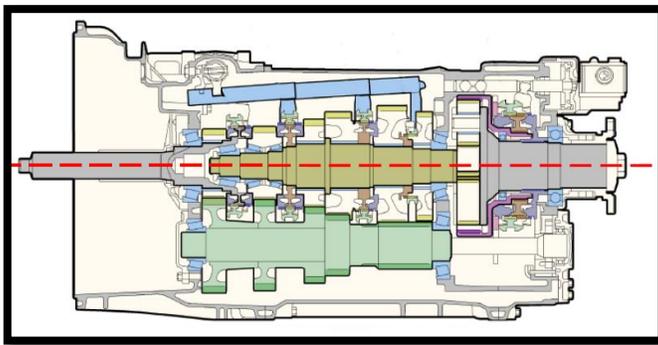


Figura 2.74 Decima primera velocidad, transmisión volquete: Fuente [32]

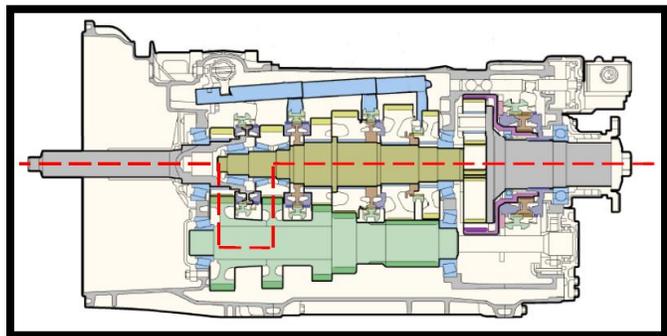


Figura 2.75 Decima segunda velocidad, transmisión volquete: Fuente [32]

## Relaciones de transmisión.

Tabla 2.17 Relaciones de transmisión, transmisión volquete: Fuente [32].

Velocidad	Relación
1ra.	10.127
2da.	8.054
3ra.	6.414
4ta.	5.101
5ta.	4.038
6ta.	3.211
7ma.	2.507
8va.	1.994
9na.	1.588
10ma.	1.263
11ma.	1.000
12ma.	0.795
Reversa baja	9.902
Reversa alta	7.875

## Características del embrague.

El embrague que el vehículo posee corresponde a la marca FICHTEL&SACHS, modelo MFZ 430, monodisco en seco de accionamiento hidráulico mas booster de aire.



Figura 2.76 Embrague, volquete: Fuente [25]

## Datos y especificaciones.

Tabla 2.18 Especificaciones embrague, volquete: Fuente [32]

Material	Moldeado sin asbestos
Tipo	Embrague de disco sencillo MFZ430

Diámetro exterior	430 mm
Diámetro interior	250 mm

### Descripción.

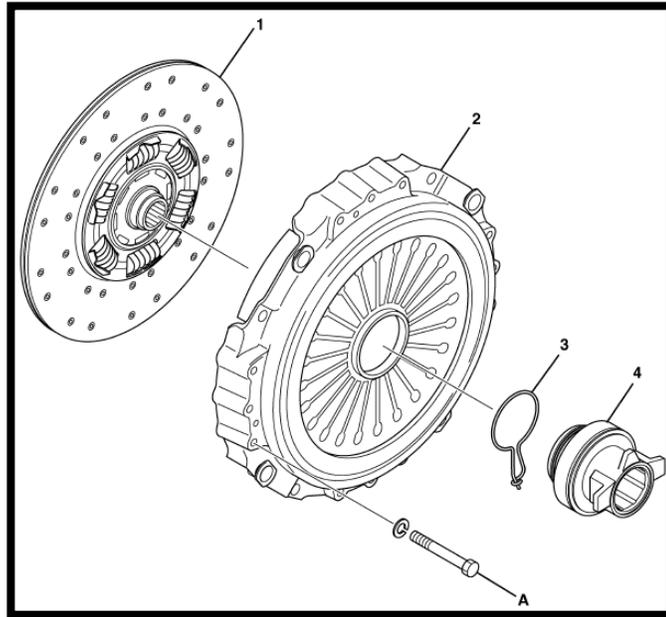


Figura 2.77 Descripción embrague, volquete: Fuente [32]

Tabla 2.19 Descripción embrague, volquete: Fuente [32]

1. Disco del embrague	3. Anillo de carga
2. Conjunto de la tapa (cubierta) del embrague	4. Desembragador

### Características del eje motriz.

El eje motriz que el vehículo posee corresponde a la marca HINO, modelo TDH18, Reducción sencilla, velocidad sencilla por engranajes hipoidales con diferencial interaxial y engranaje del transfer, usado para el eje delantero de los ejes impulsores del tándem.

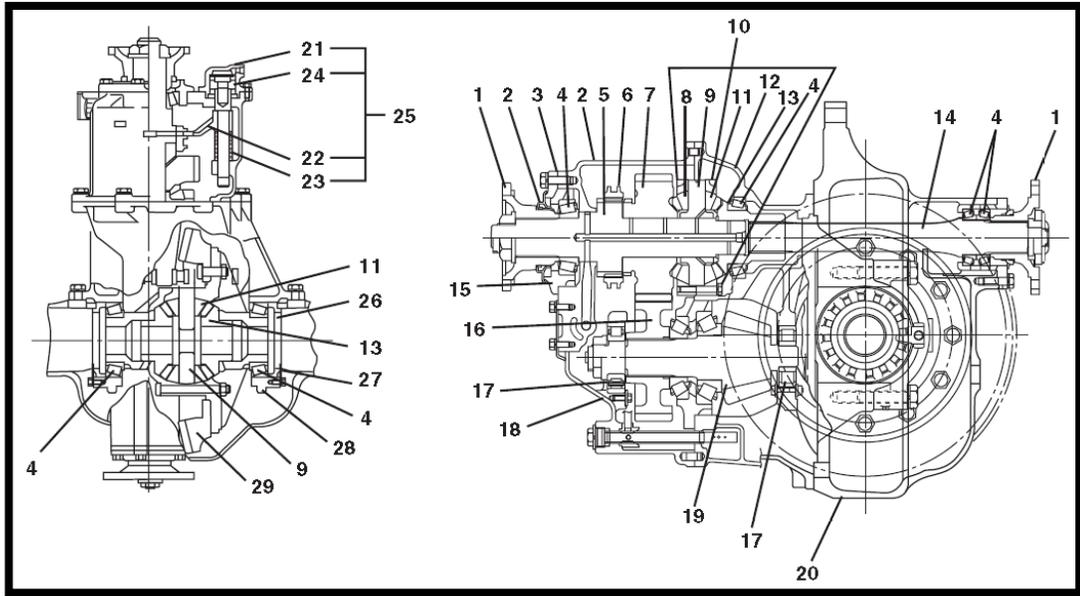


Figura 2.78 Eje motriz, volquete: Fuente [32]

Tabla 2.20 Componentes, eje motriz volquete: Fuente [32].

1. Brida	16. Engranaje impulsor del piñón
2. Retenedor de aceite	17. Rodamiento de rodillo cilíndrico
3. Calce	18. Cubierta del portador del diferencial
4. Rodamiento de rodillo cónico	19. Satélite
5. Eje impulsor	20. Coraza del eje posterior
6. Manguito de desplazamiento	21. Cubierta de la caja
7. Engranaje impulsor	22. Horquilla de desplazamiento
8. Arandela	23. Resorte de retorno
9. Cruceta	24. Pistón
10. Sub-conjunto de la caja del diferencial interaxial	25. Unidad de desplazamiento de aire
11. Piñón del diferencial	26. Tuerca de ajuste
12. Portador del diferencial	27. Placa de seguridad
13. Planetario	28. Tapa del rodamiento
14. Eje pasante	29. Corona dentada
15. Jaula del portador del diferencial	

### Datos y especificaciones.

Tabla 2.21 Datos y especificaciones, eje motriz volquete: Fuente [32].

Tipo	Reducción sencilla, velocidad sencilla por engranajes hipoidales con diferencial interaxial y engranaje del transfer, usado para el eje delantero de los ejes impulsores del tándem.
Relación de engranajes	3.900, 4.555, 4.875, 5.285, 5.857, 6.428, 6.833

La relación del grupo diferencial es de 5.285:1.

**Operación del engranaje del diferencial inter-axial,** cuando se encuentra funcionando sobre caminos malos.

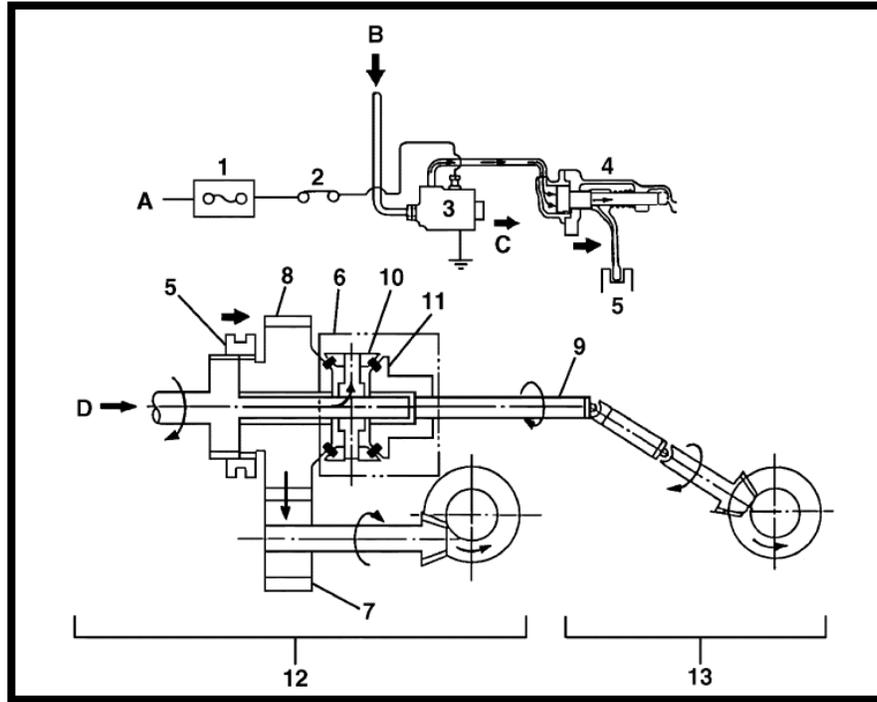


Figura 2.79 Eje motriz, volquete: Fuente [32]

Tabla 2.22 Operación engranaje inter-axial, eje motriz volquete: Fuente [32].

1. Fusible	10. Engranaje impulsor del eje hacia atrás
2. Interruptor de seguridad del inter-axial	11. Piñón del diferencial inter-axial
3. Válvula magnética	12. Eje hacia adelante
4. Unidad de desplazamiento de aire	13. Eje hacia atrás
5. Manguito de desplazamiento	A Desde la batería
6. Engranaje del diferencial inter-axial	B Desde el tanque de aire
7. Engranaje impulsor del eje hacia adelante	C Escape
8. Engranaje impulsor	D Desde el eje impulsor
9. Eje pasante	

**Descripción.**

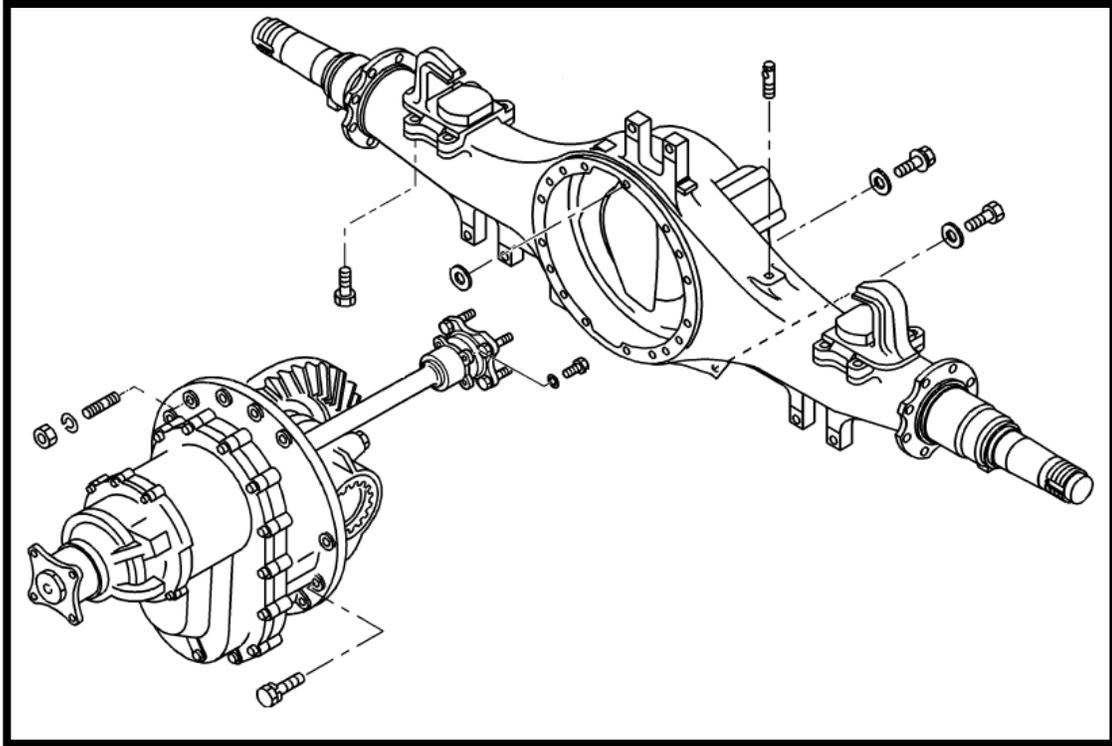


Figura 2.80 Eje motriz volquete: Fuente [32]

### Características de los neumáticos.

Los neumáticos que el vehículo posee corresponde a la marca BRIDGESTONE, con aros en acero blando de medida 8.25"x22.5".

El M857 es un neumático para ser instalada en todos los ejes. Recomendado para usar en carreteras pavimentadas regionales y carreteras destapadas.

- ♣ Estructura con tecnología de cinturón dividido (Split-Belt) para adaptarse a las irregularidades y obstáculos del camino.
- ♣ El diseño M857 tiene un compuesto especial de la banda de rodadura que ofrece gran resistencia a los cortes, desgarres y penetración de piedras proporcionando una excelente reencauchabilidad.

## Nomenclatura de los neumáticos.

11 R 22.5



Figura 2.81 Nomenclatura, neumáticos volquete: Fuente [33]

Índice de carga: 148/145 – (capacidad máxima por neumático, simples 3185kg y duales 2922kg).

Velocidad máxima: K (110 km/h)

Presión de inflado: 125 PSI

## 2.2.6. TRÁILER.

El vehículo seleccionado para el análisis, corresponde a la marca KENWORTH modelo T800 CLASSIC, el cual cuenta con el mayor porcentaje en comparación con las demás marcas y modelos que transitan por la provincia de Loja.

### Características de la caja de Marchas.

La caja de velocidades que el vehículo posee corresponde a la marca EATON, modelo FULLER RTO 16915, 15 velocidades con enfriador de aceite.

### Nomenclatura.

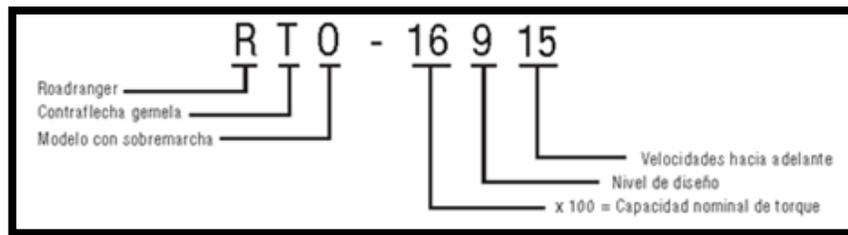


Figura 2.82 Nomenclatura, transmisión tráiler: Fuente [34]

### Esquema.

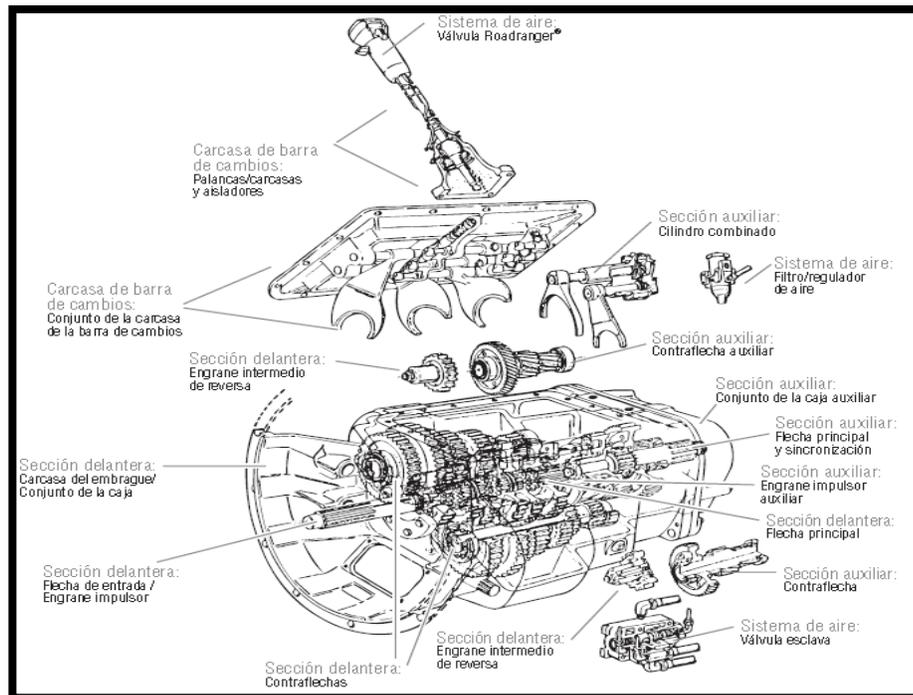


Figura 2.83 Esquema, transmisión tráiler: Fuente [34]



- 4 Todos los engranes de la sección frontal giran debido a que los engranes de la contraflecha están en acoplamiento constante con los engranes de la flecha principal. Sin embargo, sólo tendrá torque el engrane acoplado o seleccionado de la flecha principal. Los dientes de agarre externos del embrague deslizante se acoplan con los dientes de embrague internos del engrane seleccionado de la flecha principal seleccionado. De tal manera, el torque procede entonces desde ambos engranes opuestos de la contra flecha, hacia el engrane acoplado de la flecha principal y a través del embrague deslizante a la flecha principal de la sección frontal.
- 5 La parte trasera de la flecha principal de la sección frontal está estriada en el engrane impulsor auxiliar y ahora el torque se transmite a la sección auxiliar.

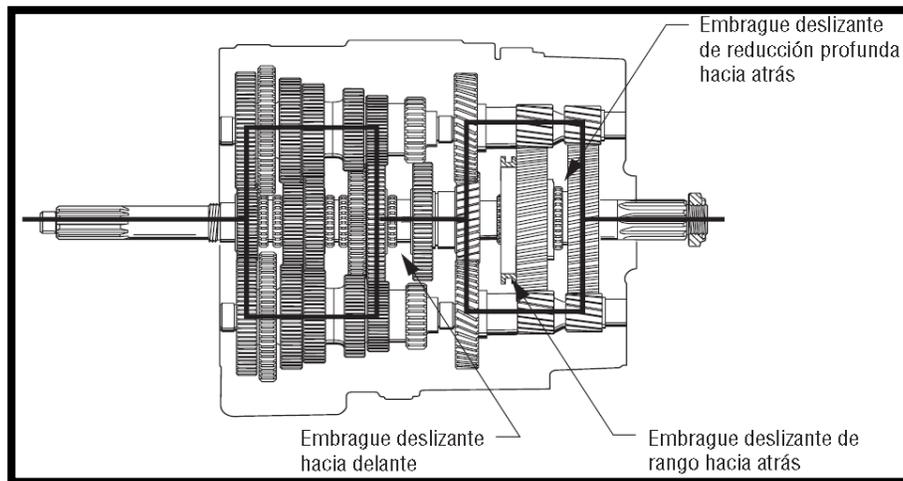


Figura 2.85 Flujo de potencia de la sección frontal, transmisión tráiler: Fuente [34]

### Flujo de potencia de la sección delantera – Engrane directo.

En el engrane directo, el embrague deslizante frontal se mueve hacia delante y se enlaza con la parte posterior del engrane impulsor principal. El torque se transmite desde la flecha de entrada hacia el engrane impulsor principal, de éste hacia el embrague deslizante, para seguir directamente hacia la flecha principal de la sección frontal, la cual lo entrega al engrane impulsor auxiliar.

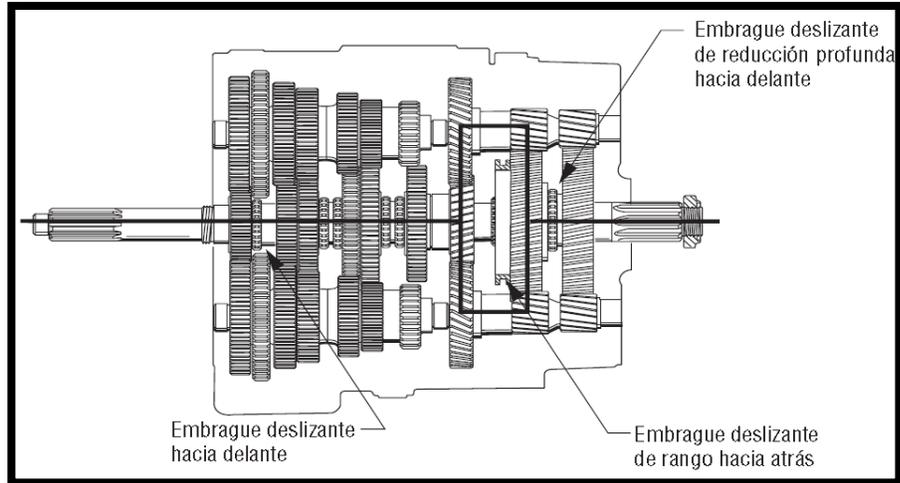


Figura 2.86 Engrane directo, transmisión tráiler: Fuente [34]

**Flujo de potencia de la sección frontal – Engrane de reversa.**

El torque se transmite desde las contra flechas hacia los engranes intermedios de reversa. De dichos engranes pasa al engrane de reversa de la flecha principal. El torque viaja ahora a través del engrane de reversa de la flecha principal, el embrague deslizante en la posición de reversa y luego a la flecha principal y al engrane impulsor auxiliar. Vea las figuras 2.87, 2.88, 2.89.

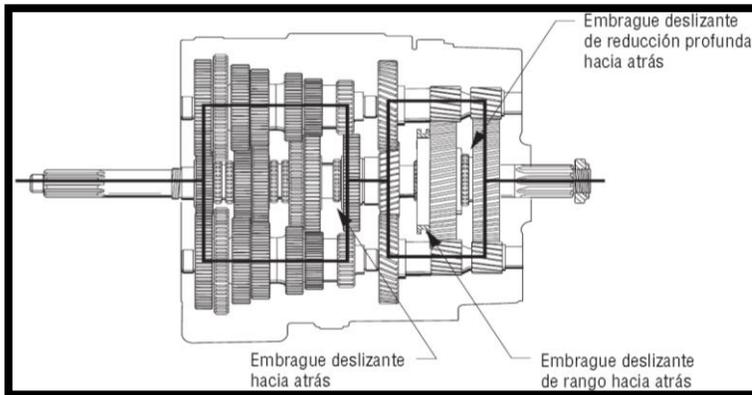


Figura 2.87 Engrane de reversa, transmisión tráiler: Fuente [34]

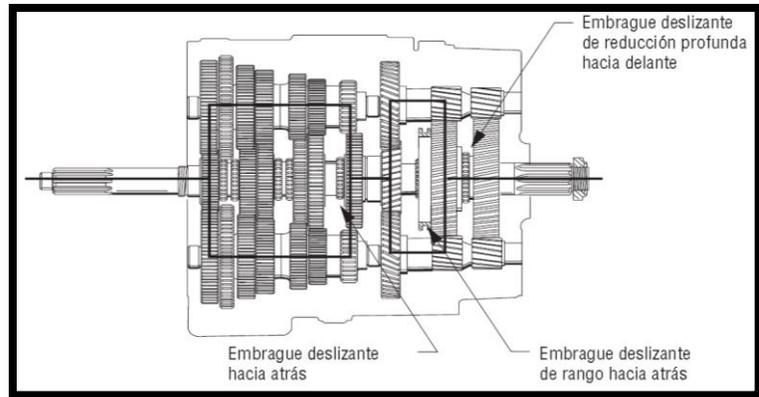


Figura 2.88 Engrane de reversa, transmisión tráiler: Fuente [34]

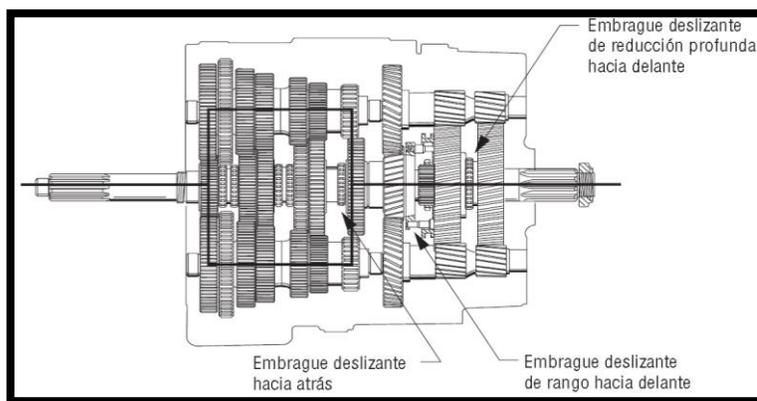


Figura 2.89 Engrane de reversa, transmisión tráiler: Fuente [34]

### Flujo de potencia de la sección auxiliar – Rango bajo.

El engrane impulsor auxiliar transmite el torque hacia las dos contra flechas auxiliares. Si la sección auxiliar está en rango bajo, el embrague deslizante de rango está hacia atrás y se acopla con el engrane de reducción auxiliar de la flecha principal. El torque se transmite desde las contra flechas auxiliares hacia el engrane de reducción de la flecha principal auxiliar, por medio del embrague deslizante de rango, y luego a la flecha de salida (flecha principal auxiliar).

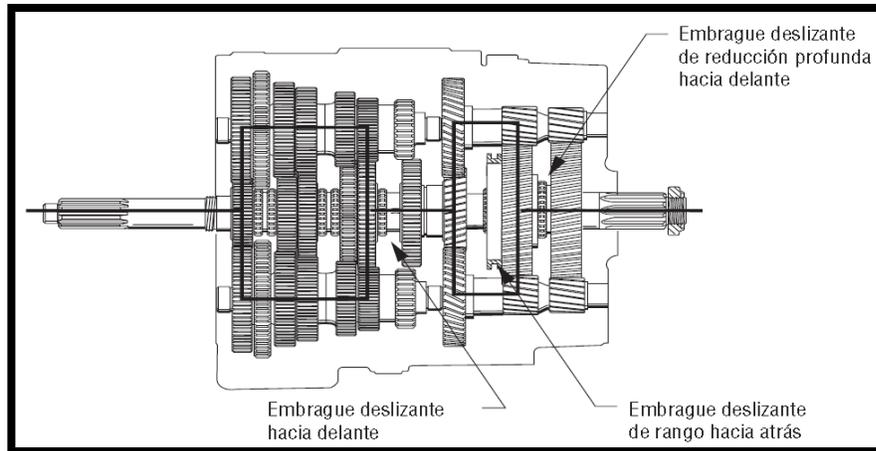


Figura 2.90 Rango bajo, transmisión tráiler: Fuente [34]

### Flujo de potencia de la sección auxiliar – Rango alto.

Si la sección auxiliar está en rango alto, el embrague deslizante de rango está hacia el frente y se enlaza con la parte posterior del engrane impulsor auxiliar. El torque se transmite desde el engrane impulsor auxiliar hacia el embrague deslizante de rango. Dado que este embrague tiene estrías internas conectadas a la flecha de salida, el torque se transmite directamente a través de la sección auxiliar.

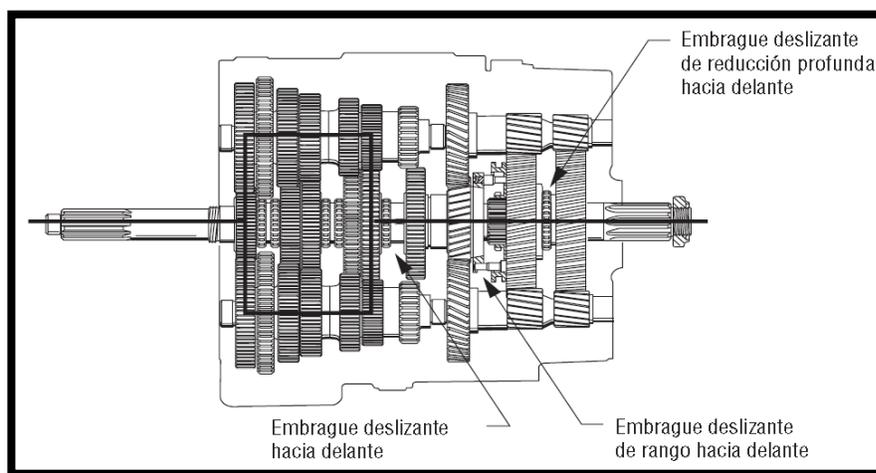


Figura 2.91 Rango alto, transmisión tráiler: Fuente [34]

### Acoplamiento mecánico de las marchas.

Para que se genere una marcha se requiere de la combinación del grupo divisor, grupo reductor y cambio básico. A continuación se detalla como se generan cada una de las marchas.

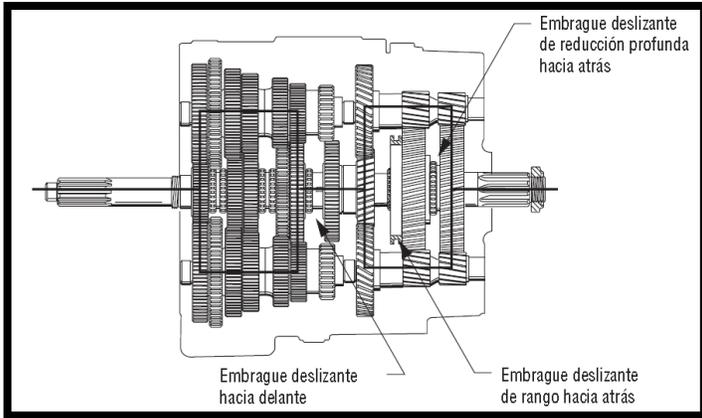


Figura 2.92 Reducción profunda 1 (DR1), transmisión tráiler: Fuente [34]

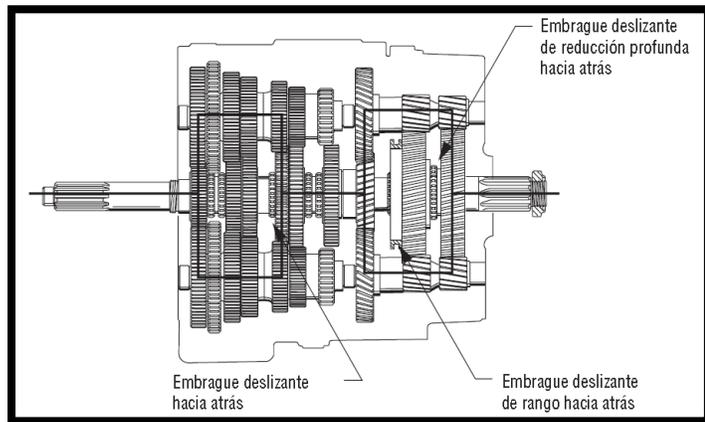


Figura 2.93 Reducción profunda 2 (DR2), transmisión tráiler: Fuente [34]

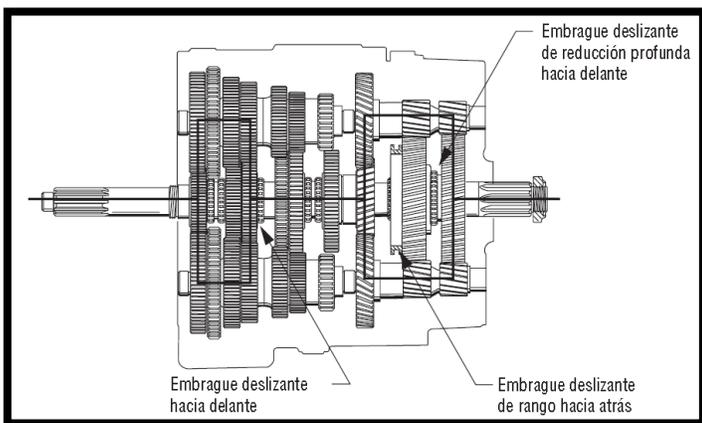


Figura 2.94 Reducción profunda 3 (DR3), transmisión tráiler: Fuente [34]

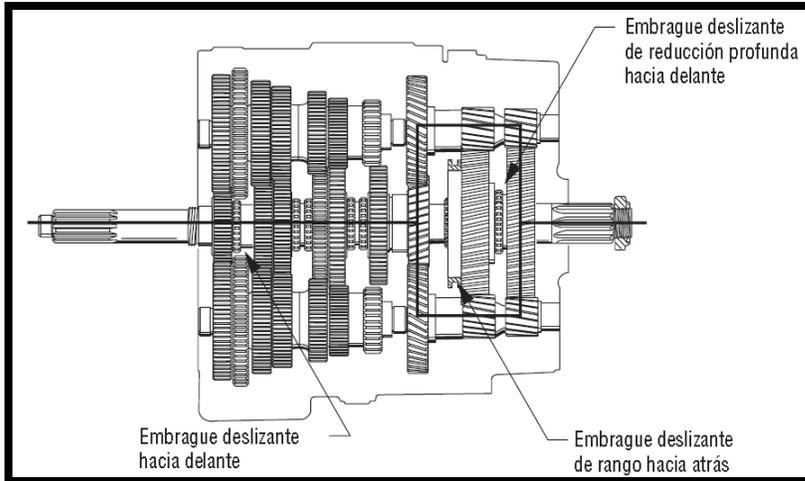


Figura 2.95 Reducción profunda 4 (DR4), transmisión tráiler: Fuente [34]

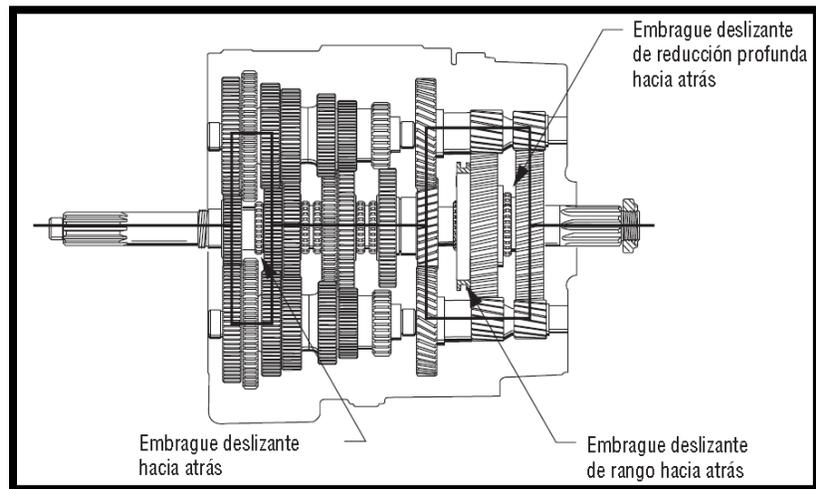


Figura 2.96 Reducción profunda 5 (DR5), transmisión tráiler: Fuente [34]

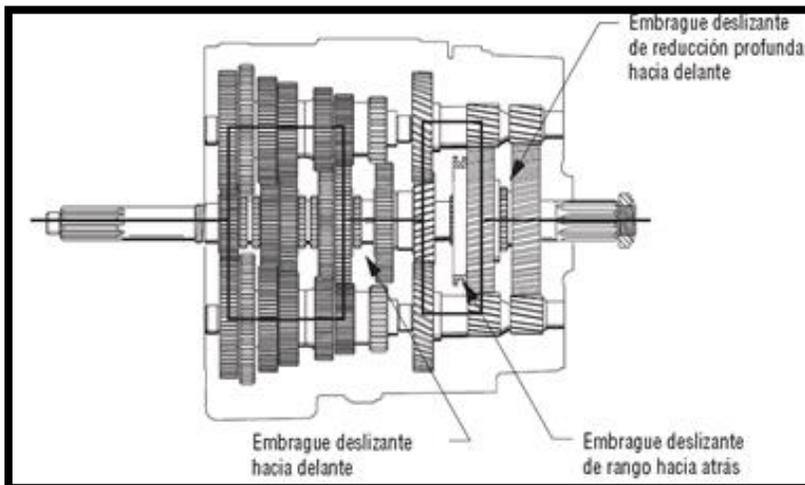


Figura 2.97 Rango bajo, primera velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34]

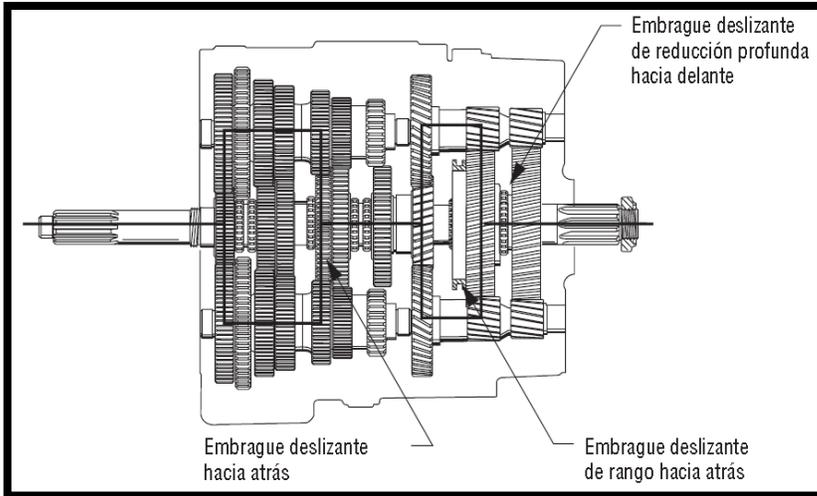


Figura 2.98 Rango bajo, segunda velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34]

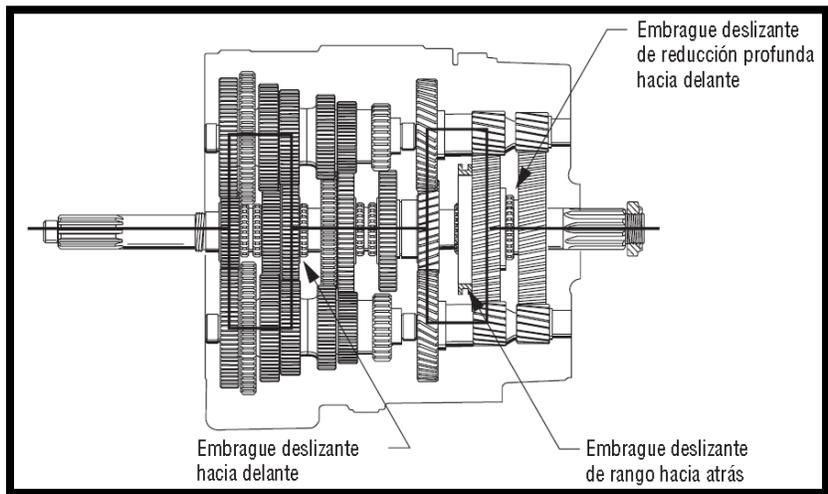


Figura 2.99 Rango bajo, tercera velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34]

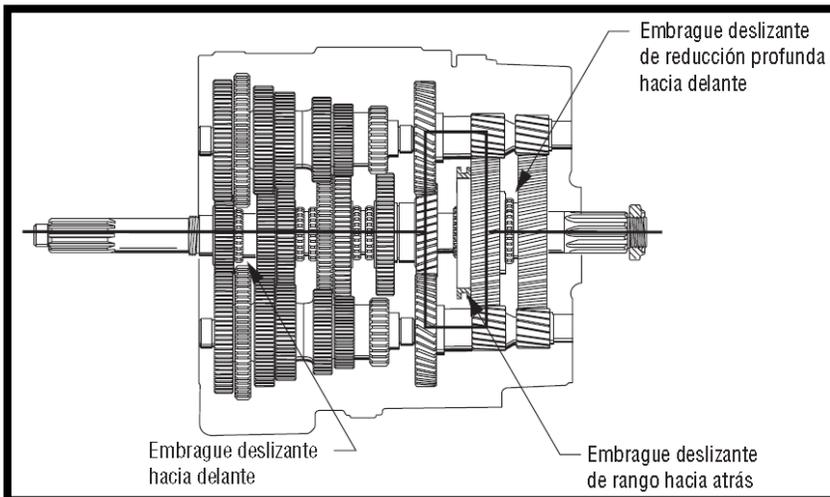
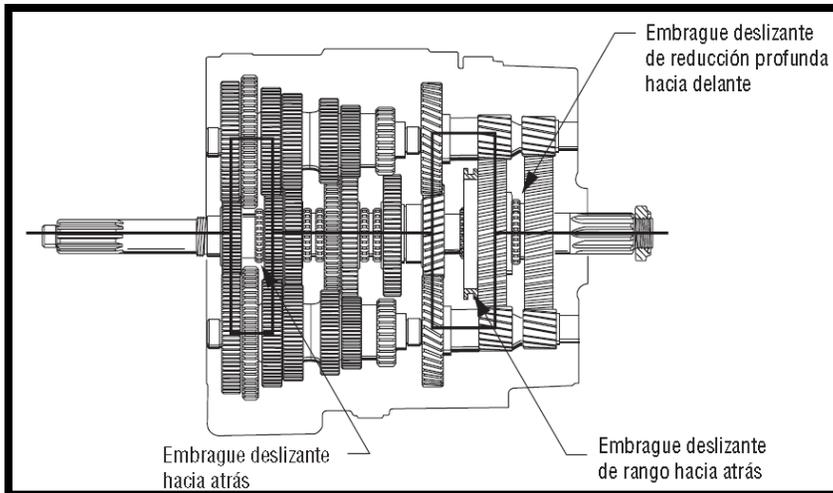
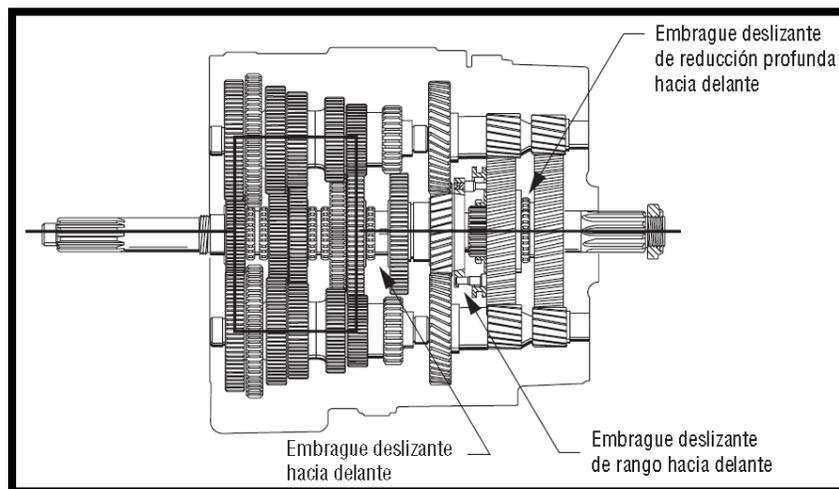


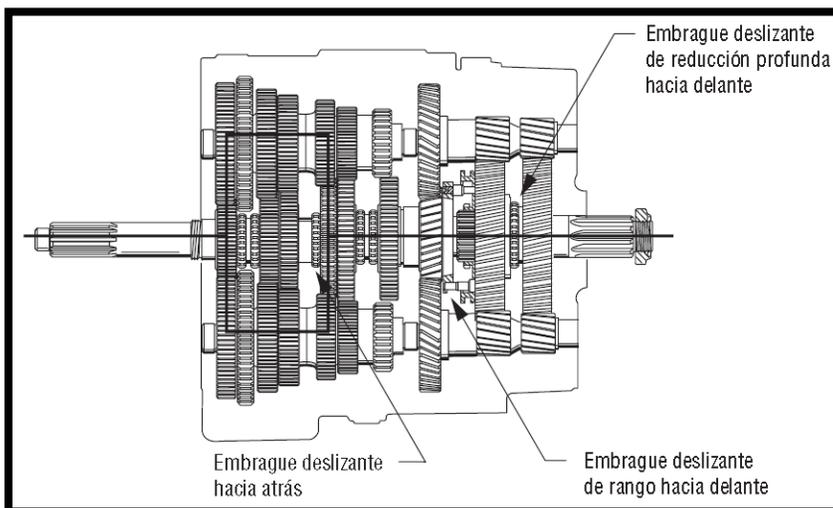
Figura 2.100 Rango bajo, cuarta velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34]



**Figura 2.101** Rango bajo, quinta velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34]



**Figura 2.102** Rango alto, sexta velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34]



**Figura 2.103** Rango alto, séptima velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34]

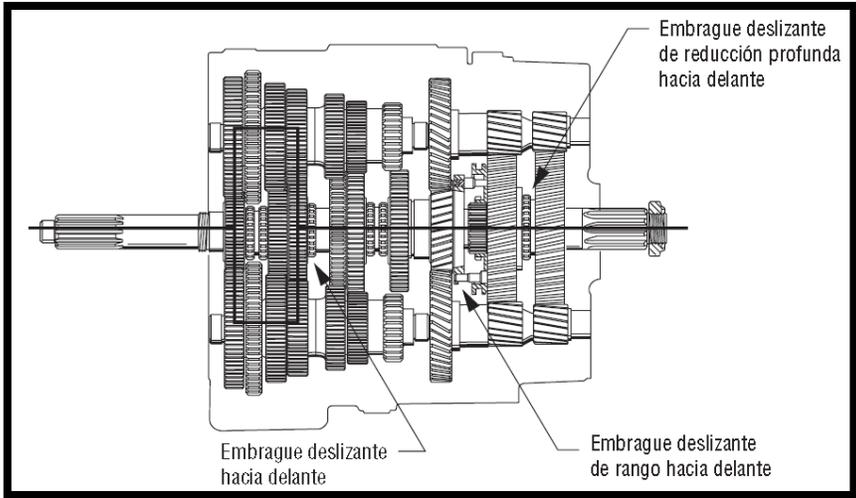


Figura 2.104 Rango alto, octava velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34]

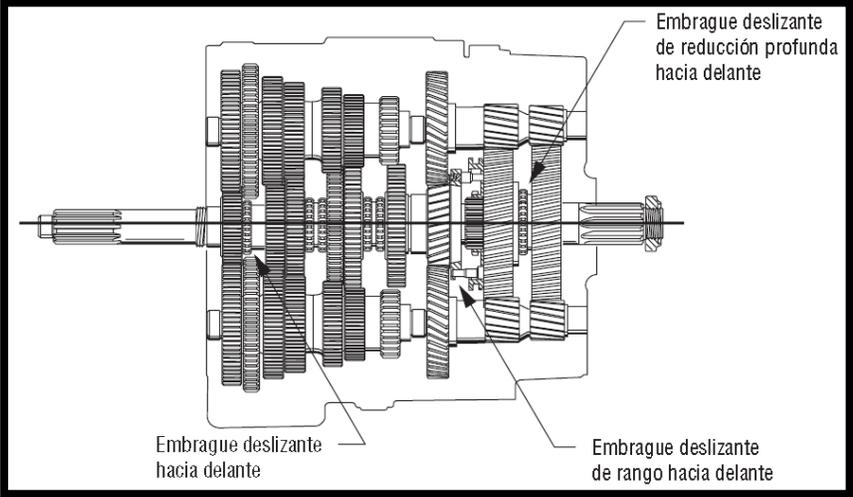


Figura 2.105 Rango alto, novena velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34]

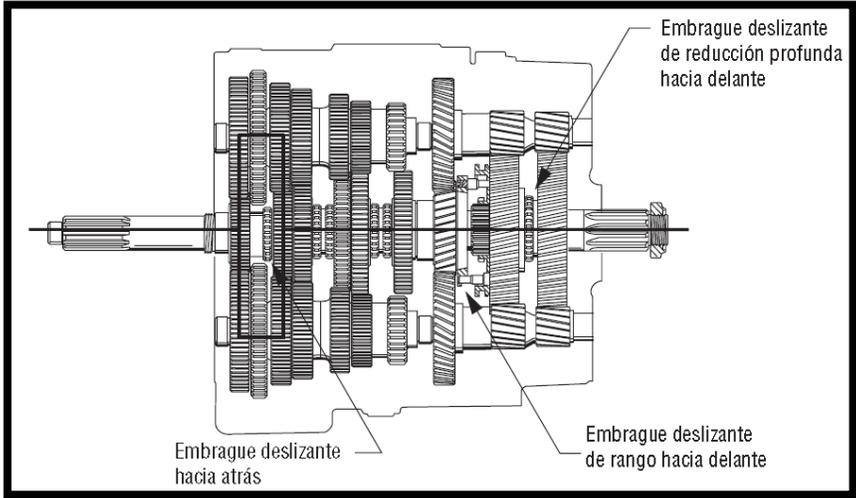


Figura 2.106 Rango alto, decima velocidad, transmisión tráiler: Fuente [34]

## Relaciones de transmisión.

Tabla 2.23 Relaciones de transmisión, transmisión tráiler: Fuente [35].

<b>Relaciones de transmisión</b>		
<b>Velocidades de avance.</b>		<b>Etapa porcentual</b>
<b>DR1</b>	13.31	31
<b>DR2</b>	10.20	29
<b>DR3</b>	7.88	30
<b>DR4</b>	6.07	27
<b>DR5</b>	4.77	39
<b>1ra.</b>	7.83	31
<b>2da.</b>	6.00	29
<b>3ra.</b>	4.63	30
<b>4ta.</b>	3.57	27
<b>5ta.</b>	2.81	26
<b>6ta.</b>	2.19	30
<b>7ma.</b>	1.68	30
<b>8va.</b>	1.30	30
<b>9na.</b>	1.00	27
<b>10ma.</b>	0.79	
<b>Relación total</b>		
<b>16.94</b>		
<b>Reversa</b>		
<b>DR</b>		13.14
<b>L</b>		7.73
<b>H</b>		2.17

## Características del embrague.

El embrague que el vehículo posee corresponde a la marca EATON-FULLER, modelo EASY-PEDAL de 15.5", doble disco, 7 resortes, hasta 1650 lb-ft.



Figura 2.107 Embrague tráiler: Fuente [19]

## Características del eje motriz.

El eje motriz que el vehículo posee corresponde a la marca DANA-SPICER, modelo D46-170H de 46,000 lb, el cual es un eje de transmisión doble de simple reducción.

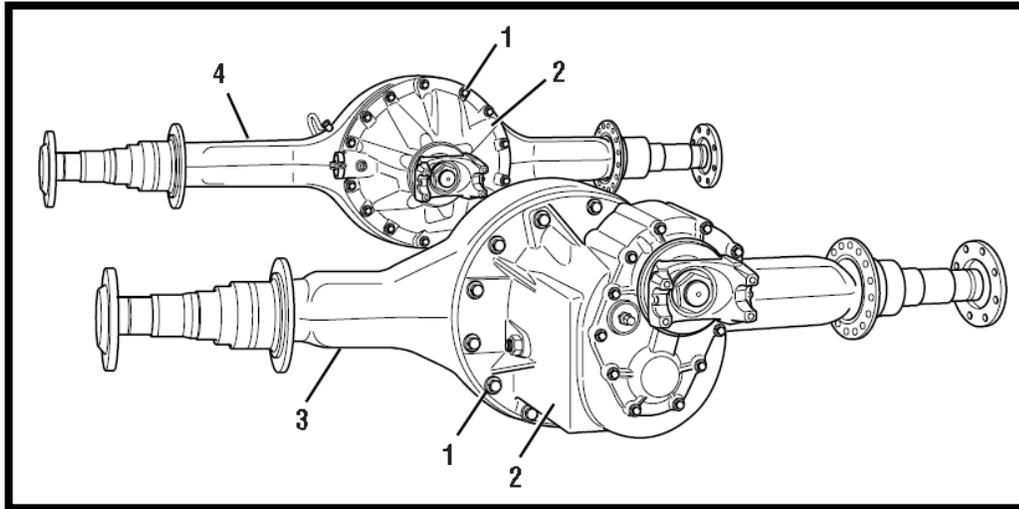


Figura 2.108 eje motriz tráiler: Fuente [36]

Tabla 2.24 Descripción, eje motriz tráiler: Fuente [36]

1. Sujetadores portadores	3. Conjunto del eje delantero
2. Montaje portador	4. Montaje del eje trasero

## Nomenclatura.

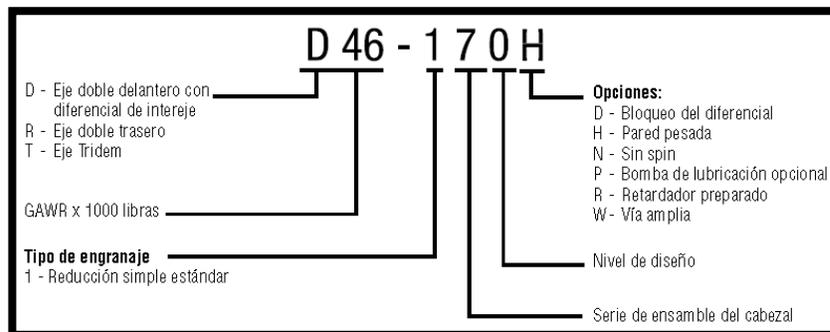


Figura 2.109 Nomenclatura, eje motriz tráiler: Fuente [36]

La relación del grupo diferencial es de 4.89:1.

### **Características de los neumáticos.**

Los neumáticos que el vehículo posee corresponde a la marca BRIDGESTONE, con aros de tipo disco ACCURIDE en acero blando 8.25"x22.5", además 10 pernos y 5 huecos de ventilación.

El M729II es un neumático para usar en ejes de tracción en rutas y autopistas, diseño con estrías profundas y dibujo agresivo para brindar una larga vida y gran capacidad de tracción y tenida en condiciones de piso mojado.

- ♣ Diseño especial de carcasa, reduce la resistencia al rodamiento, mejor estabilidad lateral y mayor confort en la conducción.
- ♣ Compuesto Capa/Base, para mejorar la durabilidad y obtener menor generación de temperatura.
- ♣ Superior recapabilidad.

### **Nomenclatura de los neumáticos.**

295/80 R 22.5 16PR.



**Figura 2.110 Nomenclatura, neumáticos tracción tráiler: Fuente [33]**

Índice de carga: 152/148 – (capacidad máxima por neumático, simples 3574kg y duales 3185kg).

Velocidad máxima: M (130 km/h)

Presión de inflado: 125 PSI

### 2.3 IMPORTANCIA Y SEGURIDAD DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.

Dentro del factor importancia de un sistema de transmisión independientemente del tipo de vehículo, es su capacidad que tiene al momento de permitir su movimiento, el cual se realiza por medio de una serie de mecanismos los cuales tienen la finalidad fundamental de adaptar la marcha del vehículo a las incidencias e irregularidades de las vías a recorrer, tomando en cuenta la carga transportada y la facilidad de trabajo del motor en las mejores condiciones.

En otras palabras, se consigue variar la relación de transmisión entre el cigüeñal y los neumáticos. Esta relación se varía en función de las circunstancias del momento (carga transportada y el trazado de la calzada). Según como intervenga la relación de transmisión, el eje de salida de la caja de velocidades, puede girar a las mismas revoluciones, a más o a menos que el cigüeñal.

Si el árbol de transmisión gira más despacio que el cigüeñal, diremos que se ha producido una desmultiplicación o reducción y en caso contrario una multiplicación o súper-marcha.

En la se representa un sistema de propulsión total para camiones. Al desmultiplicar las revoluciones en el secundario, se produce un aumento proporcional del par de salida en el mismo secundario. Por ejemplo:

Si el cigüeñal gira a 1000 r.p.m. y el árbol de transmisión lo hace a 500 r.p.m., se han desmultiplicado las revoluciones del secundario, pero hemos aumentado al doble el valor inicial del par de salida, es decir, hemos perdido velocidad pero hemos ganado fuerza. Se cumple la regla de la mecánica *“lo que se pierde en velocidad se gana en fuerza y a la inversa”*.

La disposición de los elementos del sistema de transmisión dependerá de la situación relativa que exista entre el motor y las ruedas motrices.

En cuanto al embrague, poseen nuevas tecnologías de revestimientos y mejora de la fricción ya que es el elemento fundamental para una transmisión estable y bien definida de conducción de energía. Con muy pocas excepciones, los revestimientos orgánicos se

utilizan para embragues secos. De esta manera, las demandas de alto coeficiente de fricción, cómodo unidad de despegue y el cambio de marchas, así como una larga vida útil.

La transmisión o caja de cambios modifica el par o torque, entregado por el motor, para ello utilizan mecanismos de ejes y engranajes que permiten obtener un sinnúmero de velocidades, es por esto que nos encontramos con cajas de 6, 9, 12, 15, etc. velocidades. Con la variación y aumento de velocidades logramos que la transmisión del torque a las ruedas sea lo más próxima a la curva ideal de tracción, con lo que estaríamos obteniendo una mayor eficiencia en su rendimiento y menor consumo de combustible. Además este tipo de cajas de cambios disponen tanto de una reductora y de un mecanismo de alcances como las SR, VT entre otras, que presentan mayores números de velocidades, como por ejemplo 12 velocidades de cambios sincronizados, dos de marcha ultra lenta y cuatro de marcha atrás, sin cambios sincronizados. Esto genera menor consumo de combustible, mejor maniobrabilidad y facilita bastante el trabajo del conductor, además tienden a ser mas silenciosas y compactas.

Dentro de la seguridad presentamos que hoy en día cuentan con modernos mecanismos que facilitan la colocación de las marchas a través de sistemas neumáticos con válvulas repartidoras, los cuales ayudan a mejorar significativamente esta acción de cambio de gamas altas a bajas o viceversa y nos permiten al usuario un mayor confort. Además los componentes del grupo divisor y grupo reductor están hechos de mejores aleaciones y materiales que les permiten ser más resistivos al uso extremo y aumento de la vida útil, debido a que se trata de vehículos comerciales.

El eje motriz trasero es otro factor importante en estos vehículos, para los de gran tonelaje tenemos la propulsión doble y triple siendo la mas conocida en la región la doble, donde la mayor parte del peso está soportado por las ruedas traseras y mejor repartido. Este sistema consiste en colocar dos puentes traseros y motrices evitando así colocar un solo grupo cónico de grandes dimensiones. De esta manera el esfuerzo a transmitir por cada grupo cónico se reduce a la mitad, reduciéndose las dimensiones sobre todo las del par-cónico.

La gama de ejes traseros hipoidales en estos vehículos, no solo ofrecen una la transmisión de energía fiable, sino también que permiten la transmisión una reducción económica para cualquier operación esto es en lo que se refiere al consumo de combustible.

Otro factor importante en la seguridad es que los ejes traseros tienen el armazón fundido en hierro nodular, lo que se traduce en un diseño compacto con gran altura libre sobre el suelo. Los cojinetes de las ruedas no tienen necesidad de mantenimiento. El bloqueo de diferencial aumenta la capacidad de llegar a destino cuando la superficie es resbaladiza y ofrece poca tracción. Los ejes en tándem también tienen un bloqueo de diferencial entre los ejes.

Los neumáticos son el único elemento del sistema de transmisión o tren motriz que se encuentra en contacto con la calzada, y por esto deben de considerarse las mejores prestaciones que existan en el mercado para obtener altos rendimientos, de los neumáticos utilizados se sabe que poseen buenas características de confiabilidad y fiabilidad dentro del desenvolvimiento de su vida útil para aprovecharla al máximo.

La economía de combustible en los vehículos se puede mejorar en muchos aspectos, entre ellos el aumento de la eficiencia del motor, lo que reduce la resistencia aerodinámica, la fricción de rodadura y la mejora de la calidad del combustible, entre otras cosas.

## **2.4 INFORMACIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE FRENOS DE LOS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PESADO.**

Cuando un vehículo se halla en movimiento, tiene en si una determinada cantidad de energía, la misma que el motor le ha proporcionado para hacerlo llegar a la velocidad con la que marcha.

Si se desea parar el vehículo será necesario hacerle perder la energía de que esta dotado, aplicando para ello una fuerza que se oponga a su movimiento. Si se para el motor, manteniendo el vehículo embragado y con una marcha puesta en la caja de velocidades, el eje motriz estará obligado a mover la transmisión y el motor, venciendo la resistencia al movimiento opuesto por los rozamientos de estos y por la compresión en los cilindros, la

cual en un tiempo mas o menos largo producirá el paro del vehículo. En esta forma el paro del vehículo no quedaría perfectamente controlado por la voluntad del conductor, al que le seria muy difícil calcular la distancia a que tendría que parar el motor para lograr el paro del vehículo en un punto determinado y especialmente cuando las velocidades en que marchase fuesen altas.

Durante la marcha del vehículo se presentan circunstancias que determinan la necesidad de parar el vehículo de disminuir su velocidad rápidamente, para evitar accidentes (choque, vuelco, atropello). Por tales razones debe ponerse a disposición del conductor un medio que permita parar el vehículo a voluntad en un minimo de tiempo y de distancia recorrida, este medio se denomina sistema de frenos.

### **FRENOS DE SERVICIO.**

En los vehículos de transporte pesado, la fuerza que el conductor aplica con el pie no es suficiente para para obtener la deceleración de frenado necesaria, durante el funcionamiento de la marcha. Por tanto se emplean preferentemente instalaciones de frenos de aire comprimido de fuerza ajena, las mismas que lo utilizan como energía acumulada para accionar la instalación del freno de servicio.<sup>6</sup>

El compresor del vehículo toma aire filtrado, ya sea de la presión atmosférica o de una presión incrementada, en algunos casos del turbo cargador del motor y lo comprime. El aire comprimido es entregado al secador de aire donde se quita el agua y una pequeña cantidad de aceite. El aire luego viaja a los tanques de aire o depósitos, el cual es entregado al depósito del sistema del freno trasero y al depósito del sistema del freno delantero, como también a los depósitos que se encuentran en el remolque. Para cada sistema, el aire presuriza el depósito y las mangueras de aire todo el recorrido hasta la próxima válvula de control, donde la presión de aire permanece lista para ser usada.

Cuando el conductor aplica el pedal del freno, un émbolo de empuje que está dentro de la válvula del freno de pedal se mueve, abriendo canales dentro de la válvula que permite a la presión del aire esperar ahí para que pase y sea entregada a los frenos de sistema delantero y trasero. La presión se aumenta rápidamente en las cámaras del freno y aplica fuerza a la

---

<sup>6</sup> BOSCH, Manual de la técnica del automóvil, cuarta edición.

varilla de empuje. Fuerzas de rozamiento disminuyen la velocidad de las ruedas y el vehículo comienza a parar. Cuando los frenos se sueltan, el aire en las cámaras del freno se libera rápidamente y permite al conductor conducir el vehículo.

Dentro del sistema neumático de frenos de servicio, se puede diferenciar dos subsistemas:

### Sistema de carga.

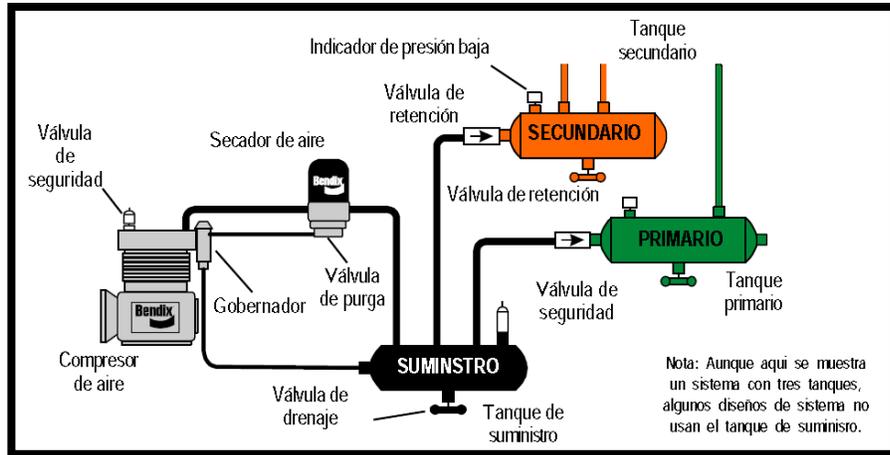


Figura 2.111 Sistema de carga, sistema de frenos neumático: Fuente [37]

### Sistema de control.

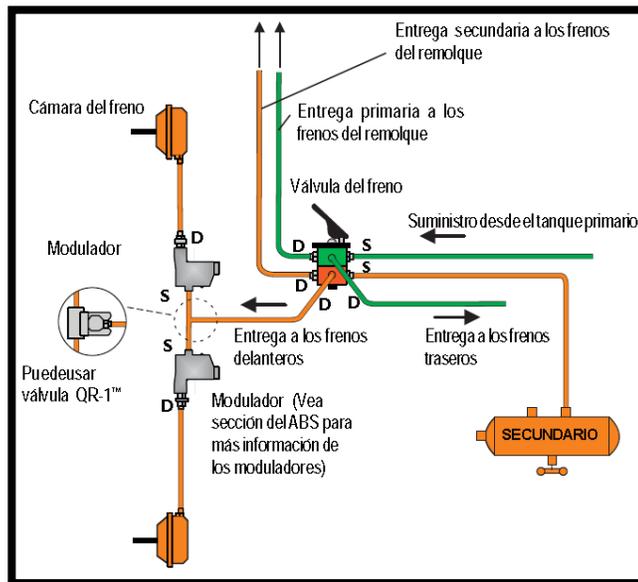


Figura 2.112 Sistema de control, sistema de frenos neumático: Fuente [37]

Una instalación de frenos de aire comprimido de doble circuito independiente (uno frena el eje delantero y otro el eje trasero, por lo que, en caso de avería de un circuito existe la posibilidad de frenar siempre el vehículo), con conexión de freno para remolque, acumulador de fuerza elástica, instalaciones de freno auxiliar y de estacionamiento esta compuesta por los siguientes elementos:

- ♣ Compresor. (productor de aire comprimido)
- ♣ Calderines. (depósitos de aire comprimido)
- ♣ Reguladores de presión. (controlan la presión)
- ♣ Pulmones. (accionamiento zapatas de freno)
- ♣ Filtros anticongelante. (separadores de la humedad del aire)
- ♣ Válvulas de drenaje. (retirada del agua de los depósitos)
- ♣ Válvulas de seguridad. (salida de aire excesivo)
- ♣ Manómetro. (indicador de la presión del aire)
- ♣ Control de alimentación de la instalación de los frenos para el remolque.

### **Compresor de aire.**

Bombea aire a los calderines (depósitos) y se conecta al motor por medio de engranajes o de una banda en V. El compresor puede ser enfriado por aire o por el sistema de enfriamiento del motor y puede tener su propia provisión de aceite lubricante o estar lubricado con aceite del motor.

### **Gobernador del compresor de aire.**

Controla el funcionamiento del compresor de aire cuando éste bombea aire a los depósitos de almacenamiento. Al llegar la presión del depósito de aire al nivel de “corte” (alrededor de 125 PSI), el gobernador detiene el compresor para que deje de bombear aire. Cuando la presión del tanque cae hasta la presión de “bombeo” (alrededor de 100 PSI), el gobernador permite que el compresor comience a bombear aire nuevamente.

### **Calderines o depósitos de almacenamiento.**

Los depósitos de almacenamiento de aire acumulan el aire comprimido. El tamaño y la cantidad de los depósitos varían según el vehículo. Los tanques contienen aire suficiente para permitir que los frenos se utilicen varias veces, aun si el compresor deja de funcionar.

### **Drenajes del tanque de aire.**

El aire comprimido contiene algo de agua y de aceite del compresor, lo que es perjudicial para el sistema de frenos, ya que el agua se puede congelar en clima frío y provocar una falla de los frenos. El agua y el aceite tienden a acumularse en el fondo del depósito de aire y por eso es importante drenarlo completamente usando la válvula de drenaje que se encuentra en la parte inferior de cada tanque.

### **Válvula de seguridad.**

El primer depósito al que el compresor bombea aire está equipado con una válvula de escape de seguridad, que evita que el tanque y el resto del sistema acumulen demasiada presión. Normalmente, la válvula se abre a las 150 PSI.

### **Pedal de freno.**

El freno se acciona al presionar el pedal (también llamado válvula de pie o válvula de pedal). Si se pisa el pedal con mayor fuerza, se aplica más presión de aire. Si se suelta el pedal, se disminuye la presión y se sueltan los frenos. Cuando esto sucede, parte del aire comprimido del sistema se libera, con lo cual la presión de aire en los depósitos disminuye. Además cuando se presiona el pedal de freno, hay dos fuerzas que actúan en contra del pie, la primera fuerza proviene de un resorte, y la segunda, de la presión del aire que va a los frenos. Esto le permite sentir cuánta presión de aire está aplicándose a los frenos.

### **Medidor de suministro de presión.**

Todos los vehículos equipados con frenos de aire tienen un medidor de presión conectado al tanque de aire. Si el vehículo tiene un sistema dual de frenos de aire, tendrá un medidor para cada mitad del sistema (o un único medidor con dos agujas). Los medidores señalan cuánta presión hay en los tanques de aire.

### **Advertencia de baja presión de aire.**

La señal indicadora de baja presión de aire es obligatoria en los vehículos que cuentan con frenos de aire. Esta señal visual debe encenderse antes de que la presión de aire en los depósitos descienda por debajo de las 60 PSI. Generalmente, la señal indicadora es una luz roja o un zumbador. En autobuses grandes es común que los dispositivos de advertencia de baja presión muestren la señal cuando la presión baja a 80 o 85 PSI.

### **Cámara de freno o pulmón de aire de doble acción.**

La finalidad del pulmón posterior de doble acción es la de producir la fuerza de frenado en las ruedas del eje trasero en los vehículos con frenos de tambor. La parte de la membrana se destina al freno de servicio y la parte del acumulador que evacuando el aire libera la fuerza producida por el muelle del freno de estacionamiento.

### **Válvula de estacionamiento.**

Tiene por misión disponer de un freno independiente en el remolque para ser accionado en los momentos en que se precise, como son: en descensos de los puertos, cuando el remolque produzca bandazos, en caso de estacionamiento. Con el mando manual, y según el giro que se de a la manivela, se obtiene en los frenos del remolque una escala progresiva a voluntad del conductor.

### **Diagrama del sistema de frenos de mando neumático de los vehículos de transporte pesado.**



Esquema del sistema de frenos de mando neumático de los vehículos de transporte pesado.

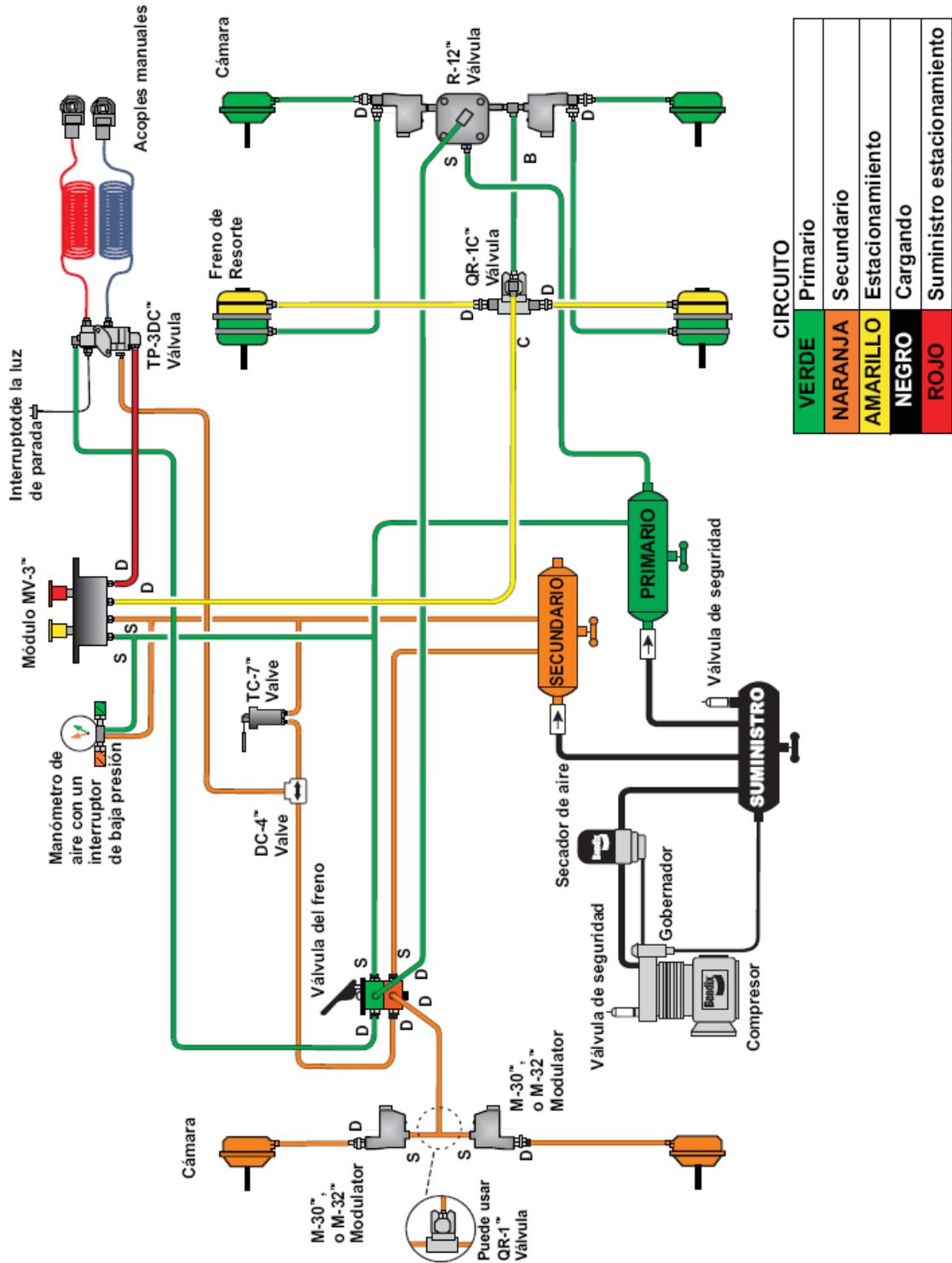


Figura 2.114 Esquema, sistema de frenos neumáticos: Fuente [37]

### Sistema de frenos hidroneumáticos.

Es empleado en algunos vehiculos de transporte pesado ligero (livianos), ademas de la instalacion neumatica, se monta otra de tipo hidraulico como amplificador de frenada de una camara. En este caso, el aire comprimido solo sirve de ayuda de la fuerza de ejerce el conductor con el pie y que actua sobre el cilindro principal. El vehiculo, en caso de fallar el aire a presion, puede ser frenado mediante esfuerzo muscular.

El dispositivo reforzador de frenado consiste, en esencia, en un cilindro de freno asociado por el aire a presión con una válvula adjunta figura 2.115. Una palanca establece la conexión al vástago del émbolo. La palanca desplaza al émbolo en el cilindro principal y gobierna al mismo tiempo a la válvula de frenado. Al actuar el pedal de frenado, la palanca de la válvula gira sobre su centro de rotación en el vástago del émbolo. El tubo de válvula se desplaza y abre simultáneamente la válvula de admisión. El aire comprimido penetra en el cilindro de frenos y refuerza la presión sobre el émbolo.

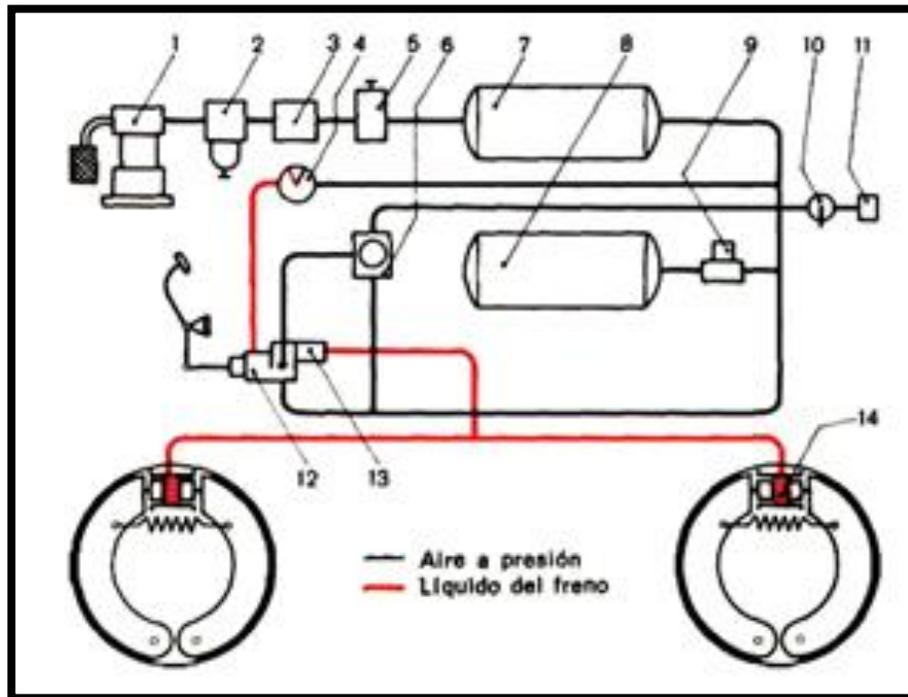


Figura 2.115 Esquema, sistema de frenos hidroneumáticos.: Fuente [39]

Tabla 2.26 Componentes, sistema de frenos hidroneumáticos.: Fuente [39].

1. Compresor.	8. Deposito de aire 2.
2. Botella de carga.	9. Válvula de entrada.
3. Regulador de presión.	10. Llave de cierre.

4. Medidor de presión.	11. Acoplamiento.
5. Bomba protectora de hielo.	12. Refuerzo del freno.
6. Válvula de freno.	13. Cilindro principal.
7. Deposito de aire 1.	14. Cilindro de la rueda.

### **Distribución de la fuerza de frenado en función de la carga.**

En los vehículos de transporte pesado, el regulador automático de la fuerza de frenado en función de la carga es usualmente indispensable en el dispositivo de transmisión de la instalación del freno de servicio.

Las válvulas que se ocupan de la distribución de la fuerza de frenado hacen posible que, con el vehículo sin carga o parcialmente cargado, se adopte una fuerza de frenado a las cargas mínimas sobre los ejes, con la corrección de dicha fuerza en los mismos.

Hay que tener presente que solo con una optimización significativa de la distribución de la fuerza de frenado en función de la carga se puede realizar una instalación de frenos que funcione con precisión en cualquier circunstancia de frenado.<sup>7</sup>

### **FRENOS DE EMERGENCIA O FRENOS DE ESTACIONAMIENTO.**

Todos los camiones, tractocamiones y autobuses deben estar equipados con frenos de emergencia y frenos de estacionamiento, que deben sostenerse mediante fuerza mecánica, ya que la presión de aire puede con el tiempo sufrir una fuga. Para ello, por lo general se utilizan frenos de resorte, durante la conducción, la presión de aire retiene a los potentes resortes, si la presión desaparece, los resortes accionan los frenos.

Un control para el freno de estacionamiento ubicado en la cabina permite que el conductor libere el aire de los frenos de resorte, lo cual hace que los resortes apliquen los frenos. Una fuga en el sistema de frenos de aire que provoque la salida de todo el aire también hará que los resortes apliquen los frenos. Los frenos de resorte de los tractocamiones y camiones sencillos se aplican totalmente cuando la presión de aire desciende hasta un valor de entre 20 y 45 PSI. La potencia de frenado de los frenos de resorte depende de que estén

---

<sup>7</sup> BOSCH, Manual de la técnica del automóvil. 2004

correctamente ajustados. Si no lo están, ni los frenos regulares ni los de emergencia o estacionamiento funcionarán correctamente.

### **FRENOS AUXILIARES.**

Los frenos continuos o retardadores están totalmente separados del sistema de frenos de servicio, estos no se usan para parar el vehículo, solo para disminuir su velocidad del mismo, pero en realidad ayudan al sistema de frenos de servicio en:

- ♣ Evitar el desgaste de los frenos de servicio.
- ♣ Disminuir la velocidad del vehículo automotor.
- ♣ Controlar al vehículo cuando quiere disminuir la velocidad del mismo o cuando baja por una pendiente.

Además ellos pueden proporcionar casi toda la potencia necesaria para bajar la velocidad del vehículo en cualquier situación de manejo común que requiera de velocidad reducida, por lo que con frecuencia se los llama retardadores.

### **Ventajas.**

Mayor ahorro en:

- ♣ Menor costo de mantenimiento de los frenos de servicio.
- ♣ Menor tiempo de recorrido en los viajes de los frenos de servicio.
- ♣ Aumento de la vida útil de los frenos de servicio.

Mayor seguridad en:

- ♣ Proporciona un mejor control en las pendientes cuesta abajo.
- ♣ Reduce el sobrecalentamiento y debilitamiento de los frenos de servicio.
- ♣ Desacelera el vehículo de forma más suave.
- ♣ Reduce el desgaste del recubrimiento de las zapatas y del tambor de freno.

Los retardadores pueden utilizarse entre el motor y la caja de cambios lo que comprende un retardador primario, o entre la caja de cambios y el eje motor que representa un retardador secundario.

## Retardadores primarios.

La potencia del freno motor esta compuesta por la potencia de arrastre y la de frenado, provocada por el estrangulamiento de la corriente de los gases de escape en el ciclo de expulsión. Entre los más principales y conocidos tenemos:

- ♣ C-Brake.
- ♣ Jake Brake.
- ♣ Dynatard.
- ♣ Estrangulamiento continuo
- ♣ Pritarde.
- ♣ Pawertard.
- ♣ Válvula en el tubo de escape

## Jake Brake.

El freno de motor Jacobs, conocido comúnmente como Jake Brake, usa un sistema de accionamiento hidráulico, accionado por el tren de válvulas escape para convertir el motor diesel del camión en un retardador, logrando esto a través de la misma potencia con lo que se impulsa. Su funcionamiento se basa en modificar la temporización de las válvulas de escape de manera que, cuando se desea frenar, las válvulas de escape se abren y como el pistón alcanza la parte superior de la carrera de compresión. La energía recogida en el aire comprimido se libera, por lo que la carrera de compresión proporciona realmente una potencia de frenado.

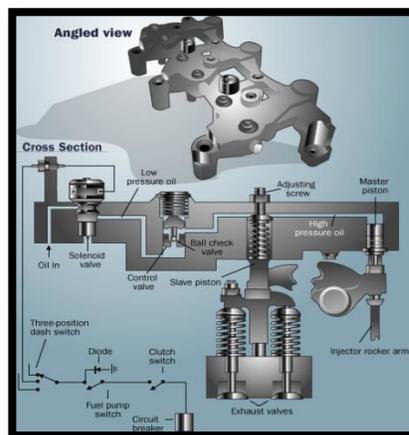


Figura 2.116 Diagrama, funcionamiento frenos Jacobs: Fuente [40]

Además de ayudarlo a bajar pendientes fuertes con seguridad, no aumenta el desgaste del motor diesel, también se lo utiliza en curvas sin restricciones y reduce los costos de mantenimiento debido a que los frenos se usan menos.

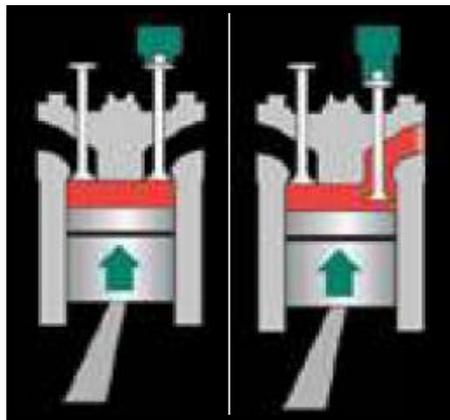
### **Diagramas de funcionamiento.**

- 1 La válvula de admisión se abre y se fuerza el aire en el cilindro por aumento de la presión del turbocompresor.



**Figura 2.117 Diagrama, funcionamiento frenos Jacobs: Fuente [41]**

- 2 El aire se comprime aproximadamente a 500 PSI por el pistón del motor. La energía necesaria para comprimir este aire se produce por ruedas motrices del vehículo. Cerca del punto muerto superior, los frenos Jacobs abren las válvulas de escape, para la ventilación de la presión alta del aire y la disipación de la energía almacenada a través del sistema de escape.



**Figura 2.118 Diagrama, funcionamiento frenos Jacobs: Fuente [41]**

- 3 En la carrera descendente, esencialmente ninguna energía se devuelve al pistón (ni a las ruedas motrices), hay una pérdida de energía. Esta pérdida es cómo se hace el trabajo de retardo.
- 4 Carrera de escape normal.

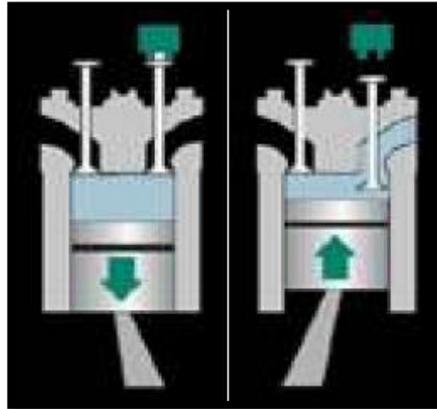


Figura 2.119 Diagrama, funcionamiento frenos Jacobs: Fuente [41]

### Características.

- ♣ Diseño único para una fácil instalación y mantenimiento.
- ♣ Prolonga la vida útil del freno de servicio en más de dos veces - una reducción de los costos de mantenimiento del vehículo.
- ♣ Mejora el control del vehículo en pendientes, rampas de salida y la desaceleración terreno plano.
- ♣ Reduce el desgaste de los neumáticos mediante la eliminación de salto de la rueda y bloqueo deslizando.
- ♣ Aumenta el valor de reventa del vehículo.
- ♣ Niveles de potencia de retardo (bajo / medio / alto).
- ♣ Asegura un rendimiento a largo plazo.

### Freno de escape o Válvula en el tubo de escape.

Un freno de escape es un dispositivo (válvula de mariposa) que esencialmente crea una restricción importante en el flujo de escape, y a su vez la contrapresión sustancial para retardar la velocidad del motor y ofrecer un frenado suplementario. En la mayoría de los casos, un freno de escape es tan eficaz que puede reducir la velocidad de un vehículo con

mucha carga sin aplicar los frenos de servicio del mismo. Esta válvula se cierra (pero no totalmente) cuando el conductor suelta el acelerador de combustible, en estas condiciones, el flujo de escape de los cilindros es de cuello de botella y aumenta rápidamente la presión en el sistema de escape. Dependiendo de la velocidad del motor, la presión puede llegar fácilmente hasta 60 PSI de presión máxima de trabajo.

Un freno de escape muy eficiente, puede resistir la aceleración del camión con alrededor del 80% de la salida de la potencia máxima del motor.

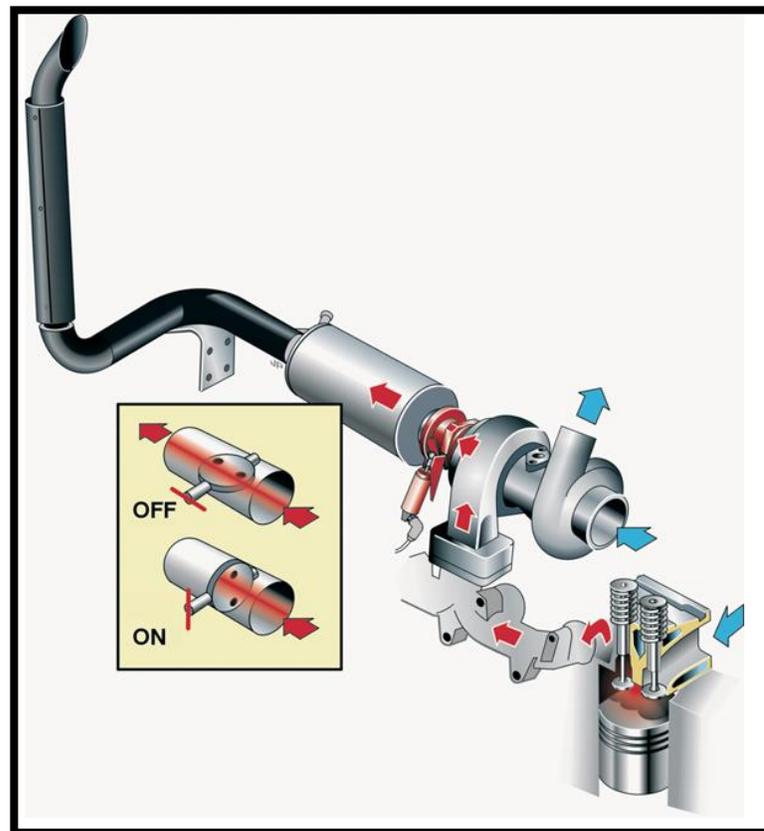


Figura 2.120 Diagrama, funcionamiento frenos de escape: Fuente [42]

### **Retardadores secundarios.**

### **Retardador hidrodinámico.**

El rotor transforma la energía mecánica del árbol de accionamiento en energía cinética de un líquido. La misma que se transforma a su vez, en calor en el estator, lo que hace imprescindible la refrigeración del líquido utilizado. El flujo de energía suministrado al

aceite por la velocidad del vehículo y el movimiento del rotor resultante se ve frenada por los alabes fijos del rotor, provocando el frenado del rotor y con ello el del vehículo.

Este tipo de retardador dispone de un par de frenado prácticamente constante en un amplio margen de las revoluciones del árbol de transmisión.

### **Retardador electrodinámico.**

El estator esta formado por bobinas de excitación montadas, los rotores dispuestos en el árbol de accionamiento, a ambos lados del estator, llevan nervios para disipar mejor el calor, las bobinas se alimentan con corriente de la batería o alternador para frenar y crean de esta manera un campo magnético que induce a los rotores a pasar corrientes de Foucault.

*“Se produce cuando un conductor atraviesa un campo magnético variable, o viceversa. El movimiento relativo causa una circulación de electrones, o corriente inducida dentro del conductor. Estas corrientes circulares de Foucault crean electroimanes con campos magnéticos que se oponen al efecto del campo magnético aplicado.”<sup>8</sup>*

Este tipo de retardadores entregan pares de frenado relativamente elevados a bajas velocidades, en comparación con los retardadores hidrodinámicos.

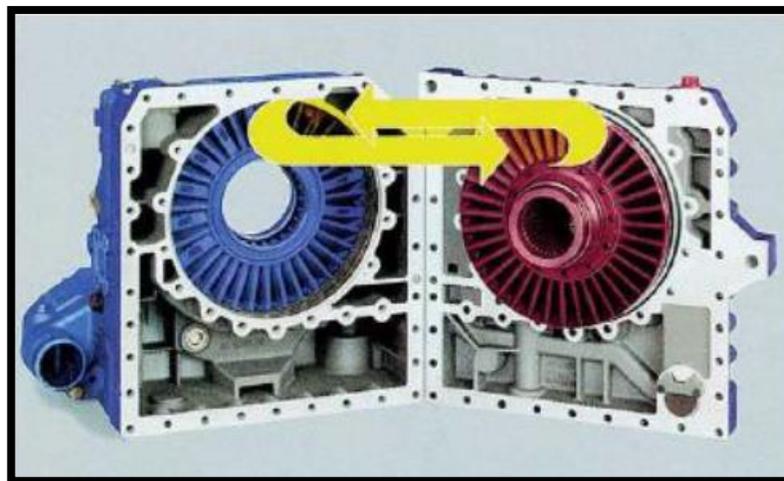


Figura 2.121 Diagrama, funcionamiento frenos de escape: Fuente [43]

<sup>8</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente\\_de\\_Foucault](http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_de_Foucault)

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE FRENOS.

### 2.5.1. BUSES.

Tabla 2.27 Características, sistema de frenos bus: Fuente [44].

<b>SISTEMA DE FRENOS BUS</b>	
<b>Vehículo: Mercedes Benz OF 1721.</b>	
<b>SERVICIO.</b>	
Frenos de servicio:	Sistema de aire comprimido, doble circuito.
Tipo:	Tambor en eje delantero y eje trasero
Área de frenado trasero:	2.129 cm <sup>2</sup>
Área de frenado delantero:	3.308 cm <sup>2</sup>
Área de frenado total:	5.437 cm <sup>2</sup>
Con regulador de freno automático.	
<b>FRENO DE ESTACIONAMIENTO.</b>	
Tipo cámara de muelle acumuladora	
<b>FRENO AUXILIAR.</b>	
Tipo mariposa en el tubo de escape	
Accionamiento electro-neumático, puede actuar con el freno de servicio	
Con Top Brake	

### 2.5.2. COLECTIVOS.

Tabla 2.28 Características, sistema de frenos colectivo: Fuente [45].

<b>SISTEMA DE FRENOS COLECTIVO</b>	
<b>Vehículo: Chevrolet NPR 71P.</b>	
<b>SERVICIO.</b>	
Frenos de servicio:	Hidráulico, doble circuito independiente.
Tipo:	Tambor en eje delantero y eje trasero
Dimensión de fricción (D x a) Delantero	320 mm x 100 mm
Dimensión de fricción (D x a) Posterior	320mm x 115 mm
Freno de estacionamiento (D x a)	200 mm x 45 mm
<b>FRENO DE ESTACIONAMIENTO.</b>	
Mecánico, al eje de salida de la transmisión	
<b>FRENO AUXILIAR.</b>	
Tipo mariposa en el tubo de escape	
Accionamiento electro-neumático, puede actuar con el freno de servicio	

### 2.5.3. CAMIONES.

Tabla 2.29 Características, sistema de frenos camión: Fuente [46].

<b>SISTEMA DE FRENOS CAMION</b>	
<b>Vehículo: Hino GH 1726</b>	
<b>SERVICIO.</b>	
Frenos de servicio:	Sistema de aire comprimido, doble circuito.
Tipo:	Tambor en eje delantero y eje trasero
Área de frenado trasero:	2732 cm <sup>2</sup>
Área de frenado delantero:	1748 cm <sup>2</sup>
Área de frenado total:	4480 cm <sup>2</sup>
Diámetro de tambor x ancho	
Delantero:	406.4 x 127 mm
Trasero:	406.4 x 203 mm
Eje tipo "S"	
<b>FRENO DE ESTACIONAMIENTO.</b>	
Freno de resorte que acciona en las ruedas posteriores	
<b>FRENO AUXILIAR.</b>	
Tipo mariposa en el tubo de escape	
Accionamiento electro-neumático, puede actuar con el freno de servicio	

### 2.5.4. TANQUEROS.

Tabla 2.30 Características, sistema de frenos tanquero: Fuente [47].

<b>SISTEMA DE FRENOS TANQUERO</b>	
<b>Vehículo: Hino FM 2626</b>	
<b>SERVICIO.</b>	
Frenos de servicio:	Sistema de aire comprimido, doble circuito.
Tipo:	Tambor en eje delantero y eje trasero
Área de frenado trasero:	2092 cm <sup>2</sup>
Área de frenado delantero:	5792 cm <sup>2</sup>
Área de frenado total:	7884 cm <sup>2</sup>
Diámetro de tambor x ancho	
Delantero:	406.4 x 152 mm
Trasero:	406.4 x 216 mm
Eje tipo "S"	
<b>FRENO DE ESTACIONAMIENTO.</b>	
Freno de resorte que acciona en las ruedas posteriores	
<b>FRENO AUXILIAR.</b>	
Tipo mariposa en el tubo de escape	
Accionamiento electro-neumático, puede actuar con el freno de servicio	

### 2.5.5. VOLQUETES.

Tabla 2.31 Características, sistema de frenos volquete: Fuente [32].

<b>SISTEMA DE FRENOS TANQUERO</b>	
<b>Vehículo: Hino FM 2626</b>	
<b>SERVICIO.</b>	
Frenos de servicio:	Sistema de aire comprimido, doble circuito.
Tipo:	Tambor en eje delantero y eje trasero
Área de frenado trasero:	2092 cm <sup>2</sup>
Área de frenado delantero:	5792 cm <sup>2</sup>
Área de frenado total:	7884 cm <sup>2</sup>
Diámetro de tambor x ancho	
Delantero:	406.4 x 152 mm
Trasero:	406.4 x 216 mm
Eje tipo "S"	
<b>FRENO DE ESTACIONAMIENTO.</b>	
Freno de resorte que acciona en las ruedas posteriores	
<b>FRENO AUXILIAR.</b>	
El retardador JACOBS de 3 posiciones con retardador	
Accionamiento electro-neumático, puede actuar con el freno de servicio	

### 2.5.6. TRÁILER.

Tabla 2.32 Características, sistema de frenos tráiler: Fuente [48].

<b>SISTEMA DE FRENOS TRAILER</b>	
<b>Vehículo: Kenworth T800 Classic</b>	
<b>SERVICIO.</b>	
Frenos de servicio:	Sistema de aire comprimido, doble circuito.
Tipo:	Tambor en eje delantero y eje trasero
Eje delantero DANA-Spicer 16.5" x 7"	
Diámetro del tambor:	419 mm
Tamaño de la zapata:	127 mm
Eje trasero DANA-Spicer 16.5" x 7"	
Diámetro del tambor:	419 mm
Tamaño de la zapata:	178 mm
Con regulador de freno automático.	
<b>FRENO DE ESTACIONAMIENTO.</b>	
Tipo cámara de muelle acumuladora, que actúa en primero y segundo ejes.	
<b>FRENO AUXILIAR.</b>	
El retardador JACOBS ISX a las válvulas	
Accionamiento electro-neumático, puede actuar con el freno de servicio	

## Descripción de componentes del freno de servicio.

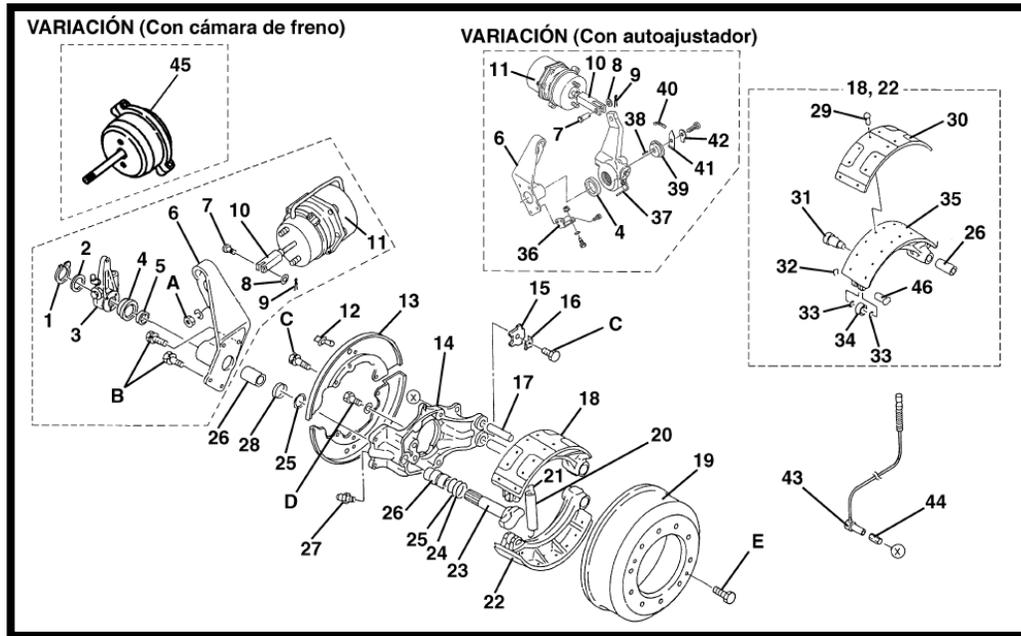


Figura 2.122 Descripción de componentes, sistema de frenos: Fuente [32].

Tabla 2.33 Descripción de componentes, sistema de frenos: Fuente [32].

1. Anillo tope	24. Collar
2. Arandela de empuje	25. O-ring
3. Ajustador de tensión	26. Bocín
4. Collar	27. Boquilla de lubricación
5. Retenedor de aceite	28. Distanciador
6. Soporte de la cámara del freno	29. Remache
7. Pasador	30. Revestimiento del freno
8. Arandela	31. Pasador del resorte
9. Chaveta	32. Anillo tope
10. Abrazadera	33. Sello
11. Cámara de freno del resorte	34. Rodillo
12. Tapón del orificio	35. Zapata del freno
13. Cubierta del tambor del freno	36. Soporte (si esta equipado)
14. Cruceta de freno	37. Auto ajustador de tensión (si esta equipado)
15. Retenedor	38. Pasador (si esta equipado)
16. Placa de seguridad	39. Distanciador (si esta equipado)
17. Pasador de anclaje	40. Placa (si esta equipado)
18. Conjunto zapata y balata tracción	41. Indicador (si esta equipado)
19. Tambor de freno	42. Arandela de seguridad (si esta equipado)
20. Cubierta del resorte	43. Sensor de ruedas (si esta equipado)
21. Resorte de retorno de la zapata	44. Manguito (si esta equipado)
22. Conjunto zapata y balata	45. Cámara de freno (si esta equipado)
23. Árbol de levas de cabeza "S"	46. Pasador de rodillo (si esta equipado)

## **2.6 IMPORTANCIA Y SEGURIDAD DEL SISTEMA DE FRENOS.**

Diferentes tamaños de vehículos y diferentes ejes del mismo vehículo pueden requerir diferentes fuerzas de frenado, dependiendo del peso del vehículo o la distribución del peso entre ejes del mismo vehículo. Estas variaciones en la fuerza de frenado son variaciones de diseño porque la fuerza máxima y la fuerza mínima requeridas deben ser proporcionadas correctamente antes de que se pueda obtener un buen rendimiento a través de toda la variedad de frenos.

El sistema de frenos de aire es uno de los sistemas de seguridad más importantes de un vehículo. Los sistemas de frenos de aire están diseñados cuidadosamente con válvulas, actuadores, filtros, cámaras, depósitos, cañerías, elementos frenantes, etc., seleccionados para proveer un rendimiento equilibrado del frenado del vehículo, donde la aplicación de todos los frenos sea lo más simultánea posible y con la fuerza deseada.

Un buen mantenimiento del vehículo dará como resultado la retención del rendimiento original, así que el remplazo de componentes y el mantenimiento general del sistema de frenos es muy importante.

Además el sistema de frenos tiene la función de reducir el riesgo de accidentes mediante el control óptimo del proceso de frenado, Un sistema de frenado equilibrado o ideal es aquel donde la presión del sistema alcanza a cada actuador simultáneamente lo más cerca posible y al mismo nivel de presión, este nivel apropiado sirve para lograr un par de torsión equilibrado con respecto a la carga de los ejes, para que así no se produzcan bloqueos de uno o varios neumáticos, logrando estabilidad, dirigibilidad y reducción de la distancia de parada dentro del proceso de frenado.

Al tratarse de vehículos de transporte pesado, existe la necesidad de poseer potentes frenos auxiliares, freno motor, freno de escape, control integrado de los frenos de los neumáticos, etc., los cuales incrementan la seguridad y la productividad.

Los frenos auxiliares permiten aumentar la velocidad promedio en terrenos accidentados, reducen el esfuerzo de los elementos frenantes del sistema de frenos de servicio, permiten un mayor control del vehículo, reducción considerable de la distancia de parada, entre

otros factores más, sin poner en riesgo la seguridad del tráfico. Además, funciones como la combinación de frenos, aplicando el sistema de frenado correcto para cada circunstancia que se presente en el recorrido del vehículo.



# CAPITULO III

### **3 ANALIZAR LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISIÓN Y FRENADO MEDIANTE EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LAS FUERZAS QUE INTERVIENEN EN LOS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PESADO DE ACUERDO A LA SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PROVINCIA DE LOJA.**

#### **3.1 ELEMENTOS PARA EL ANÁLISIS DE LOS ESFUERZOS LONGITUDINALES (TRACCIÓN, TRÁNSITO SOBRE PENDIENTES Y FRENADO).**

Por la gran complejidad de los factores que intervienen en el desempeño de los vehículos de transporte pesado, hemos optado en una división de tres grandes grupos para su respectivo análisis: el vehículo, el medio y el conductor. Es por tanto que el desarrollo del mismo esta enfocado principalmente al vehículo considerándolo a su vez como un cuerpo rígido.

##### **3.1.1 Resistencias que se oponen al movimiento del vehículo.**

Un vehículo, circulando a velocidad constante sobre una superficie no horizontal esta sometido a los siguientes esfuerzos resistentes. Figura 3.1.

Resistencia aerodinámica al avance. ( $F_{xa}$ )

Resistencia a la rodadura. ( $R_r$ )

Resistencia gravitatoria. ( $R_g$ )

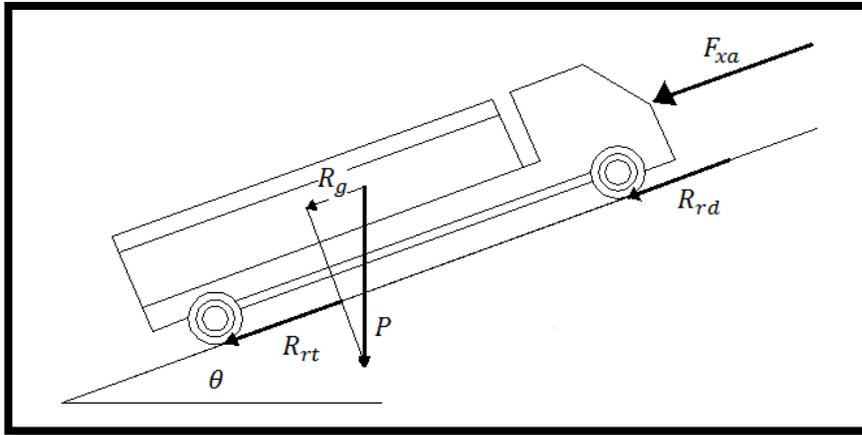


Figura 3.1 Resistencias que se oponen al movimiento: Fuente LOS AUTORES

### Resistencia aerodinámica al avance.

Es la fuerza que opone el aire, al avance de un vehículo, este tipo de resistencia es generada por dos flujos: el primero es el flujo del aire alrededor del vehículo y el segundo es en el interior del vehículo (sistema de refrigeración, radiador), el primer sistema es el de mayor relevancia ya que genera una presión normal y tensiones de corte en el vehículo. Además este efecto es mayor, a medida que el vehículo aumenta su velocidad.

La resistencia aerodinámica al avance se expresa mediante la siguiente formula.

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * \delta * C_x * A_f * V^2 \quad \text{Ec. [3.1]}$$

En donde:

Tabla 3.1 Descripción de componentes, ecuación [3.1]: Fuente LOS AUTORES

$F_{xa}$	Resistencia aerodinámica al avance.
$\delta$	Densidad del aire.
$C_x$	Coficiente de resistencia aerodinámica.
$A_f$	Área frontal del vehículo, proyectada en dirección del viaje.
$V^2$	Velocidad del vehículo. ( $\frac{m}{s}$ )

En cuanto a la densidad del aire, se tiene que disminuye con un aumento en la altitud disminuyendo la presión del aire, reduciendo la temperatura, según queda demostrado en la figura 3.2.

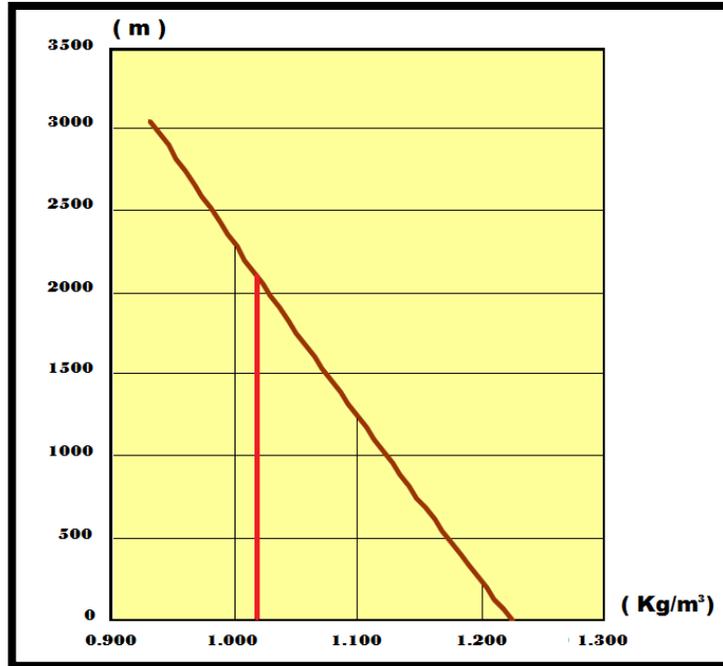


Figura 3.2 Comportamiento de la densidad del aire: Fuente LOS AUTORES

Por lo tanto en la provincia de Loja, la cual se encuentra ubicada a 2100 m sobre el nivel del mar se obtendrá un valor de densidad del aire aproximado de  $1.020 \frac{kg}{m^3}$ .

El área frontal de un vehículo se determina proyectando la parte frontal sobre un plano perpendicular al flujo de aire que se produce sobre el vehículo, como se puede observar en la figura 3.3. Por tanto el área frontal queda en función del ancho por la altura total del vehículo.

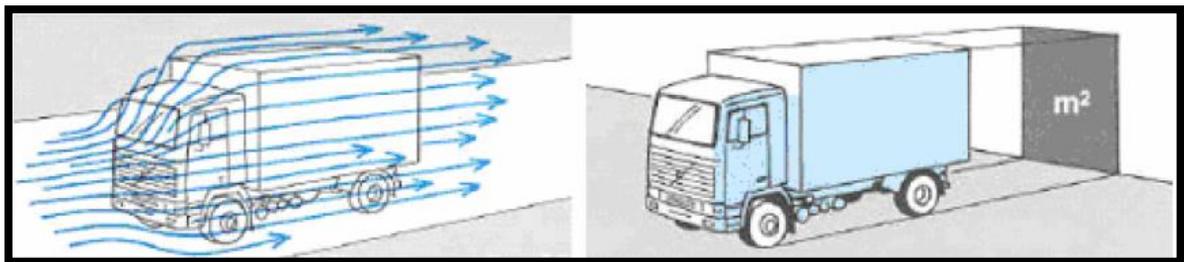


Figura 3.3 Resistencia del aire sobre el vehículo: Fuente LOS AUTORES

$$A_f = \text{alto} * \text{ancho} \quad \text{Ec. [3.2]}$$

Ejemplo para el cálculo del área frontal, utilizando los datos del camión Hino GH 1726.

Alto del vehículo = 3.75 m

Ancho del vehículo = 2.7 m

$$A_f = \text{alto} * \text{ancho}$$

$$A_f = 3.75 \text{ m} * 2.7 \text{ m} = 10.125 \text{ m}^2$$

Para los vehículos de transporte pesado los valores del coeficiente de resistencia aerodinámica oscilan entre 0.6 a 1<sup>1</sup> y los del área frontal oscilan entre 9 a 12 m<sup>2</sup>.

### **Resistencia a la rodadura.**

Se origina por el trabajo de deformación de la rueda y de la calzada. Los vehículos de transporte pesado tienen un remolque para transportar la carga, la misma que debería estar distribuida entre los ejes para minimizar el desgaste, esta distribución es muy importante en el cálculo de la resistencia al rodamiento.

La resistencia a la rodadura se expresa mediante la siguiente fórmula.

$$R_r = f_r * P * \cos \theta \quad \text{Ec. [3.3]}$$

En donde:

**Tabla 3.2 Descripción de componentes, ecuación [3.3]: Fuente LOS AUTORES**

<b><math>R_r</math></b> =	<b>Resistencia a la rodadura.</b>
<b><math>f_r</math></b> =	Coeficiente de resistencia al rozamiento.
<b><math>P</math></b> =	Peso bruto del vehículo.

### **Resistencia gravitatoria.**

Es la componente del peso en dirección paralela a la superficie de rodadura, en otras palabras la fuerza correspondiente al subir una pendiente. La carga como todas las otras masas, están afectadas por la gravedad que se refleja en la pendiente de vía, requiriendo mas potencia del motor para vencer la fuerza debida a la pendiente.

La resistencia gravitatoria se expresa mediante la siguiente fórmula.

$$R_g = P * \sin \theta \quad \text{Ec. [3.4]}$$

<sup>1</sup> IZQUIERDO, Aparicio. Teoría de los vehículos automóviles, 2001.

En donde:

Tabla 3.3 Descripción de componentes, ecuación [3.4]: Fuente LOS AUTORES

<b><math>R_g</math></b> =	<b>Resistencia gravitatoria.</b>
<b><math>P</math></b> =	Peso bruto del vehículo.
<b><math>\theta</math></b> =	Angulo de la pendiente de la vía.

El componente principal del vehículo es el chasis, el cual esta sometido a diversas fuerzas cuando se encuentra en operación. Para el estudio de los esfuerzos longitudinales puede utilizarse un modelo plano como el de la figura, en el cual se ignoran los movimientos verticales y de cabeceo de la masa suspendida. Aplicando la segunda ley de Newton se obtiene.

$$\sum F_i = m * a \quad \text{Ec. [3.5]}$$

Donde:

$F_i$ = Fuerzas que actúan sobre el chasis en dirección longitudinal (N)

m= masa (Kg)

a= aceleración longitudinal del chasis ( $\frac{m}{s^2}$ )

Las ecuaciones de equilibrio de la figura describen la distribución dinámica del peso en el chasis entre el eje delantero y trasero del vehículo, de manera general son las siguientes:

$$(R_{xd} + R_{xt} + F_x) - (F_{xa} + R_r + P * \sin \theta) = m * a \quad \text{Ec. [3.6]}$$

$$R_{zd} + R_{zt} + F_z - P * \cos \theta = 0 \quad \text{Ec. [3.7]}$$

$$(F_z - P * \cos \theta) * l_1 + (P * \sin \theta + F_x) * h + R_{zt} * B = 0 \quad \text{Ec. [3.8]}$$

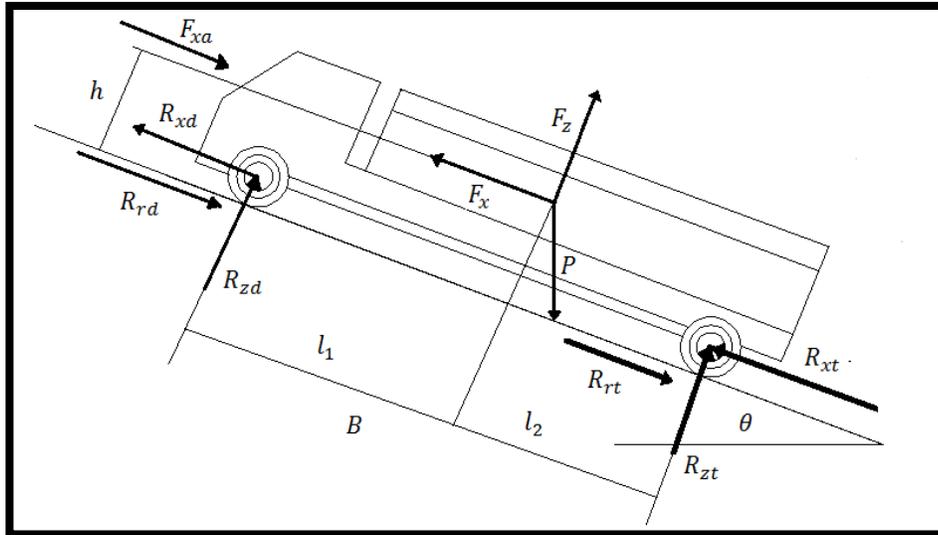


Figura 3.4 Modelo de vehículo para estudio de la dinámica longitudinal: Fuente LOS AUTORES

En donde:

Tabla 3.4 Descripción de componentes, ecuaciones [3.6], [3.7] y [3.8]: Fuente LOS AUTORES

$R_{xt}, R_{xd}, R_{zd}, R_{zt}$	Reacciones normal a la superficie de rodadura, en los ejes delantero y trasero, respectivamente.
$P$	Peso
$\theta$	Pendiente de la vía o carretera
$R_r$	Resistencia a la rodadura
$F_{xa}$	Resistencia aerodinámica
$F_x$	Componente en el eje x de la fuerza de sustentación aerodinámica
$F_z$	Componente en el eje z de la fuerza de sustentación aerodinámica
$B$	Batalla
$l_1, l_2$	Distancia entre centro de gravedad y cada uno de los ejes
$h$	Altura del centro de gravedad del vehículo

### 3.1.2 Fuerzas que actúan en el proceso de frenado.

Un sistema de frenos tiene por objeto aportar otra resistencia a la marcha que es considerada de mayor eficacia en conseguir lo planteado, esta aplicada a los neumáticos permite reducir la velocidad del vehículo o incluso detenerlo a libre voluntad y consentimiento del conductor en tiempo y espacio mínimos. Estas fuerzas son:

Fuerza de frenado. ( $F_f$ )

Resistencia aerodinámica al avance. ( $F_{xa}$ )

Resistencia a la rodadura. ( $R_r$ )

Resistencia gravitatoria. ( $R_g$ )

Resistencia del motor y transmisión.

### **Fuerza de frenado.**

En el proceso de frenado, las principales fuerzas retardadoras del vehículo son las que se desarrollan en la superficie de los neumáticos, como consecuencia de su contacto con la calzada, al serles aplicadas pares que se oponen al movimiento (fuerza de frenado).

Los esfuerzos que proporciona el sistema de frenado se traducen en sendos pares: momento de frenado delantero y trasero, aplicado a los neumáticos en sentido puesto a su movimiento. Dichos pares tienen que vencer la propia inercia de las masas rotativas asociadas a los neumáticos, a la vez que producen la deceleración de la masa del vehículo en movimiento de traslación. Por tanto tenemos la siguiente ecuación.

$$F_{fj} = (M_{fj} - I_{ej} * \dot{\Omega}_j) / r_c \quad \text{Ec. [3.9]}$$

En donde:

**Tabla 3.5 Descripción de componentes, ecuación [3.9]: Fuente LOS AUTORES**

$F_{fj}$	<b>Fuerza de frenado</b>
$M_{fj}$	Momento de frenado
$I_{ej}$	Momento de inercia equivalente de las masas que giran
$\dot{\Omega}_j$	Deceleración angular
$r_c$	Radio de la rueda bajo carga

### **Resistencia del motor y transmisión.**

La transmisión ofrece una resistencia que se compone de la inercia, la cual puede ser incluida en el momento de resistencia equivalente considerado para las ruedas tractoras, y pérdidas de energía producidas en cada uno de sus elementos. El valor de esta resistencia puede ser despreciada en cálculos normales.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> IZQUIERDO Aparicio. Teoría de los vehículos automóviles. 2001

El motor constituye en muchos casos un factor importante en el proceso de frenado. La potencia, como par resistente que ofrece un motor es importante cuando gira a gran número de revoluciones y disminuye con la velocidad hasta hacerse pequeño en el último intervalo del proceso de frenado. El par de frenado del motor se presenta así:

$$M_{fm} = (M_c * \xi_j) / \eta_t \quad \text{Ec. [3.10]}$$

En donde:

**Tabla 3.6 Descripción de componentes, ecuación [3.10]: Fuente LOS AUTORES**

<b><math>M_{fm}</math></b> =	<b>Momento de freno motor</b>
$M_c$ =	Por o torque de salida del motor
$\xi_j$ =	Relación global de la transmisión
$\eta_t$ =	Rendimiento de la transmisión

Cuando se trata de vehículos de transporte pesado, principalmente en bajadas prolongadas, la retención efectuada por el motor es de suma importancia para resguardar los elementos de fricción de los frenos de servicio, tanto de mayores desgastes y calentamiento.

Las otras tres resistencias ya se las analizo anteriormente, y además no representan mayor influencia frente a la de la fuerza de frenado.

### 3.1.3 Centro de gravedad.

Antes de la definición, una aclaración: el centro de gravedad y el centro de masas de cualquier objeto, en la superficie de la tierra, coinciden a efectos prácticos. Esto significa que al hablar de uno u otro, nos estamos refiriendo al mismo lugar geométrico, salvo en discusiones astronómicas. Veamos ahora una definición para acotar bien los términos.

“El centro de gravedad de un cuerpo es el punto respecto al cual las fuerzas que la gravedad ejerce sobre los diferentes puntos materiales que constituyen el cuerpo producen un momento resultante nulo”.

De hecho, el centro de gravedad de nuestro vehículo no es un punto fijo, su posición exacta cambia si variamos la distribución de pesos en el interior del mismo.

### Cálculo de los centro de gravedad de los vehículos de transporte pesado.

El procedimiento de cálculo para obtener la altura del centro de gravedad en condiciones estáticas de los diferentes tipos de vehículos, tomara las siguientes variantes.

- ♣ En orden de marcha, lo cual comprende la tara (chasis + carrocería) del vehículo más el conductor.
- ♣ A plena carga, lo cual corresponde la tara del vehículo más todo el peso que pueda llevar incorporado el mismo.
- ♣ La carga del vehículo, para el análisis se encontrara repartida uniformemente según el volumen de la estructura de carga.

De manera general en los vehículos de transporte pesado se identifica la siguiente configuración de chasis – cabina, donde se identifican los siguientes componentes.

- ♣ La altura de centro de gravedad del vehículo con respecto al suelo. ( $h_{cg}$ )
- ♣ Voladizo delantero. ( $F_{oh}$ )
- ♣ Voladizo posterior. ( $R_{oh}$ )
- ♣ Batalla. ( $B$ )
- ♣ Altura del chasis respecto al suelo. ( $ch$ )
- ♣ Masa máxima autorizada o carga máxima. ( $MMA$ )
- ♣ Masa del vehículo con su equipo autorizado, sin personal de servicio. ( $TARA$ )

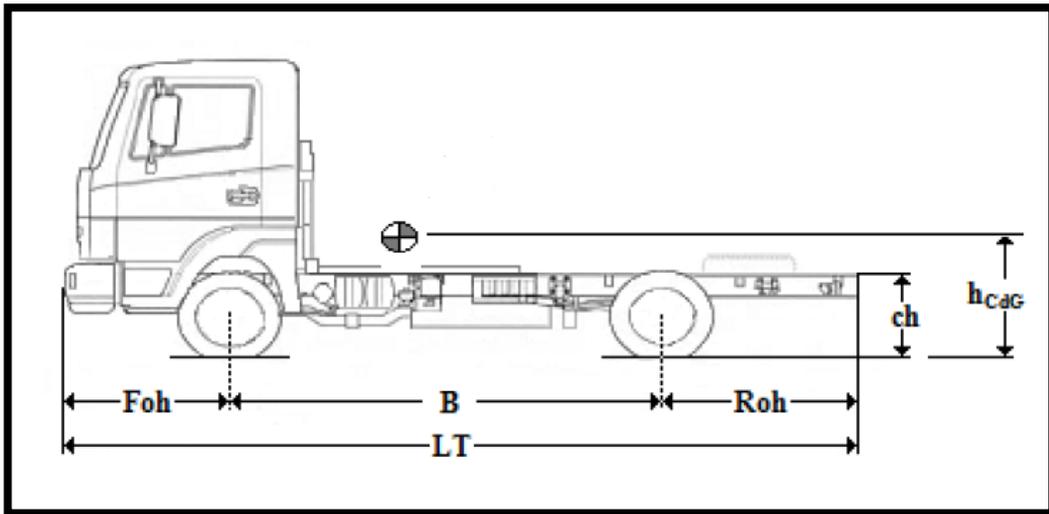


Figura 3.5 Modelo de vehículo para estudio del centro de gravedad: Fuente LOS AUTORES

La configuración chasis-cabina se incorpora al carrozado según la actividad comercial que se realice. Por tanto para el estudio se considera: cajas abiertas, cajas cerradas, plataformas y tanques.

**Para obtener el centro de gravedad de un vehículo se calcula.**

Las dimensiones y la masa de la estructura.

La altura de centro de gravedad de la estructura o carrocería para la carga.

$$h_{cg-carroceria} = ch + \left( \frac{h_{carroceria \text{ para la carga}}}{2} \right) \quad Ec. [3.11]$$

Tara y carga útil del vehículo con estructura para la carga.

$$TARA_{chasis+carroceria} = TARA_{chasis} + masa_{carroceria} \quad Ec. [3.12]$$

$$Carga \text{ util}_{chasis+carroceria} = MMA - TARA_{chasis+carroceria} \quad Ec. [3.13]$$

Finalmente se obtiene la altura de centro de gravedad, del conjunto vehículo chasis-cabina, con estructura para la carga y carga respecto del suelo.

Vehículo sin carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria}}{TARA + masa_{estructura}} \quad Ec. [3.14]$$

Vehículo con carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria} + (masa * h_{cg})_{carga \text{ util}}}{MMA} \quad Ec. [3.15]$$

**Centros de gravedad de los vehículos de transporte pesado seleccionados.**

Para obtener las propiedades másicas de los vehículos (ubicación del centro de gravedad), los mismos se dividieron en dos partes: una correspondiente a la carrocería - estructura (tolva, furgón, remolque, etc.), y otra para el chasis.

Los valores aquí descritos fueron proporcionados por las empresas proveedoras de estos tipos de vehículos, como también de las fábricas que existen en el país, donde se realizan los diferentes tipos de carrocerías.

**Bus.**

$TARA_{chasis} =$	4866 Kg
$h_{cg-chasis} =$	1.24 m
$masa_{carroceria} =$	5900 Kg
$h_{cg-carroceria} =$	2.37 m
$masa_{carga\ util} =$	6234 Kg
$h_{cg-carga\ util} =$	2.20 m
$MMA =$	17000 Kg

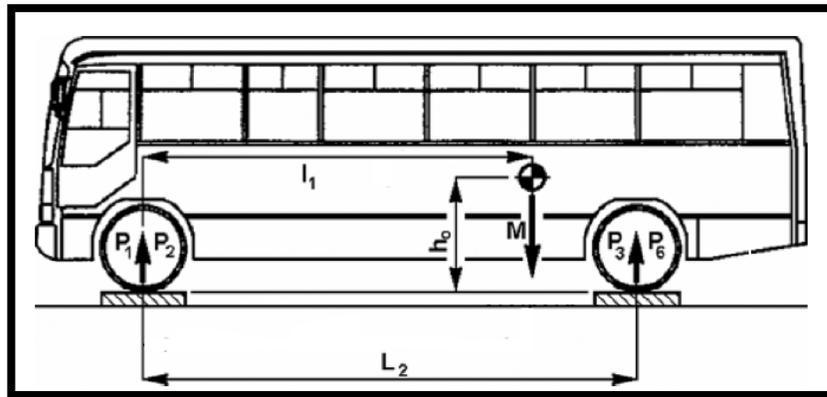


Figura 3.6 Centro de gravedad Bus y Colectivo: Fuente LOS AUTORES

Vehículo sin carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria}}{TARA + masa_{estructura}}$$

$$h_{cg} = \frac{(4866 \text{ Kg} * 1.24 \text{ m}) + (5900 \text{ Kg} * 2.37 \text{ m})}{(4866 \text{ Kg} + 5900 \text{ Kg})} = 1.8592 \text{ m}$$

Vehículo con carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria} + (masa * h_{cg})_{carga\ util}}{MMA}$$

$$h_{cg} = \frac{(4866 \text{ Kg} * 1.24 \text{ m}) + (5900 \text{ Kg} * 2.37 \text{ m}) + (6254 \text{ Kg} * 2.20 \text{ m})}{(17000 \text{ Kg})} = 1.9868 \text{ m}$$

### Colectivo.

$TARA_{chasis} =$	2245 Kg
$h_{cg-chasis} =$	0.88 m
$masa_{carroceria} =$	2800 Kg
$h_{cg-carroceria} =$	1.97 m
$masa_{carga\ util} =$	2455 Kg
$h_{cg-carga\ util} =$	1.85 m
$MMA =$	7500 Kg

Vehículo sin carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria}}{TARA + masa_{estructura}}$$

$$h_{cg} = \frac{(2245 \text{ Kg} * 0.88 \text{ m}) + (2800 \text{ Kg} * 1.97 \text{ m})}{(2245 \text{ Kg} + 2800 \text{ Kg})} = 1.4849 \text{ m}$$

Vehículo con carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria} + (masa * h_{cg})_{carga\ util}}{MMA}$$

$$h_{cg} = \frac{(2245 \text{ Kg} * 0.88 \text{ m}) + (2800 \text{ Kg} * 1.97 \text{ m}) + (2455 \text{ Kg} * 1.85 \text{ m})}{(7500 \text{ Kg})} = 1.6044 \text{ m}$$

### Camión.

$TARA_{chasis} =$	4805 Kg
$h_{cg-chasis} =$	1.17 m
$masa_{carroceria} =$	2500 Kg
$h_{cg-carroceria} =$	2.05 m
$masa_{carga\ util} =$	9395 Kg
$h_{cg-carga\ util} =$	2.05 m
$MMA =$	17000 Kg

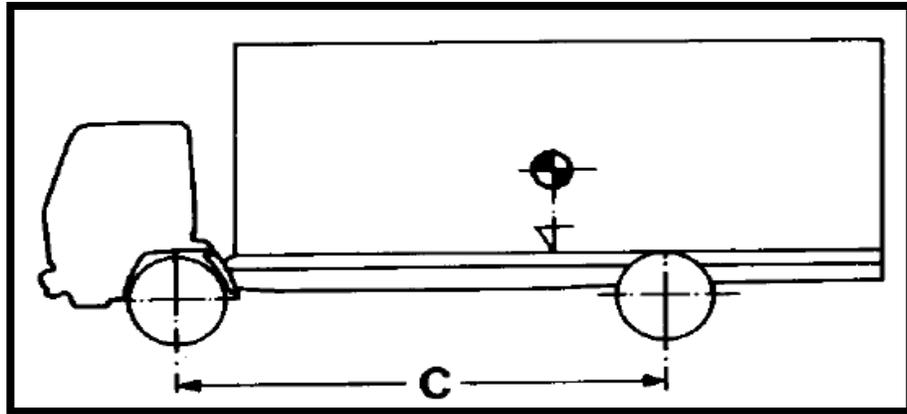


Figura 3.7 Centro de gravedad Camión: Fuente LOS AUTORES

Vehículo sin carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria}}{TARA + masa_{estructura}}$$

$$h_{cg} = \frac{(4085 \text{ Kg} * 1.17 \text{ m}) + (2500 \text{ Kg} * 2.05 \text{ m})}{(4085 \text{ Kg} + 2500 \text{ Kg})} = 1.5040 \text{ m}$$

Vehículo con carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria} + (masa * h_{cg})_{carga\ util}}{MMA}$$

$$h_{cg} = \frac{(4085 \text{ Kg} * 1.17 \text{ m}) + (2500 \text{ Kg} * 2.05 \text{ m}) + (9395 \text{ Kg} * 2.05 \text{ m})}{(17000 \text{ Kg})} = 1.7155 \text{ m}$$

**Tanquero.**

$TARA_{chasis} =$	6885 Kg
$h_{cg-chasis} =$	1.17 m
$masa_{carroceria} =$	2500 Kg
$h_{cg-carroceria} =$	2.21 m
$masa_{carga\ util} =$	16615 Kg
$h_{cg-carga\ util} =$	2.21 m
$MMA =$	26000 Kg

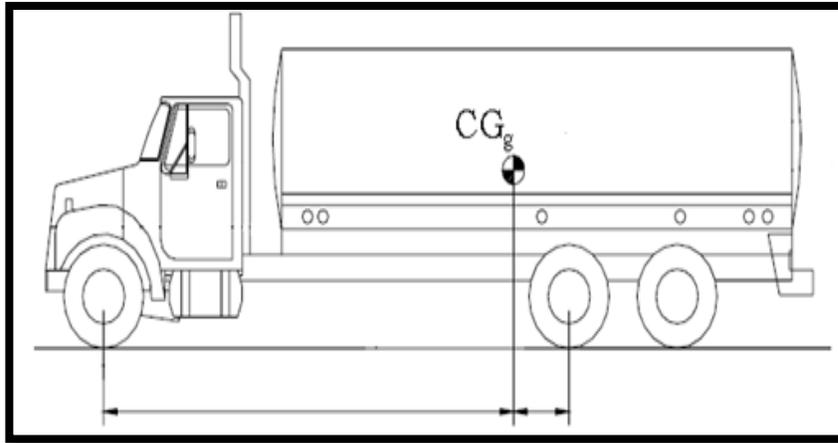


Figura 3.8 Centro de gravedad Tanquero: Fuente LOS AUTORES

Vehículo sin carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria}}{TARA + masa_{estructura}}$$

$$h_{cg} = \frac{(6885 \text{ Kg} * 1.17 \text{ m}) + (2500 \text{ Kg} * 2.21 \text{ m})}{(6885 \text{ Kg} + 2500 \text{ Kg})} = 1.4470 \text{ m}$$

Vehículo con carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria} + (masa * h_{cg})_{carga\ util}}{MMA}$$

$$h_{cg} = \frac{(6885 \text{ Kg} * 1.17 \text{ m}) + (2500 \text{ Kg} * 2.21 \text{ m}) + (16615 \text{ Kg} * 2.21 \text{ m})}{(26000 \text{ Kg})} = 1.9346 \text{ m}$$

**Volquete.**

$TARA_{chasis} =$	8125 Kg
$h_{cg-chasis} =$	1.05 m
$masa_{carroceria} =$	4500 Kg
$h_{cg-carroceria} =$	1.72 m
$masa_{carga\ util} =$	15375 Kg
$h_{cg-carga\ util} =$	1.72 m
$MMA =$	28000 Kg

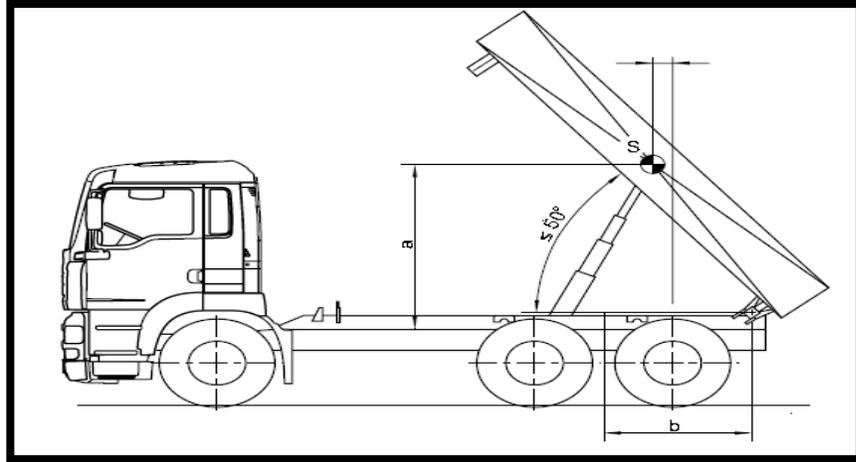


Figura 3.9 Centro de gravedad Volquete: Fuente LOS AUTORES

Vehículo sin carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria}}{TARA + masa_{estructura}}$$

$$h_{cg} = \frac{(8125 \text{ Kg} * 1.05 \text{ m}) + (4500 \text{ Kg} * 1.72 \text{ m})}{(8125 \text{ Kg} + 4500 \text{ Kg})} = 1.2888 \text{ m}$$

Vehículo con carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria} + (masa * h_{cg})_{carga\ util}}{MMA}$$

$$h_{cg} = \frac{(8125 \text{ Kg} * 1.05 \text{ m}) + (4500 \text{ Kg} * 1.72 \text{ m}) + (15375 \text{ Kg} * 1.72 \text{ m})}{(28000 \text{ Kg})} = 1.5255 \text{ m}$$

**Tráiler.**

$TARA_{chasis} =$	8700 Kg
$h_{cg-chasis} =$	1.14 m
$masa_{carroceria} =$	6300 Kg
$h_{cg-carroceria} =$	1.70 m
$masa_{carga\ util} =$	40000 Kg
$h_{cg-carga\ util} =$	1.70 m
$MMA =$	55000 Kg

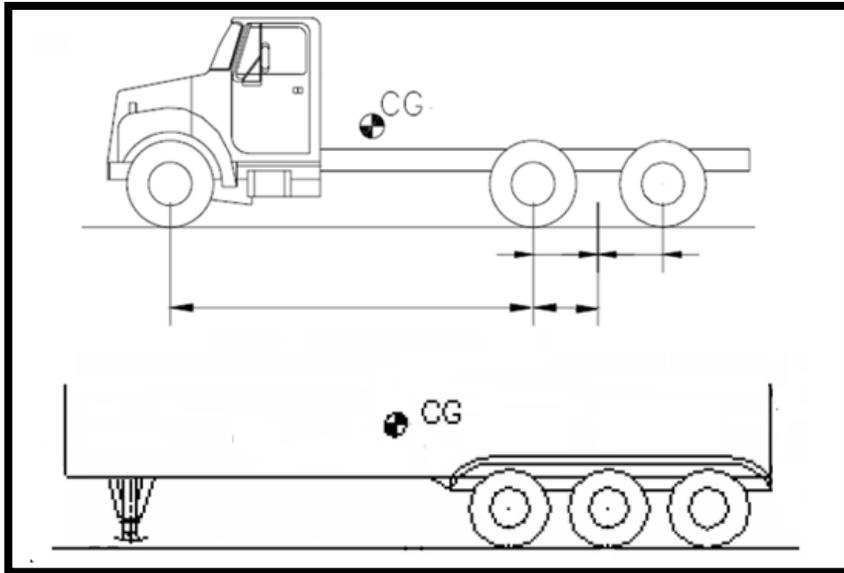


Figura 3.10 Centro de gravedad Tráiler: Fuente LOS AUTORES

Vehículo sin carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria}}{TARA + masa_{estructura}}$$

$$h_{cg} = \frac{(8700 \text{ Kg} * 1.14 \text{ m}) + (6300 \text{ Kg} * 1.70 \text{ m})}{(8700 \text{ Kg} + 6300 \text{ Kg})} = 1.3752 \text{ m}$$

Vehículo con carga:

$$h_{cg} = \frac{(TARA * h_{cg})_{chasis} + (masa * h_{cg})_{carroceria} + (masa * h_{cg})_{carga\ util}}{MMA}$$

$$h_{cg} = \frac{(8700 \text{ Kg} * 1.14 \text{ m}) + (6300 \text{ Kg} * 1.70 \text{ m}) + (40000 \text{ Kg} * 1.70 \text{ m})}{(55000 \text{ Kg})} = 1.6114 \text{ m}$$

Como se trata de vehículos de transporte pesado y en especial con aquellos en los cuales la carga se encuentra totalmente distribuida, dentro de cada uno de sus medios de contención (furgones, plataformas, tolvas, etc.), es claro que la altura del centro de gravedad aumenta cuando el vehículo se encuentra cargado en su totalidad respecto del mismo vehículo pero sin carga.

Además los vehículos cargados son más lentos, más torpes, disminuyen su agilidad y su estabilidad. La capacidad de reacción del motor no será la misma, salvo que tengamos un superdeportivo, mientras que a la hora de frenar, la distancia de frenada se alarga más que cuando el vehículo se encuentra descargado. Se observa que el aumento de la carga y del momento de inercia del camión, bus, semi-remolque, etc., ocasiona la disminución del valor de la velocidad a partir de la cual el movimiento del vehículo se torna inestable.

Dado el diferente comportamiento de los vehículos de transporte pesado en función de la altura del centro de gravedad, con los valores obtenidos en las dos situaciones de carga, se analiza la influencia en la dinámica de frenado y la altura máxima del centro de masas de los vehículos, con lo cual se logra principalmente evitar el vuelco.

Los valores calculados se refieren únicamente a cargas uniformes y fijas. Cuando la carga útil pueda desplazarse lateralmente, como por ejemplo en cargas suspendidas, se tendrá en cuenta que dichas cargas pueden producir transferencia de masas más elevadas y por tanto tendrán mayor repercusión en la estabilidad transversal del vehículo.

De esta manera se podrán ensayar en condiciones semejantes a la situación de un vehículo de transporte pesado en carretera y poder obtener resultados fiables de la estabilidad y de la dinámica de frenos.

### **3.2 ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.**

Para la selección y análisis de los elementos del sistema de transmisión de un vehículo, se deben tomar en cuenta, aspectos técnicos, normativos y principalmente los relacionados con el desempeño del vehículo. Con esto se logra definir la mejor opción, considerando también el tipo de recorrido que el vehículo realizará con mayor frecuencia, así como las características de las vías y rutas que recorrerá.

Todas estas referencias tienen por objetivo alcanzar un rendimiento mecánico y energético óptimo, sin deterioro de la capacidad del vehículo para subir pendientes críticas a una

velocidad comercial adecuada y con el motor operando el mayor tiempo posible en régimen estabilizado.

Factores en el desempeño del conjunto del tren motriz [17]:

- ♣ La clase de transporte ya sea este de pasajeros o de carga, permiten establecer el peso bruto vehicular máximo que transportara el vehículo en sus recorridos.
- ♣ Vías de operación y de mayor frecuencia de circulación, en las que obtenemos los valores de pendientes máximas de ascenso, como también las condiciones de funcionalidad en que se encuentran las mismas, lo cual nos ayuda a determinar la potencia para vencer la resistencia al rodamiento.
- ♣ La potencia máxima de funcionamiento del vehículo que permite hacer una selección inicial del tren motriz.
- ♣ Potencia adicional que se requiere para iniciar la marcha en pendiente crítica de la vía (Startability) y determinar la habilidad para ascender esa pendiente (Gradeability) a una velocidad adecuada.
- ♣ Para el cálculo de los valores de la Startability y la Gradeability es necesario conocer la relación de la transmisión.
- ♣ Con el conocimiento de la carga máxima y la pendiente crítica, se puede determinar de manera inicial, la potencia máxima del motor y establecer de forma preliminar los elementos que integrarán el tren motriz. Adicionalmente estos parámetros también afectan el consumo de combustible.
- ♣ El análisis de patrón de cambios de velocidades (Shift Pattern), se realiza a través del diagrama de velocidades con el fin de observar el comportamiento de la transmisión, para obtener una velocidad óptima de operación dentro del rango de mínimo consumo específico de combustible del motor.

### **3.3 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.**

El sistema de transmisión mas conocido como tren motriz, es un conjunto de elementos mecánicos que transmiten y convierten la energía producida por la quema de las sustancias químicas en desplazamiento del vehículo. Los elementos que lo componen son: el motor,

el embrague, la caja de velocidades, el diferencial y los neumáticos, como se puede observar en la figura 3.3, los cuales modifican en forma mecánica la energía que el motor entrega. También existen otros elementos como el eje cardan y los ejes de las llantas los cuales no proporcionan ninguna modificación.

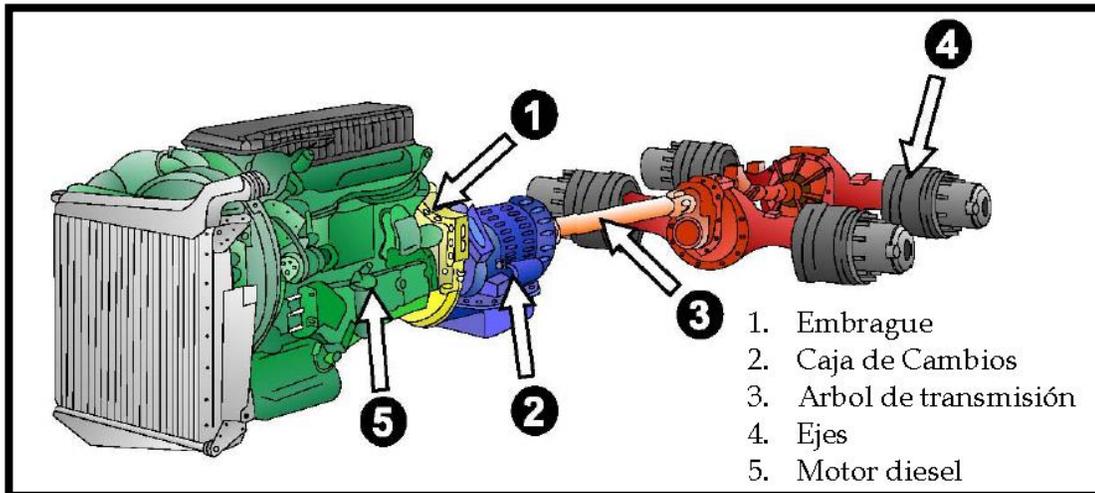


Figura 3.11 Configuración del tren motriz: Fuente LOS AUTORES

Un excelente sistema de transmisión debe garantizarnos lo siguiente.

- ♣ Habilidad de ascenso en pendientes.
- ♣ Capacidad de ascenso en pendientes.
- ♣ Velocidad de operación máxima.
- ♣ Capacidad de carga.
- ♣ Aceleración.
- ♣ Eficiencia en el consumo de combustible.

### El motor.

Los vehículos de transporte pesado están provistos principalmente de motores a diésel, el cual es un motor térmico de combustión interna, su encendido se logra por la temperatura elevada, producto de la compresión del aire en el interior del cilindro.

Un motor diésel funciona mediante la ignición de la mezcla aire-diesel sin chispa. La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se produce en el segundo tiempo motor, compresión. El combustible diésel se inyecta en la parte

superior de la cámara de compresión a gran presión, de forma que se atomiza y se mezcla con el aire a alta temperatura y presión. Como resultado, la mezcla se quema muy rápidamente. Esta combustión ocasiona que el gas contenido en la cámara se expanda, impulsando el pistón hacia abajo. La biela transmite este movimiento al cigüeñal, al que hace girar, transformando el movimiento lineal del pistón en un movimiento de rotación.

Este tipo de motores normalmente son turbo cargados y utilizan la inyección directa de combustible, el tiempo de inyección es calculado por la unidad de control electrónico. En cuanto a su tamaño oscilan en el rango de 9 a 16 litros y de 200 a 600 HP.

### **El embrague.**

Está constituido por un conjunto de piezas situadas entre el motor y la transmisión o caja de cambios, aunque no modifica la potencia que entrega el motor, si asegura un número de funciones para el correcto funcionamiento del vehículo<sup>3</sup>:

- ♣ En posición acoplado (o "embragado") transmite la potencia y el par suministrado por el motor. En un vehículo, cuando el embrague gira, el motor está vinculado a la transmisión.
- ♣ En posición desacoplada (o "desembragado") se interrumpe la transmisión de la potencia y el par. En un vehículo, las ruedas giran libres o están detenidas, y el motor puede continuar girando sin transmitir este par de giro a las ruedas.
- ♣ En las posiciones intermedias restablece progresivamente la transmisión de potencia y par, mediante rozamiento o fricción a la caja de velocidades.

La utilización del embrague en los vehículos permite moderar los esfuerzos mecánicos que se producen entre la inercia de un componente que se encuentra en reposo y la potencia instantánea transmitida por el otro. El torque requerido del embrague se calcula mediante la siguiente ecuación [17]:

$$T = ((r * \varepsilon * N * C)/12) \quad \text{Ec. [3.16]}$$

En donde:

---

<sup>3</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Embrague>

Tabla 3.7 Descripción de componentes, ecuación [3.16]: Fuente LOS AUTORES

$T=$	Torque del embrague.
$r=$	Radio medio del disco.
$\epsilon=$	Coefficiente de fricción.
$N=$	Numero de caras de fricción.
$C=$	Carga del plato.

“Algunos fabricantes de embragues como la marca SPICER, consideran que el valor calculado del torque del embrague debe de ser como mínimo un 40% mas alto que el torque máximo del motor.”<sup>4</sup>

### La caja de cambios.

Esta constituida por un conjunto de engranajes, que modifican el torque y las revoluciones por minuto que desarrolla el motor, con el objeto de lograr en las ruedas los esfuerzos de propulsión necesarios para vencer las resistencias al movimiento, incluidas las de la inercia durante el proceso de aceleración.

Las características de desempeño que nos debe proporcionar una transmisión son:

- ♣ Relación apropiada en velocidad-potencia, las relaciones de engranes deberán ser numéricamente rápidos, para alcanzar la velocidad óptima de operación del vehículo, dentro del régimen de mínimo consumo específico de combustible del motor.
- ♣ Capacidad de arranque en pendiente, la relación de paso de la primera velocidad debe tener un valor numéricamente grande, de tal manera que se tenga capacidad de arranque, aún en operación de los vehículos en terreno montañoso.
- ♣ Capacidad de ascenso, debe ser tal que permita remontar una pendiente determinada, aun cuando el vehículo se encuentre a su máxima capacidad de carga.

Todo esto se consigue mediante las relaciones de la reducción total del tren de engranajes, la misma que se consigue multiplicando las relaciones de los engranajes de cada componente y define la pendiente máxima en la que puede iniciar la marcha un vehículo.

---

<sup>4</sup> Método para la configuración del tren motriz de vehículos de servicio pesado con uso eficiente de combustible, ITM.

$$R_{te} = R_{tp} * R_{ta} * R_d \quad \text{Ec. [3.17]}$$

En donde:

**Tabla 3.8 Descripción de componentes, ecuación [3.17]: Fuente LOS AUTORES**

<b><math>R_{te}</math></b>	<b>Reducción total del conjunto de engranajes.</b>
$R_{tp}$	Relación de la transmisión principal.
$R_{ta}$	Relación de la transmisión auxiliar.
$R_d$	Relación del diferencial.

La multiplicación total del torque permite determinar el porcentaje de pendiente máxima en la que puede iniciar la marcha (Startability)<sup>5</sup> un vehículo y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$S = [(T * R_{te} * R_{ll}) / (10.7 * PBV)] - R_r \quad \text{Ec. [3.18]}$$

En donde:

**Tabla 3.9 Descripción de componentes, ecuación [3.18]: Fuente LOS AUTORES**

<b><math>S</math></b>	<b>Pendiente máxima de arrancabilidad – Startability (%)</b>
$T$	Torque de arranque del motor (Nm)
$R_{te}$	Relación total del conjunto de engranajes.
$R_{ll}$	Velocidad de rotación de la llanta (rev/km)
$PBV$	Peso bruto vehicular del vehículo (kg)
$R_r$	Factor de resistencia al rodamiento.

La habilidad de ascenso o (Gradeability)<sup>6</sup>, define la capacidad de la caja de velocidades para que el vehículo tenga una buena habilidad de ascenso en pendiente y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$G = (37.5 * P_r) / (PBD * 10^{-3} * V_a) \quad \text{Ec. [3.19]}$$

En donde:

**Tabla 3.10 Descripción de componentes, ecuación [3.19]: Fuente LOS AUTORES**

<b><math>G</math></b>	<b>Habilidad de ascenso – Gradeability (%)</b>
$P_r$	Potencia de reserva del motor (kW)

<sup>5</sup> SAE J2469 AUG04 Startability. Society of Automotive Engineers 2004.

<sup>6</sup> SAE J1666 MAY93. Gradeability. Society of Automotive Engineers 1993.

<b><math>PBD</math></b> =	Peso bruto vehicular del vehículo (kg)
<b><math>V_a</math></b> =	Velocidad aparente del vehículo (km/h)

Para el caso de la potencia de reserva del motor se la calcula con la siguiente expresión:

$$P_r = P - (P_{rr} + P_{ra} + P_{ri}) \quad \text{Ec. [3.20]}$$

En donde:

**Tabla 3.11 Descripción de componentes, ecuación [3.20]: Fuente LOS AUTORES**

<b><math>P_r</math></b> =	<b>Potencia de reserva del motor (kW)</b>
<b><math>P</math></b> =	Potencia del motor (kW)
<b><math>P_{rr}</math></b> =	Potencia para vencer la resistencia al rodamiento (kW)
<b><math>P_{ra}</math></b> =	Potencia para vencer la resistencia aerodinámica (kW)
<b><math>P_{ri}</math></b> =	Potencia para vencer la resistencia a la inercia (kW)

La relación de paso, representa el porcentaje de variación de un engrane a otro entre cada paso de la transmisión. Las relaciones de velocidad de la transmisión, determinan el número de pasos necesarios para acelerar gradualmente, con facilidad y rapidez el vehículo cargado. El paso ideal de los engranes debe estar comprendido entre el 18% y el 20% de variación en cada paso, estas relaciones deben ser uniformes y no superponerse [49] y se calcula mediante la relación [3.15].

$$\%R_p = [(R_{ten}/R_{ten-1}) - 1] * 100 \quad \text{Ec. [3.21]}$$

En donde:

**Tabla 3.12 Descripción de componentes, ecuación [3.21]: Fuente LOS AUTORES**

<b><math>\%R_p</math></b> =	<b>Relación de paso.</b>
<b><math>R_{ten}</math></b> =	Reducción total en el paso utilizado.
<b><math>R_{ten-1}</math></b> =	Reducción total en el paso anterior.

La característica principal de una transmisión, es que permite el escalonamiento de la velocidad cuando se realizan los cambios durante la operación del vehículo, el mismos que se pueden observar en lo que se denomina diagrama de velocidades. Este diagrama indica la velocidad máxima alcanzable y el número de revoluciones por minuto en las cuales se logra dicho valor.

Para seleccionar adecuadamente una caja de cambios, se tienen que considerar los siguientes aspectos, desde el punto de vista del uso eficiente del combustible [17]:

Las relaciones del paso que se seleccione deben proporcionar una disminución rápida en las rpm del motor de la velocidad gobernada a las rpm de la parte baja del siguiente paso, con lo que se estaría obteniendo mayor flexibilidad en la operación del vehículo.

Se considerará que una transmisión compatible con los demás componentes del tren motriz, si todos los cambios de engranes de la transmisión se realizan dentro del rango del consumo mínimo de combustible del motor.

La caída excesiva de rpm entre cambios, demora y complica los cambios de velocidad, provocando que el vehículo pierda torque. El rango ideal de caída de disminución de velocidad en el motor, de un paso a otro, debe estar entre las 300 y 500 rpm.<sup>7</sup>

La velocidad máxima permitida debe alcanzarse dentro del rango denominado, zona verde del motor, con el propósito de utilizar eficientemente el combustible.

Para cada relación de la caja de velocidades, la velocidad máxima permitida se debe lograr al 90% del régimen de rpm gobernada del motor, de tal forma que siempre exista una potencia de reserva y evitar un desgaste prematuro del motor.

El par nominal de entrada, PBV y la máxima velocidad a desarrollar por el vehículo, determinan la capacidad de la transmisión en función de las condiciones de operación, el número de velocidades y si existe la necesidad del empleo de la sobre marcha (Overdrive).

Cuando las especificaciones proporcionadas por el fabricante del peso bruto vehicular que es capaz de mover la transmisión, no son excedidas, se

---

<sup>7</sup> FITCH, J. W. Motor Truck Engineering Handbook, Society of Automotive Engineers.

tiene la seguridad de que la transmisión proporcionará una capacidad de ascenso razonable.

La sobre marcha le permite al operador lograr una velocidad máxima dentro del límite legal, sobre carreteras planas o autopistas, permitiendo al motor operar alrededor del régimen de consumo mínimo.

A partir de los datos proporcionados por los fabricantes, se determinó que el rango de las relaciones de la sobre marcha debe estar entre 0.6:1.0 y 0.8:1.0. La sobre marcha proporciona una velocidad mayor al vehículo a relativamente bajas rpm del motor.

### **El diferencial.**

El diferencial es el elemento de acoplamiento con la transmisión y de su correcta selección depende el correcto aprovechamiento de la potencia disponible del motor para el desempeño del vehículo.

En la selección del diferencial es necesario considerar los siguientes factores:

- ♣ La consideración del peso bruto vehicular, permite seleccionar la relación de engranes apropiada para alcanzar la velocidad límite bajo condiciones de carga.
- ♣ Tipo de terreno que permite determinar la pendiente crítica que tiene que superar el vehículo.
- ♣ La velocidad de operación o de desplazamiento, es la base para determinar el requerimiento de la potencia que demandará el vehículo cargado circulando a la velocidad reglamentaria (70 - 100 km/h)<sup>8</sup>.

Cuando un motor se opera dentro del rango de eficiencia energética no solamente se reducen los costos de mantenimiento y operación, sino que se asegura prolongar la vida del motor. Así, cuando la velocidad crucero es alcanzada a través del acelerador sin un cambio de engranes, la reducción de las rpm del motor permite utilizar menos potencia, lo que conlleva a operar el motor dentro o cerca del rango de economía de combustible. La combinación transmisión diferencial debe producir pasos de engranes cerrados a través del

---

<sup>8</sup> Ley de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial del Ecuador

período de aceleración y asegurar un eficiente desempeño bajo todas las condiciones del camino, y generalmente con el peso vehicular máximo.

$$P_d = (R_{gm} * P_{ll}) / (P_t * V_r) \quad \text{Ec [3.22]}$$

En donde:

**Tabla 3.13 Descripción de componentes, ecuación [3.22]: Fuente LOS AUTORES**

<b><math>P_d</math></b> =	<b>Paso del diferencial.</b>
<b><math>R_{gm}</math></b> =	Régimen del motor, donde alcanza la velocidad máxima de circulación.
<b><math>P_{ll}</math></b> =	Perímetro de la llanta (m)
<b><math>P_t</math></b> =	Paso de la transmisión.
<b><math>V_r</math></b> =	Velocidad máxima reglamentaria (km/h)

El utilizar diferenciales con pasos muy grandes, repercute en la vida útil del motor por tener que estar operando en régimen elevado de rpm, para alcanzar la velocidad reglamentaria.

### Los neumáticos.

Los neumáticos son los elementos de la cadena cinemática que tienen contacto con la calzada, soportando todo el peso del vehículo, a la vez que permiten su movimiento. Para conocer la velocidad que puede desarrollar un vehículo de transporte pesado es necesario conocer el desplazamiento del neumático cuando da un giro completo; este desplazamiento depende del tamaño del mismo.

El tamaño del neumático está condicionado principalmente por la distancia entre el suelo y el chasis del vehículo, ya que dependiendo de esta distancia se puede aumentar o disminuir el efecto que produce la presión del aire pasando por debajo del vehículo [50].

El tamaño se encuentra marcado con números y letras sobre el mismo neumático. Si el neumático no tiene un número de serie, entonces el ancho de sección es la altura de la cara. De otra forma al tener un número de serie, éste representa el porcentaje del ancho de sección, que será entonces la altura de la cara. El diámetro del neumático será dos veces el ancho de la cara más el diámetro del rim, esto es:

$$P_n = d_n * \pi \quad \text{Ec. [3.23]}$$

En donde:

Tabla 3.14 Descripción de componentes, ecuación [3.23]: Fuente LOS AUTORES

$P_n$ =	Perímetro del neumático.
$d_n$ =	Diámetro del neumático.

Considerando que la temperatura afecta al desempeño de los neumáticos, es importante tener en consideración el enfriamiento en el sistema de frenado, ya que un calentamiento excesivo de las zapatas provocará que los neumáticos se deterioren más rápido.

La combinación de los elementos del sistema de transmisión descritos anteriormente, permite elaborar el diagrama de velocidades, en donde se puede observar la velocidad máxima que puede desarrollar el vehículo, cuando se utiliza cada una de las relaciones de la transmisión en el régimen del motor en donde se tiene la potencia máxima.

### 3.4 EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.

Para reducir el consumo de combustible es importante utilizar el motor lo más eficientemente posible, esto nos conduce a elegir la caja de cambios, el diferencial y el tamaño del neumático adecuado, que permitan el funcionamiento del motor en un buen régimen de operación, durante la marcha del vehículo a velocidades adecuadas.

Mediante la aplicación de una metodología a través de un programa de computo se pueden realizar diferentes simulaciones con diferentes sistemas de transmisión y predecir el comportamiento del vehículo, así como llevar a cabo estudios de las diferencias que se presentan entre los vehículos.

La simulación de los componentes del sistema de transmisión debe cubrir todos los rangos de operación del vehículo, desde el estado de reposo hasta alcanzar la máxima velocidad.

Lo cual permite observar los siguientes aspectos [17]:

- ♣ La transición de un estado de reposo a un estado de movimiento.
- ♣ La predicción del desempeño del vehículo para conocer la velocidad máxima.

- ♣ La conversión del par-motor en velocidad del vehículo.
- ♣ Determinar la potencia disponible contra la potencia requerida.
- ♣ Desarrollar el diagrama de velocidades
- ♣ Mantener la potencia dentro de un rango en la curva de operación, buscando reducir el consumo de combustible.
- ♣ Determinar a velocidad constante el consumo de combustible en diferentes relaciones de velocidades de la transmisión.
- ♣ Analizar el desempeño del sistema de transmisión en vías con pendientes, en cuanto a la Startability y Gradeability.
- ♣ Optimización de la cadena cinemática para la mejor economía de combustible.

El conocimiento del comportamiento mecánico que cada uno de los elementos del sistema de transmisión tiene, permite establecer las características propias de cada vehículo. Los elementos del sistema de transmisión se encuentran interrelacionados entre sí, por lo que cualquier modificación que se realice en alguno de ellos provocará cambios en el comportamiento del vehículo durante su desempeño.

Como se mencionó el consumo de combustible de un vehículo de transporte pesado depende de factores tales como, la carga del vehículo y la eficiencia energética del motor y la transmisión [52].

La eficiencia del tren motriz es el producto de la eficiencia termodinámica del motor, la eficiencia mecánica del motor y la eficiencia de la transmisión.

$$\eta_{pt} = \frac{P_c}{P_f} = \eta_t * \eta_m * \varepsilon_t \quad \text{Ec. [3.24]}$$

En donde:

Tabla 3.15 Descripción de componentes, ecuación [3.24]: Fuente LOS AUTORES

$\eta_{pt}$ =	<b>Eficiencia del sistema de transmisión</b>
$P_c$ =	Carga del vehículo
$P_f$ =	Relación de consumo de combustible (kW)
$\eta_t$ =	Eficacia termodinámica
$\eta_m$ =	Eficiencia mecánica
$\varepsilon_t$ =	Rendimiento de la transmisión

La eficacia termodinámica es la fracción de la energía del combustible convertida en trabajo dentro del motor:

$$\eta_t \cong (P_{frict} + P_b)/P_f \quad \text{Ec. [3.25]}$$

En donde:

**Tabla 3.16 Descripción de componentes, ecuación [4.25]: Fuente LOS AUTORES**

$P_{frict}$ =	Trabajo de fricción interno
$P_b$ =	Trabajo al freno

La eficiencia termodinámica, es a menudo denominada como eficiencia indicada ( $P_{frict} + P_b$ ) es el trabajo total que consiste en el trabajo de fricción interno  $P_{frict}$  y la potencia de salida o trabajo al freno  $P_b$ . La eficiencia mecánica es la fracción del total de trabajo que es entregado por el motor a la transmisión:

$$\eta_m = P_b/(P_{frict} + P_b) \quad \text{Ec. [3.26]}$$

El rendimiento de la transmisión se determina mediante la siguiente relación:

$$\varepsilon_t = P_c/P_b \quad \text{Ec. [3.27]}$$

Los accesorios o equipos auxiliares como son el alternador y aire acondicionado, son generalmente impulsados por el motor sin tener que pasar a través de la transmisión. La energía utilizada por los vehículos se calcula mediante la relación de la ecuación [3.36].

$$P_c = P_{ll} + P_{ar} + P_{in} + P_{pe} \quad \text{Ec. [3.28]}$$

En donde:

**Tabla 3.17 Descripción de componentes, ecuación [3.28]: Fuente LOS AUTORES**

$P_c$ =	Potencia de carga del vehículo
$P_{ll}$ =	Potencia de resistencia al rodamiento
$P_{ar}$ =	Potencia de resistencia aerodinámica
$P_{in}$ =	Potencia de resistencia a la inercia
$P_{pe}$ =	Potencia requerida por resistencia a la pendiente

Potencia por resistencia al rodamiento:

$$P_r = f_r * m * g * V \quad \text{Ec. [3.29]}$$

En donde:

**Tabla 3.18 Descripción de componentes, ecuación [3.29]: Fuente LOS AUTORES**

<b><math>P_r</math></b> =	<b>Potencia requerida por resistencia al rodamiento (kW)</b>
<b><math>m</math></b> =	Masa del vehículo con carga (kg/10 <sup>3</sup> )
<b><math>g</math></b> =	Constante debida a la gravedad (kg*m/s <sup>2</sup> )
<b><math>V</math></b> =	Velocidad del vehículo (m/s)
<b><math>f_r</math></b> =	Coefficiente adimensional de resistencia al rodamiento.

Potencia por resistencia aerodinámica:

$$P_{xa} = 0.5 * \delta * C_x * A_f * V^3 / 1000 \quad \text{Ec. [3.30]}$$

En donde:

**Tabla 3.19 Descripción de componentes, ecuación [3.30]: Fuente LOS AUTORES**

<b><math>P_{xa}</math></b> =	<b>Potencia requerida por la resistencia aerodinámica (kW)</b>
<b><math>\delta</math></b> =	Densidad del aire
<b><math>C_x</math></b> =	Coefficiente de resistencia aerodinámica
<b><math>A_f</math></b> =	Área frontal (m <sup>2</sup> )
<b><math>V</math></b> =	Velocidad del vehículo (m/s)

Potencia por la resistencia de inercia:

$$P_i = 0.5 * M * [(\Delta V^2) / (\Delta t)] \quad \text{Ec. [3.31]}$$

En donde:

**Tabla 3.20 Descripción de componentes, ecuación [3.31]: Fuente LOS AUTORES**

<b><math>P_i</math></b> =	<b>Potencia requerida por resistencia a la inercia (kW)</b>
<b><math>M</math></b> =	Masa inercial aproximadamente 1.03 M (incluye el efecto de las partes de rotación y reciprocantes)
<b><math>(\Delta V^2) / (\Delta t)</math></b> =	Relación de la velocidad del motor con la velocidad del vehículo (m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup> )

Potencia requerida por resistencia a la pendiente:

$$P_g = m * g * V * \sin \theta \quad \text{Ec. [3.32]}$$

En donde:

Tabla 3.21 Descripción de componentes, ecuación [3.32]: Fuente LOS AUTORES

<b><math>P_g</math></b>	<b>Potencia requerida por resistencia a la pendiente (kW)</b>
<b><math>m</math></b>	Masa del vehículo con carga (kg/10 <sup>3</sup> )
<b><math>g</math></b>	Constante debida a la gravedad (kg*m/s <sup>2</sup> )
<b><math>V</math></b>	Velocidad del vehículo (m/s)
<b><math>\theta</math></b>	Angulo de la pendiente.

Cave recalcular que los valores de la potencia debida a las resistencias de inercia y por pendiente pueden ser negativos.

### 3.5 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.

El método desarrollado para el análisis de la configuración de los elementos del sistema de transmisión, permite evaluar el desempeño de un vehículo en operación, o seleccionar los componentes para un vehículo nuevo.

También se puede determinar si el sistema de transmisión es el adecuado para que el operador utilice la zona de economía de combustible con la operación óptima del motor.

En la Figura 3.5<sup>9</sup> se presenta el diagrama de flujo del método de análisis del sistema de transmisión. Con el conocimiento del tipo de transporte que se desea realizar, carga o pasajeros, el peso bruto vehicular, la altitud sobre el nivel del mar y la capacidad de ascenso deseada, se inicia la configuración del sistema de transmisión.

---

<sup>9</sup> Método para la configuración del tren motriz de vehículos de servicio pesado con uso eficiente de combustible. ITM, 2011.

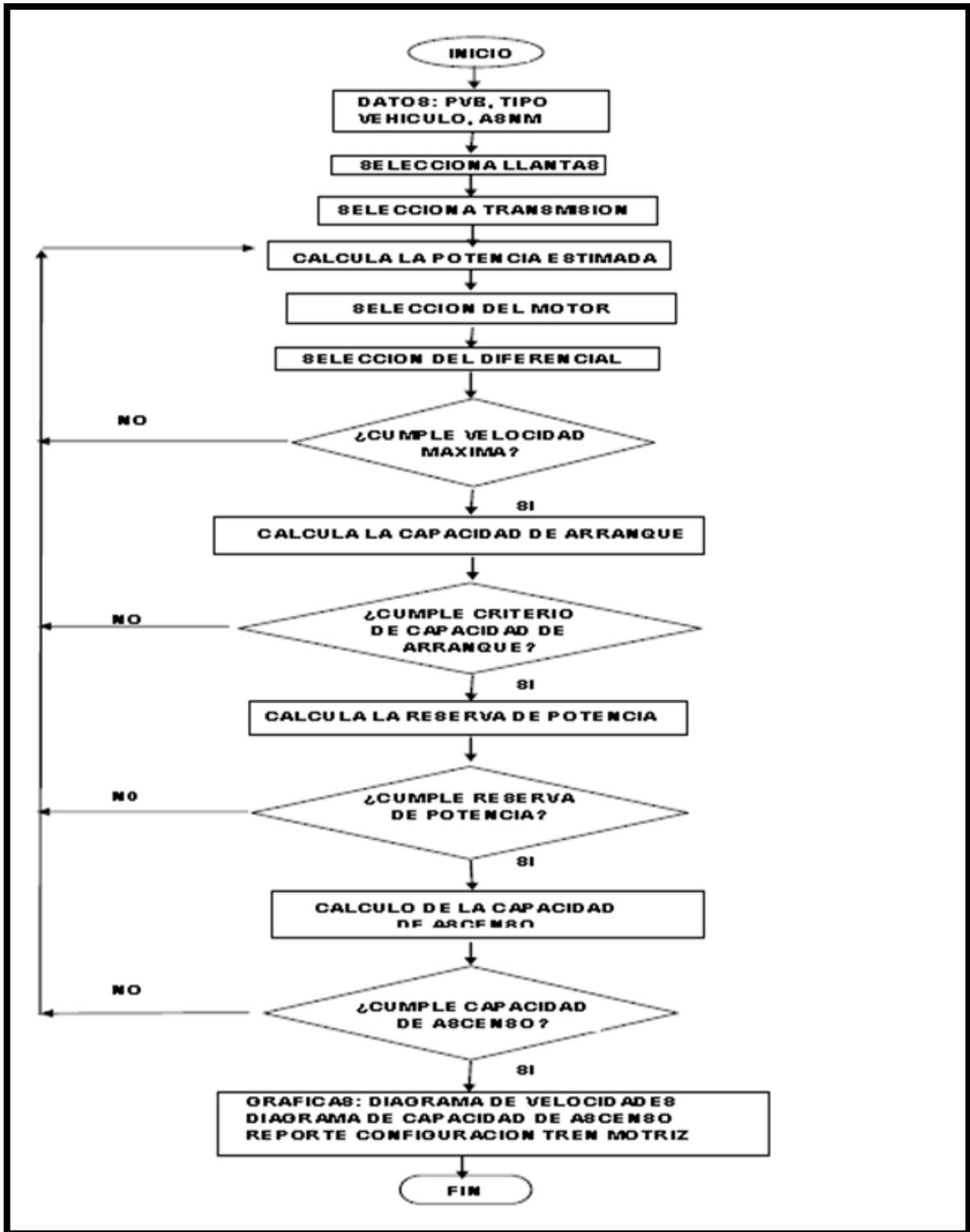


Figura 3.12 Diagrama de flujo del proceso de análisis de la transmisión: Fuente [2]

Para integrar los componentes del tren motriz se deben de considerar los siguientes aspectos.

### Clase del vehículo.

Para la selección de la clase de vehículo se requiere conocer el tipo de servicio al que se va a destinar el vehículo de transporte pesado, si es de carga o pasajeros, es decir si se trata de un autobús, camión, tracto-camión y las diferentes combinaciones de tractor con semirremolque y remolque.

Con la clase de vehículo definida, su PBV y el tipo de camino a transitar se conocerán la altura sobre el nivel del mar y la pendiente máxima con la que debe de operar el vehículo de transporte pesado. Con esta información se realiza la primera selección del vehículo y se determina el número de ejes y el número de llantas. El PBV que exceda las disposiciones establecidas en el reglamento de pesos y dimensiones es rechazado.

### Tamaño de los neumáticos.

Con la primera selección del vehículo el método establece el número de neumáticos de acuerdo con el número de ejes del vehículo, considerando la capacidad de carga de los mismos, su número y el peso bruto vehicular. El modelo toma en cuenta que cada una de ellas soporta un peso igual al de las restantes, y que sólo estará cargada el 80% de su capacidad de carga con el fin de prolongar su vida útil<sup>10</sup>. El número de neumáticos se seleccionan de acuerdo con la siguiente expresión.

$$T_n = NA_s + NA_d \quad \text{Ec. [3.33]}$$

En donde:

Tabla 3.22 Descripción de componentes, ecuación [3.33]: Fuente LOS AUTORES

$T_n$	Número de neumáticos.
$NA_s$	Numero de ejes con llantas sencillas.
$NA_d$	Numero de ejes dobles.

---

<sup>10</sup> GOODYEAR.

El tamaño de las llantas esta sujeto a las siguientes restricciones:

$B_i \leq T_N \leq T_j$

Donde:

$B_i \geq 2$

$T_j \leq 10$

$B_m \leq T_N \leq T_n$

Donde:

$B_m \geq 6$

$T_n \leq 34$

$W_b \leq PBV \leq W_t$

Donde:

$W_b \geq 17.5$

$W_t \leq 62.5$

Figura 3.13 Restricciones para la selección del tamaño de los neumáticos: Fuente [ITM]

Satisfaciendo las restricciones, se determina la capacidad de carga del neumático, mediante la siguiente relación:

$$C_{cn} = PBV/T_n \quad \text{Ec. [3.34]}$$

En donde:

Tabla 3.23 Descripción de componentes, ecuación [3.34]: Fuente LOS AUTORES

$C_{cn}$	Capacidad de carga del neumático.
$PBV$	Peso bruto vehicular.
$T_n$	Tamaño de la neumática.

## **Transmisión<sup>11</sup>.**

Generalmente para una relación de peso-potencia baja, se requiere una transmisión con pocos pasos de engranes para obtener el mejor desempeño posible con la potencia disponible.

Por ejemplo, la combinación de una transmisión de cinco velocidades y diferencial con dos velocidades, proporcionan velocidades cercanas a los 56 km/h para el desplazamiento en terrenos planos. Una transmisión de 13 velocidades es apropiada para operaciones severas, cuando se requieren pasos muy cerrados y un torque grande del motor [53]. Cuando se requiere más potencia o se tiene menos peso, las transmisiones con pocos pasos de engranes permiten desarrollar un buen trabajo. Una transmisión de 10 velocidades es preferida por la mayoría de los operadores, particularmente en áreas montañosas, en donde se requieren cambios rápidos y confiables [ITM].

En cuanto a la selección del número de ejes de tracción, no es recomendable utilizar ejes sencillos para tractores que jalan más de 31 toneladas de peso bruto combinado, debido a dos aspectos principales:

- ♣ La tracción es pobre en pavimento mojado o congelado y
- ♣ El desgaste de los neumáticos del eje de tracción de la unidad es muy rápido.

Sin embargo, se ha encontrado que para servicio pesado, un motor con torque grande y una transmisión de 13 velocidades, con una configuración tipo tándem de 18 toneladas, puede ser recomendado para soportar la carga provocada por el torque grande de esta combinación. La reducción a tándem sencillo es normalmente adecuada para servicios en autopistas.

En base a lo resaltado anteriormente la transmisión se analiza de acuerdo con el PBV de la unidad de una base de datos denominada “transmisiones”. Considerando el torque nominal

---

<sup>11</sup> Método para la configuración del tren motriz de vehículos de servicio pesado con uso eficiente de combustible. ITM.

de entrada de esta transmisión, se selecciona la transmisión con el número de velocidades más convenientes por el tipo de operaciones que realiza el vehículo, así como si es una transmisión con la última relación en el paso directo o con sobre marcha.

De esta forma se determinan la relación de pasos de cada uno de los cambios, y se procede a la selección preliminar del motor.

### **Motor.**

Para el análisis del motor se considera como una primera aproximación la potencia necesaria para mover la unidad y vencer la resistencia aerodinámica del área frontal del vehículo [8].

$$P_e = 12.03 * A_f + 2.033 * PBV \quad \text{Ec. [3.35]}$$

En donde:

**Tabla 3.24 Descripción de componentes, ecuación [3.35]: Fuente LOS AUTORES**

<b><math>P_e</math></b> =	<b>Potencia estimada (kW)</b>
<b><math>A_f</math></b> =	Superficie superficial del vehículo (m <sup>2</sup> )
<b><math>PBV</math></b> =	Peso bruto vehicular (kg)

Esta primera aproximación, forzará a una primera iteración para encontrar un motor de capacidad adecuada, haciendo que en cada ciclo se incremente la potencia del motor hasta encontrar uno con una potencia que permita mover el peso vehicular de la unidad. El motor se selecciona de acuerdo a la capacidad torsional de la transmisión y su potencia debe ser mayor a la potencia estimada anteriormente [17].

### **Diferencial.**

Con la siguiente ecuación se calcula el paso del diferencial; el resultado de esta fórmula proporciona una relación de paso cercana a las comerciales, que puede utilizarse para alcanzar la máxima velocidad permitida, dentro del área de mínimo consumo específico de combustible.

$$P_d = [(60 * C_n * (R_{cm} + 200))/(1000 * P_u * V_r)] \quad \text{Ec. [3.36]}$$

En donde:

Tabla 3.25 Descripción de componentes, ecuación [3.36]: Fuente LOS AUTORES

$P_d$ =	Relación del paso del diferencial.
$C_n$ =	Circunferencia del neumático.
$R_{cm}$ =	Régimen de consumo mínimo de combustible del motor.
$P_u$ =	Relación de paso del último engrane de la transmisión
$V_r$ =	Velocidad legal permitida para circulación en las carreteras federales del país.

El límite de velocidad para un autobús de pasajeros es de 100 km/h y para un vehículo de transporte de carga es de 95 km/h; según la agencia nacional de tránsito y seguridad vial con algunas excepciones según se muestra en la siguiente tabla 3.26.

Tabla 3.26 Límites de velocidad para vehículos de transporte pesado: Fuente LOS AUTORES

<b>Transporte público de pasajeros:</b>			
<b>Tipo de vía</b>	<b>Límite</b>	<b>Rango moderado</b>	<b>Fuera de rango</b>
Urbana	40 km	Entre 40 y 50 km	Sobre 50 km
Perimetral	70 km	Entre 70 y 100 km	Sobre 100 km
Rectas carretera	90 km	Entre 90 y 115 km	Sobre 115 km
Curvas carreteras	50 km	Entre 50 y 65 km	Sobre 65 km
<b>Transporte de carga</b>			
<b>Tipo de vía</b>	<b>Límite</b>	<b>Rango moderado</b>	<b>Fuera de rango</b>
Urbana	40 km	Entre 40 y 50 km	Sobre 50 km
Perimetral	70 km	Entre 70 y 95 km	Sobre 95 km
Rectas carretera	70 km	Entre 70 y 100 km	Sobre 100 km
Curvas carreteras	40 km	Entre 40 y 60 km	Sobre 60 km

### Calculo de la capacidad de arranque.

Posteriormente se evaluará la capacidad de arranque (Startability) del vehículo, utilizando la ecuación (3.18). La Startability se expresa en porcentaje. Para las condiciones de trabajo óptimo se considera un valor mínimo aceptable de 15% [49], cuando el motor está trabajando en el torque máximo. En caso de no cumplir con este criterio, se selecciona una nueva transmisión y se inicia otra iteración.

Al cumplirse el criterio de capacidad de arranque, se procede a evaluar la potencia de reserva del motor de acuerdo a la norma SAE J688; si la reserva es igual a cero, se iniciará otro ciclo de cálculo.

### **Calculo de la capacidad de ascenso.**

Posteriormente se estima, mediante la ecuación (3.19), la habilidad de ascenso (Gradeability) del vehículo. El criterio de Gradeability se fija en 20%, de acuerdo con la información proporcionada por fabricantes de motores. En caso de no cumplir con este criterio, se selecciona un motor de mayor potencia [17].

Si se transita por una carretera que presente una capacidad de ascenso mayor, es recomendable no dar un valor mayor de 45%, para no generar problemas con la posible configuración del tren motriz, ya que valores altos de capacidad de ascenso requerirá un motor de mayor potencia. Si la capacidad de ascenso es menor que la establecida, esto se debe indicar para lograr una configuración adecuada del tren motriz.

### **Patrón de cambios y graficas de desempeño.**

El análisis del patrón de cambios de velocidades (Shift Pattern), se realizará a través del diagrama de velocidades con el fin de observar el comportamiento de la transmisión; es decir, todos los cambios de engranes de la transmisión se deben realizar dentro del rango de mínimo consumo específico de combustible del motor.

El cumplimiento de los valores mínimos de Startability y Gradeability se presenta en graficas en donde se observan los valores que se alcanzan en cada cambio de velocidad, tanto en la capacidad de ascenso como en la velocidad máxima alcanzada.

### **Elementos para el análisis.**

Programa de simulación desarrollado para el análisis de evaluación y selección del sistema de transmisión (PSTM) de los vehículos de transporte pesado, facilitado por la doctora Rafael Mercedes.

Se utilizaron vehículos de transporte de servicio pesado de pasajeros, ver las Figuras 3.14 y 3.15, y de carga ver las figuras 3.16, 3.17, 3.18 y 3.19 los cuales fueron seleccionados por

la existencia y la utilización de mayor frecuencia en las vías de la provincia de Loja, por medio de diferentes empresas de transporte.



Figura 3.14 Vehículo seleccionado para el análisis, bus: Fuente LOS AUTORES



Figura 3.15 Vehículo seleccionado para el análisis, colectivo: Fuente LOS AUTORES



Figura 3.16 Vehículo seleccionado para el análisis, camión: Fuente LOS AUTORES



Figura 3.17 Vehículo seleccionado para el análisis, tanquero: Fuente LOS AUTORES



**Figura 3.18 Vehículo seleccionado para el análisis, volquete: Fuente LOS AUTORES**



**Figura 3.19 Vehículo seleccionado para el análisis, tráiler: Fuente LOS AUTORES**

## **Síntesis de la obtención de información y desempeño para el análisis del sistema de transmisión.**

A través del programa de cómputo proporcionado por IMT, el cual ha sido diseñado para la selección y análisis del sistema de transmisión que se ajuste a las necesidades y requerimientos en cada una de las circunstancias que se presenten al momento de movilizarse, cuenta con la información de cada uno de los componentes disponibles comercialmente en el mercado. Además, permite obtener una aproximación lo más cercana posible al comportamiento real del vehículo, considerando la eficiencia energética de la unidad. Los pasos a seguir para el desarrollo del análisis son [2]:

- 1 Con el dato del PBV y la altura sobre el nivel del mar, se selecciona un vehículo tomando en cuenta el reglamento de pesos y dimensiones, determinando a la vez, el número de ejes y el número de llantas.
- 2 Con base en lo anterior, se procede a seleccionar los neumáticos del vehículo, considerando la capacidad de carga de los mismos, su número y PBV. La información se encuentra en una base de datos denominada “neumáticos” y que el usuario puede mantener actualizada.
- 3 De acuerdo con el tipo de vehículo seleccionado se considera la resistencia aerodinámica del vehículo, así como su PBV, se estima una potencia mínima calculada, para que el programa realice la primera iteración y posteriormente seleccione las opciones más convenientes para el sistema de transmisión.
- 4 Se selecciona la transmisión de acuerdo al PBV y al torque nominal de entrada. Esta transmisión se selecciona de una base de datos denominada “transmisión”.
- 5 Una vez determinada la transmisión, se seleccionará un motor con base en el par-motor máximo que soporta la transmisión y con el PBV. Con los elementos del tren motriz: neumáticos, transmisión y motor, se calcula el paso del diferencial y se selecciona éste de la base de datos “diferencial” en combinación con la base de datos “motor”.
- 6 Una vez seleccionado el motor y el tren motriz, se calcula la capacidad de arranque en pendiente ascendente del vehículo.

- 7 Se determina la potencia de reserva requerida por la unidad para su desempeño en pendientes ascendentes, considerando el PBV y la capacidad de ascenso.
- 8 Se calcula el torque necesario para que el vehículo cumpla con la Startability. De no cumplirse con los criterios de arranque en pendiente, se calcula nuevamente el torque para iniciar otra iteración.
- 9 Al final, el programa presenta un resumen gráfico tanto del desempeño del tren motriz en su conjunto, de la capacidad de ascenso. Presenta también un diagrama de velocidades del vehículo seleccionado, indicando la velocidad máxima alcanzable en el régimen de operación a potencia máxima gobernada del motor, así como la zona verde en donde se deben realizar los cambios de la caja de velocidades para lograr el consumo mínimo de combustible del motor.

### 3.6 CÁLCULOS DINÁMICOS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.

Para el desarrollo se ha considerado, las características y especificaciones técnicas de un solo tipo de vehículo que corresponde al vehículo de transporte pesado tipo camión, el análisis de los demás se encuentra demostrado en el Anexo C, a través de tablas.

**Esfuerzo de tracción máximo:**

$$F_{tmax} = \frac{\mu * P \cos \theta * (l_1 - h * f_r)}{L - \mu * h} \quad Ec. [3.37]$$

$$F_{tmax} = \frac{0.795 * 166770 \text{ N} \cos 0 * (3.1067 \text{ m} - 1.7155 \text{ m} * 0.012)}{5.03 \text{ m} - 0.795 * 1.7155 \text{ m}}$$

$$F_{tmax} = 112572.62 \text{ N}$$

**Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.**

$$n_m = \frac{rpm \text{ de } V_{max}}{\xi_j} \quad Ec. [3.38]$$

Para la primera velocidad.

$$n_1 = \frac{2500 \text{ rpm}}{58.446} = 42.77 \text{ rpm}$$

Para la segunda velocidad.

$$n_2 = \frac{2500 \text{ rpm}}{40.727} = 61.38 \text{ rpm}$$

Para la tercera velocidad.

$$n_3 = \frac{2500 \text{ rpm}}{30.293} = 82.53 \text{ rpm}$$

Para la cuarta velocidad.

$$n_4 = \frac{2500 \text{ rpm}}{22.052} = 113.37 \text{ rpm}$$

Para la quinta velocidad.

$$n_5 = \frac{2500 \text{ rpm}}{16.409} = 152.35 \text{ rpm}$$

Para la sexta velocidad.

$$n_6 = \frac{2500 \text{ rpm}}{11.474} = 217.87 \text{ rpm}$$

Para la séptima velocidad.

$$n_7 = \frac{2500 \text{ rpm}}{8.533} = 292.98$$

Para la octava velocidad.

$$n_8 = \frac{2500 \text{ rpm}}{6.413} = 402.49 \text{ rpm}$$

Para la novena velocidad.

$$n_1 = \frac{2500 \text{ rpm}}{4.625} = 540.54 \text{ rpm}$$

**Velocidad de rotación en función de la rpm.**

$$V = \frac{\pi * n_m}{30} [r(1 - i)] \quad \text{Ec. [3.39]}$$

Para la primera velocidad.

$$V_1 = \frac{\pi * 42.774 \text{ rpm}}{30} [0.5637 \text{ m}] * \left[ \frac{3600}{1000} \right] = 9.09 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Para la segunda velocidad.

$$V_2 = \frac{\pi * 61.383 \text{ rpm}}{30} [0.5637 \text{ m}] * \left[ \frac{3600}{1000} \right] = 13.05 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Para la tercera velocidad.

$$V_3 = \frac{\pi * 82.525 \text{ rpm}}{30} [0.5637 \text{ m}] * \left[ \frac{3600}{1000} \right] = 17.54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Para la cuarta velocidad.

$$V_4 = \frac{\pi * 113.368 \text{ rpm}}{30} [0.5637 \text{ m}] * \left[ \frac{3600}{1000} \right] = 24.09 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Para la quinta velocidad.

$$V_5 = \frac{\pi * 152.350 \text{ rpm}}{30} [0.5637 \text{ m}] * \left[ \frac{3600}{1000} \right] = 32.38 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Para la sexta velocidad.

$$V_6 = \frac{\pi * 217.870 \text{ rpm}}{30} [0.5637 \text{ m}] * \left[ \frac{3600}{1000} \right] = 46.31 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Para la séptima velocidad.

$$V_7 = \frac{\pi * 292.975 \text{ rpm}}{30} [0.5637 \text{ m}] * \left[ \frac{3600}{1000} \right] = 62.27 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Para la octava velocidad.

$$V_8 = \frac{\pi * 402.487 \text{ rpm}}{30} [0.5637 \text{ m}] * \left[ \frac{3600}{1000} \right] = 85.54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Para la novena velocidad.

$$V_9 = \frac{\pi * 540.540 \text{ rpm}}{30} [0.5637 \text{ m}] * \left[ \frac{3600}{1000} \right] = 114.88 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

**Pendiente según cada una de las velocidades máximas.**

Determinamos las rpm a la velocidad máxima de cada una de las relaciones de transmisión, para este caso 2500 rpm, como se puede observar en la tabla C1. Camión del Anexo C.

$$n_m = \frac{30 * V_{max} * \xi_j}{\pi * r_e} \quad \text{Ec. [3.40]}$$

$$n_m = \frac{30 * 31.912 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 4.625}{\pi * 0.5637 \text{ m}} = 2500 \text{ rpm}$$

**Esfuerzo tractor en el neumático:**

$$F_{t \text{ neumático}} = \frac{P_m * \eta * \xi_j}{r_c} \quad \text{Ec. [3.41]}$$

Para la primera velocidad.

$$F_{t \text{ neumático}} = \frac{P_m * \eta * \xi_j}{r_c}$$

$$F_{t \text{ neumático}} = \frac{735 \text{ Nm} * 0.85 * 58.4461}{0.5230 \text{ m}} = 69806.2 \text{ N}$$

Para la segunda velocidad.

$$F_{t \text{ neumático}} = \frac{P_m * \eta * \xi_j}{r_c}$$

$$F_{t \text{ neumático}} = \frac{735 \text{ Nm} * 0.85 * 40.7277}{0.5230 \text{ m}} = 48643.9 \text{ N}$$

Para la tercera velocidad.

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{P_m * \eta * \xi_j}{r_c}$$

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{735\text{ Nm} * 0.85 * 30.2937}{0.5230\text{ m}} = 36181.9\text{ N}$$

Para la cuarta velocidad.

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{P_m * \eta * \xi_j}{r_c}$$

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{735\text{ Nm} * 0.85 * 22.052}{0.5230\text{ m}} = 26338.2\text{ N}$$

Para la quinta velocidad.

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{P_m * \eta * \xi_j}{r_c}$$

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{735\text{ Nm} * 0.85 * 16.4095}{0.5230\text{ m}} = 19599\text{ N}$$

Para la sexta velocidad.

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{P_m * \eta * \xi_j}{r_c}$$

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{735\text{ Nm} * 0.85 * 11.4746}{0.5230\text{ m}} = 13704.9\text{ N}$$

Para la séptima velocidad.

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{P_m * \eta * \xi_j}{r_c}$$

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{735\text{ Nm} * 0.85 * 8.5331}{0.5230\text{ m}} = 10191.7\text{ N}$$

Para la octava velocidad.

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{P_m * \eta * \xi_j}{r_c}$$

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{735 \text{ Nm} * 0.85 * 6.2113}{0.5230 \text{ m}} = 7418.67 \text{ N}$$

Para la novena velocidad.

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{P_m * \eta * \xi_j}{r_c}$$

$$F_{t\text{ neumático}} = \frac{735 \text{ Nm} * 0.85 * 4.625}{0.5230 \text{ m}} = 5523.95 \text{ N}$$

**Resistencia total al avance:**

$$R_T = F_{xa} + R_r + R_g$$

**Resistencia aerodinámica.**

Para la primera velocidad.

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * \delta * C_x * A_f * V^2$$

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * 1.225 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0.7 * 7.865 \text{ m} * \left(2.5252 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 21.50 \text{ N}$$

Para la segunda velocidad.

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * \delta * C_x * A_f * V^2$$

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * 1.225 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0.7 * 7.865 \text{ m} * \left(3.6238 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 44.28 \text{ N}$$

Para la tercera velocidad.

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * \delta * C_x * A_f * V^2$$

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * 1.225 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0.7 * 7.865 \text{ m} * \left(4.8720 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 80.04 \text{ N}$$

Para la cuarta velocidad.

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * \delta * C_x * A_f * V^2$$

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * 1.225 \frac{Kg}{m^3} * 0.7 * 7.865 m * \left(6.6929 \frac{m}{s}\right)^2 = 151.06 N$$

Para la quinta velocidad.

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * \delta * C_x * A_f * V^2$$

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * 1.225 \frac{Kg}{m^3} * 0.7 * 7.865 m * \left(8.9943 \frac{m}{s}\right)^2 = 272.79 N$$

Para la sexta velocidad.

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * \delta * C_x * A_f * V^2$$

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * 1.225 \frac{Kg}{m^3} * 0.7 * 7.865 m * \left(12.8626 \frac{m}{s}\right)^2 = 557.90 N$$

Para la séptima velocidad.

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * \delta * C_x * A_f * V^2$$

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * 1.225 \frac{Kg}{m^3} * 0.7 * 7.865 m * \left(17.2965 \frac{m}{s}\right)^2 = 1008.83 N$$

Para la octava velocidad.

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * \delta * C_x * A_f * V^2$$

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * 1.225 \frac{Kg}{m^3} * 0.7 * 7.865 m * \left(23.7617 \frac{m}{s}\right)^2 = 1903.96 N$$

Para la novena velocidad.

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * \delta * C_x * A_f * V^2$$

$$F_{xa} = \frac{1}{2} * 1.225 \frac{Kg}{m^3} * 0.7 * 7.865 m * \left(31.912 \frac{m}{s}\right)^2 = 3434.08 N$$

**Resistencia a la rodadura.**

Se debe considerar que el  $\cos \theta = 1$ .

$$R_r = f_r * P \cos \theta$$

$$R_r = 0.012 * 166777 N = 1789.96 N$$

**Resistencia gravitatoria.**

$$R_g = P * \sin \theta$$

$$R_g = 166777 N * \sin \theta$$

**Pendiente de inclinación.**

Como el esfuerzo tractor del neumático es igual a la resistencia total al movimiento se tiene:

$$R_T = F_{xa} + R_r + R_g = F_{t \text{ neumático}}$$

Para la primera velocidad.

$$F_{t \text{ neumático}} = F_{xa} + R_r + R_g$$

$$69806.2 N = 21.50 N + 2001.24 N + 166777 N * \sin \theta$$

$$\theta = INV \sin \left[ \frac{69806.2 N - (21.50 N + 2001.24 N)}{166770} \right]$$

$$\theta = 23.98^\circ = 44.48 \%$$

Para la segunda velocidad.

$$F_{t \text{ neumático}} = F_{xa} + R_r + R_g$$

$$48643.9 N = 44.28 N + 2001.24 N + 166777 N * \sin \theta$$

$$\theta = INV \sin \left[ \frac{48643.9 N - (44.28 N + 2001.24 N)}{166770} \right]$$

$$\theta = 16.22^\circ = 29.10\%$$

Para la tercera velocidad.

$$F_{t\text{ neumatico}} = F_{xa} + R_r + R_g$$

$$36181.9 = 80.04 N + 2001.24 N + 166777 N * \sin \theta$$

$$\theta = INV \sin \left[ \frac{36181.9 N - (80.04 N + 2001.24 N)}{166770} \right]$$

$$\theta = 11.79^\circ = 20.88 \%$$

Para la cuarta velocidad.

$$F_{t\text{ neumatico}} = F_{xa} + R_r + R_g$$

$$26338.2 N = 151.05 N + 2001.24 N + 166777 N * \sin \theta$$

$$\theta = INV \sin \left[ \frac{26338.2 N - (151.05 N + 2001.24 N)}{166770} \right]$$

$$\theta = 8.34^\circ = 14.65 \%$$

Para la quinta velocidad.

$$F_{t\text{ neumatico}} = F_{xa} + R_r + R_g$$

$$19599 N = 272.79 N + 2001.24 N + 166777 N * \sin \theta$$

$$\theta = INV \sin \left[ \frac{19599 N - (272.79 N + 2001.24 N)}{166770} \right]$$

$$\theta = 5.96^\circ = 10.45 \%$$

Para la sexta velocidad.

$$F_{t\text{ neumático}} = F_{xa} + R_r + R_g$$

$$13704.9\text{ N} = 557.90\text{ N} + 2001.24\text{ N} + 166777\text{ N} * \sin \theta$$

$$\theta = \text{INV} \sin \left[ \frac{13704.9\text{ N} - (557.90\text{ N} + 2001.24\text{ N})}{166770} \right]$$

$$\theta = 3.83^\circ = 6.69\%$$

Para la séptima velocidad.

$$F_{t\text{ neumático}} = F_{xa} + R_r + R_g$$

$$10191.7\text{ N} = 1008.83\text{ N} + 2001.24\text{ N} + 166777\text{ N} * \sin \theta$$

$$\theta = \text{INV} \sin \left[ \frac{10191.7\text{ N} - (1008.83\text{ N} + 2001.24\text{ N})}{166770} \right]$$

$$\theta = 2.47^\circ = 4.31\%$$

Para la octava velocidad.

$$F_{t\text{ neumático}} = F_{xa} + R_r + R_g$$

$$7418.67\text{ N} = 1903.96\text{ N} + 2001.24\text{ N} + 166777\text{ N} * \sin \theta$$

$$\theta = \text{INV} \sin \left[ \frac{7418.67\text{ N} - (1903.96\text{ N} + 2001.24\text{ N})}{166770} \right]$$

$$\theta = 1.21^\circ = 2.10\%$$

Para la novena velocidad.

$$F_{t\text{ neumático}} = F_{xa} + R_r + R_g$$

$$5523.95\text{ N} = 3434.08\text{ N} + 2001.24\text{ N} + 166777\text{ N} * \sin \theta$$

$$\theta = INV \sin \left[ \frac{5523.95 N - (3434.08 N + 2001.24 N)}{166770} \right]$$

$$\theta = 0.03^\circ = 0.05 \%$$

Pendiente máxima.

$$R_T = F_{tmax} = P \sin \theta + P * f_r$$

$$\theta = INV \sin \left( \frac{F_{tmax} - P * f_r}{P} \right)$$

$$\theta = INV \sin \left( \frac{112572.6209N - 166770 N * 0.012}{166770 N} \right) = 0.2881^\circ = 55\%$$

Los valores aquí calculados se van a ver representados mas adelante a través de las graficas de análisis de cada uno de los vehículos, para un mejor entendimiento e interpretación de los mismos.

### **3.7 APLICACIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.**

#### **Bus Mercedes Benz**

El vehículo seleccionado para el análisis, corresponde a la marca MERCEDES BENZ modelo OF 1721, equipado con un motor Mercedes Benz OM 366 LA, de 4 cilindros en línea con 208 HP, transmisión Mercedes Benz G60-6 / 9.2, paso del diferencial 5.85 y neumáticos 275/80 R 22.5. El vehículo transporto un peso de 17500 kg.

La ruta mas frecuente utilizada para la prueba fue Loja – Catacocha – Alamor – Zapotillo y de regreso Zapotillo – Alamor – Catacocha – Loja. La distancia del recorrido fue de 421.12 km. El sistema de transmisión de la unidad fue evaluado utilizando el programa desarrollado para la selección y evaluación del sistema de transmisión (PSTM).

En el anexo B1 se presenta la información del motor Mercedes Benz OM 366 LA correspondiente a la potencia, torque y consumo mínimo de combustible que se presenta en las 1950 rpm con valor de 197 g/kW-h.

Con la información de cada uno de los componentes suministrada al modelo de simulación, se obtiene el diagrama de velocidades que se muestra en la Figura 3.19. Se observa que la máxima velocidad que alcanza el vehículo es de 103.25 km/h en el último cambio de la caja de velocidades, esto ocurre a 2600 rpm que es en donde el motor proporciona la potencia máxima.

En el diagrama de velocidades se localiza la zona de economía de combustible, zona verde, para el motor Mercedes Benz OM 366 LA, la cual se presenta en el rango de las 1750 rpm a las 2150 rpm, en la zona verde establecida se analiza el patrón de cambios de velocidades de la transmisión, observando en la Figura 3.20, que los primeros cambios de la transmisión caen fuera del rango. Por lo que se establece que es necesario realizar el cambio de la caja de velocidades, para lograr un uso eficiente del combustible sin demérito del desempeño del vehículo.

Respecto al diagrama de capacidad de ascenso del vehículo, en la figura 3.21 se observa que el sistema de transmisión del vehículo cumple con las condiciones de desempeño, tanto en la capacidad de arranque (Startability) que es de 29%, representando el valor mínimo para este rango 15% y en la capacidad de ascenso (Gradeability) de 48%, la capacidad de ascenso tiene un valor aceptable para las condiciones geomorfológicas de la Provincia de Loja en donde se encuentra la topografía mas accidentada del país.

En la Tabla 3.27 se presenta el reporte de evaluación de los elementos del tren motriz del vehículo MERCEDES BENZ modelo OF 1721, como son el tipo de unidad evaluada con el PBV a transportar, las características del motor, las características de la transmisión, el tipo de diferencial evaluado con su relación de paso correspondiente. También se indican las características principales de la llanta como son el tamaño y la carga máxima. Desde el punto de vista del uso eficiente del combustible se proporciona la velocidad máxima que se puede alcanzar dentro de la zona verde, el valor de arrancabilidad (Startability) y capacidad de ascenso (Gradeability) en pendiente, que se logran con el sistema de transmisión valuado.

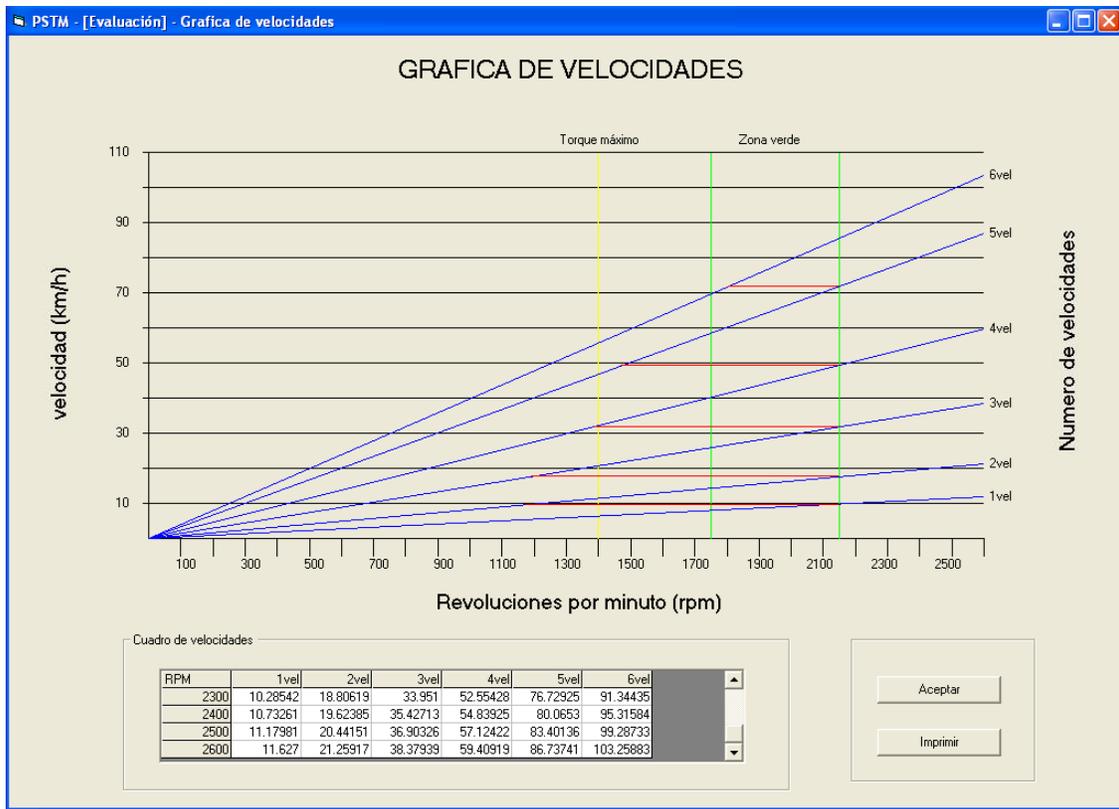


Figura 3.20 Diagrama de velocidades y zona verde, bus: Fuente LOS AUTORES

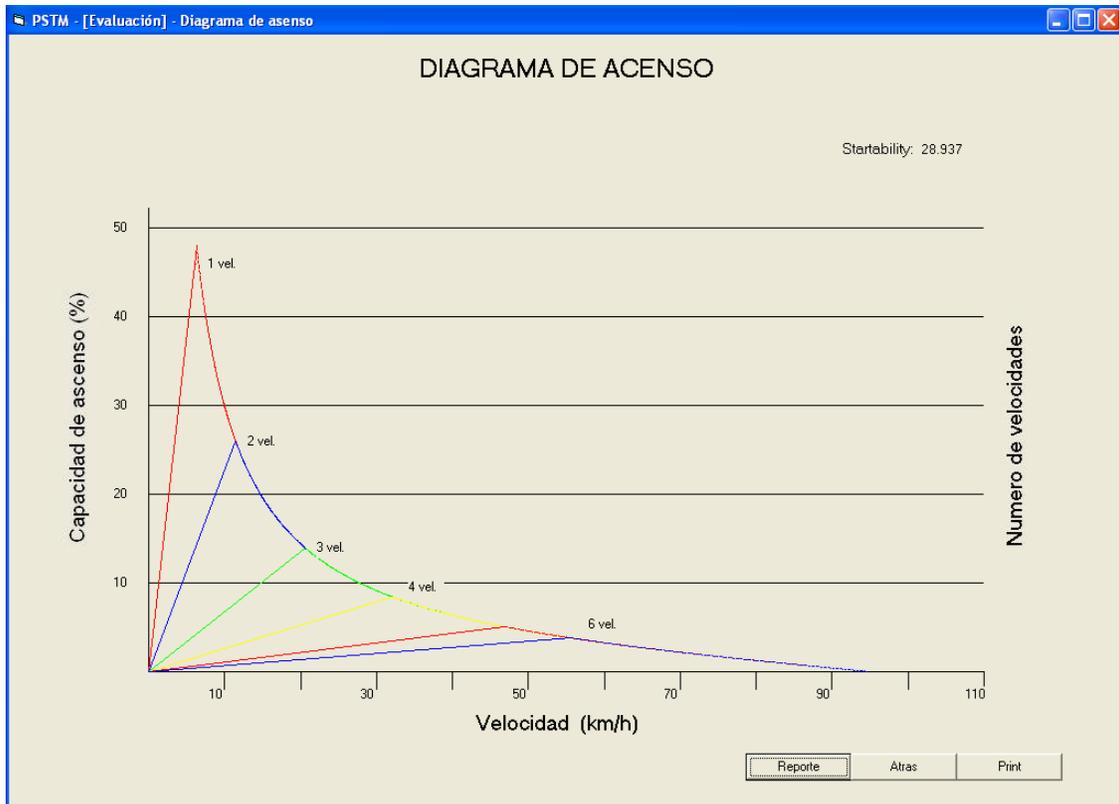


Figura 3.21 Diagrama de capacidad de ascenso del sistema de transmisión, bus: Fuente LOS AUTORES

**Tabla 3.27 Reporte de evaluación y características del sistema de transmisión, bus: Fuente LOS AUTORES**

Programa de selección de trenmotriz					
Reporte de evaluación vehicular					
Tipo de unidad					
Tipo de unidad	Nomenclatura	Numero de Llantas	PBV en (Kg.)		
Autobus	B2	6	17500		
Motor					
Marca	Modelo	RPM	Pot. en Kw.	Torque en NM	Torque en RPM
Mercedes Benz	OM 366 LA	2600	155	660	1400
Transmisión					
Marca	Modelo	Torque (NM)	Carga Maxima (kg)	Numero de velocidades	
Mercedes Benz	G60-6/9.2	905.02	15056.4	6	
Diferencial					
Marca	Modelo	Carga Máxima (kg)	Relación de paso	Relación de paso dual	Tipo de diferencial
Mercedes Benz	HL 4/060D-10	22100	5.85	0	SENCILLO
Llantas					
Marca	Modelo	medida	Ancho de Rim (M)	Diámetro de llanta (M)	Carga de llanta
GOODYEAR	G 667	275/80 R22.5	0.20955	1.0115	3150
Vel. Máx. En zona verde					
72		Gradeability		Startability	
72		46		29	

## **Colectivo Chevrolet**

El vehículo seleccionado para el análisis, corresponde a la marca CHERVROLET modelo NPR 71P, equipado con un motor Isuzu 4HG1T, de 4 cilindros en línea con 120 HP, transmisión Isuzu MYY6P, paso del diferencial 4.56 y neumáticos 215/75 R 17.5. El vehículo transporta un peso de 5500 kg.

La ruta más frecuente utilizada para la prueba fue Sozoranga – Cariamanga – Amaluza y de regreso Amaluza – Cariamanga – Sozoranga. La distancia del recorrido fue de 168.29 km. El sistema de transmisión de la unidad fue evaluado utilizando el programa desarrollado para la selección y evaluación del tren motriz (PSTM).

En el anexo B2 se presenta la información del motor Isuzu 4HG1T correspondiente a la potencia, torque y consumo mínimo de combustible que se presenta en las 2300 rpm con valor de 194g/kW-h.

Con la información de cada uno de los componentes suministrada al modelo de simulación, se obtiene el diagrama de velocidades que se muestra en la Figura 3.21. Se observa que la máxima velocidad que alcanza el vehículo es de 161.01 km/h en el último cambio de la caja de velocidades, esto ocurre a 2900 rpm que es en donde el motor proporciona la potencia máxima.

En el diagrama de velocidades se localiza la zona de economía de combustible, zona verde, para el motor Isuzu 4HG1T, la cual se presenta en el rango de las 1150 rpm a las 2550 rpm, en la zona verde establecida se analiza el patrón de cambios de velocidades de la transmisión, observando en la Figura 3.22, que la mayoría de éstos caen fuera de la zona de eficiencia energética del motor. Por otro lado, se observa que la velocidad máxima que se puede alcanzar en el límite superior de la zona verde es de 102 km/h con el sistema de transmisión evaluado.

Respecto al diagrama de capacidad de ascenso del vehículo, en la figura 3.23 se observa que el sistema de transmisión del vehículo cumple con las condiciones de desempeño, tanto en la capacidad de arranque (Startability) que es de 29%, representando el valor mínimo para este rango 15% y en la capacidad de ascenso (Gradeability) de 30%, la

capacidad de ascenso tiene un valor aceptable para las condiciones geomorfológicas de la Provincia de Loja en donde se encuentra la topografía mas accidentada del país.

En la Tabla 3.28 se presenta el reporte de evaluación de los elementos del sistema de transmisión del vehículo CHEVROLET modelo NPR 71P, como son el tipo de unidad evaluada con el PBV a transportar, las características del motor, las características de la transmisión, el tipo de diferencial evaluado con su relación de paso correspondiente. También se indican las características principales de la llanta como son el tamaño y la carga máxima. Desde el punto de vista del uso eficiente del combustible se proporciona la velocidad máxima que se puede alcanzar dentro de la zona verde, el valor de arrancabilidad (Startability) y capacidad de ascenso (Gradeability) en pendiente, que se logran con el sistema de transmisión valuado.

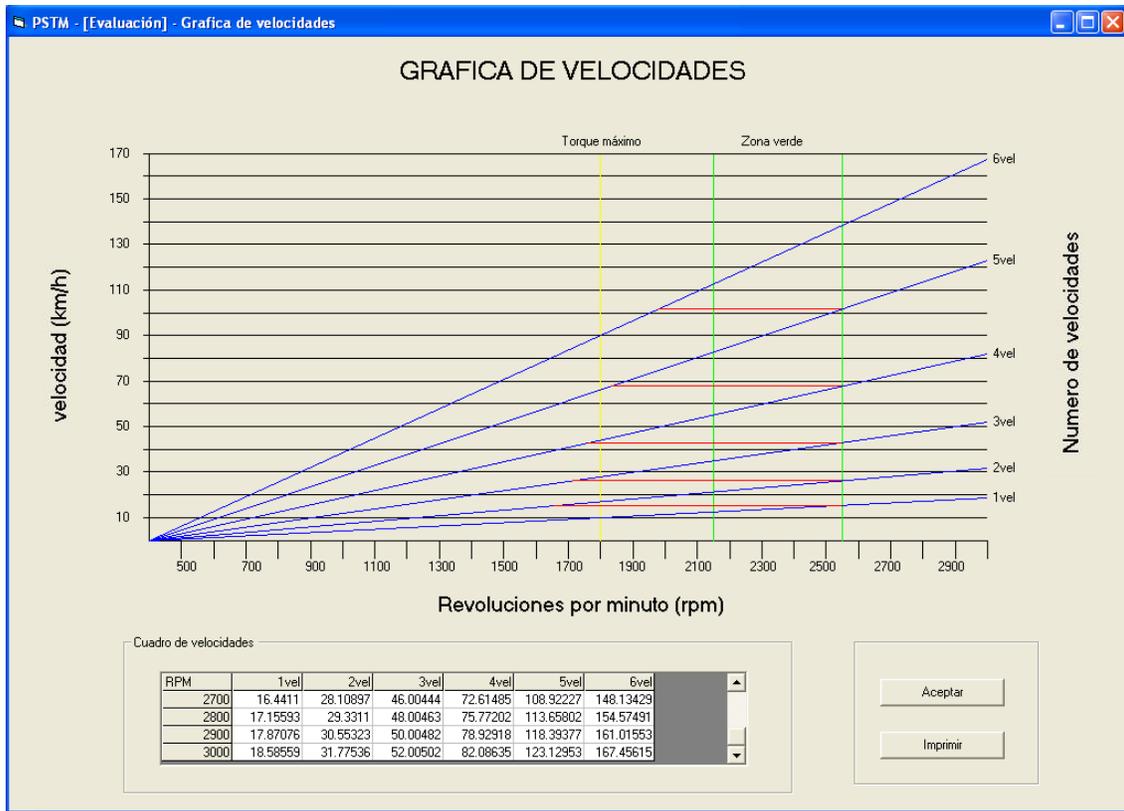


Figura 3.22 Diagrama de velocidades y zona verde, colectivo: Fuente LOS AUTORES

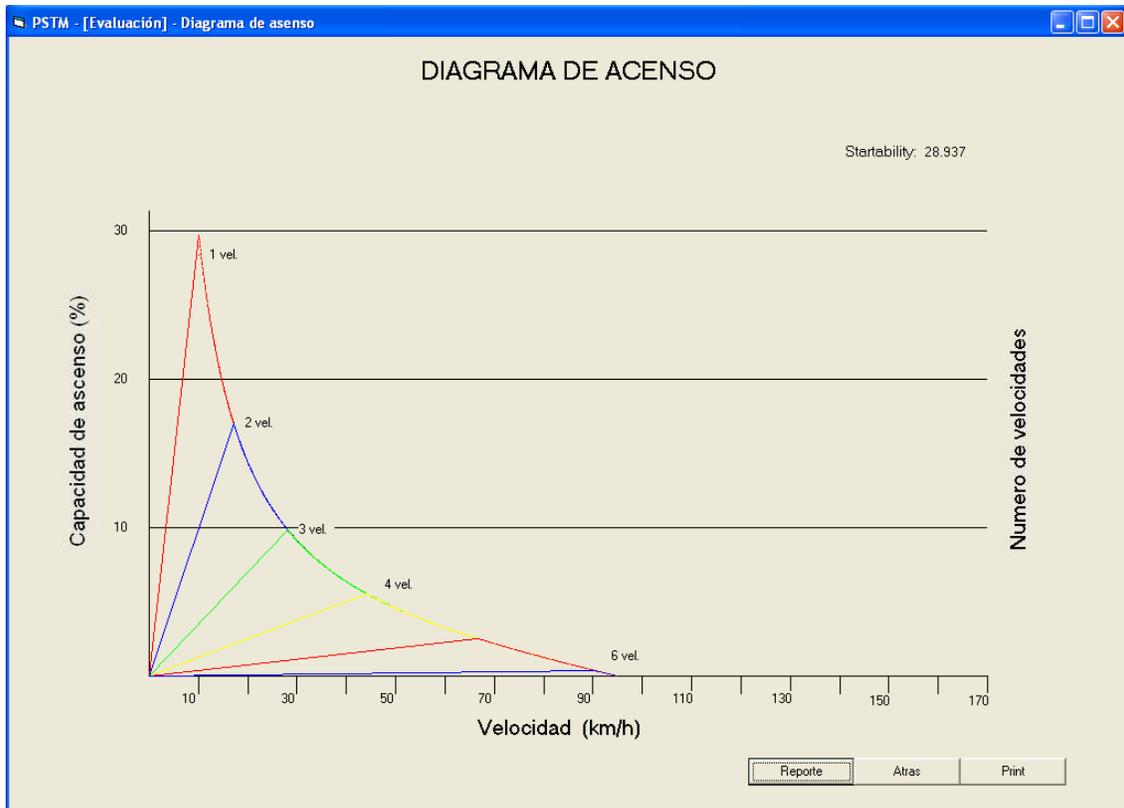


Figura 3.23 Diagrama de capacidad de ascenso del sistema de transmisión, colectivo: Fuente LOS AUTORES

**Tabla 3.28 Reporte de evaluación y características del sistema de transmisión, colectivo: Fuente LOS AUTORES**

Programa de selección de trenmotriz					
Reporte de evaluación vehicular					
Tipo de unidad					
Tipo de unidad	Nomenclatura	Numero de Llantas	PBV en (Kg.)		
Autobus	B2	6	5500		
Motor					
Marca	Modelo	RPM	Pot. en Kw.	Torque en NM	Torque en RPM
ISUZU	4HG1T	2850	89	325	1800
Transmisión					
Marca	Modelo	Torque (NM)	Carga Maxima (kg)	Numero de velocidades	
ISUZU	MYY6P	759	14056	6	
Diferencial					
Marca	Modelo	Carga Máxima (kg)	Relación de paso	Relación de paso dual	Tipo de diferencial
ROCKWELL	RS-17-140	17268	4.56	0	SENCILLO
Llantas					
Marca	Modelo	medida	Ancho de Rim (M)	Diámetro de llanta (M)	Carga de llanta
GOODYEAR	REG RHD	215/75 R17.5	0.17145	0.767	1600
Vel. Máx. En zona verde					
Vel. Máx. En zona verde		Gradeability		Startability	
102		30		29	

## **Camiones Hino**

El vehículo seleccionado para el análisis, corresponde a la marca HINO serie 500 modelo 1726 (GH8JMSA), equipado con un motor HINO J08C, de 6 cilindros con 260 HP, transmisión Fuller FS 6109 A, paso del diferencial 4.625 y neumáticos 12 R 22.5 El vehículo transporta un peso de 12500 kg.

La ruta más frecuente utilizada para la prueba fue Loja – Catacocha – Macara y de regreso a Macara – Cariamanga – Loja. La distancia del recorrido fue de 282.78 km. El tren motriz de la unidad fue evaluado utilizando el programa desarrollado para la selección y evaluación del tren motriz (PSTM).

En el anexo B3 se presenta la información del motor Hino J08C correspondiente a la potencia, torque y consumo mínimo de combustible que se presenta en las 1450 rpm con valor de 198 g/kW-h.

Con la información de cada uno de los componentes suministrada al modelo de simulación, se obtiene el diagrama de velocidades que se muestra en la Figura 3.24. Se observa que la máxima velocidad que alcanza el vehículo es de 114 km/h en el último cambio de la caja de velocidades, esto ocurre a 2500 rpm que es en donde el motor proporciona la potencia máxima.

En el diagrama de velocidades se localiza la zona de economía de combustible, zona verde, para el motor Hino J08C, la cual se presenta en el rango de las 1500 rpm a las 1900 rpm. En la zona verde establecida se analiza el patrón de cambios de velocidades de la transmisión, observando en la Figura 3.24 que los primeros cambios de la transmisión y el último caen fuera del rango.

Respecto al diagrama de capacidad de ascenso del vehículo, en la figura 3.25 se observa que el sistema de transmisión del vehículo cumple con las condiciones de desempeño, tanto en la capacidad de arranque (Startability) que es de 33%, representando el valor mínimo para este rango 15% y en la capacidad de ascenso (Gradeability) de 51%, la capacidad de ascenso tiene un valor aceptable para las condiciones geomorfológicas de la Provincia de Loja en donde se encuentra la topografía más accidentada del país.

En la Tabla 3.29 se presenta el reporte de evaluación de los elementos del sistema de transmisión del vehículo HINO modelo GH 1726 (GH8JMSA), como son el tipo de unidad evaluada con el PBV a transportar, las características del motor, las características de la transmisión, el tipo de diferencial evaluado con su relación de paso correspondiente. También se indican las características principales de la llanta como son el tamaño y la carga máxima. Desde el punto de vista del uso eficiente del combustible se proporciona la velocidad máxima que se puede alcanzar dentro de la zona verde, el valor de arrancabilidad (Startability) y capacidad de ascenso (Gradeability) en pendiente, que se logran con el sistema de transmisión valuado.

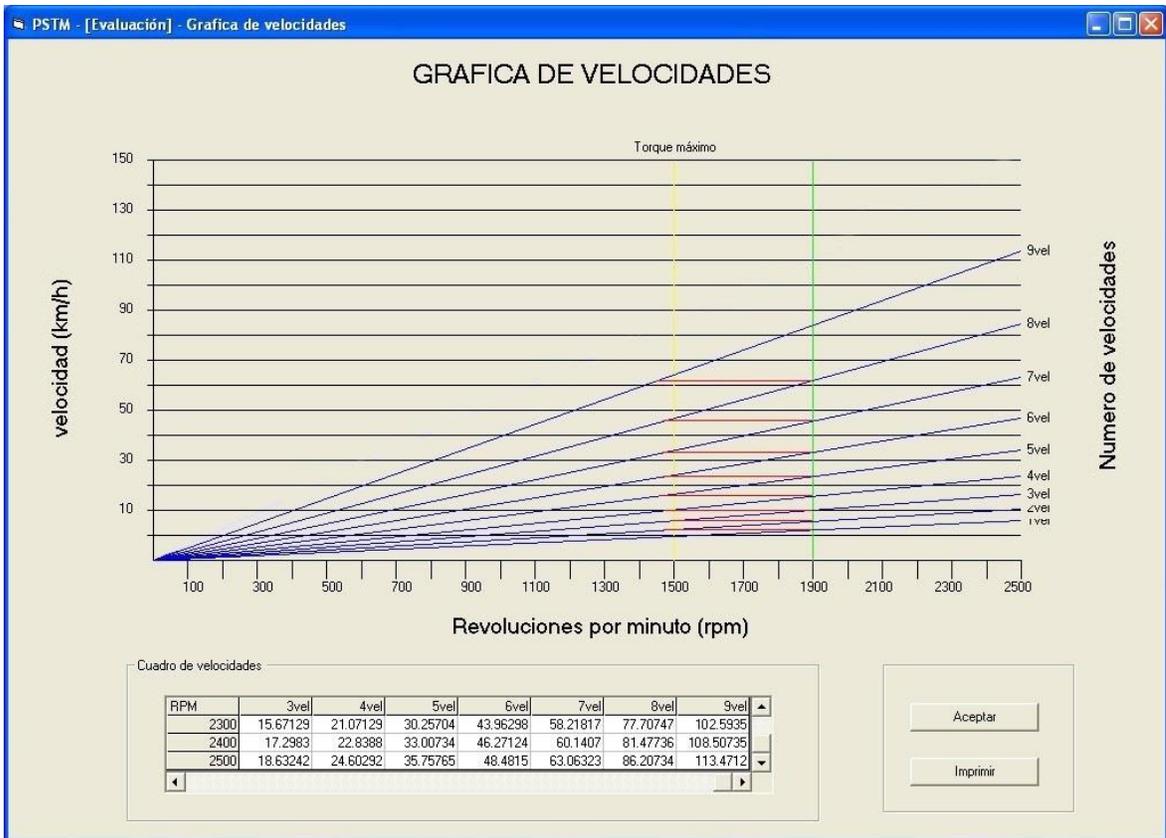
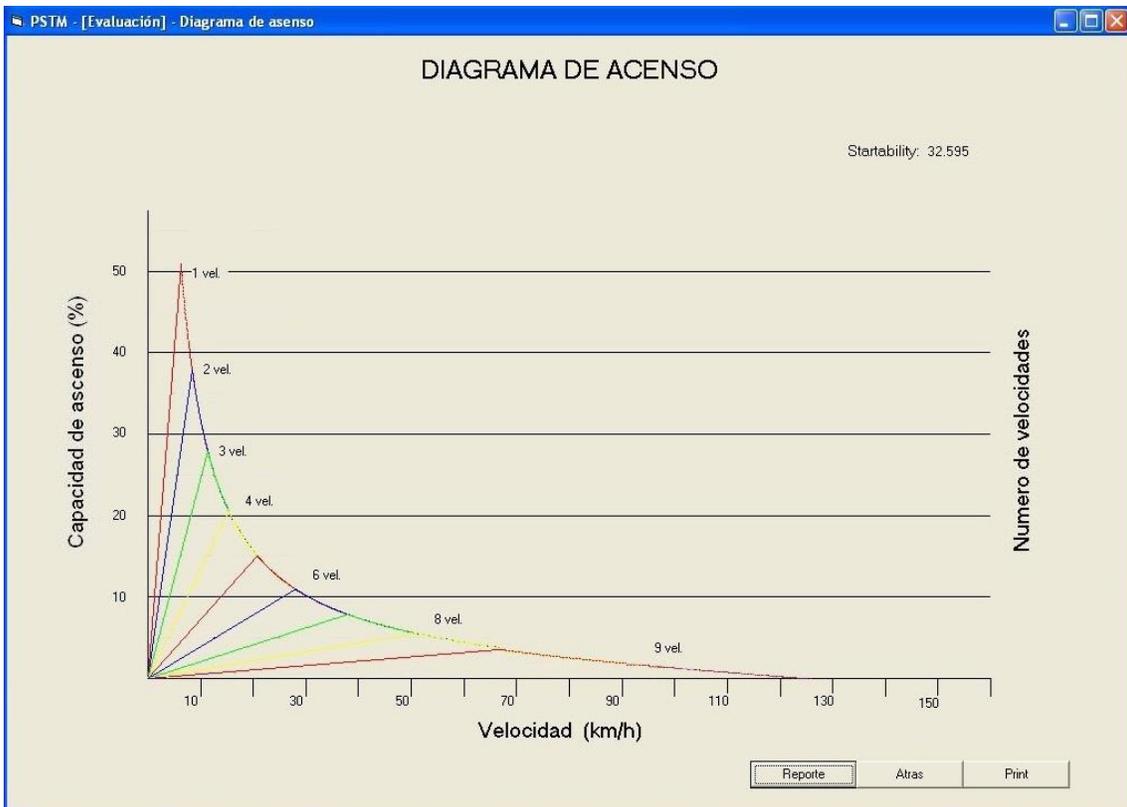


Figura 3.24 Diagrama de velocidades y zona verde, camión: Fuente LOS AUTORES



**Figura 3.25 Diagrama de capacidad de ascenso del sistema de transmisión, camión: Fuente LOS AUTORES**

**Tabla 3.29 Reporte de evaluación y características del sistema de transmisión, camión: Fuente LOS AUTORES**

Programa de selección de trenmotriz					
Reporte de evaluación vehicular					
Tipo de unidad					
Tipo de unidad	Nomenclatura	Numero de Llantas	PBV en (Kg.)		
Camión unitario	C2	6	12500		
Motor					
Marca	Modelo	RPM	Pot. en Kw.	Torque en NM	Torque en RPM
HINO	J08C	2500	191	745	1500
Transmisión					
Marca	Modelo	Torque (NM)	Carga Maxima (kg)	Numero de velocidades	
EATON	FS-6109A	1126.98	29483.5	9	
Diferencial					
Marca	Modelo	Carga Máxima (kg)	Relación de paso	Relación de paso dual	Tipo de diferencial
HINO	SH17-6	18200	4.62	0	SENCILLO
Llantas					
Marca	Modelo	medida	Ancho de Rim (M)	Diámetro de llanta (M)	Carga de llanta
BRIDGESTONE	M840	12 R 22.5	0.22865	1.085	3186
Vel. Máx. En zona verde					
72		Gradeability		Startability	
72		51		33	

### **Tanquero Hino.**

El vehículo seleccionado para el análisis, corresponde a la marca HINO serie 500 modelo 2626 (FM1JRUA), equipado con un motor HINO J08C, de 6 cilindros con 260 HP, transmisión Fuller FS 8209 A, paso del diferencial 4.85 y neumáticos 11 R 22.5 El vehículo transporta un peso de 19500 kg.

La ruta mas frecuente utilizada para la prueba fue Catamayo – Catacocha – Alamor – Zapotillo y de regreso Zapotillo – Alamor – Catacocha – Catamayo. La distancia del recorrido fue de 357.5 km. El tren motriz de la unidad fue evaluado utilizando el programa desarrollado para la selección y evaluación del tren motriz (PSTM).

En el anexo B3 se presenta la información del motor Hino J08C correspondiente a la potencia, torque y consumo mínimo de combustible que se presenta en las 1450 rpm con valor de 198 g/kW-h.

Con la información de cada uno de los componentes suministrada al modelo de simulación, se obtiene el diagrama de velocidades que se muestra en la Figura 3.26. Se observa que la máxima velocidad que alcanza el vehículo es de 112.77 km/h en el último cambio de la caja de velocidades, esto ocurre a 2500 rpm que es en donde el motor proporciona la potencia máxima.

En el diagrama de velocidades se localiza la zona de economía de combustible, zona verde, para el motor Hino J08C, la cual se presenta en el rango de las 1500 rpm a las 1900 rpm En la zona verde establecida se analiza el patrón de cambios de velocidades de la transmisión, observando en la Figura 3.26 que todos los cambios de la transmisión se pueden realizar dentro de esta zona sin ningún problema. Por lo que se esta logrando un uso eficiente del combustible sin demérito del desempeño del vehículo. La velocidad alcanzada dentro de la “zona verde” es de 70 km/h.

Respecto al diagrama de capacidad de ascenso del vehículo, en la figura 3.27 se observa que el sistema de transmisión del vehículo cumple con las condiciones de desempeño, tanto en la capacidad de arranque (Startability) que es de 32%, representando el valor

mínimo para este rango 15% y en la capacidad de ascenso (Gradeability) de 39%, la capacidad de ascenso tiene un valor aceptable para las condiciones geomorfológicas de la Provincia de Loja en donde se encuentra la topografía mas accidentada del país.

En la Tabla 3.30 se presenta el reporte de evaluación de los elementos del sistema de transmisión del vehículo HINO modelo FM 2626 (FM1JRUA), como son el tipo de unidad evaluada con el PBV a transportar, las características del motor, las características de la transmisión, el tipo de diferencial evaluado con su relación de paso correspondiente. También se indican las características principales de la llanta como son el tamaño y la carga máxima. Desde el punto de vista del uso eficiente del combustible se proporciona la velocidad máxima que se puede alcanzar dentro de la zona verde, el valor de arrancabilidad (Startability) y capacidad de ascenso (Gradeability) en pendiente, que se logran con el sistema de transmisión valuado.

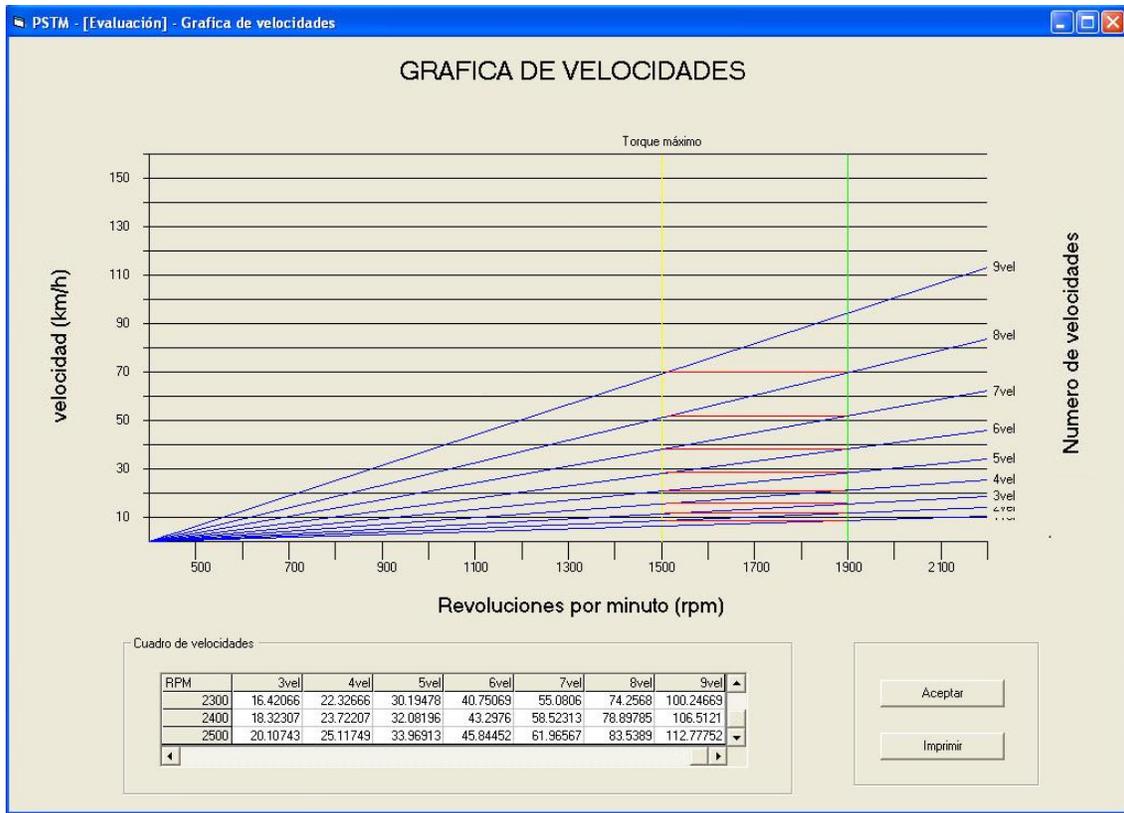


Figura 3.26 Diagrama de velocidades y zona verde, tanquero: Fuente LOS AUTORES

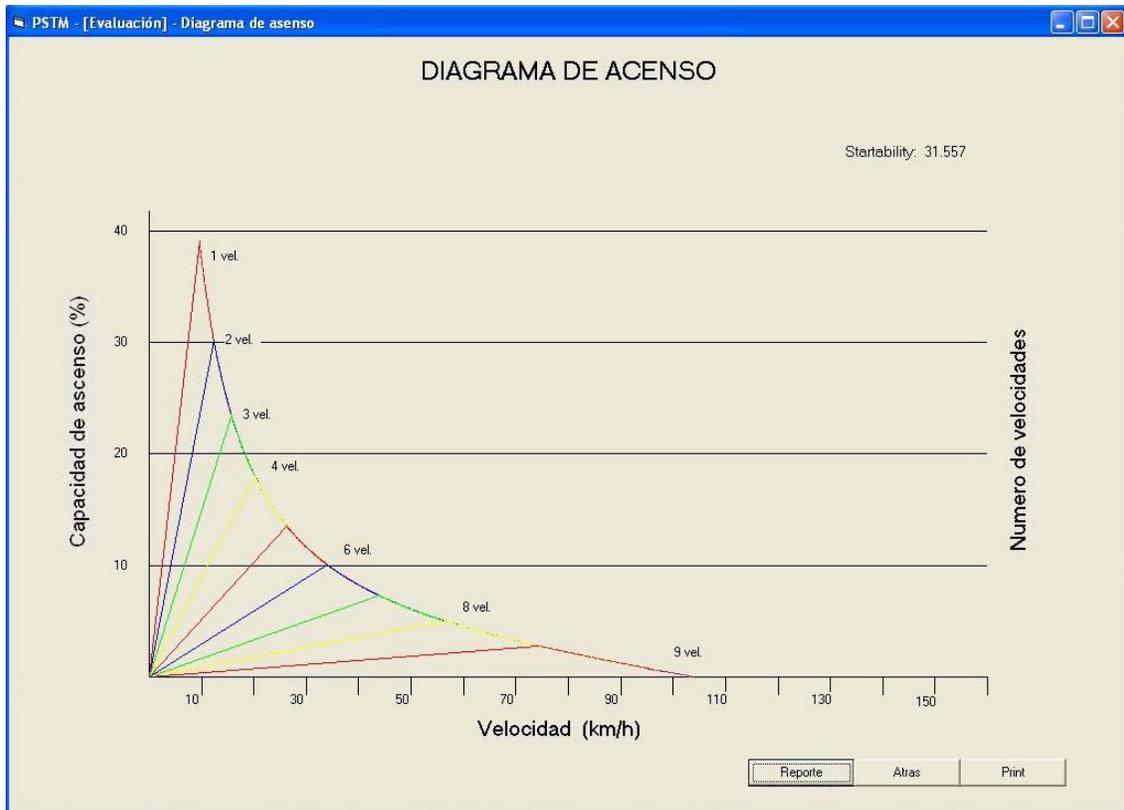


Figura 3.27 Diagrama de capacidad de ascenso del sistema de transmisión, tanquero: Fuente LOS AUTORES

**Tabla 3.30 Reporte de evaluación y características del sistema de transmisión, tanquero: Fuente LOS AUTORES**

Programa de selección de trenmotriz					
Reporte de evaluación vehicular					
Tipo de unidad					
Tipo de unidad	Nomenclatura	Numero de Llantas	PBV en (Kg.)		
Camión unitario	C3	10	19500		
Motor					
Marca	Modelo	RPM	Pot. en Kw.	Torque en NM	Torque en RPM
HINO	J08C	2500	191	745	1500
Transmisión					
Marca	Modelo	Torque (NM)	Carga Maxima (kg)	Numero de velocidades	
EATON	FS-8209A	1398.14	38983.5	9	
Diferencial					
Marca	Modelo	Carga Máxima (kg)	Relación de paso	Relación de paso dual	Tipo de diferencial
HINO	TDH17	29820	5.85	0	SENCILLO
Llantas					
Marca	Modelo	medida	Ancho de Rim (M)	Diámetro de llanta (M)	Carga de llanta
BRIDGESTONE	M 857	11R22.5	0.20955	1.050	2922
Vel. Máx. En zona verde					
Vel. Máx. En zona verde		Gradeability		Startability	
70		39		32	

## **Volquete Hino**

El vehículo seleccionado para el análisis, corresponde a la marca HINO serie 700 modelo 2841 (FS1ELVD), equipado con un motor Hino E13C, de 6 cilindros con 420 HP, transmisión Hino MZ12, paso del diferencial 5.285 y neumáticos 11 R 22.5 El vehículo transporta un peso de 21500 kg.

La ruta más frecuente utilizada para la prueba fue Cariamanga – Gonzanamá – Catamayo y de regreso a Catamayo – Gonzanamá – Cariamanga. La distancia del recorrido fue de 160.78 km. El tren motriz de la unidad fue evaluado utilizando el programa desarrollado para la selección y evaluación del tren motriz (PSTM).

En el anexo B4 se presenta la información del motor Hino E13C correspondiente a la potencia, torque y consumo mínimo de combustible que se presenta en las 1200 rpm con valor de 205 g/kW-h.

Con la información de cada uno de los componentes suministrada al modelo de simulación, se obtiene el diagrama de velocidades que se muestra en la Figura 3.28. Se observa que la máxima velocidad que alcanza el vehículo es de 106.92 km/h en el último cambio de la caja de velocidades, esto ocurre a 1800 rpm que es en donde el motor proporciona la potencia máxima.

En el diagrama de velocidades se localiza la zona de economía de combustible, zona verde, para el motor Hino E13C, la cual se presenta en el rango de las 1100 rpm a las 1500 rpm. En la zona verde establecida se analiza el patrón de cambios de velocidades de la transmisión, observando en la Figura 3.28 que todos los cambios de la transmisión se pueden realizar dentro de esta zona sin ningún problema. Por lo que se está logrando un uso eficiente del combustible sin demérito del desempeño del vehículo. La velocidad alcanzada dentro de la “zona verde” es de 71 km/h.

Respecto al diagrama de capacidad de ascenso del vehículo, en la figura 3.29 se observa que el sistema de transmisión del vehículo cumple con las condiciones de desempeño, tanto en la capacidad de arranque (Startability) que es de 30%, representando el valor mínimo para este rango 15% y en la capacidad de ascenso (Gradeability) de 52%, la

capacidad de ascenso tiene un valor aceptable para las condiciones geomorfológicas de la Provincia de Loja en donde se encuentra la topografía mas accidentada del país.

En la Tabla 3.31 se presenta el reporte de evaluación de los elementos del sistema de transmisión del vehículo HINO modelo FS 2841 (FS1ELVD), como son el tipo de unidad evaluada con el PBV a transportar, las características del motor, las características de la transmisión, el tipo de diferencial evaluado con su relación de paso correspondiente. También se indican las características principales de la llanta como son el tamaño y la carga máxima. Desde el punto de vista del uso eficiente del combustible se proporciona la velocidad máxima que se puede alcanzar dentro de la zona verde, el valor de arrancabilidad (Startability) y capacidad de ascenso (Gradeability) en pendiente, que se logran con el sistema de transmisión valuado.

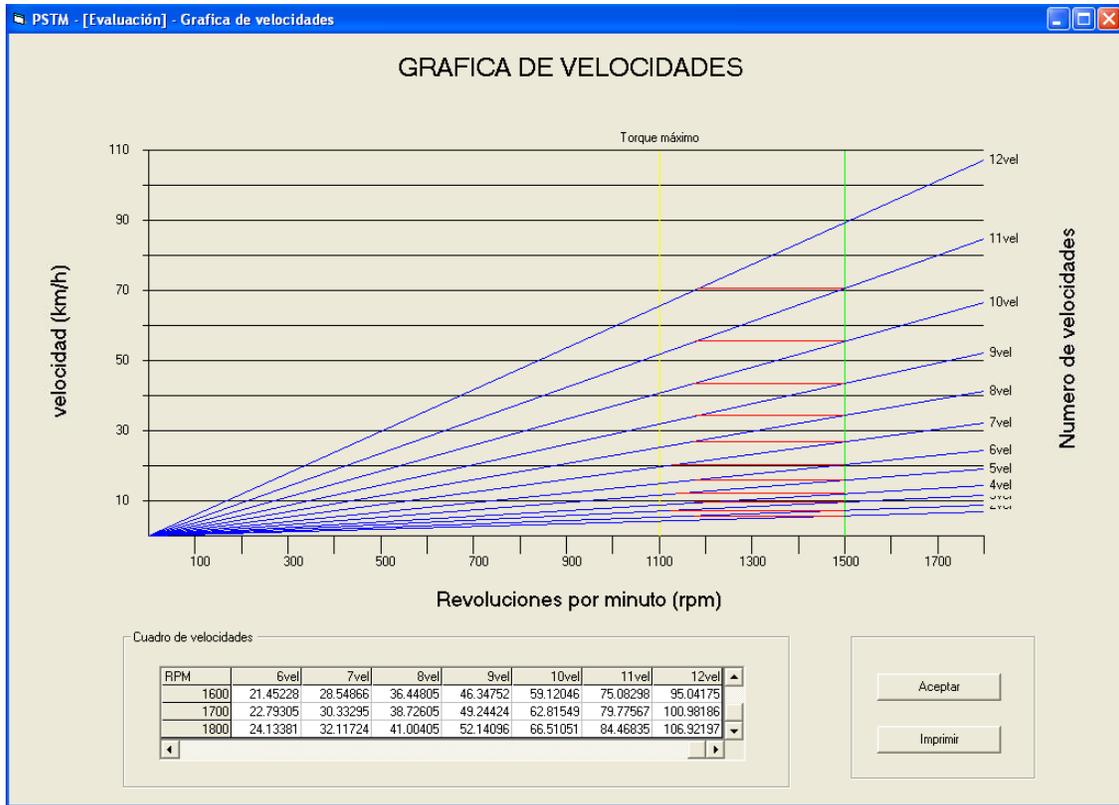


Figura 3.28 Diagrama de velocidades y zona verde, volquete: Fuente LOS AUTORES

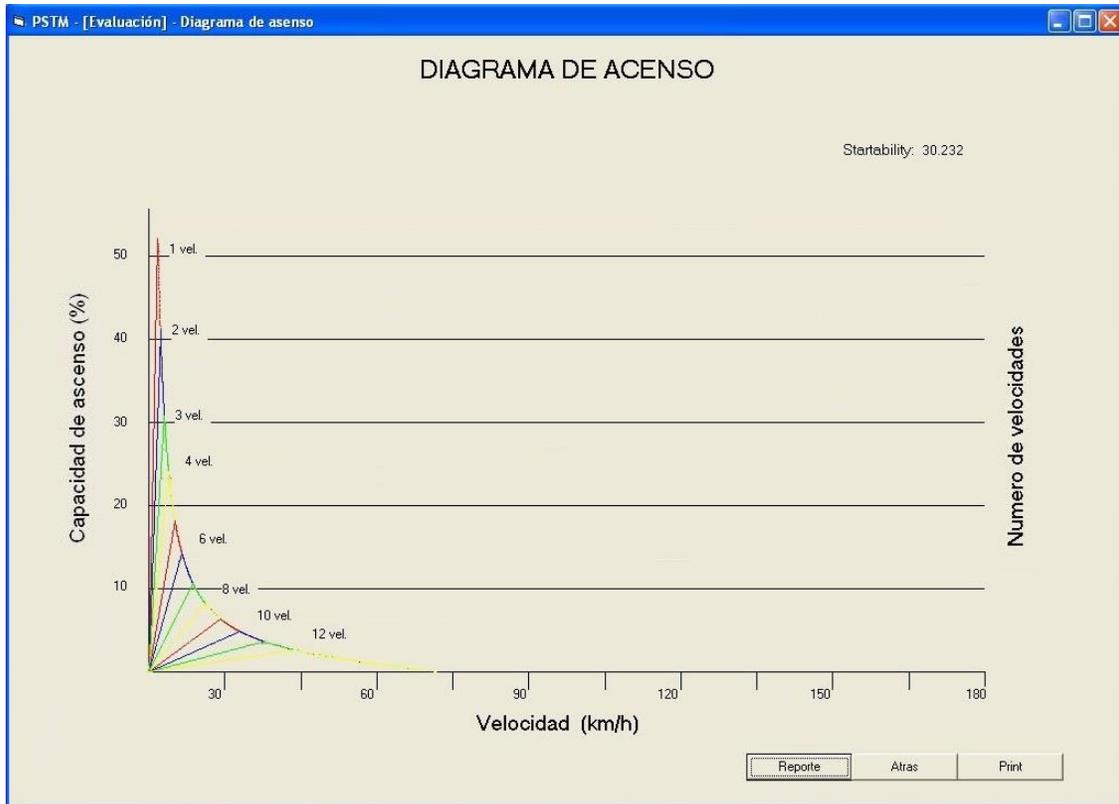


Figura 3.29 Diagrama de capacidad de ascenso del sistema de transmisión, volquete: Fuente LOS AUTORES

**Tabla 3.31 Reporte de evaluación y características del sistema de transmisión, volquete: Fuente LOS AUTORES**

Programa de selección de trenmotriz					
Reporte de evaluación vehicular					
Tipo de unidad					
Tipo de unidad	Nomenclatura	Numero de Llantas	PBV en (Kg.)		
Camión unitario	C3	10	21500		
Motor					
Marca	Modelo	RPM	Pot. en Kw.	Torque en NM	Torque en RPM
HINO	E13C	1800	313	1903	1100
Transmisión					
Marca	Modelo	Torque (NM)	Carga Maxima (kg)	Numero de velocidades	
HINO	MZ-12	2033.72	40828	12	
Diferencial					
Marca	Modelo	Carga Máxima (kg)	Relación de paso	Relación de paso dual	Tipo de diferencial
HINO	THD-18	29500	5.28	0	SENCILLO
Llantas					
Marca	Modelo	medida	Ancho de Rim (M)	Diámetro de llanta (M)	Carga de llanta
BRIDGESTONE	M857	11R 22.5	0.20955	1.050	2922
Vel. Máx. En zona verde					
71		Gradeability		Startability	
71		52		30	

## **Tráiler Kenworth**

El vehículo seleccionado para el análisis, corresponde a la marca KENWORTH modelo T800 Classic, equipado con un motor Cummins ISX500, de 6 cilindros en línea con 500 HP, transmisión Eaton RTO 16915, paso del diferencial 4.89 y neumáticos 295/80 R 22.5. El vehículo transporta un peso de 45000 kg.

La ruta más frecuente utilizada para la prueba fue Loja – Rio Pindo – Guayaquil y de regreso Guayaquil – Rio Pindo – Loja. La distancia del recorrido fue de 796 km. El tren motriz de la unidad fue evaluado utilizando el programa desarrollado para la selección y evaluación del tren motriz (PSTM).

En el anexo B5 se presenta la información del motor Cummins ISX500 correspondiente a la potencia, torque y consumo mínimo de combustible que se presenta en las 1400 rpm con valor de 210 g/kW-h.

Con la información de cada uno de los componentes suministrada al modelo de simulación, se obtiene el diagrama de velocidades que se muestra en la Figura 3.30. Se observa que la máxima velocidad que alcanza el vehículo es de 133.49 km/h en el último cambio de la caja de velocidades, esto ocurre a 2000 rpm que es en donde el motor proporciona la potencia máxima.

En el diagrama de velocidades se localiza la zona de economía de combustible, zona verde, para el motor Cummins ISX500, la cual se presenta en el rango de las 1100 rpm a las 1600 rpm, en la zona verde establecida se analiza el patrón de cambios de velocidades de la transmisión, observando en la Figura 3.30, que todos los cambios de la transmisión se pueden realizar dentro de esta zona sin ningún problema. Por lo que se está logrando un uso eficiente del combustible sin demérito del desempeño del vehículo. La velocidad alcanzada dentro de la “zona verde” es de 90 km/h.

Respecto al diagrama de capacidad de ascenso del vehículo, en la figura 3.31 se observa que el sistema de transmisión del vehículo cumple con las condiciones de desempeño, tanto en la capacidad de arranque (Startability) que es de 43%, representando el valor mínimo para este rango 15% y en la capacidad de ascenso (Gradeability) de 52%, la

capacidad de ascenso tiene un valor aceptable para las condiciones geomorfológicas de la Provincia de Loja en donde se encuentra la topografía mas accidentada del país.

En la Tabla 3.32 se presenta el reporte de evaluación de los elementos del sistema de transmisión del vehículo KENWORTH modelo T800, como son el tipo de unidad evaluada con el PBV a transportar, las características del motor, las características de la transmisión, el tipo de diferencial evaluado con su relación de paso correspondiente. También se indican las características principales de la llanta como son el tamaño y la carga máxima. Desde el punto de vista del uso eficiente del combustible se proporciona la velocidad máxima que se puede alcanzar dentro de la zona verde, el valor de arrancabilidad (Startability) y capacidad de ascenso (Gradeability) en pendiente, que se logran con el sistema de transmisión valuado.

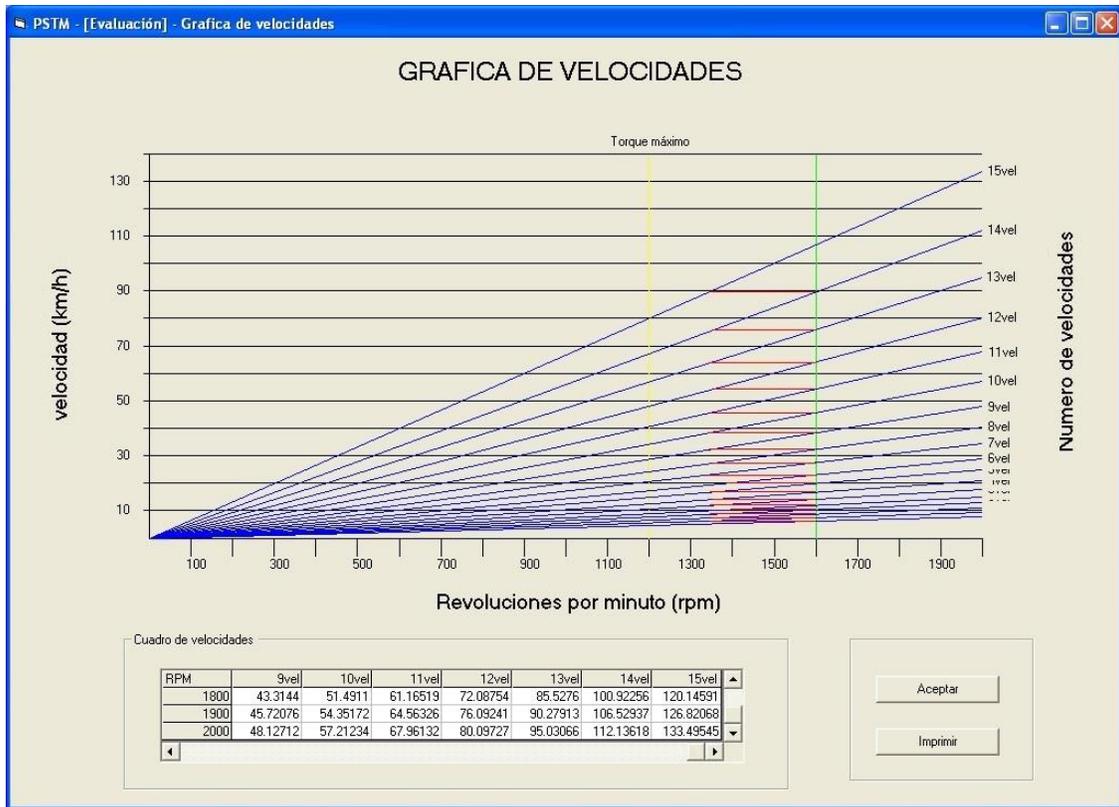


Figura 3.30 Diagrama de velocidades y zona verde, tráiler: Fuente LOS AUTORES

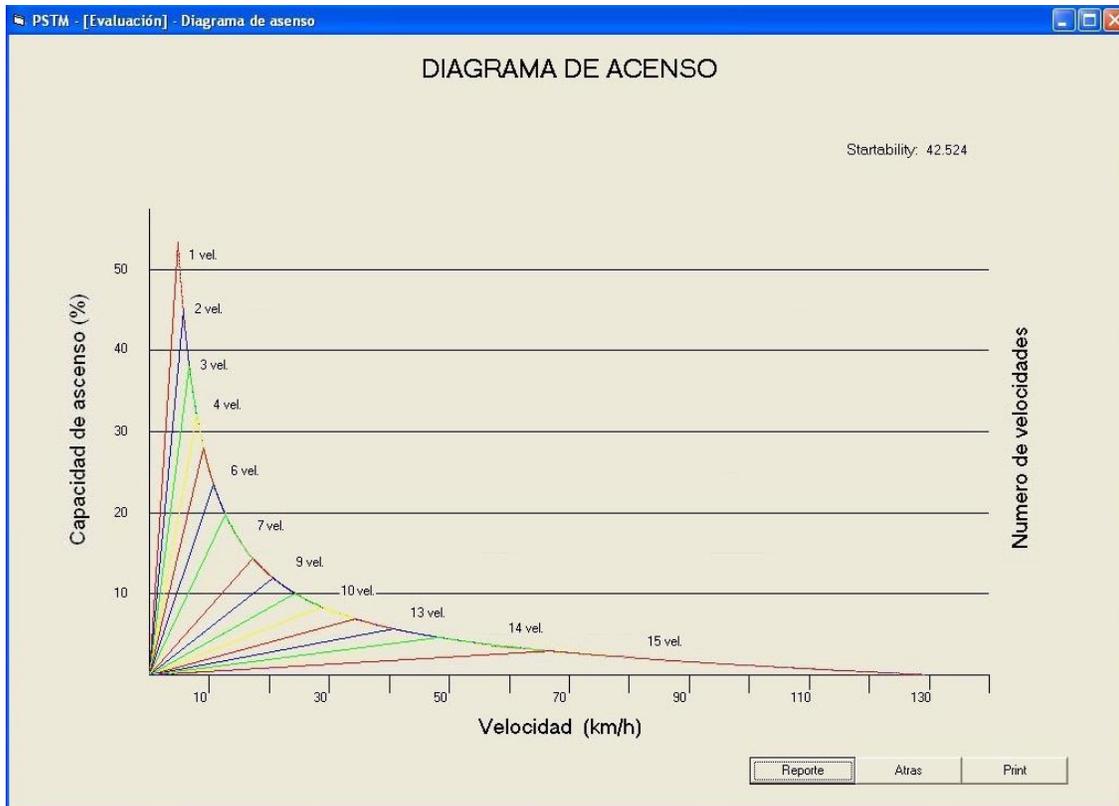


Figura 3.31 Diagrama de capacidad de ascenso del sistema de transmisión, tráiler: Fuente LOS AUTORES

**Tabla 3.32 Reporte de evaluación y características del sistema de transmisión, tráiler: Fuente LOS AUTORES**

Programa de selección de trenmotriz					
Reporte de evaluación vehicular					
Tipo de unidad					
Tipo de unidad	Nomenclatura	Numero de Llantas	PBV en (Kg.)		
Tractocamion articulado	T3S2	22	45000		
Motor					
Marca	Modelo	RPM	Pot. en Kw.	Torque en NM	Torque en RPM
CUMMINS	ISX500	2000	373	2237	1200
Transmisión					
Marca	Modelo	Torque (NM)	Carga Maxima (kg)	Numero de velocidades	
EATON	RTO-16915	2372.68	58038.85	15	
Diferencial					
Marca	Modelo	Carga Máxima (kg)	Relación de paso	Relación de paso dual	Tipo de diferencial
SPICER	D46-170H	46500	4.89	0	SENCILLO
Llantas					
Marca	Modelo	medida	Ancho de Rim (M)	Diámetro de llanta (M)	Carga de llanta
BRIDGESTONE	M729	295/80R22.5	0.22855	1.070	3185
Vel. Máx. En zona verde					
		Gradeability	Startability		
		52	43		

De acuerdo con los datos obtenidos en las tablas y graficas de análisis del sistema de transmisión se concluye que:

Para el Bus modelo Mercedes Benz OF 1721 se tiene que el sistema de transmisión cumple, con lo que respecta a la capacidad de arranque y capacidad de ascenso con valores de 29% y 48% respectivamente, no así sucede con el ahorro de combustible, ya que se tiene que las tres primeras marchas de la transmisión caen fuera de rango de la zona verde por ende esta transmisión no resulta “eficiente” para este tipo geomorfología como lo es la provincia de Loja, debido a que la mitad de sus marchas producen un consumo elevado de combustible.

Para el Colectivo modelo Chevrolet NPR 71P a pesar que la capacidad de arranque es 29%, siendo el valor mínimo 15% y la capacidad de ascenso es 30% considerándose un valor aceptable, no es suficiente para decir que el sistema de transmisión que posee el vehículo es “Eficiente”, por motivo que al analizar la gráfica de “diagrama de velocidades y zona verde” se puede observar que la mayoría de las velocidades caen fuera del rango de la zona de ahorro de combustible.

El sistema de transmisión del Camión Hino serie 500 modelo 1726, es un sistema que aparte de poseer una capacidad de arranque de 32% y una capacidad de ascenso de 39%, posee una transmisión que permite ahorrar combustible, después de analizar el “diagrama de velocidades y zona verde” se pudo observar que todas las marchas caen dentro de esta “zona verde”, por ende la transmisión es “eficiente”.

Para el sistema de transmisión del tanquero Hino serie 500 modelo 2626, al ser analizada la transmisión Fuller FS 8209 A, en el “diagrama de velocidades y zona verde”, se pudo constatar que todas las marchas caen dentro de la zona de ahorro de combustible por lo que resulta ser un sistema “eficiente.” Con aceptables valores de capacidad de ascenso y arrancabilidad.

El sistema de transmisión para un Volquete Hino serie 700 modelo 2841, posee una capacidad de arranque y ascenso de 30% y 52% respectivamente, al ser analizado el “diagrama de velocidades y zona verde”, se puede observar que las todas las marchas caen

dentro de la zona verde, por lo que se concluye que la transmisión resulta eficiente para este tipo de geomorfología.

En cuanto al sistema de transmisión del tráiler Kenworth modelo T800 Classic, posee un porcentaje de capacidad de arranque de 43% y 52% de capacidad de ascenso, al analizar el “diagrama de velocidades y zona verde” se puede visualizar que todas las marchas caen dentro del rango de la zona verde, por ende este tipo de transmisión para el tráiler resulta eficiente.

### ESCALONES DE VELOCIDAD.

En este punto presentamos la evaluación de las vueltas del motor con la velocidad del vehículo, con lo cual obtenemos una recta para cada marcha cuya pendiente es proporcional al valor de la relación de transmisión. Además estas graficas nos sirven para calcular a que vueltas esta girando el motor para cada velocidad y marcha del coche.

### Escalones de velocidad, para el Bus Mercedes Benz OF-1721.

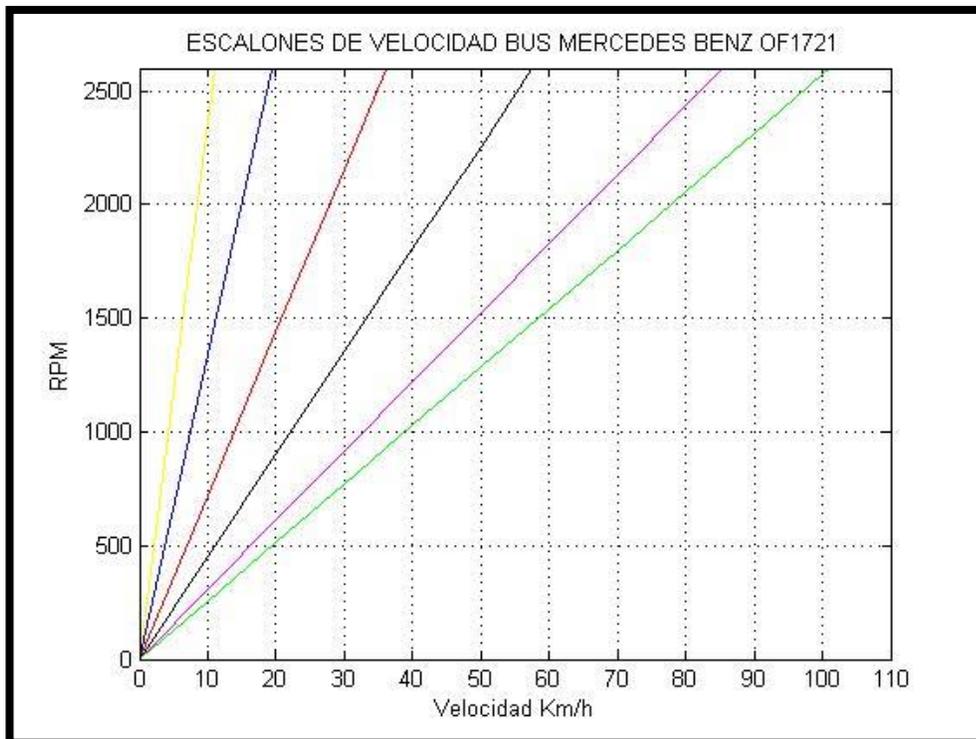
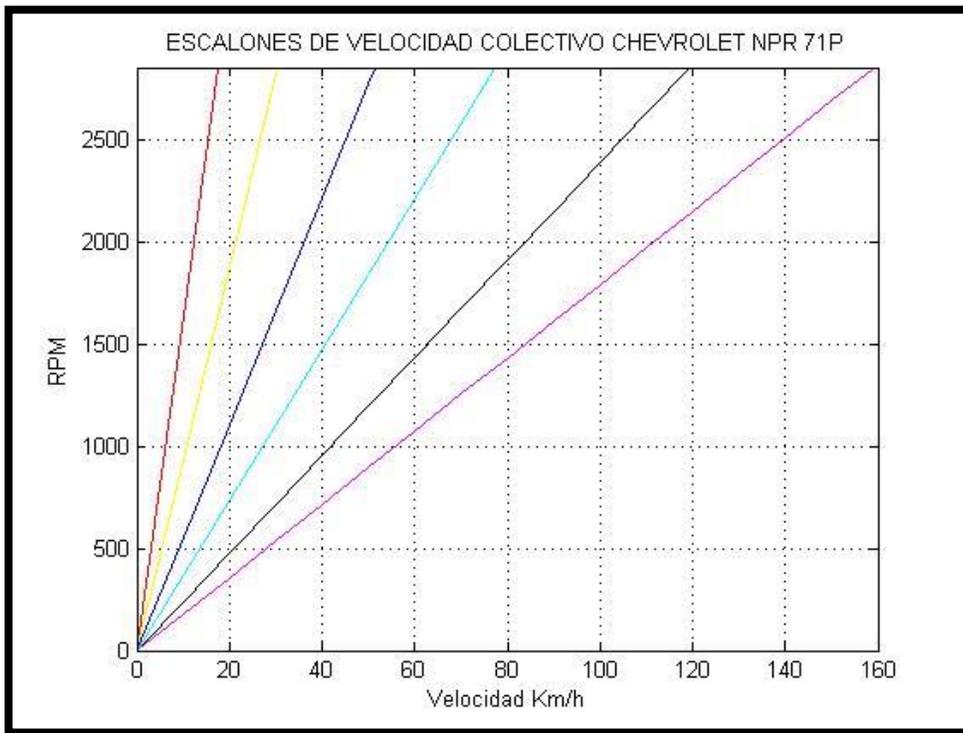


Figura 3.32 Escalones de velocidad, bus: Fuente LOS AUTORES

En base a la grafica 3.32, para circular a 40 Km/h se puede hacer en cuarta a 1800rpm, en quinta a 1300rpm, y en sexta a 1000rpm. Además se puede establecer un punto óptimo de consumo el cual se encuentra en el rango de 1700rpm a 2150rpm con velocidad máxima de 80 Km/h la cual se encuentra dentro de los límites de circulación para este tipo de vehículos por las vías perimetrales del país.

Además en la grafica se pueden apreciar las velocidades máximas, como también las velocidades tipo crucero las cuales ayudan significativamente, a no permitir esfuerzos innecesarios del motor.

**Escalones de velocidad, para el Colectivo Chevrolet NPR 71P.**



**Figura 3.33 Escalones de velocidad, colectivo: Fuente LOS AUTORES**

En base a la grafica 3.33, para circular a 40 Km/h se puede hacer en tercera a 2300rpm, en cuarta a 1500rpm, en quinta a 1000rpm y en sexta a 700rpm. Además se puede establecer un punto óptimo de consumo el cual se encuentra en el rango de 2100rpm a 2500rpm con

velocidad máxima de 130 Km/h la cual se encuentra fuera de los límites permitidos para la circulación de este tipo de vehículos por las vías perimetrales del país.

Además en la grafica se pueden apreciar las velocidades máximas, como también las velocidades tipo crucero las cuales ayudan significativamente, a no permitir esfuerzos innecesarios del motor.

### Escalones de velocidad, para el Camión Hino GH 1726.

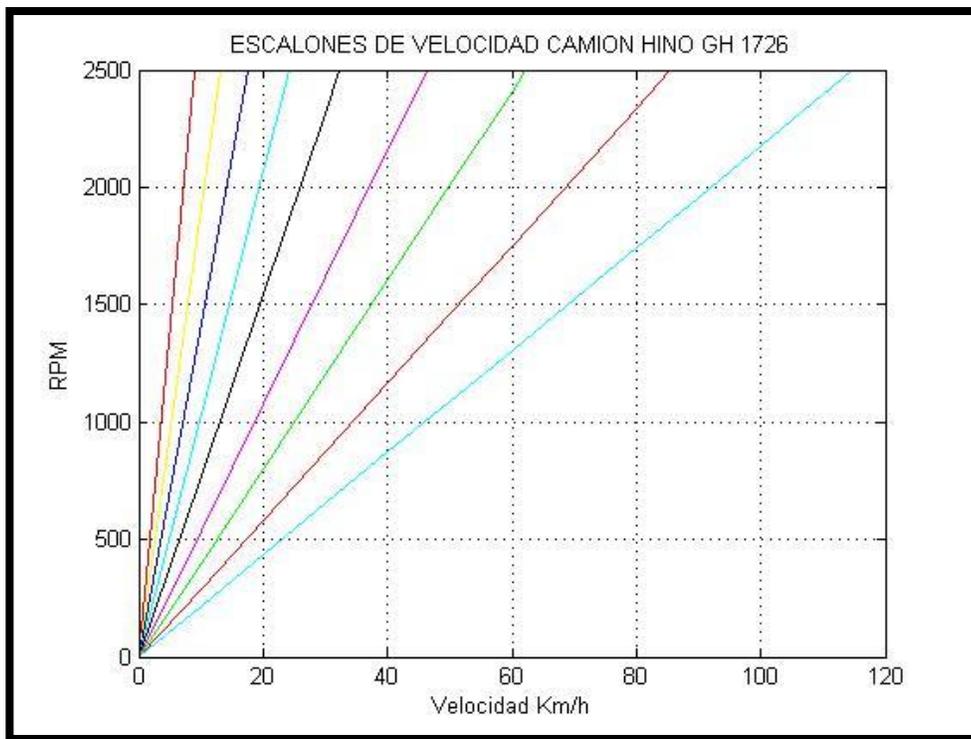


Figura 3.34 Escalones de velocidad, camión: Fuente LOS AUTORES

En base a la grafica 3.34, para circular a 40 Km/h se puede hacer en sexta a 2100rpm, en séptima a 1600rpm, en octava a 1300rpm y en novena a 800rpm. Además se puede establecer un punto óptimo de consumo el cual se encuentra en el rango de 1500rpm a 2000rpm con velocidad máxima de 70 Km/h la cual se encuentra dentro de los límites de circulación para este tipo de vehículos por las vías perimetrales del país.

Además en la grafica se pueden apreciar las velocidades máximas, como también como también las velocidades tipo crucero las cuales ayudan significativamente, a no permitir esfuerzos innecesarios del motor.

### Escalones de velocidad, para el Tanquero Hino FM 2626.

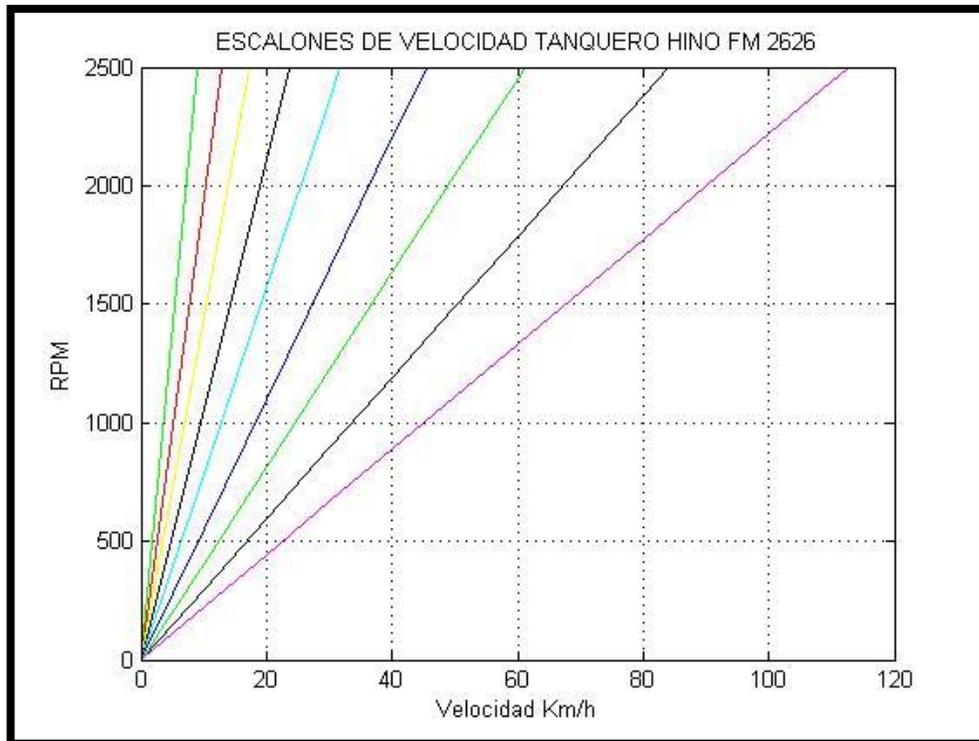


Figura 3.35 Escalones de velocidad, tanquero: Fuente LOS AUTORES

En base a la grafica 3.35, para circular a 40 Km/h se puede hacer en sexta a 2200rpm, en séptima a 1600rpm, en octava a 1200rpm y en novena a 900rpm. Además se puede establecer un punto óptimo de consumo el cual se encuentra en e rango de 1500rpm a 1900rpm con velocidad máxima de 80 Km/h la cual se encuentra dentro de los límites de circulación para este tipo de vehículos por las vías perimetrales del país.

Además en la grafica se pueden apreciar las velocidades máximas, como también las velocidades tipo crucero las cuales ayudan significativamente, a no permitir esfuerzos innecesarios del motor.

### Escalones de velocidad, para el Volquete Hino FS 2841.

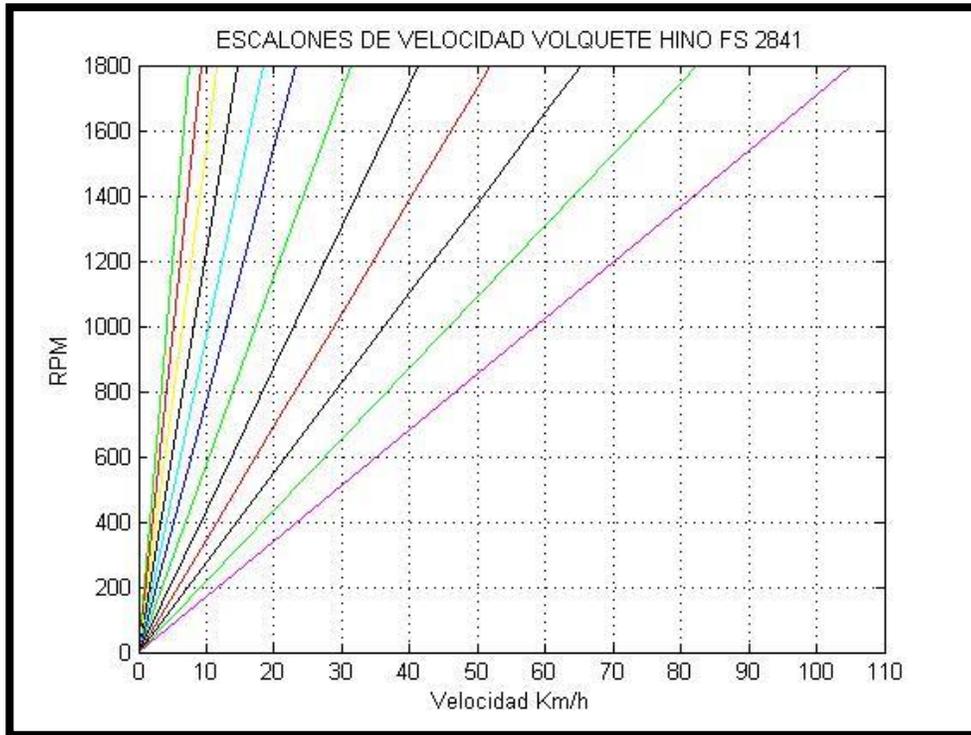


Figura 3.36 Escalones de velocidad, volquete: Fuente LOS AUTORES

En base a la grafica 3.36, para circular a 40 Km/h se puede hacer en octava a 1750rpm, en novena a 1400rpm, en decima a 1100rpm, en decima primera a 850rpm y en decima segunda a 650rpm. Además se puede establecer un punto óptimo de consumo el cual será que se encuentra en e rango de 1100rpm a 1500rpm con velocidad máxima de 80 Km/h la cual se encuentra dentro de los límites de circulación para este tipo de vehículos por las vías perimetrales del país.

Además en la grafica se pueden apreciar las velocidades máximas, como también las velocidades tipo crucero las cuales ayudan significativamente, a no permitir esfuerzos innecesarios del motor.

### Escalones de velocidad, para el Tráiler Kenworth T800.

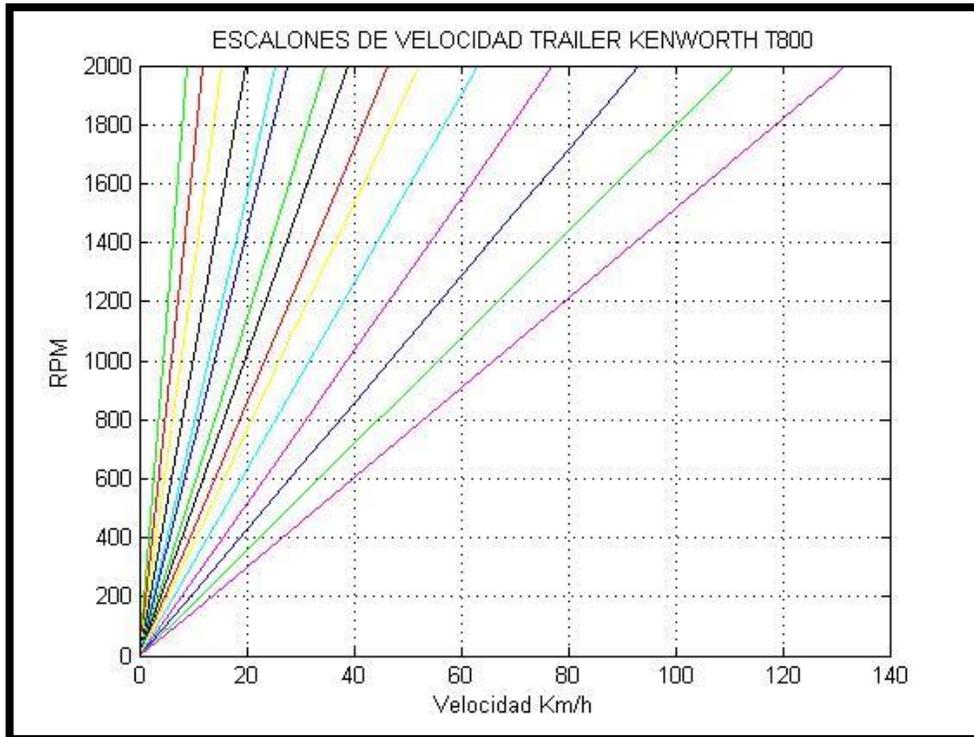


Figura 3.37 Escalones de velocidad, volquete: Fuente LOS AUTORES

En base a la grafica 3.37, para circular a 50 Km/h se puede hacer en decima a 2000rpm, en decima primera a 1600rpm, en decima segunda a 1300rpm, en decima tercera a 1100rpm, en decima cuarta a 900rpm y en decima quinta a 750rpm. Además se puede establecer un punto óptimo de consumo el cual se encuentra en el rango de 1100rpm a 1600rpm con velocidad máxima de 90 Km/h la cual se encuentra dentro de los límites de circulación para este tipo de vehículos por las vías perimetrales del país.

Además en la grafica se pueden apreciar las velocidades máximas, como también las velocidades tipo crucero las cuales ayudan significativamente, a no permitir esfuerzos innecesarios del motor.

### Relaciones de la caja de cambios.

Se dice que las marchas se "alargan" cuando es posible desarrollar más velocidad a la misma cantidad de vueltas y se "acortan" cuando ocurre lo contrario.

Las relaciones de caja son expresadas mediante números que resultan justamente de relacionar entre sí las cantidades de dientes de los engranajes conductores y conducidos de la caja.

Nunca es fácil la elección, porque los circuitos o vías en general tienen las dos cosas, sectores trabados y sectores de alta velocidad. Hay que encontrar la combinación justa entre aceleración y velocidad. Al salir "de abajo" necesita estar corto de relación y al alcanzar velocidad le convendría estar largo de relación.

### Constante de progresión.

$$K = \left( \frac{\xi_q}{\xi_j} \right)^{\frac{1}{q-1}} \quad \text{Ec. [3.42]}$$

$$K = \left( \frac{4.625}{58.446} \right)^{\frac{1}{9-1}} = 0.7282$$

Segunda relación.

$$\xi_2 = \xi_j * 0.7282 = 42.5605$$

$$\xi_{2'} = \frac{42.5605}{4.625} = 9.20$$

Tercera relación.

$$\xi_3 = \xi_2 * 0.7282 = 39.9956$$

$$\xi_{3'} = \frac{39.9956}{4.625} = 6.70$$

Cuarta relación.

$$\xi_4 = \xi_3 * 0.7282 = 22.5733$$

$$\xi_{4'} = \frac{22.5733}{4.625} = 4.88$$

Quinta relación.

$$\xi_5 = \xi_4 * 0.7282 = 16.4395$$

$$\xi_{5'} = \frac{16.4395}{4.625} = 3.55$$

Sexta relación.

$$\xi_6 = \xi_5 * 0.7282 = 11.9725$$

$$\xi_{6'} = \frac{11.9725}{4.625} = 2.58$$

Séptima relación.

$$\xi_7 = \xi_6 * 0.7282 = 8.7192$$

$$\xi_{7'} = \frac{8.7192}{4.625} = 1.88$$

Octava relación.

$$\xi_8 = \xi_7 * 0.7282 = 6.3499$$

$$\xi_{8'} = \frac{6.3499}{4.625} = 1.37$$

Novena relación.

$$\xi_9 = \xi_8 * 0.7282 = 4.6245$$

$$\xi_{9'} = \frac{4.6245}{4.625} = 0.99$$

Al comparar los valores calculados con los datos ofrecidos por el fabricante se tiene que estos números, permiten analizar las características de una caja de cambios. Y predecir, sin necesidad de colocarla en el vehículo por ejemplo, si la primera es "corta" o "larga", si la segunda está "lejos" de la tercera, o cuanta "caída" de rpm se producirá al pasar de tercera a cuarta.

Por medio de la aplicación de sencillas fórmulas matemáticas, se podrá determinar por ejemplo que con 2500 rpm el cual es el valor de la máxima potencia, con la 2da marcha de

relación 8.806 el camión desarrollará 12.97 km/h, mientras que con la 9.20 (mas "corta") llegará solo a 11.42 km/h. O que la caída de vueltas entre 2da y 3ra usando las relaciones de caja especificada por el fabricante será de 640.47 rpm, mientras que utilizando los valores de las relaciones de la caja calculados será de 757.90 rpm.

Este tipo de caja tiene un rendimiento favorable ya que cumple con las expectativas y las relaciones presentadas por el fabricante satisfacen las condiciones de una caja corta, la cual se enfoca eficientemente para ser utilizada en este tipo de terrenos por los cuales transita el vehículo.

En el caso de la caja del bus se podrá determinar por ejemplo que con 2600 rpm el cual es el valor de la máxima potencia, con la 2da marcha de relación 5.23 el bus desarrollará 18.79 km/h, mientras que con la 6.97 (mas "corta") llegará solo a 17.60 km/h. O que la caída de vueltas entre 2da y 3ra usando las relaciones de caja especificada por el fabricante será de 1039 rpm, mientras que utilizando los valores de las relaciones de la caja calculados será de 1022 rpm.

Analizando los resultados se determina que a través de las relaciones de la caja, no se esta obteniendo el beneficio deseado y si se hace necesario cambiar las relaciones de engranajes para mejorar su eficiencia. Estas mejoras estarán enfocadas a obtener relaciones mas cortas las cuales permiten un significativo desenvolvimiento del vehículo, principalmente en las condiciones en que transitan.

De la misma manera para el caso del colectivo, el cual presenta condiciones desfavorables en el rendimiento de sus relaciones, enfocándose en su mayoría en el desenvolvimiento de una caja larga, es necesario considerar una caja con relaciones mas cortas que permitan una mejor eficiencia en la utilización, principalmente en las condiciones en que transitan.

Para el caso del volquete, dentro del análisis se determino que las relaciones de la caja especificadas por el fabricante tienen un rendimiento favorable ya que cumple con las expectativas, además satisfacen las condiciones de una caja corta, la cual se enfoca eficientemente para ser utilizada en este tipo de terrenos por los cuales transita el vehículo.

En lo que respecta a la caja de velocidades de tráiler, se determino que las relaciones de la caja especificadas por el fabricante tienen un rendimiento favorable ya que cumple con las expectativas, además satisfacen las condiciones de una caja corta, la cual se enfoca eficientemente para ser utilizada en este tipo de terrenos por los cuales transita el vehículo.

En conclusión se puede afirmar que al tratarse de vehículos de transporte pesado y que circulan por una región con grandes precipitaciones geográficas, la necesidad precisa de cajas cortas que nos permitan mayor fuerza que velocidad, por tanto las relaciones de la caja especificadas por el fabricante compensa las necesidades de la misma en todas las circunstancias.

### **3.8 ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS.**

Para la selección de los elementos del sistema de frenos de un vehículo, se deben tomar en cuenta, aspectos técnicos, normativos y principalmente los relacionados con su desempeño.

Con esto se logra definir la mejor opción, considerando también el tipo de vehículo esto mas tiene que ver con la capacidad de carga ya que se esta haciendo solo referencia a los vehículos de transporte pesado, así como las características de las vías y rutas que recorrerá.

Factores en el desempeño de un sistema de frenos [18]:

- ♣ La clase de transporte ya sea este de pasajeros o de carga, permite establecer el peso bruto vehicular máximo que transportara el vehículo en sus recorridos.
- ♣ El reparto optimo de la frenada, en lo que concierne a la circulación por las vías de mayor frecuencia, en las que obtenemos los valores de pendientes máximas de descenso, como también las condiciones de funcionalidad en que se encuentran las mismas.
- ♣ La capacidad de deceleración que tiene el vehículo, enfocada principalmente a los sistemas motrices y frenos auxiliares.
- ♣ La distancia de frenado considerada así por ser la distancia que recorre el vehículo hasta su detención completa, una vez que se han activado los frenos. Esta varía

según el estado de la calzada, la carga del vehículo, los neumáticos, tipo de frenos, pericia del conductor y velocidad. “Al doble de la velocidad la distancia de parado se cuadruplica”

- ♣ El tiempo de frenado, es evidente que la detención de un vehículo consume cierto tiempo, durante el cual se desplaza con velocidad decreciente. Además en este punto también hay que considerar el tiempo de reacción del conductor cuyo valor varía entre 0.5 y 0.2 s.
- ♣ El rendimiento del sistema de frenos, se basa en la relación que existe entre la deceleración máxima real alcanzada dividida para la gravedad con el coeficiente de adherencia máximo. Estos valores de deceleración son difíciles de conseguir sobre asfalto seco aun con los frenos bien ajustados, es por esto que se considera valores inferiores a 0.3 y 0.4 g.
- ♣ La potencia disipada durante el frenado la cual es de mucho interés en el diseño térmico de los frenos, siendo de gran importancia estimar un valor medio de la potencia calculado para un periodo suficientemente amplio.
- ♣ La presión en el sistema de frenos es otro factor a considerar dentro del óptimo funcionamiento del mismo, la determinación de la misma en las líneas de aire comprimido y la eficiencia de frenado son un factor para asegurar las conexiones neumáticas.

### **3.9 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS.**

#### **Frenado de vehículos de dos ejes.**

El bloqueo de los neumáticos de un eje produce efectos negativos. Es sabido que en situación de bloqueo (deslizamiento longitudinal), el coeficiente de rozamiento entre neumático y calzada adquiere un valor inferior al de la máxima adherencia. Por tonto cuando las ruedas se bloquean, disminuye el valor de las fuerza de frenado respecto a la máxima fuerza potencial que puede obtenerse en condiciones de rodadura.

También tenemos el efecto lateral que se produce al bloquear las ruedas de un eje y el cual es muy diferente al anterior pero de igual o más importancia en algunos casos, como puede ser un giro (ángulo para realizar una guiñada).

Conclusiones importantes del bloqueo de las ruedas en vehículos de dos ejes [18]:

- ♣ El bloqueo de las ruedas del eje trasero produce inestabilidad direccional.
- ♣ El bloqueo de las ruedas del eje delantero produce pérdida de control direccional.
- ♣ En el diseño del sistema de frenos, como en la práctica de conducción, se debe actuar con el fin de evitar que se produzcan bloqueos de los neumáticos tanto delanteros como traseros.
- ♣ El bloqueo disminuye el coeficiente de adherencia, pasando el valor de rozamiento al de deslizamiento, lo cual en el mejor de los casos, si no se produjese alteración grave en la trayectoria, haría aumentar la distancia de frenado respecto a la condición óptima de frenado.

### **Fuerzas y momentos que actúan en el proceso de frenado.**

Se considerara al vehículo de transporte pesado como un cuerpo rígido, no dotado de suspensión y con simetría de masas. Además se supondrá también que el movimiento que se produce en un sector de la vía recto, con pendiente constante y sin acciones laterales.

Para el análisis de los esfuerzos asociados al frenado, se tomara como base el diagrama de la figura 3.45.

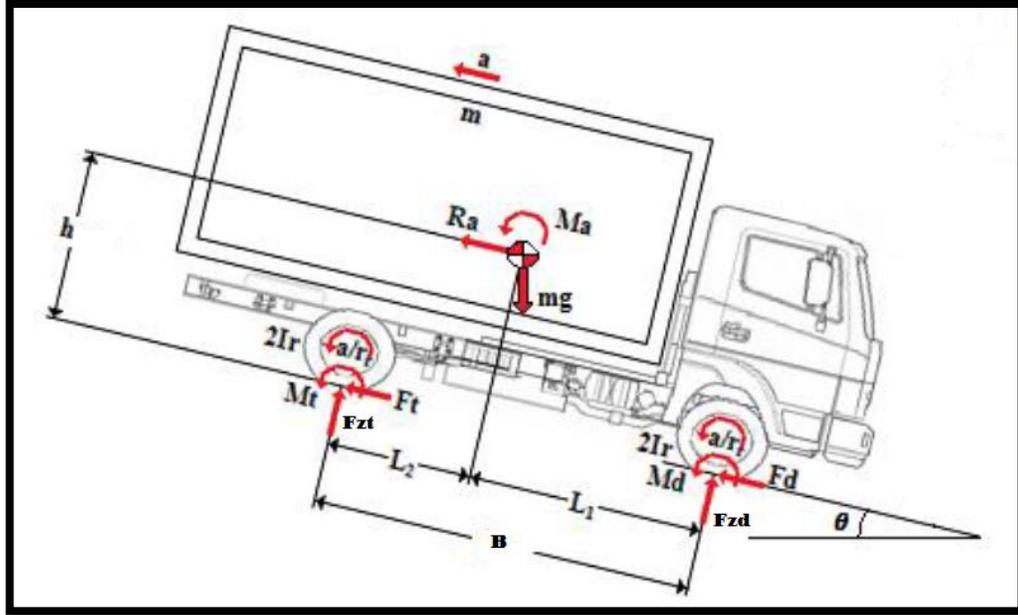


Figura 3.38 Modelo de vehículo para estudio del frenado: Fuente LOS AUTORES

Aplicando la sumatoria de fuerzas y momentos se obtiene:

$$\sum F_z = 0$$

$$F_{zt} + F_{zd} - P \cos \theta = 0 \quad \text{Ec. [3.43]}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$P \sin \theta - (F_d + F_t) - R_a = -m * a \quad \text{Ec. [3.44]}$$

$$\sum M_G = L_G$$

$$F_{zd} * L_1 - F_{zt} * L_2 - (F_d + F_t) * h + M_a + M_d + M_t = 4 \frac{l_r}{r_d} * a \quad \text{Ec. [3.45]}$$

También se tomara en cuenta, que para efectos prácticos, la influencia de ciertas fuerzas y momentos es pequeña y por tanto omisible frente al esfuerzo que el sistema de frenado tiene que transmitir a las ruedas.

Con estas hipótesis, las anteriores y de las ecuaciones determinadas anteriormente se obtiene:

$$F_{zd} = \frac{P * (L_2 + h * \mu)}{B} \quad Ec. [3.46]$$

$$F_{zt} = \frac{P * (L_1 - h * \mu)}{B} \quad Ec. [3.47]$$

$$F_d = \frac{\mu * P}{L} (l_2 + \mu * h) \quad Ec. [3.48]$$

$$F_d = \frac{\mu * P}{L} (l_2 + \mu * h) \quad Ec. [3.49]$$

$$F_d + F_t = m * a \quad Ec. [3.50]$$

$$F_{zt} + F_{zd} = P \quad Ec. [3.51]$$

Si el coeficiente de adherencia entre el neumático y la calzada es el mismo para los ejes del vehículo, la máxima fuerza de frenado puede ser:

$$F_T = \mu * F_Z \quad Ec. [3.52]$$

Al analizar las ecuaciones 3.51 y 3.52, se obtiene:

$$a = \mu * g \quad Ec. [3.53]$$

Para cada eje, se tiene un coeficiente de frenado, que relaciona la fuerza normal de enlace del neumático y la fuerza tangencial de frenado.

Eje delantero:

$$K_d = \frac{F_{zd}}{P} \quad Ec. [3.54]$$

Eje trasero:

$$K_t = \frac{F_{zt}}{P} \quad Ec. [3.55]$$

### Reparto optimo de las fuerzas de frenado.

Para lograr un aprovechamiento optimo de las cargas dinámicas expresadas en las actuaciones anteriores:

$$\frac{K_d}{K_t} = \frac{l_2 + h(\mu + f_r)}{l_1 - h(\mu + f_r)} \quad \text{Ec. [3.56]}$$

Ahora considerando que la única causa de transferencia de cargas entre ambos ejes fuese la inercia causada por la deceleración a del centro de gravedad, tenemos.

$$\left(\frac{a}{g}\right)_d = \frac{\frac{\mu * l_2}{L} + f_r * K_d}{K_d - \frac{\mu * h}{L}} \quad \text{Ec. [3.57]}$$

$$\left(\frac{a}{g}\right)_t = \frac{\frac{\mu * l_1}{L} + (1 - K_d)f_r}{1 - K_d + \frac{\mu * h}{L}} \quad \text{Ec. [3.58]}$$

En donde.

**Tabla 3.33 Descripción de componentes, de fuerzas y momentos del sistema de frenos: Fuente LOS AUTORES**

<b>P=</b>	<b>Peso</b>
$F_d=$	Fuerza de frenado en el contacto neumático calzada, eje delantero
$F_t=$	Fuerza de frenado en el contacto neumático calzada, eje trasero
$l_2=$	Distancia entre centro de gravedad y cada uno de los ejes
$l_1=$	Distancia entre centro de gravedad y cada uno de los ejes
$L=$	Batalla
$h=$	Altura del centro de gravedad del vehículo
$\mu=$	Coefficiente de adherencia
$f_r=$	Coefficiente de resistencia a la rodadura
$K_d=$	Reparto optimo de fuerzas de frenado eje delantero
$K_t=$	Reparto optimo de fuerzas de frenado eje trasero
$\left(\frac{a}{g}\right)_d =$	Deceleración máxima eje delantero
$\left(\frac{a}{g}\right)_t =$	Deceleración máxima eje trasero

El reparto optimo de frenado depende de la posición del centro de gravedad y de la adherencia de la calzada, además la influencia de la resistencia a la rodadura es mucho mas

reducida por el pequeño valor de la fuerza de rozamiento. Por tanto si el reparto de la frenada es invariable, solo se obtendrá un frenado óptimo en circunstancias concretas, dentro del amplio margen de condiciones del vehículo.

Otro factor importante para los vehículos de transporte pesado es la variación de sus características al frenar entre las situaciones de vacío y plena carga.

En el trabajo y funcionamiento se recurre a instalar limitadores o compensadores de frenada que modifican el reparto óptimo, según el estado de la carga, cambiando la relación de presiones en los cilindros de freno delantero como trasero, a través de una válvula que modifica sus características cuando la suspensión es deformada por el peso.

### **Frenado de vehículos articulados.**

Estos vehículos presentan problemas aun más complejos, que los de dos ejes, en los que se refiere al reparto óptimo de las fuerzas de frenado, como consecuencia de disponer un mayor número de ejes.

El bloqueo de los neumáticos traseros del semirremolque produce una oscilación lateral de este, respecto a la quinta rueda, mientras que el bloqueo de los neumáticos delanteras del tractor tiene un efecto de posible pérdida de control direccional. El orden de mayor a menor gravedad potencial es: bloqueo de las ruedas del eje trasero del tractor, del eje del semirremolque y del eje delantero del tractor.<sup>12</sup> Para considerar un reparto óptimo de las fuerzas de frenado nos valemos de las siguientes ecuaciones

Para el eje delantero del tractor:

$$K_d = \frac{F_d}{F} = \frac{F_{zd}}{P_1 + P_2} \quad \text{Ec. [3.59]}$$

Para el eje trasero del tractor:

$$K_t = \frac{F_t}{F} = \frac{F_{zt}}{P_1 + P_2} \quad \text{Ec. [3.60]}$$

Para el eje del semirremolque:

---

<sup>12</sup> IZQUIERDO, Aparicio. Teoría de los vehículos automóviles. 2001

$$K_{fs} = \frac{F_s}{F} = \frac{F_{zs}}{P_1 + P_2} \quad \text{Ec. [3.61]}$$

Siendo:

$$F = F_d + F_t + F_s = (P_1 + P_2)\mu \quad \text{Ec. [3.62]}$$

Con una adecuada distribución de las fuerzas de frenado, y el uso de compensadores o limitadores de frenado, que minimice los efectos negativos del bloqueo de los neumáticos, para los intervalos de condiciones operativas más frecuentes, aunque resulta imposible lograr un frenado óptimo en cualquier circunstancia.

### **Distancia de parada.**

Es el espacio recorrido por el vehículo desde que se accionan los frenos, hasta que se detiene completamente.

Esta distancia depende, de la presión que se ejerza sobre el pedal del freno, de la fuerza de adherencia neumático con el piso, de la velocidad con que circula el vehículo al momento de frenar, de la fuerza y dirección del viento, entre otros factores. Como algunos de estos factores con variables y difíciles de determinar, la distancia exacta de parada no puede ser obtenida más que por una medida directa, sin embargo, puede ser calculada de una manera más o menos precisa.<sup>13</sup>

Un cuerpo en movimiento posee una energía cinética, en donde encontramos a la masa del vehículo, la cual representa el coeficiente de dividir el peso total del vehículo por la aceleración de la gravedad, también está la velocidad del mismo antes de accionar el pedal del freno. Para detenerlo hay que aplicar una fuerza de frenado entre el neumático-calzada que se efectúa en el espacio que recorre el vehículo hasta detenerse, proporcionando un trabajo igual a la energía cinética que tiene que absorber. Por tanto la distancia de parada queda representada de la siguiente forma:

$$e = \frac{v^2}{2 * g * \mu} \quad \text{Ec. [3.63]}$$

---

<sup>13</sup> GONZALEZ SANZ, Ángel, Tecnología de la automoción.

En donde:

Tabla 3.34 Descripción de componentes, ecuación [3.63]: Fuente LOS AUTORES

<b><math>e</math></b> =	<b>Distancia de parada</b>
<b><math>v</math></b> =	Velocidad del vehículo
<b><math>g</math></b> =	Aceleración de la gravedad
<b><math>\mu</math></b> =	Coefficiente de adherencia

También existe un calculo abreviado de la distancia de parada, en la cual no se toma en cuenta la resistencia al viento, se considera la máxima presión de inflado de los neumáticos, se supone de estos un buen estado, una buena adherencia y ejerciendo la máxima presión sobre el pedal del freno.

$$e = \frac{v^2}{E * 254} \quad \text{Ec. [3.64]}$$

En donde:

Tabla 3.35 Descripción de componentes, ecuación [3.64]: Fuente LOS AUTORES

<b><math>E</math></b> =	<b>Eficacia del sistema de frenos</b>
<b>254</b> =	Constante para que las distancias vengan expresadas en metros

En consecuencia, la distancia de parada es independientemente del resto del vehículo, estando solamente en función de la velocidad del mismo y de la eficacia de los frenos. Por ello este valor va ha ser igual para todos los vehículos, siempre que la velocidad y la eficacia sea la misma [51].

### **Tiempo de frenado.**

Se puede notar que la detención de un vehículo consume un determinado tiempo, durante el cual se desplaza con una velocidad decreciente.

Si a un vehículo se le aplica una fuerza de sentido contrario al movimiento, se producirá en el una deceleración, por tanto si a un vehículo que esta en movimiento se le aplica un fuerza de frenado, se origina una deceleración pero en su movimiento que será proporcional a la fuerza aplicada, al ser constante la masa del mismo.

El tiempo de frenado se ve representado con la siguiente expresión:

$$t_f = \frac{v}{E * g} \quad \text{Ec. [3.65]}$$

En el efecto de frenado hay que tener en cuenta que, desde que el conductor ve el obstáculo hasta que pisa el freno, transcurre un cierto tiempo, llamado tiempo de reacción  $t_r$ , que en condiciones normales de reflejos suele ser de 1s, el tiempo de para total de un vehículo en segundos es:

$$t_T = \frac{v}{E * g} + 1 \quad \text{Ec. [3.66]}$$

### **Rendimiento de los frenos.**

Como ya es conocido es imposible lograr un reparto óptimo de frenado en cualquier condición. Por tanto, si consideramos que la deceleración máxima real que alcanza el vehículo es  $a_{max}$ , el rendimiento de frenado se define por la relación:

$$\eta_f = \frac{a_{max}/g}{u_{max}} \quad \text{Ec. [3.67]}$$

### **Presión del sistema de frenos.**

En base a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 964 1983-04<sup>14</sup>, la cual establece y limita los valores de la presión en las cañerías de aire comprimido utilizadas para conexión neumática de vehículos de transporte pesado de tracción y sus remolques.

### **Línea de freno directo.**

La presión máxima de operación en la línea del sistema directo de frenos debe ser de 0.65 MPa  $\pm$  0.05 MPa (6.62 Kgf/cm<sup>2</sup>  $\pm$  0.50 Kgf/cm<sup>2</sup>).

El valor de la presión de referencia, es medido en el punto de conexión del sistema de frenado y debe ser de 0.45 MPa (4.58 Kgf/cm<sup>2</sup>) en la línea de freno directo.

El incremento de la presión mínima en la línea de freno directo, y su aplicación debe ser de 0.06 MPa + 0.04 MPa (0.61 Kgf/cm<sup>2</sup> + 0.40 Kgf/cm<sup>2</sup>), que es el valor medido en la cabeza de la conexión y éstos deben tener contacto con las barras del freno de cada vehículo en la combinación del tractor-remolque.

---

<sup>14</sup> Vehículos automotores. frenos neumáticos. presiones en cañerías y eficiencia de frenado

Además la válvula de relevo debe permanecer operando a una presión menor o igual a 0.05 MPa (0.50 Kgf/cm<sup>2</sup>), medida también en la cabeza de conexión de la línea de freno directo.

### **Línea de freno automático.**

Durante el recorrido normal de la presión en la línea automática y la presión en el dispositivo de aire comprimido del remolque alimentado por la línea de freno automático debe estar entre 0.65 MPa (6.62 Kgf/cm<sup>2</sup>) y 0.80 MPa (8.15 Kgf/cm<sup>2</sup>)

La presión operando en baja, en el mecanismo de advertencia en la línea de freno automático debe ser de 0.45 MPa + 0.05 MPa (4.58 Kgf/cm<sup>2</sup> + 0.05 Kgf/cm<sup>2</sup>). Este valor es medido en la conexión de la cabeza.

### **Eficiencia de frenado.**

La eficiencia de frenado es definida por el radio de frenado. Los radios Tm/Pm Y Tr/Pr son designados como "radios de frenado", donde:

Tm = Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas de un tractor.

Tr = Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas del remolque o semirremolque.

Pm = Total del peso de la carga permisible del tractor.

Pr = Total del peso de la carga permisible del remolque, o en el caso de un semirremolque la parte total del peso de la carga sobre las ruedas del semirremolque.

Los radios de frenado Tm/Pm y Tr/Pr del tractor sobre la unidad manual y del remolque o semirremolque sobre uno o el otro, debe tener el valor de 0.45 cuando la presión de control medida en el nivel de la conexión de la línea de frenado de ser vicio es: 0.45 MPa ± 0.05 MPa (4.58 Kgf/cm<sup>2</sup> ± 0.50 Kgf/cm<sup>2</sup>) para el radio de frenado del tractor, 0.45 MPa + 0.10 MPa (4.58 Kgf/cm<sup>2</sup> + 1.01 Kgf/cm<sup>2</sup>) para el radio de frenado del remolque o semirremolque.

### Presiones.

La presión máxima de 0.50 MPa (5.09 Kgf/cm<sup>2</sup>) es lo suficientemente baja para asegurar que el mecanismo de advertencia funcione solamente en el caso de un defecto real.

Estos permiten que los valores correspondientes no sean alcanzados frecuentemente.

Al mismo tiempo la presión mínima de 0.45 MPa (4.58 Kgf/cm<sup>2</sup>) es lo suficientemente alta, para estos valores de presión para prevenir cualquier desperfecto del frenado, y asegurar que el vehículo es aun capaz de correr con algún grado de seguridad antes de que el freno de emergencia entre en operación.

### Fuerzas de frenado.

En las instalaciones neumáticas los esfuerzos son transmitidos directamente por el aire comprimido, la presión por la tensión, es función entonces de la presión del embolo y la reacción de la multiplicación de la palanca.

La fuerza del embolo puede ser calculada, a través de la superficie del mismo y de la presión de servicio. Los valores de dichas presiones oscilan entre 4.58 y 5.09 Kgf/cm<sup>2</sup> y la de los profesionales del volante entre 6.2 y 7.35 Kgf/cm<sup>2</sup>.

$$F_e = P_{r1} * A \quad \text{Ec. [3.68]}$$

$$F_s = F_e * \frac{a}{b} \quad \text{Ec. [3.69]}$$

$$F_t = F_s * u \quad \text{Ec. [3.70]}$$

Tabla 3.36 Descripción de componentes, ecuación [3.68] [3.69] y [3.70]: Fuente LOS AUTORES

$F_e$ =	Fuerza en el embolo
$P_{r1}$ =	Presión de servicio
$F_t$ =	Fuerza de rozamiento
$F_s$ =	Fuerza de tensión
$A$ =	Superficie del embolo
$\frac{a}{b}$ =	Relación de multiplicación de palanca

Ejemplo:

El embolo de una instalación neumática de frenos, tiene un diámetro de 50 mm y actúa a una presión de servicio de 4.65 Kgf/cm<sup>2</sup>. Las longitudes de los brazos de palanca son de b= 40 mm y a= 150 mm. ¿Qué presión por tensión se logra con dichas longitudes y cual es la fuerza de rozamiento entre el neumático y la calzada?

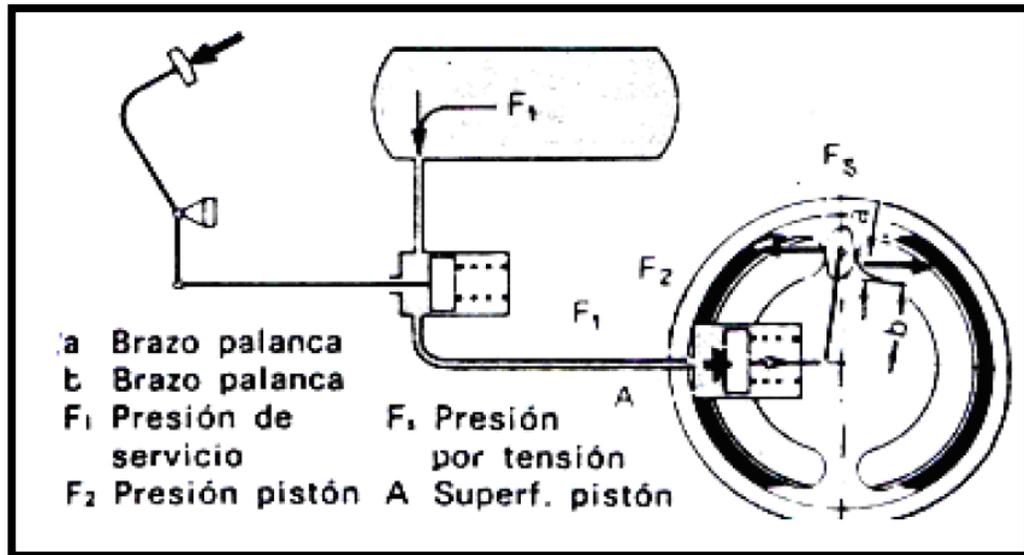


Figura 3.39 Ejemplo calculo de fuerzas de frenado: Fuente LOS AUTORES

$$F_e = P_{r1} * A$$

$$F_e = 4.65 \frac{Kgf}{cm^2} * \frac{(5 cm)^2 * \pi}{4} = 91.30 Kgf$$

Calculo la fuerza de tensión.

$$F_s = F_e * \frac{a}{b}$$

$$F_s = 91.30 Kgf * \frac{150 mm}{40 mm} = 342.39 Kgf$$

Calculo ahora la fuerza de rozamiento para los elementos frenantes  $F_t$ .

$$F_t = F_s * u$$

$$F_t = 342.39 Kgf * 0.8 = 273.91 Kgf$$

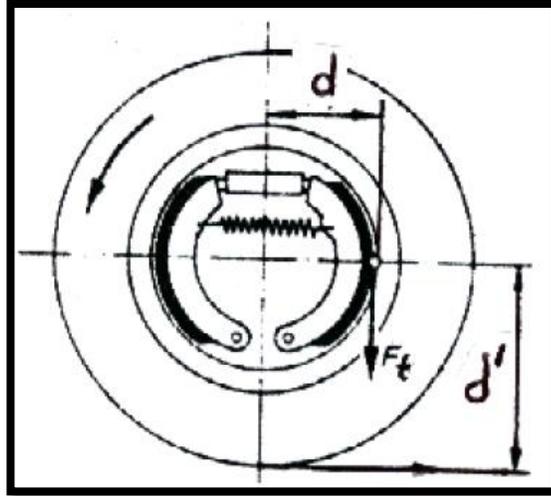


Figura 3.40 Ejemplo calculo de fuerzas de frenado, neumático: Fuente LOS AUTORES

Calculo la fuerza de rozamiento entre el neumático con la calzada.

$$F = F_t * \frac{d}{d'}$$

$$F = 273.91 \text{ Kgf} * \frac{203.2 \text{ mm}}{525 \text{ mm}} = 106.02 \text{ Kgf}$$

### 3.10 CÁLCULOS DINÁMICOS DEL SISTEMA DE FRENOS.

Para el desarrollo se ha considerado, las características y especificaciones técnicas de un solo tipo de vehículo que corresponde al vehículo de transporte pesado tipo camión, el análisis de los demás se encuentra demostrado en el Anexo D, a través de tablas.

Consideraciones previas al análisis del sistema de frenos:

- Distribución optima de las fuerzas de frenado.
- Condiciones de frenado máximo y uniforme.
- Desaceleración producida como consecuencia de acción de freno.

Datos generales vehículo de transporte pesado tipo camión.

Tabla 3.37 Datos generales camión: Fuente LOS AUTORES

<b>Batalla</b>	<b>5.030 m</b>
<b>Reparto de pesos en orden de marcha</b>	
Eje delantero	36836 N
Eje posterior	34825 N
Peso total	71661 N
Altura del centro de gravedad	1.504 m
<b>Reparto de pesos a plena carga</b>	
Eje delantero	63765 N
Eje posterior	103005 N
Peso total	166770 N
Altura del centro de gravedad	1.715 m

**En orden de marcha.**

**Reparto optimo de frenado.**

$$l_2 = \frac{P_d * L}{P}$$

$$l_2 = \frac{36836 \text{ N} * 5.030 \text{ m}}{71661 \text{ N}} = 2.59 \text{ m}$$

$$l_1 = L - l_2$$

$$l_1 = 5.030 \text{ m} - 2.585 \text{ m} = 2.44 \text{ m}$$

$$F_{zd} = \frac{P * (l_2 + \mu * h)}{L}$$

$$F_{zd} = \frac{71662 \text{ N} * (2.59 \text{ m} + 0.79 * 1.50 \text{ m})}{5.030 \text{ m}} = 53762.18 \text{ N}$$

$$F_{zt} = \frac{P * (l_1 - \mu * h)}{L}$$

$$F_{zt} = \frac{71662 \text{ N} * (2.44 \text{ m} - 0.79 * 1.50 \text{ m})}{5.030 \text{ m}} = 17897.86 \text{ N}$$

$$F_{zd} = P_d = 53762.18 \text{ N}$$

$$F_{zt} = P_t = 17897.86 \text{ N}$$

$$P_T = (53762.18 + 17897.86) \text{ N} = 71660 \text{ N}$$

### **Fuerzas y coeficientes de frenado.**

$$F_{fd} = \mu * P_d$$

$$F_{fd} = 0.79 * 53762.18 \text{ N} = 42472.1 \text{ N}$$

$$F_{ft} = \mu * P_t$$

$$F_{ft} = 0.79 * 17897.86 \text{ N} = 14138.3 \text{ N}$$

$$K_d = \frac{F_{zd}}{P_T}$$

$$K_d = \frac{53762.18 \text{ N}}{71660 \text{ N}} = 0.7502 = 75.02\%$$

$$K_t = \frac{F_{zt}}{P_T}$$

$$K_t = \frac{17897.86 \text{ N}}{71660 \text{ N}} = 0.2497 = 24.97\%$$

### **Relación de fuerzas de frenado y desaceleración.**

$$F_{fd} = \frac{\mu * P}{L} (l_2 + \mu * h)$$

$$F_{ft} = \frac{\mu * P}{L} (l_1 - \mu * h)$$

$$\frac{F_{fd}}{F_{ft}} = 1.8718$$

$$\frac{F_{fd}}{F_{ft}} = \frac{(l_2 + \mu * h)}{(l_1 - \mu * h)} = \frac{\left(l_2 + \frac{a}{g} * h\right)}{\left(l_1 - \frac{a}{g} * h\right)} = 1.87$$

$$a = \frac{g(1.87l_1 - l_2)}{2.87 * h}$$

$$a = \frac{9.81 \frac{m}{s^2} (1.87 * 2.44 m - 2.59 m)}{2.87 * 1.504 m} = 4.51 \frac{m}{s^2}$$

Por tanto la desaceleración a la que va actuar el limitador de presión es:  $4.51 \frac{m}{s^2}$

Fuerza de frenado en el eje posterior.

$$F_{ft} = \frac{u * P}{L} (l_1 - \mu * h)$$

$$F_{ft} = \left( \frac{4.51 \frac{m}{s^2}}{9.81 \frac{m}{s^2}} * \frac{71662 N}{5.03 m} \right) \left( 2.44 m - \frac{4.51 \frac{m}{s^2}}{9.81 \frac{m}{s^2}} * 1.50 m \right) = 11499.38 N$$

**Rendimiento del frenado.**

$$F_{fd} + F_{ft} = \frac{P}{g} * a$$

$$a = \frac{(42473.70 N + 11499.38 N) * 9.81 \frac{m}{s^2}}{71662 N} = 7.38 \frac{m}{s^2}$$

Carga dinámica sobre el eje delantero y posterior.

$$F_{zd} = \frac{P * l_2}{L} + \frac{P * h * a}{g * L}$$

$$F_{zd} = \frac{71662 N * 2.58 m}{5.03 m} + \frac{71662 N * 1.50 m * 7.38 \frac{m}{s^2}}{9.81 \frac{m}{s^2} * 5.03 m} = 52974.82 N$$

$$F_{zt} = \frac{P * l_1}{L} - \frac{P * h * a}{g * L}$$

$$F_{zt} = \frac{71662 \text{ N} * 2.44 \text{ m}}{5.03 \text{ m}} - \frac{71662 \text{ N} * 1.50 \text{ m} * 7.38 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 5.03 \text{ m}} = 18687.22 \text{ N}$$

Fuerzas de adherencia.

$$F_{fd} = \mu * F_{zd}$$

$$F_{fd} = 0.79 * 52974.82 \text{ N} = 41850.11 \text{ N}$$

$$F_{ft} = \mu * F_{zt}$$

$$F_{ft} = 0.79 * 18687.22 \text{ N} = 14762.90 \text{ N}$$

Las nuevas fuerzas de frenado predicen que se bloquee el eje delantero, es necesario para calcular el rendimiento de frenado, estimar el valor de adherencia en deslizamiento y desaceleración máxima.

Para calcular la desaceleración se considera las ecuaciones 3.50 y 3.48 de la fuerza de frenado máxima y la fuerza sobre el eje delantero respectivamente.

$$a = \frac{g(u * P * l_2 + F_{ft} * L)}{P \left( L \left( 1 - \frac{u * h}{L} \right) \right)}$$

$$a = \frac{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (0.6 * 71662 \text{ N} * 2.58 \text{ m} + 14762.90 \text{ N} * 5.03 \text{ m})}{71662 \text{ N} \left( 5.03 \text{ m} \left( 1 - \frac{0.6 * 1.5 \text{ m}}{5.03 \text{ m}} \right) \right)} = 4.58 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

El rendimiento del sistema es:

$$\eta = \frac{\frac{a}{g}}{\mu} = \frac{\frac{4.58 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}{0.79} = 0.5918 = 59.18\%$$

**En plena carga.**

**Reparto optimo de frenado.**

$$l_2 = \frac{P_d * L}{P}$$

$$l_2 = \frac{63765 \text{ N} * 5.030 \text{ m}}{166770 \text{ N}} = 1.92 \text{ m}$$

$$l_1 = L - l_2$$

$$l_1 = 5.030 \text{ m} - 1.92 \text{ m} = 3.11 \text{ m}$$

$$F_{zd} = \frac{P * (l_2 + \mu * h)}{L}$$

$$F_{zd} = \frac{166770 \text{ N} * (1.92 \text{ m} + 0.79 * 1.71 \text{ m})}{5.030 \text{ m}} = 108685.14 \text{ N}$$

$$F_{zt} = \frac{P(l_1 - \mu * h)}{L}$$

$$F_{zt} = \frac{166770 \text{ N} * (3.11 \text{ m} - 0.79 * 1.71 \text{ m})}{5.030 \text{ m}} = 58084.85 \text{ N}$$

$$F_{zd} = P_d = 108685.14 \text{ N}$$

$$F_{zt} = P_t = 58084.85 \text{ N}$$

$$P_T = (108685.14 + 58084.85) \text{ N} = 166770 \text{ N}$$

**Fuerzas y coeficientes de frenado.**

$$F_{fd} = \mu * P_d$$

$$F_{fd} = 0.79 * 108685.14 \text{ N} = 85861.26 \text{ N}$$

$$F_{ft} = \mu * P_t$$

$$F_{ft} = 0.79 * 58084.85 \text{ N} = 45887.03 \text{ N}$$

$$K_d = \frac{F_{zd}}{P_T}$$

$$K_d = \frac{108685.14 \text{ N}}{166767 \text{ N}} = 0.6517 = 67.17\%$$

$$K_t = \frac{F_{zt}}{P_T}$$

$$K_t = \frac{58084.85 \text{ N}}{166767 \text{ N}} = 0.3482 = 34.82\%$$

**Relación de fuerzas de frenado y desaceleración.**

$$\frac{F_{fd}}{F_{ft}} = \frac{(l_2 + \mu * h)}{(l_1 - \mu * h)} = \frac{\left(l_2 + \frac{a}{g} * h\right)}{\left(l_1 - \frac{a}{g} * h\right)} = 1.8711$$

$$a = \frac{g(1.87l_1 - l_2)}{2.87 * h}$$

$$a = \frac{9.81 \frac{m}{s^2} (1.8711 * 3.106 \text{ m} - 1.923 \text{ m})}{2.8711 * 1.715 \text{ m}} = 7.75 \frac{m}{s^2}$$

Por tanto la desaceleración a la que va actuar el limitador de presión es:  $7.75 \frac{m}{s^2}$

$$F_{ft} = \frac{u * P}{L} (l_1 - \mu * h)$$

$$F_{ft} = \left( \frac{7.75 \frac{m}{s^2}}{9.81 \frac{m}{s^2}} * \frac{166770 \text{ N}}{5.03 \text{ m}} \right) \left( 3.10 \text{ m} - \frac{7.75 \frac{m}{s^2}}{9.81 \frac{m}{s^2}} * 1.71 \text{ m} \right) = 45887.03 \text{ N}$$

**Rendimiento del frenado.**

$$F_{fd} + F_{ft} = \frac{P}{g} * a$$

$$a = \frac{(42473.70 \text{ N} + 45887.03 \text{ N}) * 9.81 \frac{m}{s^2}}{166770 \text{ N}} = 5.1976 \frac{m}{s^2}$$

Carga dinámica sobre el eje delantero y posterior.

$$F_{zd} = \frac{P * l_2}{L} + \frac{P * h * a}{g * L}$$

$$F_{zd} = \frac{166770 \text{ N} * 1.92 \text{ m}}{5.03 \text{ m}} + \frac{166770 \text{ N} * 1.71 \text{ m} * 5.19 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 5.03 \text{ m}} = 93891.97 \text{ N}$$

$$F_{zt} = \frac{P * l_1}{L} - \frac{P * h * a}{g * L}$$

$$F_{zt} = \frac{166770 \text{ N} * 3.10 \text{ m}}{5.03 \text{ m}} - \frac{166770 \text{ N} * 1.71 \text{ m} * 5.19 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 5.03 \text{ m}} = 72878.02 \text{ N}$$

Fuerzas de adherencia.

$$F_{fd} = \mu * F_{zd}$$

$$F_{fd} = 0.79 * 93891.97 \text{ N} = 74174.65 \text{ N}$$

$$F_{ft} = \mu * F_{zt}$$

$$F_{ft} = 0.79 * 72878.02 \text{ N} = 57573.64 \text{ N}$$

**Rendimiento del frenado.**

$$\eta = \frac{\frac{a}{g}}{\mu} = \frac{\frac{5.19 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}{0.79} = 0.6706 = 67.06\%$$

Los vehículos transporte pesado van equipados con reguladores de presión que consiguen la variación de la presión del circuito trasero para evitar el bloqueo de los neumáticos y las consecuencias negativas que ya se han comentado. Los valores de reparto de frenada se deben mantener dentro de la máxima adherencia consiguiendo así la mayor deceleración.

Los limitadores de frenada o correctores de presión tienen la función de reducir la presión que llega al tren trasero con el fin de que no se llegue al bloqueo en esas ruedas.

### **3.11 EFICACIA DEL SISTEMA DE FRENOS.**

El proceso de frenado puede parecer muy elemental, pero en realidad la dinámica del mismo implica una convergencia de acciones conjuntas, para que la efectividad de la frenada pueda alcanzar su máximo valor de eficacia y deben cumplirse de forma simultánea una serie de condicionantes como son:

- ♣ Que la adherencia entre los neumáticos y la calzada sea máxima.
- ♣ Que no se bloqueen las ruedas.
- ♣ Que el sistema de frenos funcione correctamente.

La máxima eficacia de los frenos se considera que es del 100%, cuando la fuerza de frenado es igual al peso del vehículo. No obstante, los frenos pueden considerarse como buenos con una eficacia del 80% e incluso son aceptables con un 40%. Menos ya son malos o están sufriendo deterioros de sus componentes.

La fuerza necesaria para contener el vehículo es directamente proporcional al peso (a doble peso doble fuerza), pero en cuanto a la velocidad lo es a su cuadrado: a doble velocidad, se cuadruplica la fuerza; a triple velocidad, nueve veces mas fuerza, etc.

La mejor acción de frenado se tiene cuando las ruedas se encuentran todavía en línea recta. En el caso de ruedas bloqueadas existe peligro de derrape y pueden fallar por fading o desvanecimiento de su fuerza de roce, si se frena insistentemente.

La deceleración y detención de los vehículos, es consecuencia de la acción de las fuerzas de retención de los neumáticos, desarrolladas por los elementos frenantes del sistema de frenos, en combinación con la adherencia de los neumáticos al asfalto. Si no existe adherencia entre la superficie de contacto de los neumáticos con la calzada, la frenada y deceleración del vehículo es nula y no se detiene. Cuando mas elevada sea la adherencia entre la superficie de contacto y la calzada, mayor fuerza de rozamiento de los neumáticos, mayor deceleración y menor tiempo y espacio de recorrido para la frenada.

La eficacia de frenado depende básicamente de la deceleración que pueda lograrse y esta aun mas superficie de contacto y su valor debe medirse de forma experimental.

### **Pruebas para determinar la distancia de parada.**

Determinar la capacidad de frenado de los vehículos de transporte pesado seleccionados, bajo las condiciones y circunstancias descritas en la Norma: SAE J1250 FEB80 y SAE J299 JAN80.

#### **Requerimientos físicos:**

- ♣ El lugar de la prueba debe ser una vía seca, derecha, pavimentada y plana.
- ♣ La longitud de la vía de prueba debe ser suficiente para permitir la entrada del vehículo a velocidad especificada (32 km/h - 60 km/h).
- ♣ El vehículo de prueba se debe encontrar cargado a su máxima capacidad.

#### **Requerimientos de instrumentación:**

- ♣ Radar Doppler colocado debajo del vehículo, el cual sea capaz de registrar la velocidad del vehículo y la distancia de frenado.
- ♣ Error en la medición de velocidad menor que  $\pm 0.80$  km/h o  $\pm 0.5\%$  de la velocidad actual (el que sea mayor).
- ♣ Error en la medición de la distancia menor que  $\pm 0.15$  m o  $\pm 1.0\%$  de la distancia actual (el que sea mayor).
- ♣ Dispositivo indicador del inicio del frenado (sensor de movimiento del pedal de freno que detecte el movimiento a los primeros 3.20 mm de recorrido del pedal) o accionador del contador de distancia de frenado. El tiempo de respuesta del sistema no debe ser mayor de 0.020 segundos.

#### **Aspectos a verificar antes de la prueba:**

- ♣ Temperatura normal de operación en el motor.
- ♣ Vehículo a máxima carga.
- ♣ Presión de las llantas en valores especificados por fabricante.
- ♣ Chequeo de fugas en el sistema.
- ♣ Para Sistema de aire y sistema de aire asistido hidráulicamente:
  - Con el motor apagado y los frenos sin aplicar, notar si hay sonidos o evidencia de fugas. Con el motor apagado, aplicar fuertemente el freno y mantener por un

minuto. Registrar la caída de presión después de la aplicación inicial y notar cualquier sonido o evidencia de fugas.

- Para el sistema hidráulico y asistido (Vacío o hidráulico)
- Apagar el motor y mover el freno del pedal con una ligera presión por 10 segundos y luego presionar fuertemente por 10 segundos.
- ♣ Verificar cualquier cambio en la altura del pedal mientras se busca por sonidos o evidencias de fugas.
- ♣ Verificar que las condiciones de operación del vehículo sean seguras.

### **Procedimiento para la prueba:**

- ♣ El vehículo debe entrar al área de prueba lo más cerca posible a la velocidad especificada (8 km/h, 32 km/h y 60 km/h).
- ♣ Mantener la velocidad hasta el lugar prescrito en el cual deberá realizar la maniobra de frenado, procurando llevar el vehículo a una parada completa en la mínima distancia utilizando los sistemas ABS y/o freno auxiliar (en caso de existir), y siguiendo un procedimiento normal de frenado.
- ♣ Registrar la velocidad inicial y la distancia de viaje del vehículo desde el momento en que se aplica movimiento al pedal de frenado.
- ♣ Registrar cualquier problema o inestabilidad.
- ♣ Un mínimo de 3 lecturas debe ser registrado y el promedio obtenido.

Es importante tener atención a la fuerza que se aplica al pedal del freno durante el proceso de frenado, ya que se degradan las propiedades de frenado (comportamiento del sistema de frenado después de repetir un frenado brusco) y el comportamiento del frenado de emergencia.

Tabla 3.38 Resultados de las pruebas de distancia y tiempo de frenado de los vehículos: Fuente LOS AUTORES

Vehículo	Velocidad medida en el odómetro [km/h]	Tiempo de frenado [s]	Distancia de frenado [m]
<b>BUS</b>	40	1.50	7.92
		1.61	8.05
		1.56	7.98
		Tprom. = 1.556	Dprom. = 7.983
<b>COLECTIVO</b>	40	1.45	7.55
		1.38	7.51
		1.53	7.63
		Tprom. = 1.453	Dprom. = 7.563
<b>CAMIÓN</b>	40	1.70	7.81
		1.75	7.93
		1.93	8.01
		Tprom. = 1.793	Dprom. = 7.916
<b>TANQUERO</b>	40	1.86	8.34
		2.10	8.65
		1.90	8.42
		Tprom. = 1.953	Dprom. = 8.323
<b>VOLQUETE</b>	40	2.36	8.74
		2.53	8.89
		2.71	9.10
		Tprom. = 2.533	Dprom. = 8.91
<b>TRÁILER</b>	40	2.86	10.10
		3.02	10.90
		2.91	10.40
		Tprom. = 2.93	Dprom. = 10.466

La prueba debe realizarse varias veces a distintas velocidades, comprobando que la eficacia obtenida es la misma con ligeras variaciones. Si al finalizar las pruebas la eficacia obtenida es igual o mayor al 75%, indica que los frenos responden correctamente. Si la eficacia es igual o menor al 50%, indica que el reglaje de zapatas está mal hecho, los frenos están muy desgastados, o que el sistema es inadecuado al vehículo.

En base a los resultados obtenidos, se procederá a calcular la eficacia de frenado de cada uno de los vehículos a través de la ecuación 3.64.

$$e = \frac{v^2}{E * 254}$$

**Bus.**

$$E = \frac{v^2}{e * 254}$$

$$E = \frac{\left(40 \frac{km}{h}\right)^2}{7.983m * 254}$$

$$E = 0.7890 = 78.9\%$$

**Colectivo.**

$$E = \frac{v^2}{e * 254}$$

$$E = \frac{\left(40 \frac{km}{h}\right)^2}{7.563m * 254}$$

$$E = 0.8328 = 83.3\%$$

**Camión.**

$$E = \frac{v^2}{e * 254}$$

$$E = \frac{\left(40 \frac{km}{h}\right)^2}{7.916m * 254}$$

$$E = 0.7957 = 79.6\%$$

**Tanquero.**

$$E = \frac{v^2}{e * 254}$$

$$E = \frac{\left(40 \frac{km}{h}\right)^2}{8.323m * 254}$$

$$E = 0.7568 = 75.7\%$$

### Volquete.

$$E = \frac{v^2}{e * 254}$$

$$E = \frac{\left(40 \frac{km}{h}\right)^2}{8.91m * 254}$$

$$E = 0.7069 = 70.7\%$$

### Tráiler.

$$E = \frac{v^2}{e * 254}$$

$$E = \frac{\left(40 \frac{km}{h}\right)^2}{10.466m * 254}$$

$$E = 0.6018 = 60.2\%$$

### Análisis grafico de la distancia de parada en función de la velocidad.

Dando valores a la formula anterior, con la eficacia de frenado ya conocida se obtienen la distancia de parada en función de la velocidad.

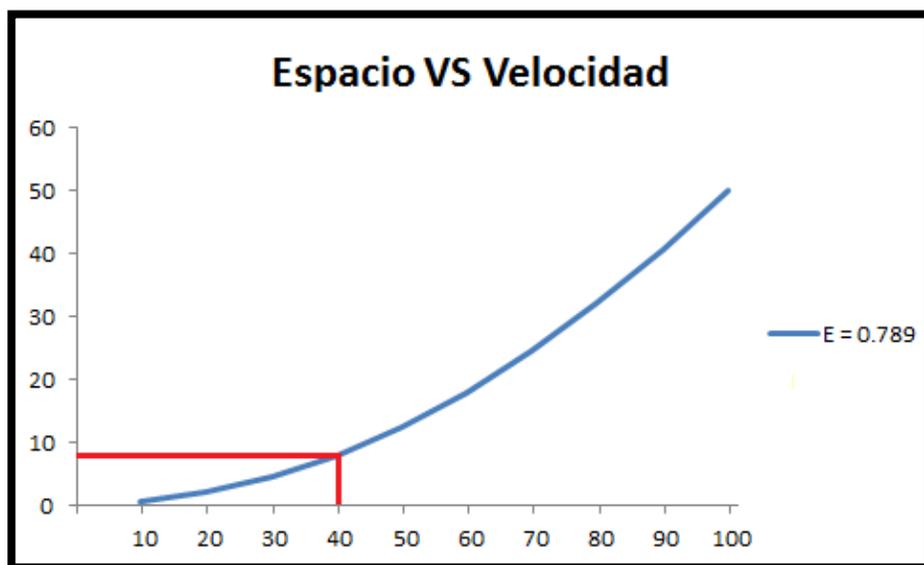


Figura 3.41 Grafica de la eficacia de frenado, bus: Fuente LOS AUTORES

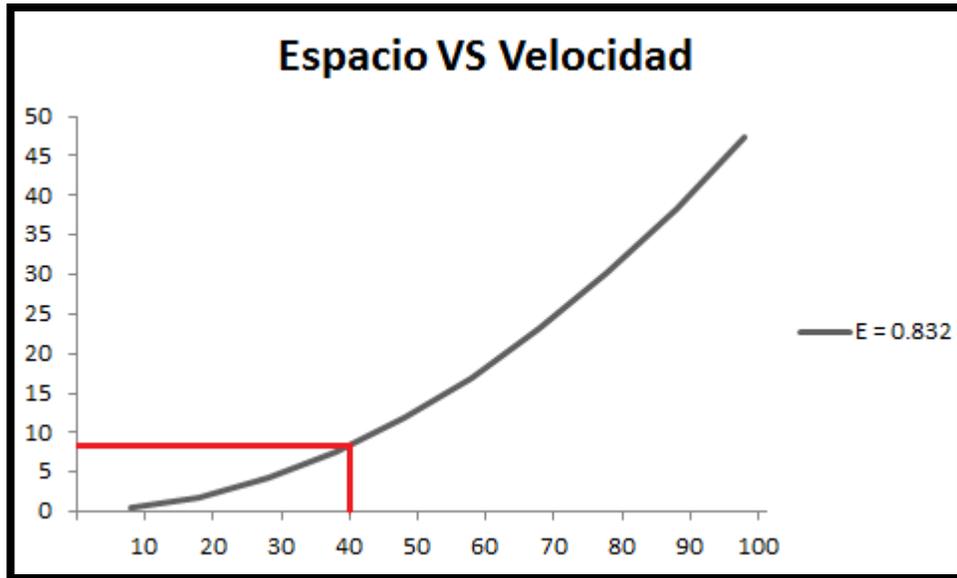


Figura 3.42 Grafica de la eficacia de frenado, colectivo: Fuente LOS AUTORES

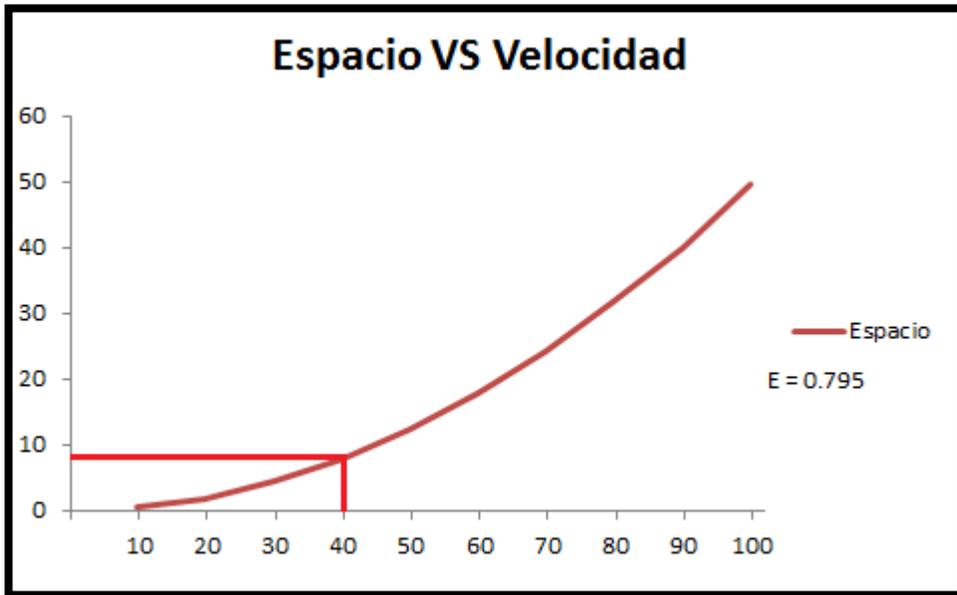


Figura 3.43 Grafica de la eficacia de frenado, camión: Fuente LOS AUTORES

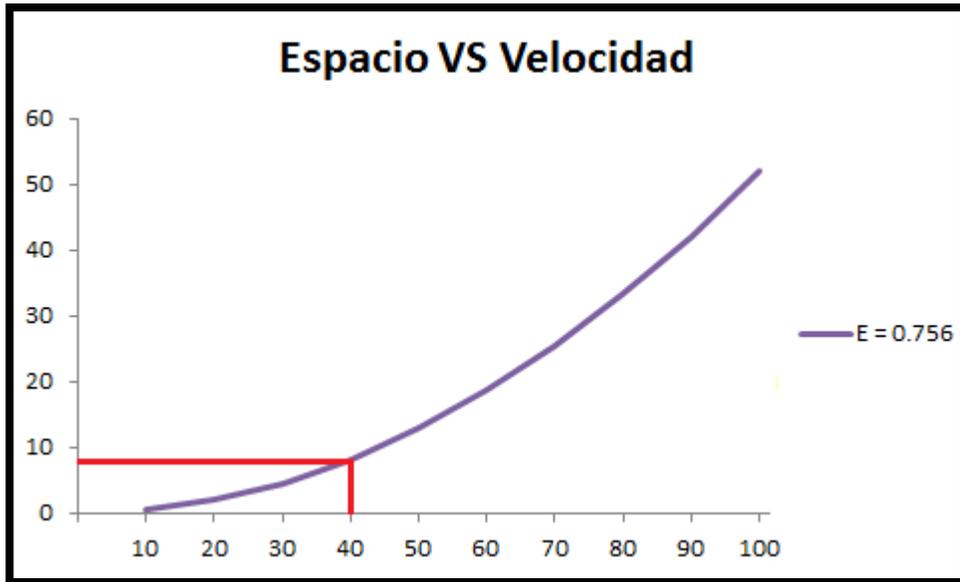


Figura 3.44 Grafica de la eficacia de frenado, tanquero: Fuente LOS AUTORES

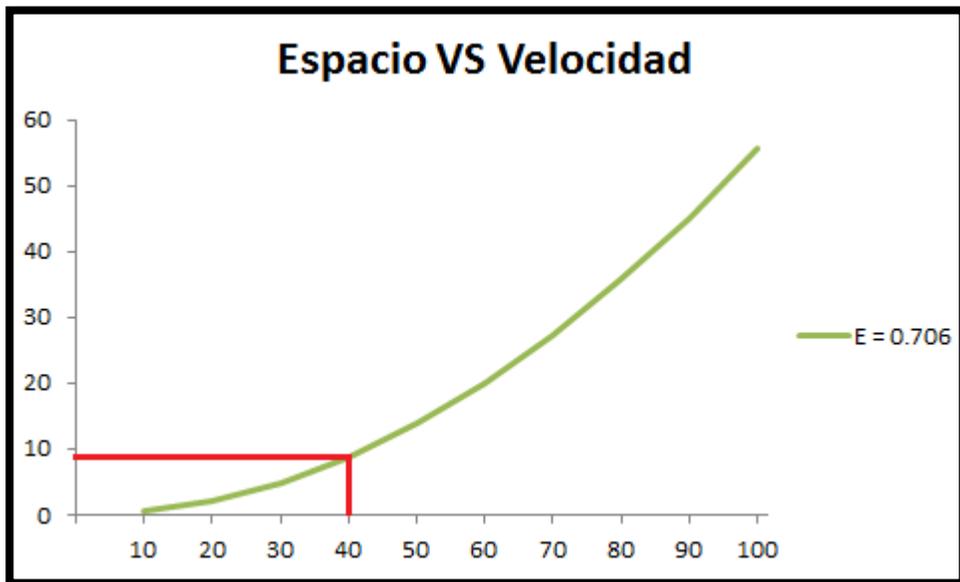


Figura 3.45 Grafica de la eficacia de frenado, volquete: Fuente LOS AUTORES

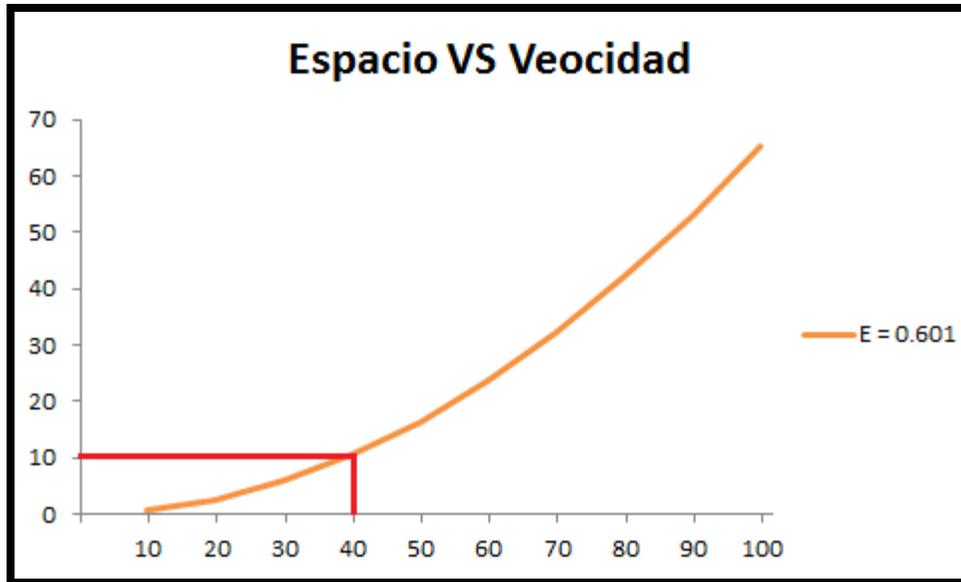


Figura 3.46 Grafica de la eficacia de frenado, Tráiler: Fuente LOS AUTORES

### **Análisis de la eficacia del sistema de frenos.**

De acuerdo con los datos obtenidos con el cálculo y graficas de análisis del sistema de frenos se concluye que:

Para el bus modelo Mercedes Benz OF 1721 se tiene que el sistema de frenos cumple con una eficacia de 79%, la cual es aceptable y se aproxima al valor de consideración de frenos, de buenos con 80% de eficacia, además este valor permite mantener la seguridad y vida útil de todos los componentes del sistema de frenos.

Para el colectivo modelo Chevrolet NPR 71P se tiene que el sistema de frenos cumple con una eficacia de 83%, la cual se encuentra dentro del margen para considerar un sistema de frenos bueno y eficaz. Lo que aumentaría en menores distancias de parada y aumento de la vida útil de los componentes del sistema.

Para el camión Hino serie 500 modelo 1726 se tiene que el sistema de frenos cumple con una eficacia de 80%, la cual se encuentra dentro del margen para considerar un sistema de frenos bueno y eficaz. Cabe recalcar que este vehículo ya tiene mayor capacidad de carga que los anteriores por ende necesitan de un mejor sistema de frenos.

Para el tanquero Hino serie 500 modelo 2626 se tiene que el sistema de frenos cumple con una eficacia de 76%, la cual es aceptable dentro de los valores de margen y aproximándose a ser considerados con buenos.

Para el volquete Hino serie 700 modelo 2841 se tiene que el sistema de frenos cumple con una eficacia de 71%, la cual es aceptable dentro de los valores de margen además permite aumentar la seguridad y vida útil de todos los componentes del sistema de frenos.

Para el tráiler Kenworth modelo T800 se tiene que el sistema de frenos cumple con una eficacia de 60%, la cual es aceptable y eficaz tomando en cuenta el tonelaje arrastrado por este tipo de vehículos ya que la esta modifica en gran importancia el funcionamiento del sistema de frenos.



# CAPITULO IV

#### **4 ELABORAR MATERIAL MULTIMEDIA DE LA EFICIENCIA AL CONducIR Y DE LOS SISTEMAS TRANSMISIÓN Y FRENADO.**

**4.1 A través del programa JavaScript, se tiene una interfaz grafica de los contenidos, imágenes y videos multimedia, que le permitirá a los docentes de la Escuela de formación y Capacitación de Conductores Profesionales del Cantón Calvas mejorar sus métodos de enseñanza aprendizaje. Anexo F.**

**4.2 Elaboración de un manual de conducción eficiente para los estudiantes y profesionales de la Escuela de Formación y Capacitación de Conductores Profesionales del Cantón Calvas el cual esta representado en el Anexo G.**



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## **Capítulo I.**

El factor más determinante en terrenos ondulados y montañosos es el de la pendiente longitudinal. En el terreno ondulado los trazos horizontal y vertical ocasionan que los vehículos de transporte pesado reduzcan sus velocidades significativamente por debajo de los vehículos livianos. Mientras que en los terrenos montañosos el diseño geométrico obliga a que los vehículos de transporte pesado circulen a una velocidad sostenida en rampa durante distancias considerables o intervalos frecuentes.

En el Ecuador, especialmente en la provincia de Loja las diferentes empresas y propietarios que están destinados al servicio de transporte de carga y de pasajeros, prefieren vehículos automóviles de origen americano, japonés y alemán.

Específicamente en lo que respecta a buses las empresas, dan prioridad a las carrocerías brasileñas asegurando así, seguridad y confort al momento de prestar sus servicios.

En lo concerniente a lo que son camiones, se puede observar que la marca Hino, es una de las favoritas para las empresas o propietarios, que prestan servicios de transporte de carga, supieron manifestar el porqué de su preferencia en cualidades como: garantías que ofrece la marca, capacidad de carga, costo de mantenimiento, seguridad con sistemas modernos, estas cualidades hacen que Hino sea una de las marcas más usadas en la provincia de Loja y el Ecuador.

De todas las encuestas realizadas se puede conocer que la mayoría de empresas y propietarios prefieren vehículos automóviles, de un año moderno, comentaron las empresas y propietarios que las leyes exigen vehículos dentro de su vida útil, a fin de evitar hechos lamentables, por el mal estado de algún vehículo automóvil y brindar así un servicio de calidad.

## **Capítulo II.**

Para el desplazamiento de un vehículo, se necesita de una cadena cinemática que comunique el movimiento de giro del cigüeñal hasta los neumáticos. Además de comunicar el movimiento de giro, debe variar la relación de transmisión entre los dos

componentes ya mencionados, teniendo en cuenta las exigencias debidas a la carga transportada y el estado de la calzada.

La composición de las cajas de cambio manuales para vehículos de transporte pesado, a mas de poseer los elementos básicos de una caja normal, contienen componentes y mecanismos adicionales como son: la reductora que proporciona a los piñones dos gamas, permitiendo la utilización de velocidades en gama alta y gama baja, y los mecanismos de alcance, que consiste en un engranaje planetario que dobla el numero de velocidades operativas de la caja de cambios. Proporcionando así estos mecanismos adicionales una mayor gama de velocidades a la transmisión.

Algunos camiones y remolques tienen un eje portador, que es un eje libre en tándem que puede subirse o bajarse con mecanismos neumáticos para que soporte o no parte del peso del vehículo. El eje se puede bajar para incrementar la capacidad de carga o para distribuir el peso sobre más neumáticos.

Un neumático envejecido pierde propiedades mecánicas, usado de ocasión no reparado en pinchaduras y guardado en lugares abiertos, potencian la oxidación, corrosión y puede causar accidentes. Una vez gastados o fuera de uso, los neumáticos deben ser sustituidos por otros, los cuales deberán ser siempre de la misma medida autorizada y aconsejada por los fabricantes del vehículo, los neumáticos deben ser iguales con el mismo tamaño y dibujo al menos en el mismo eje por razones de seguridad.

En el proceso de frenado se produce una transformación de energía mecánica a energía calorífica, al hacer rozar la parte fija llamada zapata, con la parte móvil llamada tambor, respectivamente. La fricción de estos dos elementos produce la fuerza necesaria para reducir la velocidad y convertir la energía mecánica del vehículo en energía calorífica que se transmite a la atmosfera.

La utilización de los frenos auxiliares se realiza solo cuando el motor esta en funcionamiento. Aplican su potencia de frenado únicamente a las ruedas motrices, las cuales, cuando existe poca adherencia pueden derrapar. Con la activación estos conseguimos frenar en largas pendientes con el objeto de descargar el freno de servicio para evitar su deterioro.

Con la ayuda de la electrónica y la gran potencia de cálculo de los procesadores, que son el alma de los sistemas electrónicos, los vehículos y en especial los de transporte pesado, han alcanzado un nivel de seguridad mucho mayor que el que poseían hace algunos años. Existen distintos sistemas con funciones diferentes, pero con la misma finalidad, hacer más eficaz la frenada y segura. Estos sistemas pueden ser: ABS (Sistema de antibloqueo de las ruedas), ESP (Programa electrónico de estabilidad), BAS (Asistente de frenada de urgencia), EBV (Distribución electrónica de la fuerza de frenado), EBS (Control electrónico del sistema de frenado).

### **Capítulo III.**

En el desarrollo de esta investigación se demostró que cuando se realiza una selección adecuada de los elementos del sistema de transmisión en un vehículo de servicio de transporte pesado, esta selección repercute en el desempeño del vehículo tal como se pudo observar en las diversas gráficas de velocidad y de capacidad de ascenso que se han presentado.

Para el estudio técnico de un sistema de transmisión existen un sinnúmero de factores que afectan la selección del mismo como son: normas de pesos y dimensiones, límites de velocidad, eficiencia en el consumo de combustible, protección ecológica tanto de ruido como de emisiones anticontaminantes.

El estudio del sistema de transmisión permite establecer las características adecuadas, cuando se toma en consideración la actividad para la cual el vehículo de transporte pesado va a ser utilizado. Esto permite determinar con cuidado la potencia requerida del motor, de tal manera que se pueda lidiar con las pendientes más severas a una velocidad aceptable, sin por esto permitir un manejo inseguro en terrenos planos o en recorridos sin carga.

Tiene que existir una relación adecuada entre la caja de velocidades y el paso del diferencial, ya que estos son los elementos clave para poder lograr el ascenso en pendientes y alcanzar la velocidad máxima que puede desarrollar el vehículo. A más de esa relación estrecha entre los dos elementos anteriores, deberá existir un compromiso entre todos los elementos del sistema de transmisión, para que permitan una conducción por parte del operador dentro de la zona de economía de combustible y alcanzar un rendimiento

mecánico óptimo de cada uno de los componentes. Logrando confort en la conducción, lo que repercute en la seguridad vial del vehículo.

Los elementos del sistema de transmisión, experimenta un desgaste anticipado de los componentes que lo integran ya que al operarlo en sus límites máximos de potencia y velocidad se tiene como resultado el desarrollo del bajo desempeño de la velocidad y deficientes niveles de capacidad de arranque en pendientes (Startability) y de capacidad de ascenso (Gradeability).

Una referencia para la utilización de transmisiones con sobre marcha es que se utilice la sobre marcha cuando se puedan mantener velocidades del motor y del vehículo altas. No obstante se deberá tener cuidado de no exceder el peso bruto vehicular establecido por el fabricante, ya que se corre el riesgo de que la transmisión se dañe por sobrecarga o en combinación con una relación baja del diferencial.

Las ruedas traseras tienden a bloquearse más rápidamente que las ruedas delanteras, esto se debe a que durante el proceso de frenado, hay una transferencia de pesos. El tren delantero es sobrecargado, y el tren trasero es aliviado.

Dependiendo de la carga del vehículo el corrector va dando más presión en el circuito, ya que al bajar la superficie por medio de un accionador de tipo mecánico va abriendo más la válvula. Recordemos que cuanto mayor sea el peso soportado por el eje mayor es la fuerza necesaria para frenar dicho eje.

Lo más importante dentro del sistema de frenado, es la rapidez y eficacia para que el vehículo pueda ser parado e inmovilizado en las pendientes más pronunciadas. Esto tiene mucho valor dentro de nuestro análisis ya que estamos tratando con uno de los lugares con más accidentes geográficos del país.

La eficacia del frenado permite establecer que tan bien están funcionando el sistema de frenos, ya que proporciona un valor en porcentaje que puede ser estimado a través de pruebas experimentales.

Hasta la actualidad aun no contamos con vehículos que se adapten a todas las circunstancias existentes en el planeta, pero si con criterios técnicos que permiten

seleccionar la unidad que más se adapte al uso para el cual se la requiere, por lo que, el mejor vehículo será el que este conformado por un sistema de transmisión y sistema de frenos que cumpla con la mayor eficiencia en el desarrollo de sus actividades, aumentando la seguridad de su operación y con economía de combustible.

#### **Capítulo IV.**

Una conducción técnica y eficiente puede ayudar prolongar la vida útil de los vehículos, cualquiera que fuese el tipo de combustible empleado o capacidad de carga. Logrando así ahorro de combustible, este ahorro es independiente de las condiciones climáticas y geográficas.

El conocimiento del funcionamiento de los sistemas que conforman a un vehículo, puede ayudar a evitar accidentes en casos inesperados, acompañado de la correcta forma de conducir se lograra ahorrar grandes costos de operación y de mantenimiento.

La conducción técnica ayuda al medio ambiente, ya que al saber que marchas ocupar y en qué régimen de revoluciones mantenerse para un mínimo consumo de combustible se ve reflejado en la menor emisión de gases contaminantes.

La zona verde no se encuentra en la máxima revoluciones, todo vehículo posee una ficha técnica en la que se indica una curva de par y potencia, en donde se ve puntualizado el régimen de revoluciones a las que alcanzamos el máximo rendimiento.

Al descender pendientes con vehículos de transporte pesado, tomar muy en cuenta el uso de los frenos auxiliares, para evitar el deterioro de los frenos de servicio y aumentar la vida útil de los mismos.



# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

[1] Información, datos generales de la provincia [en línea] <[http://governacionloja.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15&Itemid=22](http://governacionloja.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=22)>

[2] Información, división desde el punto de vista geomorfológico [en línea] <<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea02s/ch15.htm#TopOfPage>>

[3] Información, división política [en línea] <[http://www.inec.gob.ec/estadisticas/index.php?option=com\\_remository&Itemid=&func=startdown&id=1280&lang=es&TB\\_iframe=true&height=250&width=800](http://www.inec.gob.ec/estadisticas/index.php?option=com_remository&Itemid=&func=startdown&id=1280&lang=es&TB_iframe=true&height=250&width=800)>

[4] Información, mapa vial de la provincia [en línea] <<http://www.gpl.gob.ec/?p=1133>>

[5] Información, Sistema de indicadores de la sostenibilidad de la provincia de Loja, estado y tipos de vías [en línea] <<http://www.siiteloja.gob.ec>>

[6] Información, estado actual de las vías [en línea] <<http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/Estado-de-las-Vias2.pdf>>  
<[http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/01-11-2012\\_Estado\\_de\\_la\\_RVE\\_para\\_el\\_feriado\\_de\\_Difuntos.pdf](http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/01-11-2012_Estado_de_la_RVE_para_el_feriado_de_Difuntos.pdf)>

[7] Información, pendiente en una carretera y significado de su porcentaje [en línea] <[http://recursostic.educacion.es/gauss/web/materiales\\_didacticos/eso/actividades/geometria/trigonometria/pendiente\\_carretera/actividad.html](http://recursostic.educacion.es/gauss/web/materiales_didacticos/eso/actividades/geometria/trigonometria/pendiente_carretera/actividad.html)>

[8] Información, cálculo de una pendiente [en línea] <[http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libroselectronicos/Libros/topografia\\_plana/pdf/topografia.pdf](http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libroselectronicos/Libros/topografia_plana/pdf/topografia.pdf)>

[9] Información, valores de pendientes de las vías [en línea] <[http://geoportal.magap.gob.ec/mapas/loja/mapa\\_suelos\\_pendientes\\_loja.pdf](http://geoportal.magap.gob.ec/mapas/loja/mapa_suelos_pendientes_loja.pdf)>

[10] Dinámica del Automóvil, 2da Ed. Mc. Graw Hill. 2010

[11] INEC, Anuario de estadísticas de transporte 2011, Síntesis Metodológica.

[12] información, muestro estadístico [en línea]  
<<http://www.estadistica.mat.uson.mx/material/elmuestreo.pdf>>

[13] BACA URBINA, Gabriel. Evaluación de Proyectos, 5ta Ed. McGraw-Hill. 2010

[14] JANY CASTRO, José Nicolas. Investigación integral de mercados, 3ra Ed. McGraw-Hill, 2005.

[15] Información grados de inclinación de un pendiente [en línea]  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/Grade\\_\(slope\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Grade_(slope))>

[16] INSTITUTO MEXICANO DE TRANSPORTE, Manual de conducción técnica de vehículos automotores diesel, Segunda edición, México, 2012. Pdf

[17] INSTITUTO MEXICANO DE TRANSPORTE, Método para la configuración del tren motriz de vehículos de servicio pesado con uso eficiente de combustible, México, 2011. Pdf

[18] APARICIO Francisco, Teoría de los vehículos automóviles, Madrid, 2001.

[19] EATON FULLER, Guía de especificaciones técnicas, 2012-2013. Pdf

[20] Información, Ejes de transmisión [en línea]  
<<http://areamecanica.wordpress.com/2011/08/04/el-mantenimiento-en-ejes-articulados-de-accionamiento-ejes-cardan/>>

[21] Imagen, puente eje trasero [en línea]  
<[http://html.rincondelvago.com/transmisiones\\_1.html](http://html.rincondelvago.com/transmisiones_1.html)>

[22] BUMPER TO BUMPER, Guía completa para operaciones de autotransporte de carga. Pdf

[23] Información, Designación de los neumáticos [en línea]  
<[http://www.goodyear.cl/tire\\_know/tire\\_learn/#camioneta](http://www.goodyear.cl/tire_know/tire_learn/#camioneta)>

[24] MERCEDES BENZ, Guía de especificaciones técnicas, transmisión G60-6. Pdf

[25] FICHTEL&SACHS, Embragues para vehículos de pasajeros y comerciales, 2013.Pdf

- [26] MERCEDES BENZ, Manual de servicio, Eixo Traseiro HD HL-4, 2009. Pdf
- [27] Información, Designación de los neumáticos GOODYEAR [en línea]  
<[http://www.goodyear.com.ec/LATireCatalog/action/tireLine?header=inc\\_EC/tpl/hd-tirecat-tr.txt&footer=inc\\_EC/tpl/ft-tirecat-tr.txt](http://www.goodyear.com.ec/LATireCatalog/action/tireLine?header=inc_EC/tpl/hd-tirecat-tr.txt&footer=inc_EC/tpl/ft-tirecat-tr.txt)>
- [28] ISUZU, Manual de servicio, N SERIES. Pdf.
- [29] CHEVROLET, Especificadores técnicas colectivo NPR. Pdf
- [30] EATON, Manual de servicio, Cajas de cambio sincronizadas de 9 velocidades. Pdf
- [31] CS-380 series, Especificaciones técnicas, Embrague. Pdf
- [32] HINO, Manual de taller Serie 700. Pdf
- [33] Información, designación de neumáticos BRIDGESTONE [en línea]  
<http://www.bridgestonefirestone.com.ec/#camiones>
- [34] EATON FULLER, Transmisiones para servicio pesado, 2009. Pdf
- [35] EATON FULLER, Transmisiones para servicio pesado, 15 velocidades, 2009. Pdf
- [36] ROADRANGER, Guía de especificaciones técnicas, ejes motrices, 2011-2012. Pdf
- [37] BENDIX, manual de frenos de aire. Pdf
- [38] Información, sistema de frenos neumáticos [en línea]  
<<http://www.incolbest.com/en/conozca-sus-frenos/diagrama-del-sistema-de-frenos-neumatico/>>
- [39] Manual de Frenos Neumáticos (Edición 2004). Aplicación camiones y ómnibus.
- [40] Imagen, funcionamiento de los frenos Jacobs [en línea]  
<<http://auto.howstuffworks.com/auto-parts/brakes/brake-types/engine-brakes5.htm>>
- [41] Información, como funciona un freno Jacobs. [en línea]  
<<http://www.svfd.net/SVFD%20Files/Articles/Engineer/An%20engine%20brake%20is%20a%20hydraulically-operated%20device%20on%20a%20diesel.pdf>>

- [42] Imagen, funcionamiento de las válvulas en el escape [en línea]  
<<http://www.valtra.es/news/724.asp>>
- [43] Información, retardadores electrodinámicos [en línea]  
<[http://www.voithturbo.com/retarder\\_e.htm](http://www.voithturbo.com/retarder_e.htm)>
- [44] MERCEDES BENZ OF 1721, especificaciones técnicas, sistema de frenos. Pdf
- [45] CHEVROLET NPR 71P, especificaciones técnicas, sistema de frenos. Pdf
- [46] HINO GH 1726, especificaciones técnicas, sistema de frenos. Pdf
- [47] HINO FM 2626, especificaciones técnicas, sistema de frenos. Pdf
- [48] KENWORTH T800 CLASSIC, especificaciones técnicas, sistema de frenos. Pdf
- [49] FITCH, J. W. Motor Truck Engineering Handbook, 4th edition, Society of Automotive Engineers. 1994.
- [50] VANTELÓN, A., CÁCERES J. Ahorro y Uso Eficiente de la Energía en el Autotransporte. 1995. Pdf.
- [51] GONZALEZ SANZ, Ángel, Tecnología de la automoción.
- [52] SCZCZEPANIAK. Fundamentos del automóvil, 1ra. Edition. 1982.
- [53] SAE. Principles and design of mechanical truck transmissions; Society of Automotive Engineers. 1971.
- [54] SAE. SAE J688 AUG87 Truck Ability Prediction Procedure SAE Recommended Practice. Society of Automotive Engineers. 1988
- [55] SAE. SAE J1250 FEB80 En servicio del freno Performance Procedimiento de prueba - vehículos de más de 4500 kg (10 000 libras) Society of Automotive Engineers. 1980
- [56] SAE J299 JAN80. Stopping Distance Test Procedure. Society of Automotive Engineers. 1980
- [57] SAE J2469 AUG04. Startability. Society of Automotive Engineers 2004.

[58] SAE J1666 MAY93. Gradeability. Society of Automotive Engineers 1993.



# ANEXOS

## ENCUESTA DIRIGIDA A LOS PROFESIONALES DEL VOLANTE DE TRANSPORTE PESADO DE LA PROVINCIA DE LOJA.

La presente encuesta tiene la finalidad de recopilar información para conocer la realidad actual que atraviesa el transporte pesado de la provincia de Loja en cuanto al mantenimiento, causas de accidentes y fallos más frecuentes, así como también el uso adecuado del sistema de transmisión y sistema de frenado, con el fin de mejorar el rendimiento de los mismos y disminuir los accidentes. La información recopilada servirá únicamente para fines académicos.

### 1- ¿Cuál de los siguientes vehículos usted conduce y que capacidad posee?

Vehículos	Marca	Modelo	Año	Capacidad	
1.1 BUS				Asientos	
1.2 COLECTIVO				Asientos	
1.3 CAMIÓN				Ton./ Quint.	
1.4 TANQUERO				Galones	
1.5 VOLQUETE				Ton / m <sup>3</sup>	
1.6 TRÁILER				Ton./ Quint.	

### 2- ¿De las siguientes rutas viales de la provincia cuales son las que utiliza con más frecuencia? Entiéndase como frecuencia 2 o 3 veces por semana.

RUTAS	
2.1 RIO PUYANGO-ALAMOR	
2.2 Y DE ALAMOR-PINDAL	
2.3 PINDAL-ZAPOTILLO	
2.4 ZAPOTILLO-ALAMOR	
2.5 LIMITE PROVINCIAL AZUAY/LOJA(OÑA)-SARAGURO	
2.6 SARAGURO- SAN LUCAS	
2.7 SAN LUCAS-LOJA	
2.8 LOJA-CATAMAYO	
2.9 CATAMAYO-PUENTE GUAYABAL	
2.10 PUENTE GUAYABAL-SAN PEDRO DE LA BENDITA	
2.11 SAN PEDRO DE LA BENDITA- VELACRUZ	
2.12 VELACRUZ-CATACOCCHA	
2.13 CATACOCCHA- EL EMPALME	
2.14 EL EMPALME-MACARÁ-PTE INTERNACIONAL	
2.15 LOJA-EL TIRO (LÍMITE PROVINCIAL)	
2.16 VELACRUZ-CHAGUARPAMBA	
2.17 CHAGUARPAMBA-RIO PINDO	
2.18 EL EMPALME- CELICA	
2.19 CELICA-ALAMOR	
2.20 CATAMAYO-GONZANAMÁ	
2.21 GONZANAMÁ-CARIAMANGA	
2.22 CARIAMANGA-SOZORANGA	
2.23 SOZORANGA-MACARÁ	
2.24 LOJA-VILCABAMBA	
2.25 VILCABAMBA-YANGANA	
2.26 YANGANA-SABANILLA(LTE. LOJA/ZAMORA)	
2.27 GONZANAMÁ-QUILANGA	
2.28 CARIAMANGA-AMALUZA	
2.29 OTRA ESPECIFIQUE	

3- ¿A su criterio, durante la conducción en la o las rutas que eligió anteriormente, usted realiza alguna de las siguientes acciones?

ACCIONES	SI	NO	
3.1 Conoce y respeta las señales de tránsito.			
3.2 Esfuerza el sistema de frenado.			
3.3 Esfuerza el sistema de transmisión.			
3.4 Excede el límite de carga.			
3.5 Sabe en qué régimen de revoluciones debe realizarse el cambio de marcha.			En que régimen:..... .....
3.6 Sabe cuándo es el momento adecuado de ocupar el freno motor.			Cuando:..... .....
3.7 Sabe usted en que marcha descender una pendiente.			Que marcha:.....
3.8 Sabe usted a qué distancia mantenerse de otro vehículo cuando conduce.			Distancia (m):.....

4- ¿Cuándo su vehículo que conduce acude a un taller, cual es el motivo más frecuente? Puede señalar más de una opción:

MOTIVOS MAS FRECUENTES PARA ACUDIR A UN TALLER	APROXIMADAMENTE		
	Cada cuantas Semanas	Cada cuantos Meses	Kilometraje
4.1 ABC de frenos			
4.2 Mantenimiento de suspensión			
4.3 Cambio de aceites motor			
4.4 Cambio de aceites caja			
4.5 Cambio de neumáticos			
4.6 Ajuste carrocería			
4.7 Reparación motor			
4.8 Reparación de frenos			
4.9 Reparación de caja			
4.10 Reparación de suspensión			
4.11 Engrase			

5- ¿Cuando se produce averías en los vehículos, de que cree usted que depende? Puede señalar más de una opción:

a. Insuficiente mantenimiento	
b. Impericia del conductor	
c. Mal estado de las vías	
d. Condiciones climatológicas	
e. Geomorfología de la provincia (Irregularidades en la vías, exceso de pendientes)	

6- ¿En el desarrollo de su profesión ha registrado accidentes de tránsito? ( si la respuesta es afirmativa continuar con la pregunta 7 y 8, caso contrario pasar a la pregunta 9)

SI   
NO

7- ¿Cuántos accidentes ha tenido?

Número De Accidentes:.....

8- ¿Puede por favor señalar cual o cuales han sido las causas para registrar accidentes de tránsito?

a. Falla del sistema de suspensión	
b. Falla del sistema de frenos	
c. Falla del sistema de transmisión	
d. Mal estado de los neumáticos	
e. Mal estado de la carrocería	
f. Mal funcionamiento del motor	
g. Problemas por fallas geológicas	
h. Impericia del conductor	
i. Intensidad de tráfico	
j. Condiciones climatológicas	
k. Problemas psicofísicos (cansancio, estrés, sueño, etc.)	
l. Otro.....	

9- ¿En el desarrollo de su trabajo, aproximadamente cuantas horas diarias usted conduce?

a. De 5 a 10 horas	
b. De 10 a 15	
c. Más de 15 horas	

10- ¿Sabe usted que es un manual de conducción? (si la respuesta es afirmativa continuar con la siguiente pregunta, caso contrario se da por culminada la encuesta)

SI   
NO

11- ¿Considera usted que en las escuelas de capacitación debería existir un manual de conducción de automotores pesados?

SI  NO

Para que:.....  
.....

Gracias por su Colaboración

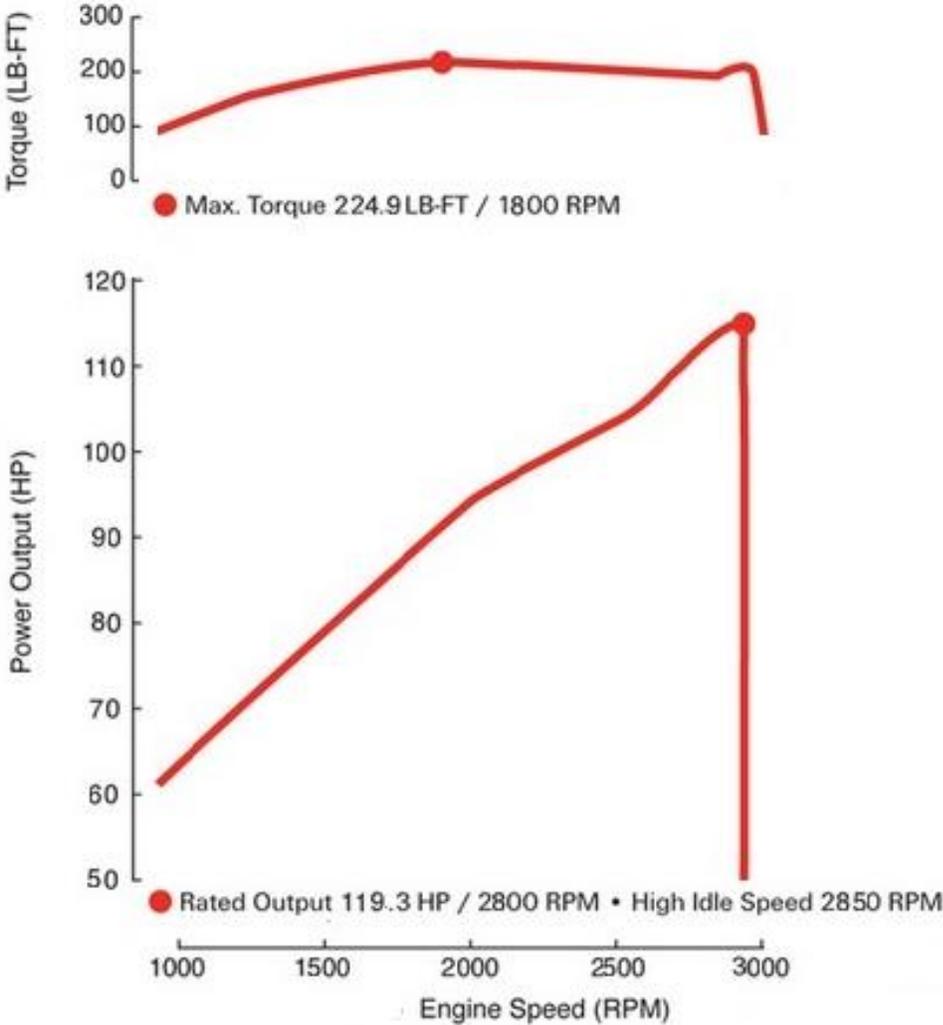
## ANEXO B

Curvas de par y potencia de los vehículos de transporte pesado, seleccionados para el análisis.

B1. Bus, equipado con un motor Mercedes Benz OM 366 LA.

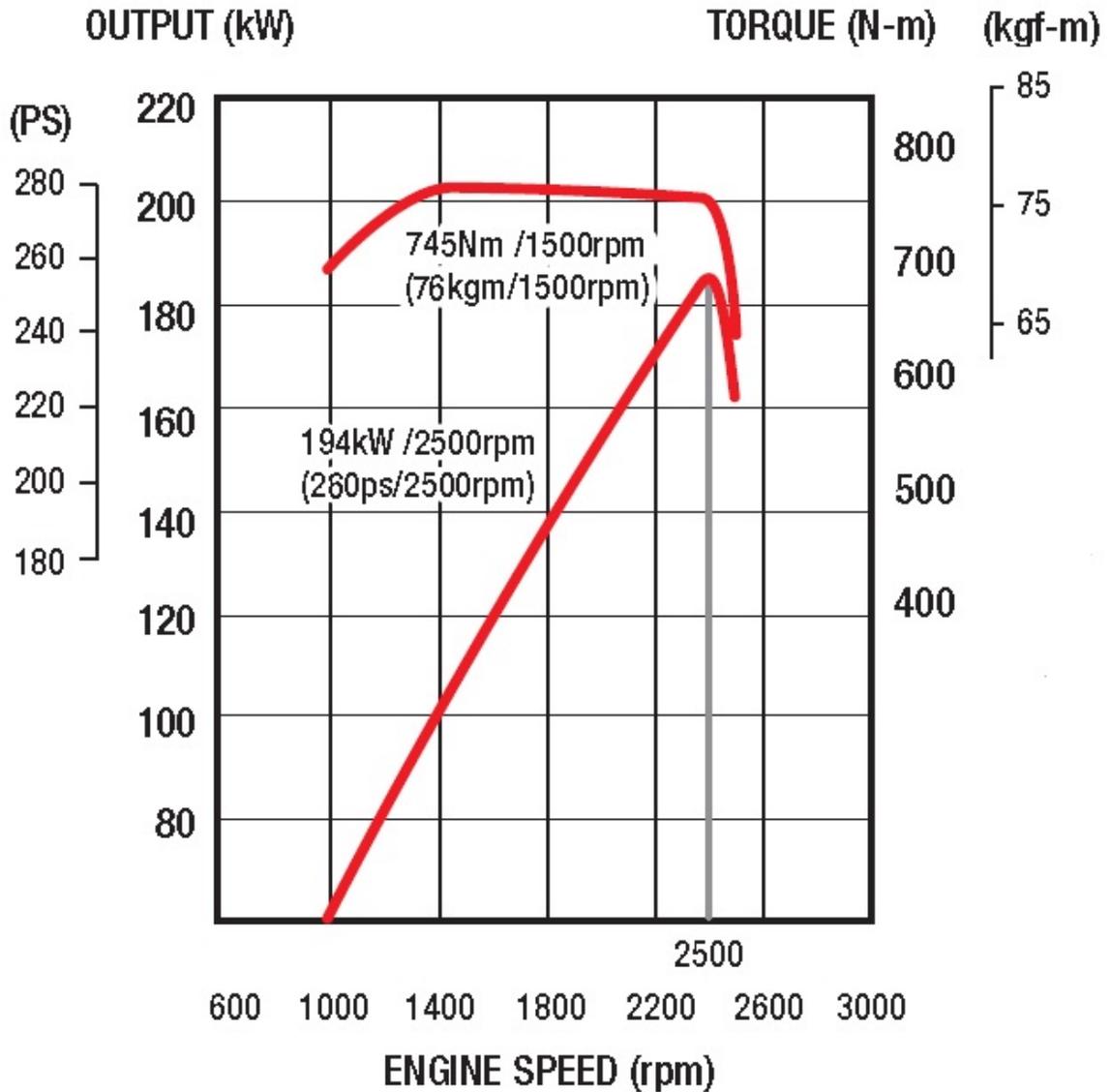


B2. Colectivo, equipado con un motor Isuzu 4HG1T.



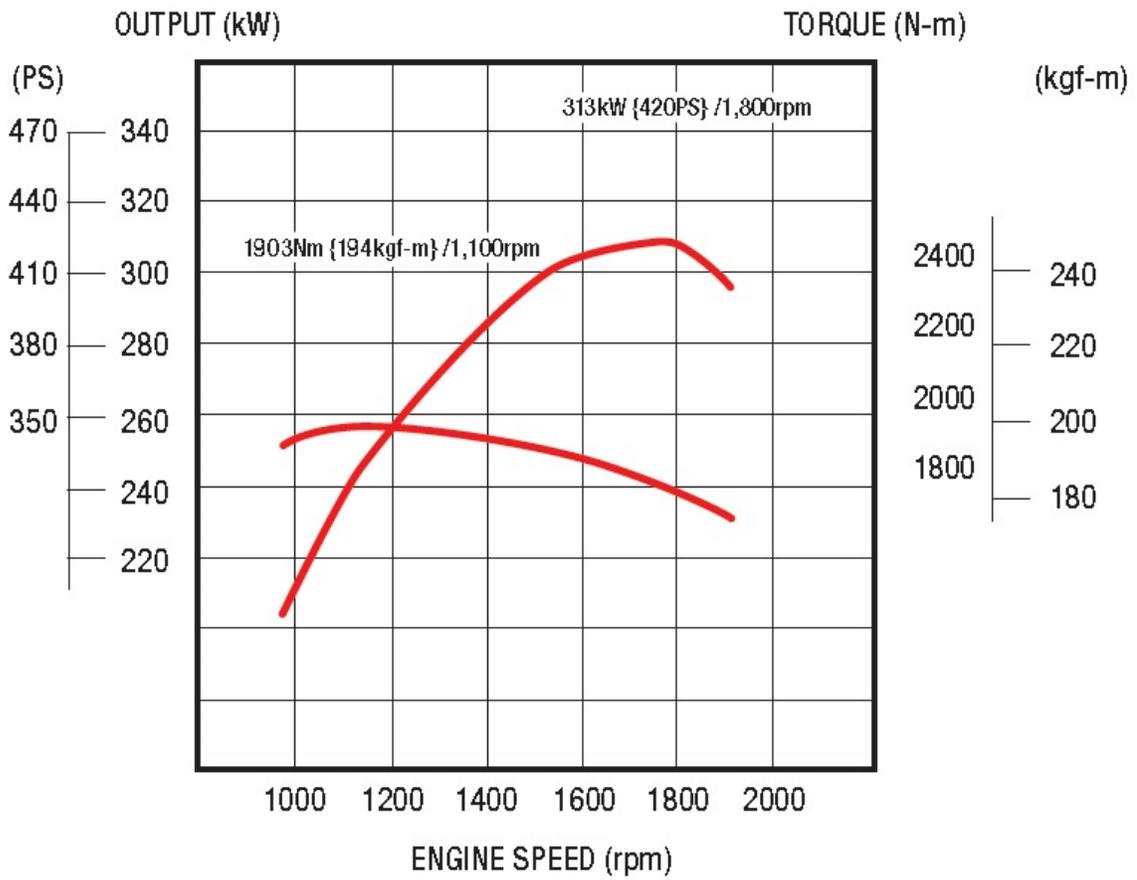
B3. Camión y tanquero, equipados con un motor HINO J08C.

## POWER & TORQUE CHART (ISO Net) J08C

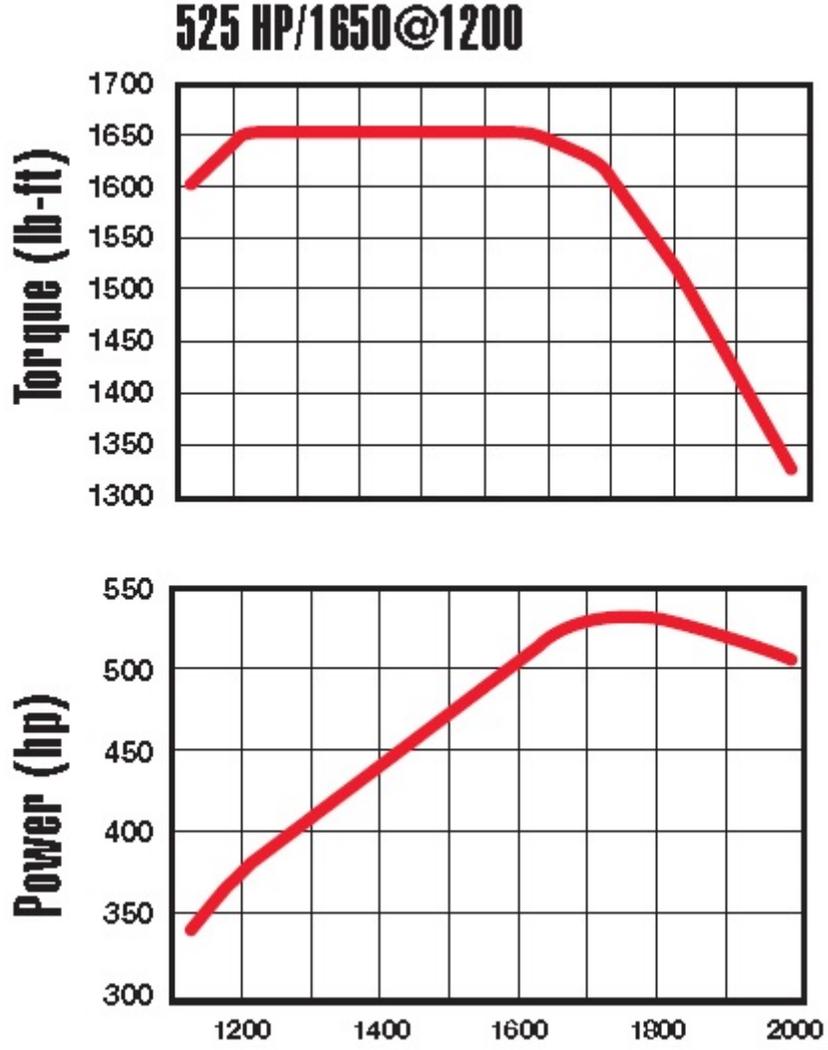


B4. Volquete, equipado con un motor Hino E13C.

## POWER & TORQUE CHART (ISO Net) E13C



B5. Tráiler, equipado con un motor Cummins ISX500.



## ANEXO C

Tablas de cálculos dinámicos, transmisión.

C1. Bus, tabla de cálculos dinámicos, transmisión.

TABLA DE CÁLCULOS DINÁMICOS DE LA TRASMISIÓN BUS MERCEDES BENZ OF 1721		
Peso bruto vehicular [Kg] - [N]	17000	166770
Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	6500	63765
Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	10500	103005
Batalla [m]	5.95	
Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.9868	
Distancia del cg al eje delantero [l1] [m]	3.675	
Distancia del cg al eje posterior [l2] [m]	2.275	
Ancho para Af [m]	2.56	
Alto para Af [m]	3.8	
Radio del neumático [r] [m]	0.6232	
Radio del neumático bajo carga [rc] [m]	0.56088	
Radio efectivo [re] [m]	0.604504	
Área frontal del vehículo [Af] [m <sup>2</sup> ]	9.728	
Coeficiente de resistencia aerodinámica [Cx]	0.65	
Coeficiente de resistencia rodadura [fr]	0.012	
Coeficiente de adherencia [μ]	0.8	
Densidad del aire [d] [kg/m <sup>3</sup> ]	1.225	
Desplazamiento neumático calzada [i]	3%	
Velocidad máxima @2600rpm [Km/h] - [m/s]	108	30
Potencia máxima @2600rpm [KW] - [HP]	155	207.775
Par máximo @1400rpm [Nm] - [Kg.m]	660	67.3013

Rampa [%]	45%					
Rampa [°]	24.22774532					
	1ra.	2da.	3ra.	4ta.	5ta.	6ta.
Relaciones de la transmisión	9.2	5.23	3.14	2.03	1.37	1
Rendimiento de la transmisión	0.85					
Relación del grupo diferencial	5.857					
Relaciones de velocidad	53.8844	30.6321	18.391	11.8897	8.02409	5.857
Rpm según las relaciones de velocidad	48.2514	84.8783	141.374	218.676	324.024	443.913
Velocidades según las rpm [Km/h]	10.9961	19.3431	36.183	57.6166	85.3736	101.164
Velocidades según las rpm [m/s]	3.05448	5.37309	10.0508	16.0046	23.7149	28.1012
Resistencia aerodinámica [Rx] [N]	36.1342	111.813	391.244	992.05	2178.13	3058.4
Resistencia a la rodadura [Rr] [N]	1824.97					
Resistencia por pendiente [Rg] [N]	68436.5					
Esfuerzo de tracción [Ftmax] [N]	101872					
Rpm para máxima potencia	2600	2600	2600	2600	2600	2600
Esfuerzo tractor en el neumático [N]	60020.5	34120.3	20485.2	13243.6	8937.83	6523.96
Rampa máxima según la velocidad	0.32856	0.17298	0.08712	0.03252	0.00103	0.00012
Rampa [°]	19.1814	9.96113	4.99794	1.86359	0.05873	0.00688
Rampa [%]	34.7873	17.5628	8.74525	3.25372	0.1025	0.012
Escalones de velocidad (K de progresión)	0.757751006					
Velocidades, caja de cambios (K de progr.)	53.8844	40.831	23.2115	13.9358	9.00944	6.08026
Relaciones, caja de cambios (K de progr.)	9.2	6.97131	3.96304	2.37934	1.53823	1.03812

C2. Colectivo, tabla de cálculos dinámicos, transmisión.

TABLA DE CÁLCULOS DINÁMICOS DE LA TRASMISIÓN COLECTIVO CHEVROLET NPR 71P						
Peso bruto vehicular [Kg] - [N]	7500	73575				
Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	2245	22023.5				
Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	5255	51551.6				
Batalla [m]	3.46					
Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.6044					
Distancia del cg al eje delantero [l1] [m]	2.424306667					
Distancia del cg al eje posterior [l2] [m]	1.035693333					
Ancho para Af [m]	2.31					
Alto para Af [m]	3.05					
Radio del neumático [r] [m]	0.4285					
Radio del neumático bajo carga [rc] [m]	0.38565					
Radio efectivo [re] [m]	0.415645					
Área frontal del vehículo [Af] [m <sup>2</sup> ]	7.0455					
Coeficiente de resistencia aerodinámica [Cx]	0.6					
Coeficiente de resistencia rodadura [fr]	0.012					
Coeficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.8					
Densidad del aire [d] [kg/m <sup>3</sup> ]	1.225					
Desplazamiento neumático calzada [i]	3%					
Velocidad máxima @2850rpm [Km/h] - [m/s]	108	30				
Potencia máxima @2850rpm [KW] - [HP]	89	119.303				
Par máximo @1800rpm [Nm] - [Kg.m]	325	33.1408				
Rampa [%]	32%					
Rampa [°]	17.74467163					
Relaciones de la transmisión	1ra.	2da.	3ra.	4ta.	5ta.	6ta.
	4.987	2.87	1.689	1	0.728	0.626

Rendimiento de la transmisión	0.85					
Relación del grupo diferencial	4.56					
Relaciones de velocidad	22.7407	13.0872	7.70184	4.56	3.31968	2.85456
Rpm según las relaciones de velocidad	125.326	217.77	370.041	625	858.516	998.403
Velocidades según las rpm [Km/h]	17.4293	30.2857	51.4624	77.4952	119.396	159.175
Velocidades según las rpm [m/s]	4.84147	8.41269	14.2951	21.5264	33.1654	44.2152
Resistencia aerodinámica [Rx] [N]	60.691	183.248	529.107	1199.81	2848	5061.89
Resistencia a la rodadura [Rr] [N]	840.895					
Resistencia por pendiente [Rg] [N]	22423.9					
Esfuerzo de tracción [Ftmax] [N]	61947.1					
Rpm para máxima potencia	2850	2850	2850	2850	2850	2850
Esfuerzo tractor en el neumático [N]	36839.8	21201.2	12476.9	7387.16	5377.86	4624.36
Rampa máxima según la velocidad	0.18265	0.09065	0.05631	0.01938	0.00215	0.00081
Rampa [°]	10.5242	5.201	3.22803	1.11046	0.12319	0.04641
Rampa [%]	18.5775	9.10248	5.63995	1.93836	0.215	0.081
Escalones de velocidad (K de progresión)	0.818031597					
Velocidades, caja de cambios (K de progr.)	22.7407	18.6026	10.7057	6.30035	3.73022	2.7156
Relaciones, caja de cambios (K de progr.)	4.987	4.07952	2.34775	1.38166	0.81803	0.59553

C3. Camión, tabla de cálculos dinámicos, transmisión.

TABLA DE CÁLCULOS DINÁMICOS DE LA TRASMISIÓN CAMIÓN HINO GH 1726									
Peso bruto vehicular [Kg] - [N]	17000	166770							
Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	6500	63765							
Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	10500	103005							
Batalla [m]	5.03								
Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.7155								
Distancia del cg al eje delantero [l1] [m]	3.106764706								
Distancia del cg al eje posterior [l2] [m]	1.923235294								
Ancho para Af [m]	2.6								
Alto para Af [m]	3.025								
Radio del neumático [r] [m]	0.5812								
Radio del neumático bajo carga [rc] [m]	0.52308								
Radio efectivo [re] [m]	0.563764								
Área frontal del vehículo [Af] [m <sup>2</sup> ]	7.865								
Coefficiente de resistencia aerodinámica [Cx]	0.7								
Coefficiente de resistencia rodadura [fr]	0.012								
Coefficiente de adherencia [μ]	0.8								
Densidad del aire [d] [kg/m <sup>3</sup> ]	1.225								
Desplazamiento neumático calzada [i]	3%								
Velocidad máxima @2500rpm [Km/h] - [m/s]	9.7479	2.70775							
Potencia máxima @2500rpm [KW] - [HP]	191	256.032							
Par máximo @1500rpm [Nm] - [Kg.m]	745	75.9689							
Rampa [%]	50%								
Rampa [°]	26.56505118								
Relaciones de la transmisión	1ra.	2da.	3ra.	4ta.	5ta.	6ta.	7ma.	8va.	9na.
	12.637	8.806	6.55	4.768	3.548	2.481	1.845	1.343	1

Rendimiento de la transmisión	0.85								
Relación del grupo diferencial	4.625								
Relaciones de velocidad	58.4461	40.7278	30.2938	22.052	16.4095	11.4746	8.53313	6.21138	4.625
Rpm según las relaciones de velocidad	42.7744	61.3832	82.5253	113.368	152.351	217.872	292.976	402.487	540.541
Velocidades según las rpm [Km/h]	9.09102	13.046	17.5394	24.0946	32.3797	46.3052	62.2673	85.5422	114.883
Velocidades según las rpm [m/s]	2.52528	3.62389	4.87206	6.69295	8.99436	12.8626	17.2965	23.7617	31.912
Resistencia aerodinámica [Rx] [N]	21.5042	44.2847	80.0439	151.056	272.799	557.901	1008.83	1903.96	3434.08
Resistencia a la rodadura [Rr] [N]	1789.963472								
Resistencia por pendiente [Rg] [N]	74581.81132								
Esfuerzo de tracción [Ftmax] [N]	112572.6209								
Rpm para máxima potencia	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Esfuerzo tractor en el neumático [N]	69806.2	48643.9	36181.9	26338.2	19599	13704.9	10191.7	7418.67	5523.95
Rampa máxima según la velocidad	0.40645	0.27942	0.20448	0.14503	0.10389	0.06683	0.04306	0.02107	0.00053
Rampa [°]	23.9819	16.2254	11.7989	8.33876	5.96294	3.83212	2.46809	1.20718	0.03045
Rampa [%]	44.4851	29.1008	20.889	14.6575	10.445	6.6983	4.3103	2.10724	0.05315
Escalones de velocidad (K de progresión)	0.728273491								
Velocidades, caja de cambios (K de progr.)	58.4461	42.5648	29.6609	22.0621	16.0599	11.9506	8.35667	6.21445	4.52358
Relaciones, caja de cambios (K de progr.)	12.637	9.20319	6.41318	4.77019	3.47241	2.58391	1.80685	1.34366	0.97807

C4. Tanquero, tabla de cálculos dinámicos, transmisión.

TABLA DE CÁLCULOS DINÁMICOS DE LA TRASMISIÓN TANQUERO HINO FM 2626		
Peso bruto vehicular [Kg] - [N]	26000	255060
Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	6500	63765
Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	19500	191295
Batalla [m]	5.25	
Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.9346	
Distancia del cg al eje delantero [l1] [m]	3.9375	
Distancia del cg al eje posterior [l2] [m]	1.3125	
Ancho para Af [m]	2.415	
Alto para Af [m]	3.715	
Radio del neumático [r] [m]	0.5425	
Radio del neumático bajo carga [rc] [m]	0.48825	
Radio efectivo [re] [m]	0.526225	
Área frontal del vehículo [Af] [m <sup>2</sup> ]	8.971725	
Coefficiente de resistencia aerodinámica [Cx]	0.7	
Coefficiente de resistencia rodadura [fr]	0.012	
Coefficiente de adherencia [μ]	0.8	
Densidad del aire [d] [kg/m <sup>3</sup> ]	1.225	
Desplazamiento neumático calzada [i]	3%	
Velocidad máxima @2500rpm [Km/h] - [m/s]	97	26.9444
Potencia máxima @2500rpm [KW] - [HP]	191	256.032
Par máximo @1500rpm [Nm] - [Kg.m]	745	75.9689
Rampa [%]	40%	
Rampa [°]	21.80140949	

Relaciones de la transmisión	1ra.	2da.	3ra.	4ta.	5ta.	6ta.	7ma.	8va.	9na.
	12.637	8.806	6.55	4.768	3.548	2.481	1.845	1.343	1
Rendimiento de la transmisión	0.85								
Relación del grupo diferencial	5.857								
Relaciones de velocidad	74.0149	51.5767	38.3634	27.9262	20.7806	14.5312	10.8062	7.86595	5.857
Rpm según las relaciones de velocidad	33.777	48.4715	65.1664	89.5217	120.304	172.043	231.349	317.826	426.84
Velocidades según las rpm [Km/h]	8.92117	12.8023	17.2117	23.6445	31.7747	45.4401	61.104	83.944	112.737
Velocidades según las rpm [m/s]	1.86132	2.67107	4.78103	6.56791	8.82632	12.6222	16.9733	23.3178	31.3158
Resistencia aerodinámica [Rx] [N]	13.3267	27.4443	87.9273	165.933	299.667	612.848	1108.19	2091.48	3772.3
Resistencia a la rodadura [Rr] [N]	2841.81								
Resistencia por pendiente [Rg] [N]	94726.9								
Esfuerzo de tracción [Ftmax] [N]	200300								
Rpm para máxima potencia	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Esfuerzo tractor en el neumático [N]	94707.2	65996	49088.6	35733.5	26590.3	18593.7	13827.2	10065	7494.44
Rampa máxima según la velocidad	0.36012	0.2475	0.18097	0.12831	0.09193	0.05935	0.03873	0.02012	0.00345
Rampa [°]	21.1075	14.3295	10.4264	7.37172	5.2749	3.40278	2.21935	1.15285	0.19776
Rampa [%]	38.6019	25.5445	18.4011	12.9375	9.23254	5.94597	3.87543	2.01238	0.34515
Escalones de velocidad (K de progresión)	0.728273491								
Velocidades, caja de cambios (K de progr.)	74.0149	53.9031	37.562	27.939	20.3379	15.134	10.5827	7.86984	5.72856
Relaciones, caja de cambios (K de progr.)	12.637	9.20319	6.41318	4.77019	3.47241	2.58391	1.80685	1.34366	0.97807

C5. Volquete, tabla de cálculos dinámicos, transmisión.

TABLA DE CÁLCULOS DINÁMICOS DE LA TRASMISIÓN VOLQUETE HINO FS 2841

Peso bruto vehicular [Kg] - [N]	28000	274680
Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	7000	68670
Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	21000	206010
Batalla [m]	4.31	
Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.5255	
Distancia del cg al eje delantero [l1] [m]	3.2325	
Distancia del cg al eje posterior [l2] [m]	1.0775	
Ancho para Af [m]	2.49	
Alto para Af [m]	3.04	
Radio del neumático [r] [m]	0.6	
Radio del neumático bajo carga [rc] [m]	0.54	
Radio efectivo [re] [m]	0.582	
Área frontal del vehículo [Af] [m <sup>2</sup> ]	7.5696	
Coefficiente de resistencia aerodinámica [Cx]	0.8	
Coefficiente de resistencia rodadura [fr]	0.012	
Coefficiente de adherencia [μ]	0.8	
Densidad del aire [d] [kg/m <sup>3</sup> ]	1.225	
Desplazamiento neumático calzada [i]	3%	
Velocidad máxima @1800rpm [Km/h] - [m/s]	101	28.0556
Potencia máxima @1800rpm [KW] - [HP]	313	419.571
Par máximo @1100rpm [Nm] - [Kg.m]	1903	194.052
Rampa [%]	55%	
Rampa [°]	28.81079374	

	1ra.	2da.	3ra.	4ta.	5ta.	6ta.	7ma.	8va.	9na.	10ma.	11va.	12va.
Relaciones de la transmisión	10.127	8.054	6.414	5.101	4.038	3.211	2.507	1.994	1.588	1.263	1	0.795
Rendimiento de la transmisión	0.85											
Relación del grupo diferencial	5.285											
Relaciones de velocidad	53.5212	42.5654	33.898	26.9588	21.3408	16.9701	13.2495	10.5383	8.39258	6.67496	5.285	4.20158
Rpm según las relaciones de velocidad	33.6315	42.2879	53.1005	66.7686	84.3454	106.069	135.854	170.806	214.475	269.665	340.587	428.411
Velocidades según las rpm [Km/h]	7.37905	9.27833	11.6507	14.6496	18.5061	23.2724	31.3031	41.3527	51.9252	65.2868	82.47	105.335
Velocidades según las rpm [m/s]	2.04974	2.57731	3.23631	4.06933	5.14058	6.46455	8.6953	11.4868	14.4237	18.1352	22.9083	29.2597
Resistencia aerodinámica [Rx] [N]	15.5835	24.6379	38.848	61.4209	98.0153	155.005	280.439	489.408	771.65	1219.87	1946.51	3175.47
Resistencia a la rodadura [Rr] [N]	2888.15											
Resistencia por pendiente [Rg] [N]	132373											
Esfuerzo de tracción [Ftmax] [N]	200308											
Rpm para máxima ponencia	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Esfuerzo tractor en el neumático [N]	61921	49245.8	39218.1	31189.8	24690.2	19633.5	15328.9	12192.2	9709.75	7722.55	6114.45	4860.99
Rampa máxima según la velocidad	0.21486	0.16868	0.13212	0.10281	0.07902	0.0604	0.04427	0.03209	0.02203	0.01316	0.00466	0.00438
Rampa [°]	12.4072	9.71108	7.59219	5.90109	4.53198	3.46271	2.53737	1.83897	1.26207	0.75398	0.26695	0.25086
Rampa [%]	21.9996	17.1132	13.329	10.3359	7.92634	6.05093	4.43144	3.21072	2.20308	1.31602	0.46593	0.43783
Escalones de velocidad (K de progresión)	0.748712181											
Velocidades, caja de cambios (K de progr.)	53.5212	40.072	31.8692	25.3798	20.1844	15.9781	12.7057	9.92006	7.89015	6.28363	4.99762	3.95694
Relaciones, caja de cambios (K de progr.)	10.127	7.58221	6.03013	4.80224	3.81918	3.0233	2.40411	1.87702	1.49293	1.18895	0.94562	0.74871

C6. Tráiler, tabla de cálculos dinámicos, transmisión.

TABLA DE CÁLCULOS DINÁMICOS DE LA TRASMISIÓN TRAILER KEMWORTH T800

Peso bruto vehicular [Kg] - [N]	55000	539550
Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	10000	98100
Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	45000	441450
Batalla [m]	5.21	
Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.6114	
Distancia del cg al eje delantero [l1] [m]	4.262727273	
Distancia del cg al eje posterior [l2] [m]	0.947272727	
Ancho para Af [m]	2.7	
Alto para Af [m]	3.75	
Radio del neumático [r] [m]	0.5826	
Radio del neumático bajo carga [rc] [m]	0.52434	
Radio efectivo [re] [m]	0.565122	
Área frontal del vehículo [Af] [m <sup>2</sup> ]	10.125	
Coeficiente resistencia aerodinámica [Cx]	0.8	
Coeficiente de resistencia rodadura [fr]	0.012	
Coeficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.8	
Densidad del aire [d] [kg/m <sup>3</sup> ]	1.225	
Desplazamiento neumático calzada [i]	3%	
Velocidad máx. @2000rpm [Km/h] [m/s]	115	31.944
Potencia máx. @2000rpm [KW] - [HP]	373	500
Par máx. @1200rpm [Nm] - [Kg.m]	2250	229.43
Rampa [%]	60%	
Rampa [°]	30.96375653	

	1ra.	2da.	3ra.	4ta.	5ta.	6ta.	7ma.	8va.	9na.	10ma.	11va.	12va.	13va.	14va.	15va.
Relaciones de la caja de cambios	13.31	10.2	7.88	7.83	6.07	6	4.77	4.63	3.57	2.81	2.19	1.68	1.3	1	0.79
Rendimiento de la transmisión	0.85														
Relación del grupo diferencial	5.285														
Relaciones de velocidad	70.343	53.907	41.65	41.38	32.08	31.71	25.21	24.47	18.87	14.85	11.57	8.878	6.870	5.28	4.1751
Rpm según las relaciones de velocidad	28.432	37.100	48.02	48.33	62.34	63.07	79.34	81.73	106	134.7	172.8	225.2	291.1	378.4	479.02
Velocidades según las rpm [Km/h]	9.0304	11.783	15.25	19.72	25.44	27.64	34.77	38.9	46.46	52.04	63.09	77.14	93.116	111.1	131.55
Velocidades según las rpm [m/s]	2.5084	3.2732	4.237	5.479	7.067	7.678	9.658	10.81	12.9	14.46	17.53	21.43	25.866	30.85	36.544
Resistencia aerodinámica [Rx] [N]	31.217	53.156	89.06	148.9	247.8	292.5	462.8	579.3	826.2	1037	1524	2278.	3319.2	4722	6625.56
Resistencia a la rodadura [Rr] [N]	5551.9														
Resistencia por pendiente [Rg] [N]	277596														
Esfuerzo de tracción [Ftmax] [N]	400573														
Rpm para máxima potencia	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Esfuerzo tractor en el neumático [N]	169942	135472	100612	79917	60992	56830	48836	41485	31988	25178	20749	17200	13066	6297	4974.68
Rampa máxima según la velocidad	0.3046	0.2407	0.176	0.138	0.102	0.094	0.079	0.066	0.047	0.034	0.025	0.017	0.007	0.0008	0.0004
Rampa [°]	17.735	13.927	10.14	7.906	5.871	5.422	4.552	3.757	2.721	1.974	1.452	0.995	0.445	0.04	0.0263
Rampa [%]	31.982	24.798	17.88	13.89	10.28	9.492	7.962	6.567	4.752	3.447	2.535	1.736	0.777	0.08	0.046
Escalones de velocidad (K de progresión)	0.72356532														
Velocidades, cajadecambios (K de progr.)	70.343	50.898	39.01	30.13	29.94	23.21	22.94	18.24	17.71	13.65	10.75	8.374	6.424	4.97	3.8240
Relaciones, caja de cambios (K de progr.)	13.31	9.6306	7.38	5.702	5.666	4.392	4.341	3.451	3.35	2.583	2.033	1.584	1.215	0.94	0.7235

## ANEXO D

Tablas de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado.

D1. Bus, tabla de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado.

TABLA DE CÁLCULOS DINÁMICOS DE LAS FUERZAS DE FRENADO BUS MERCEDES BENZ OF 1721					
REPARTO DE PESOS EN ORDEN DE MARCHA			REPARTO DE PESOS EN ORDEN DE CARGA		
Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	5690	55819	Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	6500	63765
Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	5076	49796	Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	10500	103005
Peso vehicular [Kg] - [N]	10766	105614	Peso vehicular [Kg] - [N]	17000	166770
Batalla [m]	5.95		Batalla [m]	5.03	
Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.8592		Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.9868	
Coeficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.8		Coeficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.8	
Distancia del eje trasero al centro de gravd. [l2] [m]	3.144668401		Distancia del eje trasero al centro de gravd. [l2] [m]	1.923235294	
Distancia del eje delantero al centro de gravd. [l1] [m]	2.805331599		Distancia del eje delantero al centro de gravd. [l1] [m]	3.106764706	
Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	82220.02995		Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	116462.9938	
Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	23394.43005		Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	50307.0062	
Fuerza normal total [N]	105614.46		Fuerza normal total [N]	166770	
Fuerza de frenado delantera [N]	65776.02396		Fuerza de frenado delantera [N]	93170.39504	
Fuerza de frenado posterior [N]	18715.54404		Fuerza de frenado posterior [N]	40245.60496	
Coeficiente de frenado delantero	0.622793735		Coeficiente de frenado delantero	0.558675991	
Coeficiente de frenado posterior	0.177206265		Coeficiente de frenado posterior	0.241324009	
Relación de fuerzas de frenado	2.315045211		Relación de fuerzas de frenado	2.315045211	
Desaceleración	5.331782928		Desaceleración	6.848	
Fuerza de frenado posterior con limitador [N]	17315.59341		Fuerza de frenado posterior con limitador [N]	39804.8462	
Desaceleración	7.717965574		Desaceleración	6.210639422	
Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	81782.58656		Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	105468.3942	
Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	23831.87344		Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	61301.6058	
Fuerza de frenado delantera [N]	65426.06925		Fuerza de frenado delantera [N]	84374.71536	
Fuerza de frenado posterior [N]	19065.49875		Fuerza de frenado posterior [N]	49041.28464	
Desaceleración	5.171191065		Desaceleración	6.210639422	

Rendimiento del frenado	0.658918331	Rendimiento del frenado	0.791365879
Eficiencia de frenado NORMA INEN 964			0.555664516

D2. Colectivo, tabla de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado.

TABLA DE CÁLCULOS DINÁMICOS DE LAS FUERZAS DE FRENADO COLECTIVO CHEVROLET NPR 71P					
REPARTO DE PESOS EN ORDEN DE MARCHA			REPARTO DE PESOS EN ORDEN DE CARGA		
Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	2750	26978	Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	2245	22023
Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	2295	22514	Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	5255	51552
Peso vehicular [Kg] - [N]	5045	49491	Peso vehicular [Kg] - [N]	7500	73575
Batalla [m]	3.46		Batalla [m]	3.46	
Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.4849		Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.6044	
Coefficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.8		Coefficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.8	
Distancia del eje trasero al centro de gravd. [l2] [m]	1.886025768		Distancia del eje trasero al centro de gravd. [l2] [m]	1.035693333	
Distancia del eje delantero al centro de gravd. [l1] [m]	1.573974232		Distancia del eje delantero al centro de gravd. [l1] [m]	2.424306667	
Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	43969.37378		Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	49316.79798	
Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	5522.076218		Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	24258.20202	
Fuerza normal total [N]	49491.45		Fuerza normal total [N]	73575	
Fuerza de frenado delantera [N]	35175.49903		Fuerza de frenado delantera [N]	39453.43838	
Fuerza de frenado posterior [N]	4417.660975		Fuerza de frenado posterior [N]	19406.56162	
Coefficiente de frenado delantero	0.710738906		Coefficiente de frenado delantero	0.536234297	
Coefficiente de frenado posterior	0.089261094		Coefficiente de frenado posterior	0.263765703	
Relación de fuerzas de frenado	2.836325787		Relación de fuerzas de frenado	2.836325787	
Desaceleración	4.440031496		Desaceleración	6.30862874	
Fuerza de frenado posterior con limitador [N]	5838.909451		Fuerza de frenado posterior con limitador [N]	19042.76225	
Desaceleración	8.129714267		Desaceleración	7.229101503	
Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	44579.31941		Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	47164.42641	
Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	4912.130593		Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	26410.57359	
Fuerza de frenado delantera [N]	35663.45553		Fuerza de frenado delantera [N]	37731.54113	

Fuerza de frenado posterior [N]	3929.704475	Fuerza de frenado posterior [N]	21128.45887
Desaceleración	5.37015378	Desaceleración	7.229101503
Rendimiento del frenado	0.684270359	Rendimiento del frenado	0.921139335
Eficiencia de frenado NORMA INEN 964			0.576571429

D3. Camión, tabla de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado.

TABLA DE CÁLCULOS DINÁMICOS DE LAS FUERZAS DE FRENADO CAMIÓN HINO GH 1726					
REPARTO DE PESOS EN ORDEN DE MARCHA			REPARTO DE PESOS EN ORDEN DE CARGA		
Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	3755	36837	Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	6500	63765
Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	3550	34826	Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	10500	103005
Peso vehicular [Kg] - [N]	7305	71662	Peso vehicular [Kg] - [N]	17000	166770
Batalla [m]	5.03		Batalla [m]	5.03	
Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.504		Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.715	
Coefficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.79		Coefficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.79	
Distancia del eje trasero al centro de gravd. [l2] [m]	2.585578371		Distancia del eje trasero al centro de gravd. [l2] [m]	1.923235294	
Distancia del eje delantero al centro de gravd. [l1] [m]	2.444421629		Distancia del eje delantero al centro de gravd. [l1] [m]	3.106764706	
Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	53764.18048		Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	108685.146	
Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	17897.86952		Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	58084.85398	
Fuerza normal total [N]	71662.05		Fuerza normal total [N]	166770	
Fuerza de frenado delantera [N]	42473.70258		Fuerza de frenado delantera [N]	85861.26536	
Fuerza de frenado posterior [N]	14139.31692		Fuerza de frenado posterior [N]	45887.03464	
Coefficiente de frenado delantero	0.750246197		Coefficiente de frenado delantero	0.651706818	
Coefficiente de frenado posterior	0.249753803		Coefficiente de frenado posterior	0.348293182	
Relación de fuerzas de frenado	1.871144345		Relación de fuerzas de frenado	1.871144345	
Desaceleración	4.516950077		Desaceleración	7.7499	
Fuerza de frenado posterior con limitador [N]	11492.3934		Fuerza de frenado posterior con limitador [N]	45887.03464	
Desaceleración	7.387555918		Desaceleración	5.197690425	
Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	52972.73456		Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	93891.97104	

Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	18689.31544	Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	72878.02896
Fuerza de frenado delantera [N]	41848.46031	Fuerza de frenado delantera [N]	74174.65712
Fuerza de frenado posterior [N]	14764.55919	Fuerza de frenado posterior [N]	57573.64288
Desaceleración	4.586811099	Desaceleración	5.197690425
Rendimiento del frenado	0.59185423	Rendimiento del frenado	0.670678386
Eficiencia de frenado NORMA INEN 964			0.49749569

D4. Tanquero, tabla de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado.

TABLA DE CÁLCULOS DINÁMICOS DE LAS FUERZAS DE FRENADO TANQUERO HINO FM 2626					
REPARTO DE PESOS EN ORDEN DE MARCHA			REPARTO DE PESOS EN ORDEN DE CARGA		
Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	4865	47726	Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	6500	63765
Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	4520	44341	Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	19500	191295
Peso vehicular [Kg] - [N]	9385	92067	Peso vehicular [Kg] - [N]	26000	255060
Batalla [m]	5.25		Batalla [m]	5.25	
Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.447		Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.9346	
Coeficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.8		Coeficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.8	
Distancia del eje trasero al centro de gravd. [l2] [m]	2.72149707		Distancia del eje trasero al centro de gravd. [l2] [m]	1.3125	
Distancia del eje delantero al centro de gravd. [l1] [m]	2.52850293		Distancia del eje delantero al centro de gravd. [l1] [m]	3.9375	
Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	68025.95201		Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	138955.7163	
Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	24040.89799		Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	116104.2837	
Fuerza normal total [N]	92066.85		Fuerza normal total [N]	255060	
Fuerza de frenado delantera [N]	54420.76161		Fuerza de frenado delantera [N]	111164.5731	
Fuerza de frenado posterior [N]	19232.71839		Fuerza de frenado posterior [N]	92883.42693	
Coeficiente de frenado delantero	0.591100506		Coeficiente de frenado delantero	0.435836952	
Coeficiente de frenado posterior	0.208899494		Coeficiente de frenado posterior	0.364163048	
Relación de fuerzas de frenado	1.92681817		Relación de fuerzas de frenado	1.92681817	
Desaceleración	4.981243621		Desaceleración	7.447707	
Fuerza de frenado posterior con limitador [N]	15972.62579		Fuerza de frenado posterior con limitador [N]	91057.47368	

Desaceleración	7.50062732	Desaceleración	5.595316742
Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	67127.40839	Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	117373.0369
Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	24939.44161	Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	137686.9631
Fuerza de frenado delantera [N]	53701.92671	Fuerza de frenado delantera [N]	93898.42956
Fuerza de frenado posterior [N]	19951.55329	Fuerza de frenado posterior [N]	110149.5704
Desaceleración	5.039306267	Desaceleración	5.595316742
Rendimiento del frenado	0.642113439	Rendimiento del frenado	0.712960849
Eficiencia de frenado NORMA INEN 964			0.46925

D5. Volquete, tabla de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado.

TABLA DE CÁLCULOS DINÁMICOS DE LAS FUERZAS DE FRENADO VOLQUETE HINO FS 2841					
REPARTO DE PESOS EN ORDEN DE MARCHA			REPARTO DE PESOS EN ORDEN DE CARGA		
Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	5930	58173	Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	7000	68670
Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	6695	65678	Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	21000	206010
Peso vehicular [Kg] - [N]	12625	123851	Peso vehicular [Kg] - [N]	28000	274680
Batalla [m]	4.31		Batalla [m]	4.31	
Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.2888		Altura del centro de gravedad [hcg] [m]	1.5255	
Coefficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.8		Coefficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.8	
Distancia del eje trasero al centro de gravd. [l2] [m]	2.024419802		Distancia del eje trasero al centro de gravd. [l2] [m]	1.0775	
Distancia del eje delantero al centro de gravd. [l1] [m]	2.285580198		Distancia del eje delantero al centro de gravd. [l1] [m]	3.2325	
Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	87801.04775		Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	146447.1397	
Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	36050.20225		Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	128232.8603	
Fuerza normal total [N]	123851.25		Fuerza normal total [N]	274680	
Fuerza de frenado delantera [N]	70240.8382		Fuerza de frenado delantera [N]	117157.7117	
Fuerza de frenado posterior [N]	28840.1618		Fuerza de frenado posterior [N]	102586.2883	
Coefficiente de frenado delantero	0.56713871		Coefficiente de frenado delantero	0.426524362	

Coefficiente de frenado posterior	0.23286129	Coefficiente de frenado posterior	0.373475638
Relación de fuerzas de frenado	1.8324527	Relación de fuerzas de frenado	1.8324527
Desaceleración	5.814836251	Desaceleración	7.00193
Fuerza de frenado posterior con limitador [N]	25918.28194	Fuerza de frenado posterior con limitador [N]	97511.53734
Desaceleración	7.616563972	Desaceleración	5.991156269
Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	86927.3311	Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	128044.9997
Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	36923.9189	Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	146635.0003
Fuerza de frenado delantera [N]	69541.86488	Fuerza de frenado delantera [N]	102435.9998
Fuerza de frenado posterior [N]	29539.13512	Fuerza de frenado posterior [N]	117308.0002
Desaceleración	5.099423195	Desaceleración	5.991156269
Rendimiento del frenado	0.649773598	Rendimiento del frenado	0.763399117
Eficiencia de frenado NORMA INEN 964			0.505

D6. Tráiler, tabla de cálculos dinámicos, fuerzas de frenado.

TABLA DE CÁLCULOS DINÁMICOS DE LAS FUERZAS DE FRENADO TRAILER KEMWORTH T800					
REPARTO DE PESOS EN ORDEN DE MARCHA			REPARTO DE PESOS EN ORDEN DE CARGA		
Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	4750	46597.5	Peso sobre el eje delantero [Kg] - [N]	4750	46597.5
Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	3950	38749.5	Peso sobre el eje posterior [Kg] - [N]	3950	38749.5
Peso vehicular [Kg] - [N]	8700	85347	Peso vehicular [Kg] - [N]	8700	85347
Peso de la plataforma (remolque) [N]	6300	61803	Peso de la plataforma (remolque) [N]	45000	441450
Carga sobre la 5ta rueda [N]	2500	24525	Carga sobre la 5ta rueda [N]	17000	166770
Batalla [L1][m]	5.21		Batalla [L1][m]	5.21	
Distancia entre el eje del remolque y la 5ta rueda [L2][m]	8.4		Distancia entre el eje del remolque y la 5ta rueda [L2][m]	8.4	
Altura del centro de gravedad del tractor [h1] [m]	1		Altura del centro de gravedad del tractor [h1] [m]	1.1	
Altura del centro de gravedad del tractor [h2] [m]	1.7		Altura del centro de gravedad del tractor [h2] [m]	1.83	
Altura de la 5ta rueda [h3] [m]	1.2		Altura de la 5ta rueda [h3] [m]	1.35	
Coefficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.8		Coefficiente de adherencia [ $\mu$ ]	0.8	
Distancia del eje trasero al centro de gravedad [l2] [m]	2.84454023		Distancia del eje trasero al centro de gravedad [l2] [m]	2.84454023	

Distancia del eje delantero al centro de gravedad [l1] [m]	2.36545977	Distancia del eje delantero al centro de gravedad [l1] [m]	2.36545977
Distancia de la 5ta rueda al eje motriz [d1] [m]	0.66	Distancia de la 5ta rueda al eje motriz [d1] [m]	0.66
Distancia de la 5ta rueda al cg. Del remolque [d3] [m]	3.333333333	Distancia de la 5ta rueda al cg. Del remolque [d3] [m]	3.173333333
Distancia del eje de tracción al cg. Del remolque [d2] [m]	5.066666667	Distancia del eje de tracción al cg. Del remolque [d2] [m]	5.226666667
Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	69338.50812	Fuerza normal de frenado para el eje delantero [N]	133132.6686
Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	46998.03034	Fuerza normal de frenado para el eje trasero [N]	168158.5086
Fuerza normal de frenado para el eje del remolque [N]	30813.46154	Fuerza normal de frenado para el eje del remolque [N]	225505.8228
Fuerza normal total [N]	147150	Fuerza normal total [N]	526797
Fuerza de frenado delantera [N]	55470.8065	Fuerza de frenado delantera [N]	106506.1349
Fuerza de frenado posterior [N]	37598.42427	Fuerza de frenado posterior [N]	134526.8069
Fuerza de frenado del remolque [N]	24650.76923	Fuerza de frenado del remolque [N]	180404.6582
Coeficiente de frenado delantero	0.471209705	Coeficiente de frenado delantero	0.252721008
Coeficiente de frenado posterior	0.319388585	Coeficiente de frenado posterior	0.319209313
Coeficiente de frenado del remolque	0.209401709	Coeficiente de frenado del remolque	0.428069679
Desaceleración	4.98698524	Desaceleración	7.00120397
Rendimiento del frenado	0.635446641	Rendimiento del frenado	0.892100404
Eficiencia de frenado NORMA INEN 964			0.48

## ANEXO E

Características y especificaciones técnicas de cada uno de los vehículos.

E1. Bus, características y especificaciones técnicas.

### Motor

Modelo	MB OM 924 LA – EURO 3
Tipo	4 cilindros verticales en línea, turbocooler
Potencia máxima, conforme NBR ISO 1585	160 kW ( 218 cv) @ 2.200 / min
Par máximo, conforme NBR ISO 1585	810 Nm (83 mkgf) @ 1.400 – 1.600 / min
Cilindrada total	4.800 cm <sup>3</sup>
Consumo específico	202 g/kWh @ 1600 / min
Filtro de aceite - tipo	filtro de aceite con elemento de papel intercambiable
Filtro de aire - tipo	seco, con elemento de papel
Sistema de enfriamiento	por circulación de agua con termostato
UNIDAD INYECTORA	
Modelo	DTC (Diesel Technology Company)
Tipo	individual con control electrónico
Sistema de inyección	directa, con gerenciador electrónico
COMPRESOR	
Accionamiento	por engranajes

### Embrague

Modelo	395 HD
Tipo	monodisco, seco
Accionamiento	hidroneumático

### Caja de cambios

Modelo	MB G 85 - 6
Accionamiento	por palanca
Marchas sincronizadas	6
Relación de transmisión	i = 6,70 / 3,81 / 2,29 / 1,48 / 1,00 / 0,73 marcha atrás = 6,29

### Ejes

EJE DELANTERO	
Modelo	MB VL 3/8 D - 6,5
Tipo	puño
EJE TRASERO	
Modelo	HL4 / 060 D-10 – corona D410
Tipo	armadura central con tubos de acero insertados
Reducción	i = 5,857 (41:7)

### Suspensión

SUSPENSIÓN DELATERA	
Tipo	ballestas semi elípticas
Amortiguadores	telescopicos de doble acción
Barra estabilizadora	sí
SUSPENSIÓN TRASERA	
Tipo	ballestas semi elípticas
Amortiguadores	telescopicos de doble acción
Barra estabilizadora	sí

### Cuadro del chasis

Tipo escalera, remachado

### Dirección

Modelo ZF 8097  
Tipo hidráulica  
Relación de reducción  $i_{máx}$ : 20,6 : 1

### Ruedas y neumáticos

Aros de las ruedas 7.50 X 22.5  
Neumáticos 275/80 R 22,5 16PR

### Sistema eléctrico

TENSIÓN NORMAL  
Capacidad 24 V  
ALTERNADOR  
Capacidad 28 V / 80 A  
BATERÍA  
Capacidad / tensión 2 x 12 V / 135 Ah

### Frenos

#### FRENOS DE SERVICIO

Sistema a aire comprimido, de dos circuitos  
Tipo tambor en la delantera y tambor en la trasera  
Área de frenado total 5.437 cm<sup>2</sup> (2.129 + 3.308)  
Regulador automático de freno sí

#### FRENO DE ESTACIONAMIENTO

Tipo cámara de muelle acumuladora

#### FRENO MOTOR

Tipo mariposa en el tubo de escape  
Accionamiento electro-neumático; puede actuar con el freno de servicio  
Top Brake sí

	Eje delantero	Eje trasero	Total
--	---------------	-------------	-------

### Pesos (kg)

En orden de marcha, conforme NBR 6070, chasis para autobús, sin carrocería	2.740	2.126	4.866
PESOS ADMISIBLES / VALORES INDICADOS			
Peso Bruto Vehicular (PBV)	6.500	10.500	17.000

### Volúmenes de suministro (l)

Tanque de combustible	300
Aceite en el carter (máx / mín)	15 / 12
Caja de cambios	9,0 + 0,5 cuando hay radiador de aceite
Carcasa del diferencial (eje trasero)	10
Dirección hidráulica	3,5
Sistema de enfriamiento	21

## Desempeño del vehículo

Caja de cambios	MB G 85 - 6
Eje trasero	HL4 / 060 D-10 – corona D410
Reducción	i = 5,857 (41:7)
Neumáticos	275/80 R 22,5 16PR
Velocidad máxima (km/h)	108
Capacidad máxima (%) de subida con PBV	41

## E2. Colectivo, características y especificaciones técnicas.

Motor	NKR Bus	NPR Buseta	NPR Busetón	NPR Mini Buseta
Alternador	12V. 60 Amp.	12V. 70 Amp. con regulador integrado	12V. 70 Amp. con regulador integrado	12V. 70 Amp. con regulador integrado
Batería	12V. 48 AH.	2 en paralelo. 12V. 130 AH.	2 en paralelo. 12 V. 130 A. H.	2 en paralelo. 12V. 170 AH.
Código	ISUZU 4J81-TC	ISUZU 4HG1T	ISUZU 4HG1T	ISUZU 4HG1T
Columna dirección	Direccional abatible	Dirección abatible	Abatible	Dirección abatible
Combustible	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Desplazamiento	2.771 cc.	4.570 cc.	4.570 cc.	4.570 cc.
Diámetro de giro (mts) entre paredes	5.8m	7.6	8.01	6.85
Dirección	Asistida hidráulicamente	Asistida hidráulicamente	Asistida hidráulicamente	Asistida hidráulicamente
Emisiones	Euro II	Euro II	Euro II	Euro II
Llantas	7.0 15 8PR	215/75R 17.5	215/75 R17.5	215/75R17.5
Número de cilindros	4 en línea	4 en línea	4 en línea	4 en línea
Potencia neta	94 hp @ 3.600 rpm	119.3 hp. @ 2.850 rpm	119,3 hp @ 2.850 rpm .	119.3 hp. @ 2.850 rpm
Rines	5.5F x 15	17.5	17.52	17.5
Sistema de frenos Camaras	-	12 adelante y 12/16 atrás	12 adelante y 12/16 atrás	-
Sistema de frenos De ahogo	Mariposas sobre tubo de escape	Mariposa sobre tubo de escape	mariposa sobre tubo de escape	Mariposa sobre tubo de escape
Sistema de frenos De parqueo	Campana sobre cardan	Cámara de resorte acumulada	Cámara de resorte acumulador	Campana sobre cardan
Sistema de frenos Tipo	Hidráulicos asistidos vacío doble circuito	100% aire auto-ajustable	100% aire auto-ajustable	Hidráulicos asistidos por vacío Doble circuito con cilindro
Suspensión delantera Barra estb.	-	SI	SI	SI
Suspensión delantera Cap.	1.960 kg	3.100 kg	3.100 kg	3.100 kg
Suspensión delantera Eje	Revese Elliot	Revese Elliot	Revese Elliot	Revese Elliot
Suspensión delantera Tipo	Ballestas en eje rígido	Ballestas en eje rígido	Ballestas eje rígido	Ballestas en eje rígido
Suspensión trasera Amortiguadores	Hidráulicos telescópicos de doble acción	Hidráulica de doble acción, telescópicos	Hidráulicos de doble acción, telescópicos	Hidráulica de doble acción, telescópicos
Suspensión trasera Cap.	3.500 kg	6.600 kg	6.600 kg	6.600 kg
Suspensión trasera Eje	Totalmente flotantes	Totalmente flotantes	Totalmente flotantes	Totalmente flotantes
Suspensión trasera Tipo	Ballestas en eje rígido	Ballestas en eje rígido	Ballestas eje rígido	Ballestas en eje rígido
Tipo	Turbo intercooler	Turbo	Turbo	Turbo
Torque neto	21 kg-m @ 2.000 rpm.	33.1 kg-m @ 1.800 rpm.	33.1 kg m. @ 1.800 rpm .	33.1 kg-m @ 1.800 rpm .
Transmisión código	-	-	Isuzu MYY6P	-
Transmisión tipo	Isuzu manual 5 vel. M585M sincronizada	Isuzu MYY6P, manual 6 vel. Sincronizada	Sincronizadas	Isuzu MYY6P, manual 6 vel. Sincronizada
<b>Dimensiones y Capacidades</b>	<b>NKR Bus</b>	<b>NPR Buseta</b>	<b>NPR Busetón</b>	<b>NPR Mini Buseta</b>
Capacidad de carga	3.500	5.255 kg	5.255 kg	5.320 kg

Peso bruto vehicular	5.200	7.500 kg	7.500 kg	7.500 kg
Peso vacío total	1.610	2.245 kg	2.245 kg	2.180 kg
Tanque de combustible	75L - 19.8 Gal	140L - 37 Gal.	37 gal - 140 lts	100L / 26.4 Gal

### E3. Camión, características y especificaciones técnicas.

#### RANGOS Y CARGA MAXIMA ADMISIBLE POR EJE (kg)

Ratio	Peso Bruto Total	Eje Delantero	Eje Trasero
		17.000	6.500
Limite de Carga por Eje	(OPT) 12R22.5-16PR	6.500	10.500

#### DIMENSIONES DE CHASIS (mm) : Todas las dimensiones son con especificaciones estandar y chasis descargado

Modelo de Chasis	LHD	GH1JMUA
	Aplicación	Uso General
Distancia entre ejes	WB	5.030
Largo Total	OL	8.585
Ancho Total	OW	2.455
Alto Total	OH	2.705
Cabina a Centro de Eje	CA	4.225
Centro Eje final Voladizo	ROH	2.300
Altura del Chasis Delantero	HF	1.020
Altura del Chasis Posterior	HR	1.075
Distancia Libre al Piso	RC	265
Radio de Giro en llanta		9.000
Radio de Giro de pared a pared		9.725
Trocha Delantera	FT	1.915
Trocha Posterior	RT	1.840

#### MASA DE CHASIS (kg) : Masa del chasis con equipamiento estandar y sin neumatico de repuesto y set de herramientas

	(Total)	4.805
	(Front)	2.755
	(Rear)	2.050

#### DESEMPEÑO Y RATIOS DE CAMBIOS: Calculados en base a 17.0ton PBV y neumáticos 11.00-20

	Max Velocidad	123
	GRADEABILITY tan $\theta$ (%)	50.0
Reducción de Transmisión	Modelo	EATON 6109A
	1st	12.637
	2nd	8.806
	3rd	6.550
	4th	4.768
	5th	3.548
	6th	2.481
	7th	1.845
	8th	1.343
	9th	1
	Rev	13.210
Ratio Reducción eje Posterior	Modelo	SH17-6
	Ratio Reducción	4.625

1. Modelo	HINO J08C- TT	<b>EJE DELANTERO</b>	
2. Max potencia de salida	191 kW {260 PS} a 2500 r/min (Bruta) 180 kW {245 PS} a 2500 r/min (Neta)	1.Eje delantero ass'y	Serie LF67I
3. Max.torque	745 N.m {76 kgf·m} a 1500 r/min 730 N.m {74.4 kgf·m} a 1500 r/min	2.Tipo	Viga "I"
4. Max velocidad de motor	2900 r/min	<b>EJE POSTERIOR</b>	
5. Tipo	Diesel, turbo intercooler, 6 cilindros en línea, eje de levas en la cabeza, enfriado por agua.	1.Tipo	Flotante, con simple reducción, solo velocidad por engranajes hipoidales
6. Sistema de Combustible	Tipo inyección Directa	<b>FRENO DE SERVICIO</b>	
7. Piston y carrera	114x130 mm	1.Tipo	Frenos de aire con doble circuito, tipo eje "S", zapatas de freno adelante y atrás.
8. Desplazamiento de piston	7.961 L	2. Frenos de rueda	
9. Ratio de compresión	18.0	Diametro de tambor x ancho	
10. Capacidad aceite motor	13.5 L	Delantero	406.4 x 127 mm
11. Capacidad refrigerante	21.0 L	Posterior	406.4 x 203 mm
12. Bomba inyección Combustible		Área efectiva de frenado	
Tipo	En línea de inyección directa, control electrónico de pre descarga, con temporizador automático.	Delantero	1.748cm <sup>2</sup>
Governador	Tipo toda velocidad	Posterior	2.732cm <sup>2</sup>
13. Sistema de admisión		<b>FRENO DE ESTACIONAMIENTO</b>	
Tipo	Toma de aire elevada ciclónica	1.Tipo	Freno de resorte que acciona en las ruedas posteriores
Filtro de aire	Elemento de Papel (Simple y doble)	<b>FRENO DE GASES DE ESCAPE</b>	
14. Compresor de aire		1.Tipo	Electro-neumatico con valvula en el tubo de escape
Tipo	Mono cilindro enfriado por agua	<b>DIRECCION</b>	
Piston y carrera	80 x 54 mm	1.Tipo	Columna de dirección telescópica con esferas recirculantes asistida hidráulicamente.
Desplazamiento de piston	542 cc	<b>SUSPENSION DELANTERA</b>	
x Max. Revolución	x 1.450 r/min	1.Tipo	Muelle semi elipticos con amortiguador
Regulación de presión	784-882 kPa {8.0 - 9.0 kgf/cm <sup>2</sup> }	<b>SUSPENSION POSTERIOR</b>	
15. Embrague de ventilador	Equipado	1.Tipo	Muelle semi elipticos con muelle auxiliar.
<b>EMBRAGUE</b>		<b>RUEDAS Y NEUMATICOS</b>	
1. Tipo	Disco de embrague, Plato y collarín.	Aros de rueda	8.25"22.5-165-12
2. Disco y Embrague ass'y	CS-380 series	Neumáticos	12R22.5-16
3. Material de recubrimiento	Moldura (no asbesto)	<b>TANQUE DE COMBUSTIBLE</b>	
4. Diametro externo disco	380 mm	1. Capacidad	200 L
5. Protector del embrague	CS-380 series	2. Equipado con pre-filtro y sedimentador	
6. Control	Hidraulico con asistencia neumática	<b>CONFORMACION DE CHASIS</b>	
<b>TRANSMISION</b>		1. Esfuerzo de fluencia	540 N/mm <sup>2</sup> {55kgf/mm <sup>2</sup> }
1. Tipo	Nueve marchas adelante y una reversa, marchas sincronizada de 1ra a 9na.	<b>EQUIPO ELECTRICO</b>	
2. Control	Mecánico	1. Tipo	24 voltios, tierra negativo
<b>EJE DE PROPULSION</b>		Bateria (Capacidad)	65 A h a 20 horas
1. Eje de propulsión	Serie MC1040	Bateria (Cantidad)	12V x2, conectadas en serie
2. Tubo de salida diametro y espesor.	101.6 x 4mm	Alternador	24V 50 A con rectificador de voltage
3. Juntas universales	Tipo rodaje de bolas	Arrancador	Piñon y cremallera 24 V, 4.5 kW
4. Rodaje central	1 -pieza		

E4. Tanquero, características y especificaciones técnicas.

**RANGOS Y CARGA MAXIMA ADMISIBLE POR EJE (kg)**

Ratio	Peso Bruto Total	Eje Delantero	Eje Trasero
Limite de Carga por Eje	26.000	6.600	20.000
	(OPT) 11.00R20- 14PR	6.000	20.000

**DIMENSIONES DE CHASIS (mm) : Todas las dimensiones son con especificaciones estandar y chasis descargado**

Modelo de Chasis	LHD	FM1JRUUA
	Aplicación	Uso General
Distancia entre ejes	WB	4.600 + 1.300
Largo Total	OL	8.960
Ancho Total	OW	2.475
Alto Total	OH	2.715
Cabina a Centro de Eje	CA	4.445
Centro Eje final Voladizo	ROH	1.795
Altura del Chasis Delantero	HF	1.060
Altura del Chasis Posterior	HR	1.090
Distancia Libre al Piso	RC	265
Radio de Giro en llanta		10.200
Radio de Giro de pared a pared		10.925
Trocha Delantera	FT	1.915
Trocha Posterior	RT	1.860

**MASA DE CHASIS (kg) : Masa del chasis con equipamiento estandar y sin neumático de repuesto y set de herramientas**

	(Total)	6.885
	(Front)	3.020
	(Rear)	3.865

**DESEMPEÑO Y RATIOS DE CAMBIOS: Calculados en base a 26ton PBV y neumáticos 11.00 - 20**

	Max.Velocidad	97
	GRADEABILITY tanθ (%)	39.6
Reducción de Transmisión	Modelo	EATON 8209A
	1st	12.637
	2nd	8.806
	3rd	6.550
	4th	4.768
	5th	3.548
	6th	2.481
	7th	1.845
	8th	1.343
	9th	1.000
	Rev	13.210
Ratio Reducción eje Posterior	Modelo	TDH17-3 + SH17-6
	Ratio Reducción	5.857

1. Modelo	HINO J08C- TT	<b>EJE DELANTERO</b>	
2. Max potencia de salida	191 kW {260 PS} a 2500 r/min (Bruta) 180 kW {245 PS} a 2500 r/min (Neta)	1. Eje delantero	Serie LF366
3. Max.torque	745 N.m {76 kgf·m} a 1500 r/min 730 N.m {74.4 kgf·m} a 1500 r/min	2. Tipo	Viga "I"
4. Max velocidad de motor	2900 r/min	<b>EJE POSTERIOR</b>	
5. Tipo	Diesel, turbo intercooler, 6 cilindros en línea, eje de levas en la cabeza, enfriado por agua.	1. Tipo	Doble eje motriz en tandem, diferencial entre ejes, flotante, simple reducción por engranajes hipoidales
6. Sistema de Combustible	Tipo inyección Directa	<b>FRENO DE SERVICIO</b>	
7. Piston y carrera	114 x 130 mm	1. Tipo	Frenos de aire con doble circuito, tipo eje "S", zapatas de freno adelante y atrás.
8. Desplazamiento de piston	7.961 L	2. Frenos de rueda ass'y	
9. Ratio de compresión	18.0	Diametro de tambor x ancho	
10. Capacidad aceite motor	13.5 L	Delantero	406.4 x 152 mm
11. Capacidad refrigerante	21.0 L	Posterior	406.4 x 216 mm
12. Bomba inyección Combustible		Área efectiva de frenado	
Tipo	En línea de inyección directa, control electrónico de pre descarga, con temporizador automático.	Delantero	2.092 cm <sup>2</sup>
Governador	Tipo toda velocidad	Posterior	5.792 cm <sup>2</sup>
13. Sistema de admisión		<b>FRENO DE SERVICIO</b>	
Tipo	Toma de aire elevada ciclónica	1. Tipo	Freno de resorte que acciona las ruedas posteriores
Filtro de aire	Elemento de Papel (Simple y doble)	<b>FRENO DE GASES DE ESCAPE</b>	
14. Compresor de aire		1. Tipo	Electro-neumático con válvula en el tubo de escape
Tipo	Dos cilindros enfriados por agua	<b>DIRECCION</b>	
Piston y carrera	80 x 54 mm	1. Tipo	C columna de dirección telescópica con esferas rediculantes
Desplazamiento de piston	542 cc	<b>SUSPENSION DELANTERA</b>	
x Max. Revolución	x 1.460 r/min	1. Tipo	Muelle semi elípticos con amortiguador.
Regulación de presión	784.882 kPa {8.0 - 9.0 kgf/cm <sup>2</sup> }	<b>SUSPENSION POSTERIOR</b>	
15. Embrague de ventilador	Equipado	1. Tipo	Muelle semi elípticos con barras de torsión.
<b>EMBRAGUE</b>		<b>RUEDAS Y NEUMATICOS</b>	
1. Tipo	Disco de embrague, Plato y damper.	Aros de rueda	8.25" 22.5-165-12
2. Disco y Embrague ass'y	CS-380 series	Neumáticos	11.00-20-14PR
3. Material de recubrimiento	Moldura (no asbesto)	<b>TANQUE DE COMBUSTIBLE</b>	
4. Diametro externo disco	380 mm	1. Capacidad	200 L
5. Protector del embrague	CS-380 series	2. Equipado con pre-filtro y sedimentador	
6. Control	Hidráulico con elevador neumático	<b>CONFORMACION DE CHASIS</b>	
<b>TRANSMISION</b>		1. Esfuerzo de fluencia	540 N/mm <sup>2</sup> {55 kgf/mm <sup>2</sup> }
1. Tipo	Nueve marchas adelante y una reversa, marchas sincronizada de 1ra a 9na.	<b>EQUIPO ELECTRICO</b>	
2. Control	Mecánico	1. Tipo	24 voltios, tierra negativo
<b>EJE DE PROPULSION</b>		Bateria (Capacidad)	65 Ah a 20 horas
1. Eje de propulsión ass'y	Serie HE1160	Bateria (Cantidad)	12V x 2, conectadas en serie
2. Tubo de salida diametro y espesor.	114.3 x 6 mm	Alternador	24V 50 A con rectificador de voltage
3. Juntas universales	Tipo rodaje de bolas	Arrancador	Piñon y cremallera 24 V, 4.5 kW
4. Rodaje central	1-pieza (Para FN1JRUA)		

## E.5 Volquete, características y especificaciones técnicas.

<b>Pesos y Medidas</b>	
Peso Bruto Vehicular	28.300 Kg.
Capacidad Eje Delantero	7.500 Kg.
Capacidad Eje Posterior	21.800 Kg.
Capacidad de Carga Libre	20.630 Kg. 12 m3
Distancia entre ejes	3.65 + 1.31 mts.
Largo total	7.62 mts.
Ancho total	2.49 mts.
Altura total	3.04 mts.
Espacio de carga útil	5.54 mts.
Radio de giro mínimo	7.50 mts.
<b>Combustible</b>	
Tanque de combustible	79 galones
<b>Sistema eléctrico</b>	
Cabina	Cabina metálica con litera, cortinas vidrios eléctricos , Suspensión Notante y Radio con CD player
<b>Frenos</b>	
Frenos	Hidráulica
Frenos de servicio	100% Aire Dual
Frenos de parqueo	Sobre todas las ruedas
Frenos al motor	Jacoabs de 3 posiciones con retardador
<b>Partes Principales</b>	
<b>Partes principales</b>	
Motor	HTND Euro II Turbo INTERCOOLER EJIC-TM
Potencia máxima	420 HP a 1800 rpm
Torque máximo	1.903 Nm a 1.100 R/min.
Desplazamiento del pistón	12.913 cc
<b>Embrague</b>	
Embrague	
Tipo	Mono-disco seco de 180 mm
Control	Hidráulico con Booster
Dirección	Hidráulica
<b>Neumáticos</b>	
Neumáticos	(11) 11.00R20 -16PR Convencionales
<b>Suspensión</b>	
Adelante	Hojas semielípticas y amortiguadores
Atrás	Hojas semielípticas, paquete auxiliar
<b>Transmisión</b>	
Transmisión	HTND MZ 12
Numero de marchas adelante	12
Numero de marchas atrás	1
Velocidad máxima	101 Km /h
Pendiente máxima	60%
Relación del diferencial	5,285

## E.6 Tráiler, características y especificaciones técnicas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
<b>Modelo T800 Classic</b>		
<b>MOTOR</b>	<b>FRENOS</b>	<b>CABINA Y DORMITORIO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>CUMMINS ISX 500 electrónico.</li> <li>Potencia: 500 HP @ 2.000 rpm.</li> <li>Desplazamiento: 15 lts.</li> <li>Torque: 1.450 lbs/pie @ 1.200 rpm [2.250 Nm @ 1.200 rpm].</li> <li>Freno de motor JACOBS ISX a las válvulas.</li> <li>Radiador de 1.440" de capacidad de enfriamiento.</li> <li>Turboalimentado.</li> <li>Intercooler.</li> <li>Normas emisiones EURO III.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Freno de motor JACOBS ISX a las válvulas.</li> <li>Frenos de servicio BENDIX ES CAM 100% neumáticos.</li> <li>Sistema a tambores delanteros y posteriores.</li> <li>Secador de aire.</li> <li>Freno de estacionamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cabina en aluminio y fibra de vidrio.</li> <li>Camarote de 42" modular tipo Flatfop.</li> <li>Suspensiones neumáticas de cabina y dormitorio.</li> <li>Puertas con bisagras tipo plano.</li> <li>Doble tubo de escape cromado de 48" de altura.</li> <li>Capot inclinado "pico de loro".</li> <li>Depuradores de aire externos cromados.</li> <li>Parachoques cromado con halógenos incorporados.</li> <li>Visera parasol cromada con cecuyas.</li> <li>Doble pito de aire cromado sobre el techo.</li> </ul>
<b>CAJA DE CAMBIOS</b>	<b>AROS Y LLANTAS</b>	<b>INTERIOR DE CABINA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Marca FULLER.</li> <li>Modelo RTO 16915.</li> <li>15 velocidades con enfriador de aceite.</li> <li>Embrague cerámico FULLER 15.5" , doble disco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aros tipo disco ACURRIDE en acero blanco 8.25"x22.5".</li> <li>10 pernos y 5 huecos de ventilación.</li> <li>Neumáticos delanteros BRIDGESTONE / GOODYEAR (direccional).</li> <li>Neumáticos posteriores BRIDGESTONE / GOODYEAR (tracción).</li> <li>Aro y llanta de emergencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cinturones de seguridad de 3 puntos.</li> <li>Asiento de chofer con suspensión neumática y fijo para acompañante con apoyo brazos.</li> <li>Panel de instrumentos ergonómico.</li> <li>Aire acondicionado.</li> <li>Vidrios eléctricos.</li> <li>Radio CD MP3 con parlantes.</li> </ul>
<b>EJE DELANTERO</b>	<b>QUINTA RUEDA</b>	<b>TANQUE DE COMBUSTIBLE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>DANA SPICER Modelo E1462L.</li> <li>Capacidad: 14.600 lbs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marca HOLLAND Modelo FW35-7801XL.</li> <li>Capacidad 55000 lbs.</li> <li>Engrase manual.</li> <li>Altura 9".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 tanques de aluminio de 110 galones c/u.</li> <li>Con tapa y llave de seguridad.</li> </ul>
<b>SUSPENSIÓN DELANTERA</b>	<b>QUINTA RUEDA</b>	<b>QUINTA RUEDA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kenworth de 52" de balestas y amortiguadores hidráulicos de doble acción.</li> <li>Capacidad: 14.600 lbs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kenworth de 52" de balestas y amortiguadores hidráulicos de doble acción.</li> <li>Capacidad: 14.600 lbs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kenworth de 52" de balestas y amortiguadores hidráulicos de doble acción.</li> <li>Capacidad: 14.600 lbs.</li> </ul>
<b>EJE POSTERIOR</b>	<b>SUSPENSIÓN POSTERIOR</b>	<b>SUSPENSIÓN POSTERIOR</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>MERITOR ROCKWELL Modelo RT 46-164 PEH.</li> <li>Capacidad: 46.000 lbs.</li> <li>Relación 4,89:1.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HENDRICKSON Modelo RTE 463.</li> <li>Capacidad: 46.000 lbs.</li> <li>Balestas semielípticas con lagartas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HENDRICKSON Modelo RTE 463.</li> <li>Capacidad: 46.000 lbs.</li> <li>Balestas semielípticas con lagartas.</li> </ul>
<b>DIRECCIÓN</b>	<b>DIRECCIÓN</b>	<b>DIRECCIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema hidráulico 100% TRW TAS 85 de 16000 lbs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema hidráulico 100% TRW TAS 85 de 16000 lbs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema hidráulico 100% TRW TAS 85 de 16000 lbs.</li> </ul>
<b>PESO Y DIMENSIONES</b>	<b>PESO Y DIMENSIONES</b>	<b>PESO Y DIMENSIONES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Peso vacío: 19140 lbs</li> <li>Largo total: 8,09 mts</li> <li>Entre ejes: 5,21 mts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peso vacío: 19140 lbs</li> <li>Largo total: 8,09 mts</li> <li>Entre ejes: 5,21 mts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peso vacío: 19140 lbs</li> <li>Largo total: 8,09 mts</li> <li>Entre ejes: 5,21 mts</li> </ul>
<b>NEVA TECNOLOGIA ELECTRÓNICA</b>	<b>NEVA TECNOLOGIA ELECTRÓNICA</b>	<b>NEVA TECNOLOGIA ELECTRÓNICA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kenworth Multiplex con computadora en el tablero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kenworth Multiplex con computadora en el tablero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kenworth Multiplex con computadora en el tablero.</li> </ul>

# T800

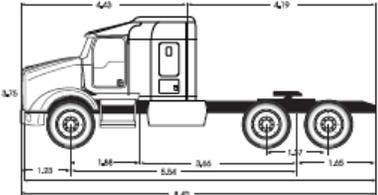
SPECIAL EDITION

### CARACTERÍSTICAS

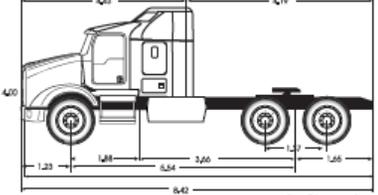
- Chasis pintado del color de la cabina.
- Dos llavadoras laser.
- Dirección ajustable telescópica.
- Aros de aluminio cromados marca ALCOA • KW 7 SPOKE.
- Camarote AEROCAB Flatfop de 62" o Aerodyne de 62" con doble llera.
- Escalera para subir al chasis del camion izquierdo y derecho.
- Puerta lateral de Emergencia con vidrio al lado derecho e izquierdo.
- Dos tanques de aluminio de 120 galones.
- Caja de herramientas en el lado derecho del camion.
- Escudos del tubo de escape cromados con emblema de KENWORTH.
- 2 Busca personas, lado derecho e izquierdo

### DIMENSIONES HORIZONTALES

**MODELO T800 SPECIAL EDITION, ASOTRAPEC**



**MODELO T800 SPECIAL EDITION AERODYNE**







### PROFORMA

MODELO:	
PRECIO:	
ENTRADA:	
CUOTA:	
SEGURO:	
ASESOR DE VENTA:	



**KENWORTH DE LOS ANDES**

\*ESPECIFICACIONES SUJETAS A CAMBIO DE ACUERDO AL FABRICANTE SIN PREVIO AVISO.  
\*PERSONALIZAMOS SU CAMION DE ACUERDO A SUS NECESIDADES.

Interfaz grafica sobre contenidos, imágenes y videos de la eficiencia del sistema de transmisión y frenado.



# Manual de conducción eficiente.

# MANUAL DE CONDUCCIÓN EFICIENTE PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PESADO



SOPORTE TÉCNICO:  
INSTITUTO MEXICANO DE TRANSPORTE



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
**SALESIANA**  
ECUADOR



AUTORES:

LOAIZA ROMERO JOSÉ LUIS

RODRÍGUEZ GUARDERAS LUIS ESTEBAN



# AGRADECIMIENTO

Se Agradece a la Dra. Mercedes Yolanda Rafael Morales, quien con la Coordinación de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural del Instituto Mexicano del Transporte, realizó el “Manual De Conducción Técnica De Vehículos Automotores Diesel: Segunda Edición”. El mismo que fue puesto a nuestra disposición para el desarrollo de nuestro proyecto de tesis.

# PRESENTACIÓN

En este manual se hará constar asistencia técnica para los conductores profesionales del cantón Calvas, de la provincia de Loja. Se ha tomado como referencia el “Manual De Conducción Técnica De Vehículos Automotores Diesel: Segunda Edición”. Sanfandila, Qro. 2012 del Instituto Mexicano del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México.

El sector del transporte profesional por vía terrestre, de pasajeros y carga, es fundamental, para asegurar un adecuado desarrollo social y económico en nuestro país. El consumo de energía de un país tiene mucho que ver en la influencia económica del mismo. El consumo de energía en empresas, representa un elevado coste por gastos de operación. La “conducción eficiente” es la conducción que se realiza de una manera técnica, que implica saber aprovechar al máximo los nuevos sistemas que se implementan día a día en los vehículos, para poder obtener el mejor rendimiento de los mismos.

# ÍNDICE

ÍNDICE	2
Resumen	4
Introducción	4
4.1 Conceptos	5
4.1.1 Unidades	5
4.1.2 Longitud	5
4.1.3 Masa	6
4.1.4 Tiempo	6
4.1.5 Velocidad	7
4.1.6 Aceleración	7
4.1.7 Fuerza	7
4.1.8 Par, momento o torque	8
4.1.9 Trabajo	8
4.1.10 Potencia	8
4.1.11 Presión	9
4.1.12 Calor	9
4.1.13 Temperatura.	9
4.2 Fuerzas que intervienen en el desplazamiento del vehículo.	10
4.2.1 Fuerza aerodinámica	10
4.2.2 Fuerza de rodamiento	10
4.2.3 Fuerza por pendiente	10
4.2.4 Fuerza de inercia	10
4.2.5 Fuerza centrífuga	11
4.2.6 Las Fuerzas de resistencia y la potencia del motor	11
4.3 Curvas Características del motor.	11
4.3.1 Curvas características	11
4.3.2 Curva de torque o par torsional	11
4.3.3 Curva de potencia	12
4.3.4 Curva de consumo específico de combustible	12
4.3.5 Eficiencia del motor	12
4.4 Diagrama de velocidades	13
4.4.1 Caja de cambio de velocidades	13
4.4.2 El diferencial	14
4.4.3 Las llantas	14
4.4.4 Selección del vehículo adecuado al tipo de operación	15
4.5 La Conducción Técnica	16
4.5.1 Verificaciones antes de salir	17
4.5.2 El uso del motor	20
4.5.3 Arranque del motor y salida	21
4.5.4 Aceleración del vehículo	22
4.5.5 El cambio de velocidades	22
4.5.5.1 Caja no sincronizada	23
4.5.5.2 Caja sincronizada	23
4.5.6 Uso del pedal de aceleración	23
4.5.7 Operación de motores nuevos o reconstruidos	24
4.5.8 Conducción urbana	24
4.5.9 Conducción sobre autopistas	25
4.5.10 Conducción sobre pendientes	25
4.5.11 Conducción sobre pendientes en descenso	26

4.5.12 Apagado del motor	26	4.10.3 CHERVROLET: modelo NPR 71P	50
4.5.13 Las verificaciones periódicas	26	4.10.3.1 Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.	50
4.6 Seguridad en la conducción técnica	27	4.10.3.2 Revoluciones de la caja según las relaciones de velocidad.	50
4.6.1 La seguridad en la conducción	27	4.10.3.3 Velocidad de rotación en función de la rpm.	50
4.6.2 Medidas de seguridad de un conductor profesional	29	4.10.3.4 Velocidades del vehículo según las rpm de la caja de cambios.	50
4.6.2.1 Inspección del funcionamiento de los sistemas del vehículo	32	4.10.4 HINO: serie 500 modelo 1726 (GH8JMSA)	52
4.6.2.2 Lista de mantenimiento preventivo	32	4.10.4.1 Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.	52
4.6.3 El manejo a la defensiva	32	4.10.4.2 Revoluciones de la caja según las relaciones de velocidad.	52
4.6.3.1 Normas fundamentales de vialidad al manejar un vehículo, ya sea en ciudad o en carretera.	33	4.10.4.3 Velocidad de rotación en función de la rpm.	52
4.6.4 Recomendaciones para evitar una colisión	34	4.10.4.4 Velocidades del vehículo según las rpm de la caja de cambios:	53
4.6.5 Recomendaciones de cortesía en la conducción	36	4.10.5 HINO: serie 500 modelo 2626 (FM1JRUA)	54
4.7 Situaciones de emergencia en carretera	36	4.10.5.1 Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.	54
4.7.1 ¿Qué hacer ante una situación de emergencia en carretera?	36	4.10.5.2 Revoluciones de la caja según las relaciones de velocidad.	54
4.7.2 Los frenos le fallan	36	4.10.5.3 Velocidad de rotación en función de la rpm.	55
4.7.3 El vehículo derrapa	37	4.10.5.4 Velocidades del vehículo según las rpm de la caja de cambios.	55
4.7.4 El acelerador se pega	37	4.10.6 HINO: serie 700 modelo 2841 (FS1ELVD)	56
4.7.5 Las luces se apagan	38	4.10.6.1 Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.	56
4.7.6 Si una llanta se “vuela”	38	4.10.6.2 Revoluciones de la caja según las relaciones de velocidad.	56
4.7.7 Necesita parar en carretera	38	4.10.6.3 Velocidad de rotación en función de la rpm.	57
4.7.8 El motor se incendia	39	4.10.6.4 Velocidades del vehículo según las rpm de la caja de cambios.	57
4.8 Principales productos contaminantes	39	4.10.7 KENWORTH: modelo T800 Classic	58
4.8.1 La contaminación	39	4.10.7.1 Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.	58
4.8.2 Monóxido de carbono (CO)	39	4.10.7.2 Revoluciones de la caja según las relaciones de velocidad.	58
4.8.3 Óxidos de nitrógeno (NOx)	40	4.10.7.3 Velocidad de rotación en función de la rpm.	59
4.8.4 Óxidos de azufre (SO2 y SO3)	40	4.10.7.4 Velocidades del vehículo según las rpm de la caja de cambios.	59
4.8.5 Ozono (O3)	40	4.10.8 Cuadro de resumen de la zona de ahorro de combustible (zona verde)	60
4.8.6 Hidrocarburos sin quemar (HC)	41	4.11 Análisis de los resultados obtenidos sobre el rendimiento y eficiencia del sistema de frenos.	61
4.8.7 Partículas suspendidas	41	4.11.1 Nomenclatura en las relaciones.	62
4.8.8 Plomo (Pb)	41	4.11.2 Porcentaje del rendimiento en orden de marcha – orden de carga y eficiencia de frenado según la norma INEN 964.	63
4.9 Control Del Consumo De Carburante De Los Vehículos Industriales.	41	Infografía sobre consejos de conducción eficiente.	65
4.9.1 La caja de cambios como influyente en la tracción y el consumo de combustible.	42	Conclusiones	66
4.9.1.1 Embrague	42	Bibliografía	67
4.9.1.2 Cajas de cambios	43		
4.9.1.3 Árbol transmisión	43		
4.9.1.4 Puente	44		
4.9.2 Sistemas De Ayuda a La Reducción Del Consumo	44		
4.9.2.1 El freno motor	44		
4.9.3 Selección de la marcha en la caja de cambios	44		
4.9.4 Caja de cambios	45		
4.9.5 Circulación en una determinada marcha	47		
4.10 Análisis de los resultados de la transmisión	47		
4.10.1 Revoluciones del motor vs consumo de combustible	48		
4.10.2 MERCEDES BENZ: modelo OF 1701	48		
4.10.2.1 Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.	49		
4.10.2.2 Revoluciones de la caja según las relaciones de velocidad.	49		
4.10.2.3 Velocidad de rotación en función de la rpm.	49		
4.10.2.4 Velocidades del vehículo según las rpm de la caja de cambios.	49		



## RESUMEN

Como es de conocimiento general, la economía de un país se basa en el consumo energético, para mejor dicho consumo se implementara un manual de conducción eficiente para los conductores profesionales, con el propósito de lograr reducir los costos de operación y las emisiones contaminantes, independientemente de las condiciones de tránsito y del tipo de caminos por el circulen los automotores.

## INTRODUCCIÓN

Este manual será utilizado para choferes profesionales en formación, el mismo que estará plasmado en una interfaz gráfica interactiva, que permitirá visualizar información técnica sobre el uso de los sistemas de los vehículos, así como también acciones que se deben tomar ante circunstancias inesperados.

### 4.1 Conceptos

Es necesario tener conocimientos sobre los conceptos de las magnitudes físicas, para poder entender cómo actúan en los automotores.

#### 4.1.1 Unidades

Tenemos que saber que es posible medir todo lo que nos rodea, la base fundamental es realizar una comparación entre dos objetos, para poder emitir un criterio que uno es de mayor tamaño que el otro o de mayor o menos peso. La magnitud es la que califica a un objeto con exactitud qué tan pequeño, duro o pesado lo es. En la siguiente ilustra las magnitudes más comunes.

**Tabla 4.1 Magnitudes en sistema internacional - sistema inglés: Fuente [1]**

Magnitud	Sistema internacional		Sistema inglés	
	Unidad	Símbolo	Unidad	Símbolo
Longitud	metro	m	pie	ft
Masa	kilogramo	kg	libra masa	lbm
Tiempo	segundo	s	segundo	s
Velocidad	metro por segundo	m/s	pie por segundo	ft/s
Aceleración	metro por segundo al cuadrado	m/s <sup>2</sup>	pie segundo cada segundo	ft/s <sup>2</sup>
Fuerza	newton	N	libra fuerza	lbf
Par	newton metro	N-m	libra fuerza por pie	lbf.ft
Trabajo	joule	J	libra fuerza por pie	Lbf.ft
Potencia	watt	W	libra fuerza por pie por segundo	Lbf.ft/s
Presión	pascal	Pa	libra fuerza por pie cuadrado	Lbf.ft <sup>2</sup>
Calor	joule	J	unidad térmica británica	BTU
Temperatura	grado Celsius	°C	Fahrenheit	°F

#### 4.1.2 Longitud

Es la distancia a lo largo de una línea recta entre dos puntos cualesquiera. Su unidad en el SI es el metro [m] y



Figura 4.1 Longitud en Sistema Internacional: Fuente [LOS AUTORES]

en el sistema inglés es el pie [ft].

### Tabla de unidades de longitud

	mm	pie	yarda	mm	km
1 mm	1	0.1	0.01	0.001	0.000 001
1 cm	10	1.0	0.10	0.010	0.000 01
1 dm	100	10.0	1.00	0.100	0.000 1
1 m	1 000	100.0	10.00	1.000	0.001
1 km	1 000 000	100 000.0	10 000.00	1 000.000	1

Figura 4.2 Unidades de longitud: Fuente [2]

### Unidades de longitud inglesas y sus equivalencias

	pie	yarda	mm	m	km
pie	1.000	0.003	0.027	25.4	0.025 000 025
yarda	36.000	1.000	0.333	304.8	0.304 000 304
mm	0.039	0.003	0.001	1.0	0.001 000 001
m	29.370	3.201	1.094	100.0	1.000 000 000
km	39 370.078	3 280.839	1 093.613	1 000 000.0	1 000 000 1 000 000

Figura 4.3 Longitud en Sistema Inglés y sus equivalencias: Fuente [2]

### 4.1.3 Masa

Es la cantidad de substancia que tiene cada cuerpo, es decir la cantidad de materia que forma un cuerpo, medida en kilogramos [kg], unidad distinta a la que usamos comúnmente. Su equivalencia en el sistema inglés es la libra masa [lbm].



Figura 4.4 Masa de un cuerpo: Fuente [LOS AUTORES]

### 4.1.4 Tiempo

Es difícil definir esta magnitud pero todos tenemos noción de él; podemos decir que es el lapso transcurrido entre un evento y otro. Su unidad es el segundo [s].



Figura 4.5 Tiempo: Fuente [LOS AUTORES]

Equivalencia de unidades de tiempo.

	s	minutos	hora
s	1	0,016	0,000 3
minuto	60	1,000	0,016 7
hora	3 600	60,000	1,000 0

Figura 4.6 Equivalencia de unidades de tiempo: Fuente [2]

### 4.1.5 Velocidad

Es la distancia que se recorre en un tiempo determinado. Su unidad es el metro por segundo [m/s], sin embargo es más frecuente utilizar el múltiplo kilómetro por hora [km/h]. En el sistema inglés la unidad es el pie por segundo [ft/s] y la más usual es la milla por hora [mi/h].



Figura 4.7 Velocidad: Fuente [LOS AUTORES]

### 4.1.6 Aceleración

Es la variación de la velocidad con respecto al tiempo. La manera como cambia la velocidad cuando transcurre un segundo. Su unidad es el metro por segundo al cuadrado [m/s<sup>2</sup>]. La unidad equivalente en el sistema inglés es el pie por segundo cada segundo [ft/s<sup>2</sup>].



Figura 4.8 Aceleración: Fuente [LOS AUTORES]

### 4.1.7 Fuerza

La unidad usada para expresar la fuerza se llama newton [N] y se define como la intensidad de fuerza comunicada a un kilogramo para que se desplace a un metro por segundo cada segundo. Su equivalente en el sistema inglés es la libra fuerza [bf].



Figura 4.9 Fuerza: Fuente [LOS AUTORES]

**4.1.8 Par, momento o torque**

El momento es la multiplicación de la fuerza por la distancia y tiene como efecto producir un giro.

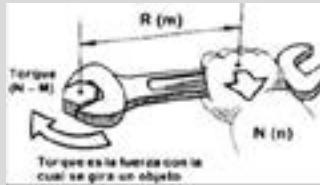


Figura 4.10 Par, momento torque: Fuente [LOS AUTORES]

**4.1.9 Trabajo**

El trabajo se puede entender como el desplazamiento de una fuerza. El trabajo (W) se calcula multiplicando la fuerza por la distancia que recorre el punto de aplicación de la fuerza en la misma dirección de la fuerza.



Figura 4.11 Trabajo: Fuente [LOS AUTORES]

$$W = (F) \times (d)$$

Dónde:

W = el trabajo

F = la fuerza

D = la distancia que recorre el punto de aplicación

**4.1.10 Potencia**

La potencia es el trabajo que se desarrolla por unidad de tiempo. La podemos calcular dividiendo el trabajo entre el tiempo:



Figura 4.12 Potencia: Fuente [LOS AUTORES]

Dónde:

P= la potencia en watt [W]

W= el trabajo en joule [J]

t = el tiempo en segundos [s]

**4.1.11 Presión**

Cuando se aplica una fuerza sobre un área o superficie se dice que existe presión, la podemos sentir cuando alguien nos aprieta una mano con un dedo o nos estrecha fuertemente.



Figura 4.13 Presión: Fuente [LOS AUTORES]

**4.1.12 Calor**

El calor es una forma de energía que todos los cuerpos tienen y que se transmite de un cuerpo a otro sin interrupción.



Figura 4.14 Calor: Fuente [LOS AUTORES]

**4.1.13 Temperatura.**

La temperatura se define como la cantidad de calor que tienen los cuerpos. Su unidad es el grado centígrado o grado Celsius y el grado Fahrenheit en el sistema inglés. Para convertir de una unidad a otra se usan las siguientes fórmulas:

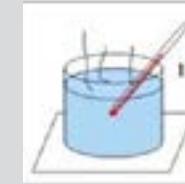


Figura 4.15 Temperatura: Fuente [LOS AUTORES]

$$^{\circ}\text{C} = 1,8 (^{\circ}\text{F}) + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = 0,55 (^{\circ}\text{C}) - 32$$

Dónde:

$^{\circ}\text{C}$  = la temperatura en grado centígrado o Celsius.

$^{\circ}\text{F}$  = la temperatura en grado Fahrenheit.

**4.2 Fuerzas que intervienen en el desplazamiento del vehículo.**

**4.2.1 Fuerza aerodinámica**

Es la fuerza que sufre un vehículo al desplazarse a través del aire.



Figura 4.16 Fuerza aerodinámica:  
Fuente [LOS AUTORES]

**4.2.2 Fuerza de rodamiento**

La fricción es el efecto que producen las llantas al rodar sobre el piso y ésta varía de acuerdo a la deformación de las llantas, ocasionando una resistencia al movimiento del vehículo.



Figura 4.17 Fuerza de rodamiento:  
Fuente [LOS AUTORES]

**4.2.3 Fuerza por pendiente**

La fuerza que ejerce la gravedad terrestre sobre un vehículo cuando sube una pendiente.

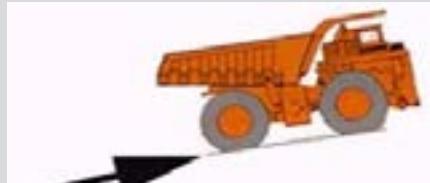


Figura 4.18 Fuerza por pendiente:  
Fuente [LOS AUTORES]

**4.2.4 Fuerza de inercia**

Si se quiere cambiar la velocidad de un vehículo, se debe vencer una fuerza que se opone a este cambio, esta fuerza se denomina fuerza de inercia y depende de la masa del cuerpo.



Figura 4.19 Fuerza de inercia:  
Fuente [LOS AUTORES]

**4.2.5 Fuerza centrífuga**

Un cuerpo que tiene movimiento curvilíneo, está sometido a una fuerza centrífuga que tiende a sacarlo de su trayectoria.

**4.2.6 Las Fuerzas de resistencia y la potencia del motor.**

Cada una de las fuerzas descritas anteriormente, se oponen al movimiento del vehículo. Una parte de la potencia del motor se usará en vencerlas para poder moverse y mover la carga que lleva, por lo que es necesario conocer la fuerza total que se opone al movimiento del vehículo. Es decir, la fuerza total resultante es la suma de cada una de las fuerzas.

**4.3 Curvas Características del motor.**

**4.3.1 Curvas características**

Las curvas características del motor son aquellas que hacen posible saber el comportamiento bajo diferentes parámetros de operación. Para poder realizar una conducción técnica es necesario conocer e interpretar estas curvas, así como la información que contienen las fichas técnicas. Estas curvas son tres:

- Curva de torque
- Curva de potencia
- Curva de consumo específico de combustible.

**4.3.2 Curva de torque o par torsional.**

En los motores de combustión interna la energía calorífica se transforma en mecánica, la cabeza del pistón recibe una fuerza que es transmitida a las bielas y al cigüeñal.

De este modo el movimiento lineal de los pistones, se transforma en movimiento de rotación, el mismo que es entregado a la caja de velocidades, al diferencial y finalmente a las llantas, logrando así el par torsional para el avance o retroceso del automotor.

El torque que un motor puede entregar está directamente implícito con el régimen del mismo.

A continuación ilustramos en la figura un diagrama del torque, que varía de acuerdo al número de revoluciones, observando que el valor máximo se da a un número determinado de revoluciones (1.200 rpm), este valor toma el nombre de torque máximo o torque pico y es que lo encontramos en las fichas técnicas.

Curva de torque o par torsional

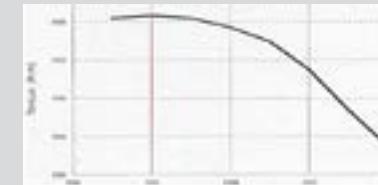


Figura 4.20 Curva de torque o par torsional: Fuente [2]



### 4.3.3 Curva de potencia.

Para calcular la potencia del motor que posee un vehículo basta con multiplicar el par torsional, por el régimen del motor expresado en revoluciones por minuto a las que gira el motor, y por un factor K que depende de las unidades utilizadas.

Dónde:

P = potencia

K = factor de conversión entre las unidades utilizadas

T = es el par torsional del motor

N= número de revoluciones por minuto

La unidad más común para la potencia es el HP o el Kilowatt, y al igual que el par torsional, presenta un máximo en la curva que corresponde.

En la siguiente figura, se puede observar que existe un valor máximo de potencia a un régimen de revoluciones por minuto de (1.800 rpm), denominándose a este punto potencia máxima.

### 4.3.4 Curva de consumo específico de combustible.

Cuando tenemos en nuestras manos una ficha técnica, otro dato muy importante es el consumo específico de combustible, este valor nos indica la cantidad de combustible que consume un vehículo en función del motor y las rpm correspondientes. El consumo es mínimo a ciertas rpm.

La unidad de medida se expresa en gramos de combustible por caballo de potencia al freno y por hora de funcionamiento [g/BHP/h].

En la siguiente figura se ilustra un ejemplo de una gráfica de consumo específico, aquí se puede determinar el valor mínimo de consumo de combustible con respecto al régimen de revoluciones del motor.

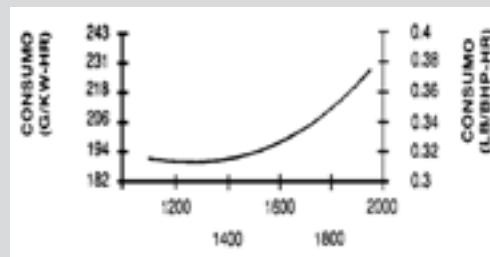


Figura 4.21 Curva de consumo específico de combustible: Fuente [2]

### 4.3.5 Eficiencia del motor

Para que un motor alcance una eficiencia del 100%, debería todo el combustible convertirse en trabajo, pero en la realidad eso no sucede ya que las maquinas térmicas tienen pérdidas de energía en su funcionamiento debido a las siguientes circunstancias.

Parte de la energía se disipa en forma de calor, tanto en el sistema de refrigeración como en el escape de los gases quemados. Por otra parte, se pierde energía por la fricción de los elementos mecánicos como lo son pistones, bielas, válvulas, cigüeñal, etc. Con lo antes mencionado, podemos decir que en los motores de combustión interna, la energía es proporcionada por el combustible, la cual se transforma por el motor en trabajo. Por lo tanto es de suma importancia aprovechar de la mejor manera el combustible, operando nuestro vehículo en la zona de menor consumo de combustible.

Resulta primordial aclarar que cada motor tiene sus curvas características y que estas van a cambiar de acuerdo al modelo, al fabricante y al estándar usado para obtenerlas; por estas razones deben utilizarse las curvas características al motor empleado.

### PERDIDA DE ENERGÍA EN UN MOTOR DIESEL



Figura 4.22 Pérdida de Energía en un Motor Diesel: Fuente [2]

## 4.4 Diagrama de velocidades

### 4.4.1 Caja de cambio de velocidades

Es el sistema mecánico del tren motriz que mediante engranajes aprovecha el torque y la potencia. De la misma manera que datos anteriores del vehículo, las relaciones de la caja de velocidades se obtienen de los manuales y fichas técnicas del fabricante del vehículo o de transmisiones. Los diferentes fabricantes de cajas de velocidades usan su propia nomenclatura, debido a esto se puede encontrar la referencia exacta en el manual, en base a esta información se puede identificar visualizando los números que se encuentran en ella.

En la siguiente figura se ilustra un ejemplo de caja de velocidades de un autobús de pasajeros.

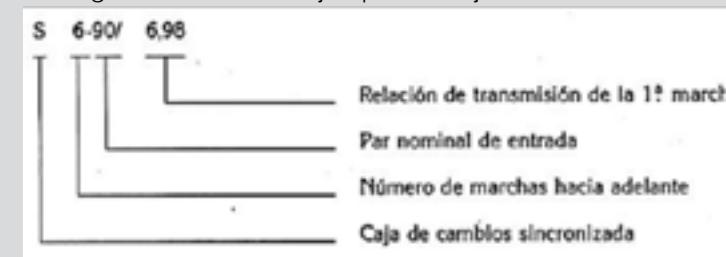


Figura 4.23 Caja de Cambios de Velocidades: Fuente [2]

Ejemplo de nomenclatura de una caja de velocidades.

Este tipo de información se encuentra en el manual de operación de un vehículo o de la transmisión y para este caso las relaciones de transmisión son:

**Tabla 4.2 Nomenclatura de una Caja de Velocidades: Fuente [2]**

Velocidad	Relación
Primera	6,98
Segunda	4,06
Tercera	2,74
Cuarta	1,89
Quinta	1,31
Sexta	1,00
Reversa	6,43

#### 4.4.2 El diferencial

Este componente mecánico tiene la finalidad de transmitir el torque y la potencia que sale de la caja de velocidades a las ruedas, además cumple con la función de hacer que las llantas giren a distintas revoluciones, como cuando se circula por una curva. A demás dependiendo de su relación de paso limita la velocidad del vehículo y permite que sea más apto para ciertas condiciones del terreno. La relación del paso del diferencial se obtiene del manual del fabricante del vehículo. Para este ejemplo el paso del diferencial es 3,92 que corresponde a la división del número de dientes de la corona entre el número de dientes del piñón. (47:12).

Ejemplo de diferencial



Figura 4.24 Partes Principales de un Diferencial: Fuente [3]

#### 4.4.3 Las llantas

Las llantas son los elementos del vehículo que tienen como finalidad soportar todo su peso permitiendo el movimiento, además son las encargadas de mantener adherido el vehículo a la calzada.

La llanta lleva marcados unos números a un costado (nomenclatura).

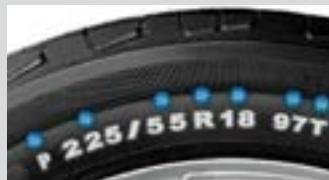


Figura 4.25 Llanta: Fuente [LOS AUTORES]

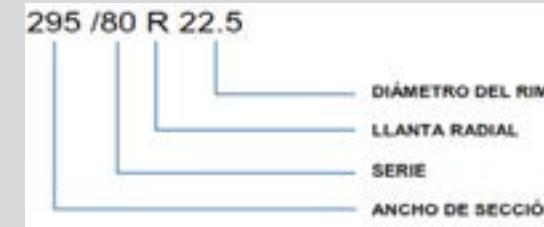


Figura 4.26 Nomenclatura de una Llanta: Fuente [2]

De la nomenclatura lo que más nos interesa es:

- EL ANCHO DE SECCIÓN o ancho del piso, que puede estar en milímetros o en pulgadas. Como regla se puede decir que si son dos o cuatro números, la medida está en pulgadas y si son tres está en milímetros.



Figura 4.27 Ancho de Sección de una llanta: Fuente [2]

- EL DIAMETRO DEL RIM que por lo regular está en pulgadas.



Figura 4.28 Diámetro del RIM de una llanta: Fuente [2]

- LA SERIE es el porcentaje del ancho de sección que es igual al ancho de cara.



Figura 4.29 Serie de una llanta: Fuente [2]

#### 4.4.4 Selección del vehículo adecuado al tipo de operación



Figura 4.30 Selección del vehículo adecuado: Fuente [LOS AUTORES]

Para seleccionar un vehículo se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Qué tipo de actividad realizara el vehículo.
- Que el tren motriz sea adecuado para las necesidades a las que va a operar el vehículo.
- Que la potencia del motor sea la necesaria para el tipo de operación.
- Sistema de transmisión acorde a la operación.
- Qué tipo de ruta será la más frecuente que realizara.
- Poseer la capacidad suficiente de arranque y ascenso en pendiente.
- Tomar en cuenta que el consumo de combustible del motor sea el mínimo.

Es necesario aclarar que la potencia del motor depende de los diferentes tipos de operación al que será asignado cada vehículo. Al tomar como ejemplo, si una empresa necesitara vehículos para que circules por caminos montañosos, lo más óptimo sería utilizar vehículos que posean un paso de diferencial “lento”, el mismo que hará que el vehículo posea mayor tracción aunque se vea afectada la velocidad, en tanto que si la misma empresa requiriera vehículos para que circulen por caminos planos lo más recomendable sería “un paso rápido” el cuál lo convierte al mismo vehículo de la misma potencia en un automotor de menor tracción pero de mayor velocidad.

Al seleccionar un tren motriz adecuado permitirá al operador obtener las siguientes ventajas:

- Que se pueda lograr velocidades reglamentarias, en el rango óptimo del motor con un consumo mínimo de combustible.
- Poseer una reserva de potencia para alguna situación de emergencia o en caso que se dese rebasar. Tener potencia de reserva para alguna situación de emergencia o para rebasar.
- Se puede reducir el desgaste de las piezas del motor y del resto del vehículo, disminuyendo así el costo de mantenimiento.

#### 4.5 La Conducción Técnica

De acuerdo a diferentes estudios y a base de experiencias, se sabe que el porcentaje de diferencia entre dos conductores que circulan por la misma vía, el consumo de combustible, el desgaste de los elementos mecánicos, de las llantas, y del resto de sistemas que posee el vehículo, puede llegar hasta un 40%.

Esto implica que existen diferentes tipos de manejo, siendo unos más económicos que otros.

Desde hace años atrás estas maneras de conducir fueron estudiadas, y entre ellas una fue identificada como la más óptima, se trata de la conducción técnica, este tipo de conducción permite ahorrar combustible así como también el desgaste prematuro de los elementos mecánicos del vehículo.

**Definición:** La conducción técnica por parte del conductor, es aquella que logra que el vehículo obtenga un consumo mínimo de combustible, llantas y refacciones, independientemente del tipo de calzada, recorrido, condiciones climatológicas, o tránsito, disminuyendo las emisiones contaminantes.

Para realizar una conducción técnica se debe tomar en cuenta varios aspectos desde que se enciende el vehículo hasta que se lo apaga, a continuación se detalla dichos aspectos:

#### 4.5.1 Verificaciones antes de salir

Se tiene conocimiento que existen operadores que lo único que hacen es conducir, es decir que consideran que el buen estado del vehículo depende únicamente de los mecánicos, por otra parte se sabe que existen conductores que no podrían salir sin realizar una revisión detallada de los sistemas o partes principales del vehículo.

Un conductor profesional reflejara su profesionalismo al realizar las siguientes acciones antes de salir:

##### a) Por la parte inferior del vehículo.

Se debe observar que no exista presencia de aceite, agua o combustible.



Figura 4.31 Presencia de fuga de aceite: Fuente [LOS AUTORES]

##### b) El motor

- Nivel de aceite. Todo motor posee una varilla de medición del nivel de aceite, se debe tomar en cuenta que esté en la marca superior. (Nivel completo). La falta de aceite puede provocar un calentamiento del motor, si el color del aceite es amarillo o verdoso indica que existe agua en el sistema de lubricación del motor.



Figura 4.32 Nivel del Líquido de aceite: Fuente [LOS AUTORES]

- Nivel de agua. Se debe mantener el nivel correcto del anticongelante, un bajo nivel provoca calentamiento del motor y mayor consumo de combustible.



Figura 4.33 Nivel del Líquido de refrigerante: Fuente [LOS AUTORES]

- Nivel de líquido de la dirección. Mantenerse en los niveles indicados por el depósito, un bajo nivel indica posible fuga o que el aceite ha perdido sus propiedades.



Figura 4.34 Nivel del Líquido de la dirección: Fuente [LOS AUTORES]

- Ajuste de bandas. Para comprobar el ajuste correcto, se debe presionar la banda en la mitad de la distancia entre dos poleas y verificar que la deformación sea aproximadamente 20 cm.



Figura 4.35 ajuste de bandas: Fuente [LOS AUTORES]

- Control visual global. Verificar que no existan fugas de aceite, así como mangueras o cables sueltos, etc.



Figura 4.36 control visual de fugas: Fuente [LOS AUTORES]

- c)** A bordo. Se debe proceder a colocar el disco en el tacógrafo.

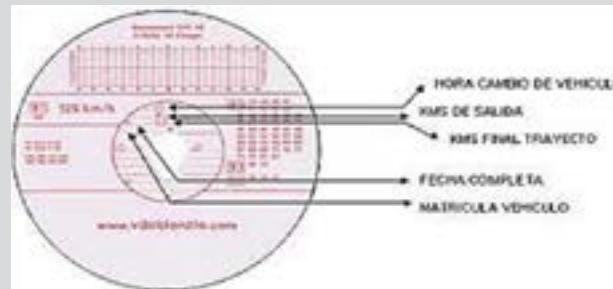


Figura 4.37 Disco para el tacógrafo: Fuente [4]

Hacer una verificación general de los documentos personales del conductor así como los del vehículo y carga que se llevará.



Figura 4.38 Verificación de Documentos: Fuente [LOS AUTORES]

Verificar el freno de estacionamiento.



Figura 4.39 Verificación del freno de Estacionamiento: Fuente [LOS AUTORES]

- d)** Contactos eléctricos. Verificar que todos los indicadores estén funcionando en el tablero.



Figura 4.40 Verificación de los Indicadores del tablero: Fuente [LOS AUTORES]

- e)** Encender el motor

Verificar la presión de aceite, debiendo estar en un nivel intermedio ya que por debajo o por arriba podría causar efectos contraproducentes en el motor.

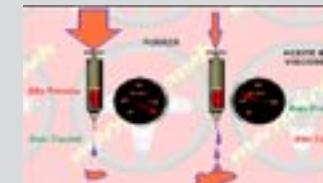


Figura 4.41 Verificar la presión de aceite: Fuente [5]

Encender las luces para poder realizar la inspección que estén funcionando correctamente.

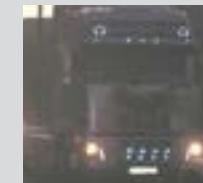


Figura 4.42 Luces encendidas de Camión: Fuente [LOS AUTORES]

f) Se debe realizar un recorrido alrededor del vehículo con la finalidad de comprobar lo siguiente:



Figura 4.43 Revisión del estado de las llantas: Fuente [LOS AUTORES]

- Verificar el buen estado de la carrocería, que no existan pernos sueltos, fisuras, etc.
- Verificar el estado de las llantas.
- Verificar que todos los focos se encuentren funcionando correctamente.
- La purga de los tanques de aire y combustible.
- Verificar que se encuentren limpias las placas y focos.

g) Subir a bordo. Ajustar los espejos a una posición que sea lo más productiva para que el conductor visualice la mayor parte de la vía y el asiento a una posición que otorgue el mayor confort.



Figura 4.44 Ajuste del asiento y retrovisores: Fuente [LOS AUTORES]

Para ajustar el asiento se debe proceder como se ve en la figura con la mano derecha sujetar el volante y con la otra mano correr el asiento hasta lograr una posición en la que se pueda presionar los pedales hasta su tope. Verificación de los frenos, se debe verificar que estén funcionando correctamente, es decir que exista una respuesta inmediata a la acción de presionar los pedales del freno.

#### 4.5.2 El uso del motor

Es necesario resaltar que en vehículos antiguos no se disponía del tacómetro, este instrumento en la actualidad es un instrumento que permite al conductor saber a qué régimen de revoluciones se debe efectuar el cambio de velocidad, es decir que anteriormente se lo hacía al oído; cuando el vehículo producía un sonido debido a la falta de potencia era cuando se debía cambiar de marcha.

Gracias a los tacómetros ahora la señal auditiva se volvió visual. Un vehículo a diesel que circule a la misma velocidad y a las mismas condiciones de operación que un vehículo a gasolina, siempre operara a menor régimen. Esto implica que si la potencia=fuerza x velocidad, el motor Diesel entrega un mayor torque a un régimen de operación menor.

Los fabricantes para saber cuántas marchas poner a un camión, automóvil o camioneta se basan en una diferencia

que es, que un motor a gasolina posee su potencia máxima a las 6500 rpm y el torque máximo a 3500 rpm, en tanto que los motores Diesel disponen de la potencia máxima a 2100 rpm y de un torque máximo a las 1100 rpm. En base a esto se puede proporcionar el número preciso de marchas a cada vehículo para que el conductor pueda operar en la “zona verde” (zona de menor consumo de combustible).

#### 4.5.3 Arranque del motor y salida

Existen algunas formas de conducir esto depende de las condiciones climáticas y las situaciones geográficas:

Clima templado

- Al girar la llave de encendido no pisar acelerador.
- Nunca se debe mantener accionada la llave por más de 30 segundos, entre cada intento de arranque se debe dejar un lapso de dos minutos o hacer esto haría que se consuma la corriente de la batería.



Figura 4.45 Giro de llave a la posición ON: Fuente [LOS AUTORES]

- Es recomendable que antes de arrancar el motor se mantenga Pisado el pedal del embrague, ya que con ello separa la carga de la transmisión y permite observar si la presión del aceite sube correctamente.

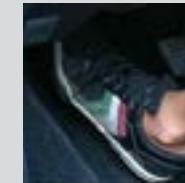


Figura 4.46 Pisado de pedal del embrague antes de arrancar: Fuente [LOS AUTORES]

- Se debe mantener el motor en un régimen de 1000 rpm, para que se caliente y alcance una temperatura de 60°C.

Clima frío

En climas fríos se suele usar éter como coadyuvante para el arranque, pero se debe tomar en cuenta tres recomendaciones:

- Al momento de usar líquido éter, se debe dar marcha al motor y un par de segundos después se debe aplicar el líquido.
- No se debe usar demasiado éter, ya que al ser detonante puede dañar el motor produciendo un fenómeno llamado cabeceo del motor. (Movimiento hacia delante y hacia atrás, brusco anormal)
- Si al encender el vehículo se observa un humo blanco no debería importar, excepto si el sistema de inyección es electrónico.

En motores a gasolina no es necesario esperar a que se caliente para poner en marcha el vehículo ya que estos cuentan con un elemento llamado termostato el que le ayuda a mantener la temperatura adecuada de funcionamiento, en los motores a gasolina es suficiente recorrer tres kilómetros para que el vehículo pueda funcionar correctamente. No así en los motores diesel debido a su gran robustez necesitan más tiempo para alcanzar la temperatura adecuada de funcionamiento por lo que requiere mantener el motor encendido de 10 a 15 minutos en ralentí (Ralentí es el nombre que recibe dejar el motor funcionando a bajas revoluciones y con la caja de velocidades en punto muerto, o sea, la menor velocidad a que puede funcionar un motor de explosión con el mínimo de gases), antes de arrancar o hasta que se carguen los tanques de aire del sistema de frenos en caso que lo tuviera, no teniendo en cuenta esta recomendación se forzarán las partes mecánicas diez veces más que si el motor estuviera caliente, de la misma manera se tendrá en 20 kilómetros un consumo de combustible cuatro veces mayor.

Además, para automotores que posean sistemas de frenos de aire se debe esperar a que los tanques de aire estén llenos. En la actualidad por cuestión de seguridad existen vehículos que no permiten su avance o retroceso si los tanques se encuentran vacíos.

Es muy importante que no se forcé el motor durante los 20 primeros kilómetros, esta distancia es necesaria para que el motor alcance su temperatura de funcionamiento y el aceite pueda fluir adecuadamente a las diferentes galerías. (Galerías son tuberías internas del motor encargadas de lubricar y llevar aceite a las partes móviles).

#### 4.5.4 Aceleración del vehículo

- Para realizar el desplazamiento del vehículo se debe ocupar la velocidad más baja.
- Evitar el “arrancón”.
- No hacer patinar el embrague.
- Cuando se realicen los cambios de marcha deben ser progresivos, es decir que si se quiere llegar a una marcha alta se lo debe hacer lo más rápido posible pero ocupando todas las marchas que la preceden a la que queremos llegar.
- Cuando se desee realizar un cambio de velocidad no se debe usar el máximo régimen de revoluciones.
- Realizar los cambios al menor régimen posible.

#### 4.5.5 El cambio de velocidades

Cuando se requiera realizar el cambio de velocidades, basta con aumentar o disminuir el régimen de revoluciones del motor, hasta el valor necesario para que pueda engranar la relación de transmisión que se desee.



Figura 4.47 Velocímetro y tacómetro: Fuente [LOS AUTORES]

#### 4.5.5.1 Caja no sincronizada

Si se mantiene una caja no sincronizada dentro de la zona verde se puede lograr que responda como si lo fuera.

Para aumentar la velocidad:

- Se debe desembragar y poner la velocidad en neutral
- Acelerar con moderación hasta el punto alto de la zona verde
- Engrane la relación superior y embrague.

Para reducir la velocidad:

- Desembragar y poner la velocidad en neutral.
- Disminuir el régimen del motor con moderación hasta el punto bajo de la zona verde.
- Engrane la relación Inferior y embrague.

#### 4.5.5.2 Caja sincronizada

Como su nombre lo indica en estas cajas los sincronizadores son los encargados de mantener de forma automática en las mismas revoluciones a los engranes y piñones.

Para aumentar la velocidad:

- Desembragar y poner la palanca de la caja de velocidades enfrente de la relación superior.
- Acelerar con moderación hasta el punto alto de la zona verde.
- Engranar la relación superior para que la sincronización se complete y embragar para terminar.

Para disminuir la velocidad

- Desembragar y poner la palanca de la caja de velocidades enfrente de la relación inferior.
- Disminuir el régimen del motor hasta el punto bajo de la zona verde.
- Engranar la relación inferior para que la sincronización se complete y embragar para terminar.

#### 4.5.6 Uso del pedal de aceleración.

Existen tres elementos principales en un motor de combustión interna para producir potencia que son:

- Aire
- Combustible
- Calor

De estos tres elementos el aire y el calor dependen de factores independientes del conductor como lo es:

- La compresión de los cilindros
- Altura sobre el nivel del mar
- Filtro de aire

Sin embrago la cantidad de combustible proporcionado al motor depende del operador, debido a que él es el encargado de pisar el pedal del acelerador dependiendo a las condiciones que requiere, como encender el

vehículo, rebasar, subir montañas , etc.

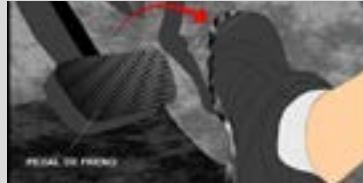


Figura 4.48 Uso del pedal del acelerador: Fuente [6]

#### 4.5.7 Operación de motores nuevos o reconstruidos



Figura 4.49 Motor nuevo y reconstruido: Fuente [LOS AUTORES]

Cuando los motores sean nuevos o reconstruidos (reparados), no se debe exigir al máximo régimen de operación. Un motor que sea operado a su máximo régimen durante el rodaje implica que pueda presentar durante toda su vida útil un consumo del 10% mayor a que si no lo hiciera. Se debe considerar el tiempo propuesto por el fabricante para el asentamiento del motor, evitando regímenes altos de funcionamiento, sobrecargar al vehículo, y evadir en lo posible perfiles montañosos.

#### 4.5.8 Conducción urbana



Figura 4.50 Conducción Urbana: Fuente [7]

Una conducción urbana lleva a un consumo más elevado de combustible frente a una conducción que se realizara en un sector foráneo, los arranques, acelerones y paradas son consecuencias muy comunes para este elevado costo de operación. Estudios demuestran que un tráiler que circule por una vía urbana puede llegar a consumir un 50% más que si lo hiciera en autopistas en donde no necesita realizar demasiadas paradas o arrancar frecuentemente.

Para disminuir el consumo de combustible se recomienda:

- Evitar los regímenes altos durante los cambios de velocidades.
- Evitar las aceleraciones bruscas.
- Cuando se observe obstáculos utilizar el freno de motor y el interruptor de posición del freno de motor.

- Adoptar en las vías rápidas una velocidad constante menor en 5 ó 10 km/h a la velocidad urbana reglamentaria.

Con el objeto de resaltar la importancia de mantener la velocidad constante se menciona el principio de conservación del movimiento. Este principio indica que la cantidad de movimiento se define como el producto de la masa del vehículo por su velocidad, y se expresa por:

$$Q = mv$$

Dónde:

Q= cantidad de movimiento

m= masa del vehículo

v = velocidad del vehículo

En la conducción técnica se tiene que conservar constante el valor de Q. Con una masa del vehículo que es constante, lo único que el operador puede hacer es tratar de conservar constante la velocidad del vehículo. Si la velocidad es regular, menor será el consumo de combustible.

Se deriva de este principio una conducción que requiere una gran anticipación, sobre todo en ciclo urbano donde el operador debe prever los semáforos, embotellamientos y otras dificultades de tránsito.

#### 4.5.9 Conducción sobre autopistas



Figura 4.51 Conducción en Autopista: Fuente [Los Autores]

Si el paso del diferencial es adecuado, la velocidad legal máxima puede ser respetada con facilidad. El operador tiene que fijar el régimen del motor en la zona verde, con una reserva de potencia. Además le será posible cambiar todas las velocidades dentro de esta zona de consumo mínimo. Si el paso de diferencial no es totalmente adecuado, la velocidad legal se obtendrá fuera de la zona verde, pero será siempre posible cambiar todas las velocidades dentro de la zona de consumo mínimo.

#### 4.5.10 Conducción sobre pendientes



Figura 4.52 Conducción sobre pendientes: Fuente [Los Autores]

En este caso la fuerza por pendiente es la principal fuerza de resistencia al avance del vehículo y requiere de más esfuerzo del motor para vencerla.

Se requiere obtener una relación de caja de velocidades que permita operar en la zona verde y lo más cercano posible al torque máximo, siendo éste el que procura que la fuerza de tracción sea máxima, logrando con esto que el rendimiento del motor sea óptimo y el consumo de combustible sea mínimo.

#### 4.5.11 Conducción sobre pendientes en descenso



Figura 4.53 Conducción sobre pendientes en descenso: Fuente [Los Autores]

Para ahorrar balatas de freno, se recomienda utilizar al máximo el freno de motor que es muy efectivo en el caso de los motores Diesel en razón de su alta compresión. Cuando se descienda por una pendiente, el peso del vehículo lo hará ganar velocidad. No importa que durante el descenso se trabaje fuera de la zona verde, ya que no se usa el acelerador, o sea que no se inyecta más combustible al motor, que cuando trabaja a ralentí. Se recomienda ser cuidadoso con el régimen de operación. En caso de que sea excesivo, aplique el freno de motor en la medida en que sea necesario para disminuir la velocidad del vehículo. Se debe tomar en cuenta que la marcha con la que se debe descender es la misma con la que asciende por dicha pendiente.

#### 4.5.12 Apagado del motor

Al final de un recorrido no se debe apagar el motor de inmediato. Esta observación es particularmente importante para motores que disponen de turbocargador, ya que estos giran a más de 100000 rpm con lubricación de aceite del motor. Apagar de inmediato el motor significa tener funcionando la turbina sin lubricación hasta que se detenga por sí sola y con esto se acorta la vida del turbocargador. La ruptura de álabes del turbocargador proviene, la mayoría de las veces, por no cumplir esta recomendación. De manera general, se debe esperar de 4 a 5 minutos antes de apagar el motor. Es decir, que en ciclo urbano, no se requiere apagar el motor por razón de embotellamiento en lapsos de tiempo menores a 5 minutos. Evite el ralentí por largos periodos, ya que a bajo régimen el motor consume mayor cantidad de combustible.

#### 4.5.13 Las verificaciones periódicas



Figura 4.54 verificación periódica de filtro: Fuente [8]

Un radiador o un filtro de aire sucio, son causas directas que afectan el consumo de combustible, la contaminación y la ruptura anticipada de partes. Como consecuencia, se recomienda estar atento permanentemente al estado general de su vehículo para identificar riesgos de avería.

Se estima conveniente que en cada ciclo de viaje o en las oportunidades de detenerse en un estacionamiento, se repitan las mismas operaciones que antes de salir, además de observar periódicamente la limpieza del motor, el buen estado de las llantas, el color del humo, etc.

#### 4.6 Seguridad en la conducción técnica

##### 4.6.1 La seguridad en la conducción

En la conducción técnica debe tenerse siempre en mente, la seguridad, tanto la personal como la de los usuarios del transporte, además de respetar las señales viales ya sea en ciudad o en carretera. La seguridad influye en la economía del operador y el buen estado del vehículo. Ambas tendrán como resultado obtener un ingreso económico permanente al desempeñar las labores de conducción.

Además de la concentración que se debe tener al conducir, se debe cuidar lo siguiente:

- El volante debe sujetarse con las dos manos. Esto permite hacer un giro adecuado en alguna emergencia o evitar que el volante se suelte de las manos al pasar un bache.



Figura 4.55 Sujeción Correcta del Volante: Fuente [LOS AUTORES]

- Los espejos laterales son buenos auxiliares. Se recomienda utilizarlos con frecuencia para observar los movimientos de los otros vehículos.



Figura 4.56 Ajuste de espejos laterales: Fuente [LOS AUTORES]

- Nunca conducir el vehículo sin guardar una distancia adecuada con relación al vehículo que va al frente. Aplicar la regla de los cuatro segundos, puede evitar un choque por alcance. Cuando el gurdachoque posterior del vehículo delante suyo pase por un punto de referencia fijo (una señal de tránsito, un puente, un vehículo estacionado, etc.), se debe comenzar a contar mil ciento uno, mil ciento dos, mil ciento tres, mil ciento cuatro,

hacerlo lleva aproximadamente 4 segundos cuando se haya finalizado de contar el guardachoque delantero del vehículo en que se realizó el conteo debe estar pasando por la señal de referencia.



Figura 4.57 Distancia entre vehículos: Fuente [9]

- Si va a ser rebasado, colabore. NO aumente la velocidad.



Figura 4.58 Camiones Rebasando: Fuente [LOS AUTORES]

- Si va a rebasar, hágalo por el carril de la izquierda.

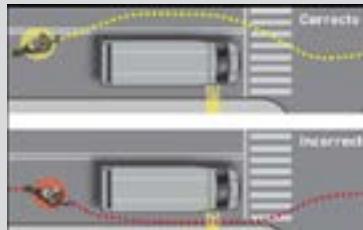


Figura 4.59 Forma Correcta e Incorrecta de Rebasar: Fuente [10]

- Si en algún cruce no existen semáforos, tiene preferencia de paso la calle más ancha o la que tenga mayor circulación. Pero esto no todos lo saben, así que mejor sea precavido.



Figura 4.60 cruce sin semáforos: Fuente [11]

La misión de todo conductor es llegar con su vehículo al punto de destino:

- Con la mayor seguridad, protegiendo el vehículo, la propiedad ajena, así como su propia vida y la de los demás.
- Con un costo de operación lo más bajo posible.
- En un tiempo adecuado.

#### 4.6.2 Medidas de seguridad de un conductor profesional

Inspección diaria

- Comprobar nivel de aceite en el motor.



Figura 4.61 Comprobación del nivel de aceite: Fuente [LOS AUTORES]

- Comprobar el llenado del sistema de refrigeración.



Figura 4.62 Comprobación del nivel del líquido refrigerante: Fuente [LOS AUTORES]

- Comprobar el nivel de líquido en el sistema de accionamiento de embrague (en caso de embrague hidráulico).



Figura 4.63 Comprobación del nivel del líquido del sistema de embrague: Fuente [LOS AUTORES]

- Comprobar el estado y tensión de las bandas (que se deforme aproximadamente 20 mm cuando se presione con el pulgar a la mitad de la distancia entre las poleas).



Figura 4.64 Comprobación del ajuste de las bandas: Fuente [LOS AUTORES]

- Comprobar el llenado de depósito del limpiaparabrisas.



Figura 4.65 Comprobación del nivel del líquido limpiaparabrisas: Fuente [LOS AUTORES]

Verificar el nivel de:

- Líquido de la dirección hidráulica



Figura 4.66 Comprobación del nivel del líquido refrigerante: Fuente [LOS AUTORES]

- Refrigerante del motor



Figura 4.67 Comprobación del nivel del líquido refrigerante: Fuente [LOS AUTORES]

- Electrolito en la batería



Figura 4.68 Comprobación del nivel del líquido de electrolito de la batería: Fuente [LOS AUTORES]

- Combustible del vehículo

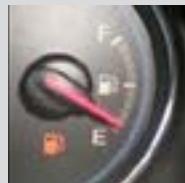


Figura 4.69 Indicador de combustible: Fuente [LOS AUTORES]

- Comprobar el estado de las luces interiores, exteriores y bocina (claxon).



Figura 4.70 Vehículo MAN con las Luces Encendidas: Fuente [LOS AUTORES]

- Comprobar la presión adecuada de aire en los neumáticos.



Figura 4.71 Comprobación de la Presión de Inflado Camión: Fuente [LOS AUTORES]

- Comprobar el estado de la llanta de refacción.



Figura 4.72 Comprobación de él estado de la llanta de Emergencia: Fuente [LOS AUTORES]

Para conservar el nivel correcto se deberán usar los fluidos especificados por el fabricante del vehículo.

También verificar que el vehículo cuente con:

- Triángulos o banderolas para señalamiento
- Gato
- Caja de herramientas
- Líquido de frenos, aceite para dirección y para el motor
- Lámpara
- Medidor de aire
- Cinta para aislar
- Garrafón con agua
- Cruceta
- Extintor
- Botiquín

#### 4.6.2.1 Inspección del funcionamiento de los sistemas del vehículo

Verificar diariamente el buen funcionamiento de los sistemas del vehículo:

- Lubricación
- Enfriamiento
- Frenos
- Combustible
- Escape
- Limpiadores
- Lavaparabrisas
- Dirección
- Bocina (claxon)
- Embrague

#### 4.6.2.2 Lista de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se llevará a cabo de acuerdo a las indicaciones y recomendaciones del fabricante de la unidad, cubriendo las siguientes áreas:

- Servicio de lubricación (cambios de aceites)
- Afinación
- Rotación, alineación y balanceo de ruedas
- Revisión de frenos
- Revisión de bandas y mangueras
- Revisión del sistema eléctrico y de luces

#### 4.6.3 El manejo a la defensiva

Consiste en que el conductor que circula por una vía o camino deberá estar atento a los errores de los demás conductores, sin llegar jamás al uso de la agresión o la violencia. Muchos de los accidentes que suceden son por causas imputables -la mayoría de las veces- a la negligencia de las personas y en pocas ocasiones por agentes naturales. Los accidentes SON EVITABLES, si se conocen las causas que los producen y se toman las medidas necesarias para su prevención.

Manejar a la defensiva, significa anticiparse y pensar por los demás. La conducción técnica es también una conducción a la defensiva, esto es, manejar para evitar accidentes, a pesar de las acciones incorrectas de los demás y de las condiciones adversas. Para ello:

- Evite detenerse de manera súbita.
- Guarde una distancia suficiente entre su vehículo y los otros vehículos. Piense que a una velocidad de 60 km/h su vehículo recorre 16 metros cada segundo (el tiempo de respuesta ante un imprevisto es de aproximadamente un segundo). Esta distancia es suficiente para evitar o no el accidente (a esta velocidad), a velocidades mayores se requiere mayor distancia para frenar.
- Esté siempre alerta para evitar sorpresas. Conduzca siempre con anticipación a lo que pueda suceder.
- Mantenga la vista no solamente en el camino sino también a los lados. Utilice los espejos.

- Cuando no tenga visibilidad completa, reduzca la velocidad. Extreme precauciones en lluvia, neblina, etc.
- Al conducir, tenga dominio absoluto del vehículo.
- Al maniobrar anticipe sus movimientos a los otros conductores. Anúncielos con suficiente anticipación.
- Aunque usted tenga derecho de paso, observe la circulación de los otros vehículos. No suponga que le darán el paso.
- Tenga calma en circunstancias críticas.
- Anticípese a la reacción de los peatones, principalmente en las escuelas, hospitales, etc.
- Desconfíe siempre de todos los elementos que se encuentren en el camino y cuando algún imprevisto lo trate de sorprender, deberá pensar rápidamente un plan de acción para poder maniobrar y controlar la situación.
- Conozca los lineamientos que regulan y controlan el tránsito de vehículos y personas y sepa cuándo y dónde aplican.

En resumen, el manejo a la defensiva se refiere a que un conductor supone que otro conductor hará algo indebido y deberá prepararse para eso, y poner en juego las medidas de seguridad de un conductor profesional.

#### 4.6.3. 1 Normas fundamentales de vialidad al manejar un vehículo, ya sea en ciudad o en carretera.

En ciudad

- Conserve siempre su distancia, especialmente cuando vaya detrás de un vehículo del servicio de transporte urbano de pasajeros, transporte escolar o un taxi, suelen pararse repentinamente para subir o bajar pasaje.
- La distracción es causa de gran cantidad de accidentes. Ponga todos los sentidos en la conducción.
- Nunca conduzca con exceso de velocidad, ni aún en zonas poco transitadas. Otros también pueden confiarse y cruzar sin precaución.
- Cuando la superficie de rodamiento esté mojada, reduzca la velocidad y anuncie con más anticipación las paradas o las vueltas.
- Al pasar por escuelas reduzca la velocidad al mínimo.
- Al cruzar topes, también reduzca la velocidad.
- Respete la velocidad máxima permitida en los señalamientos de tránsito.
- En los cruceros de ferrocarril, no se confíe, antes de pasarlos haga ALTO TOTAL y cuando esté seguro que no viene el tren, cruce.

En carretera

- Antes de entrar a una curva disminuya la velocidad.
- Nunca rebase en curva, ni en subida o sin tener visibilidad.
- No se estacione en curva.
- Por la noche, no mire directamente a los faros de los vehículos que vienen, es recomendable ver la orilla de la carretera del lado derecho, para evitar deslumbrarse.
- Conceda el cambio de luces, aunque el otro conductor no lo haga.
- Para rebasar debe tener visibilidad total y estar seguro que el vehículo que viene en sentido opuesto al suyo está lo suficientemente retirado para efectuar el rebase sin ningún riesgo.

- Si se acerca a una intersección, es prudente dejar de acelerar y poner el pie sobre el pedal del freno como medida preventiva, de esta manera si surgiera algún imprevisto estaría ganando tiempo de reacción.
- Cuando vea un posible peligro, no tarde en levantar el pie del acelerador y esté listo para aplicarlo al freno si se requiere. Ese peligro puede convertirse en algo real.
- Cuando se estacione en carretera, hágalo siempre en el acotamiento, coloque los señalamientos reglamentarios a las distancias apropiadas. Muchos accidentes ocurren por falta de estas precauciones.
- Si un vehículo rebasa y otro viene de frente, no le dificulte el rebase acelerando. Ayúdele, bajando la velocidad. Evite que haya tres vehículos a lo ancho de la carretera.
- Usted debe dormir lo suficiente, pero si por alguna razón le da sueño, estacione el vehículo fuera de la carretera y despéjese.

#### 4.6.4 Recomendaciones para evitar una colisión

Existen cinco posiciones en las que un vehículo puede estar, con relación a otro, para que se produzca una colisión. Éstas son:

- Por impacto con el vehículo delantero
- Por impacto con el vehículo trasero
- Impacto frontal
- Por impacto lateral, en una intersección
- En situaciones de rebase Impacto delantero

Es el más frecuente y se origina por distracción, por estar muy cerca del vehículo que va adelante o por exceso de velocidad.

Para evitarlo es recomendable que se anticipe a la situación, vigile lo que sucede más adelante del vehículo delantero, manténgase retirado, aplique la regla de los cuatro segundos (observe el vehículo delantero y cuando pase por un punto definido en la carretera, comience a contar del mil ciento uno al mil ciento cuatro, y en ese momento deberá pasar por el mismo punto. Si llega antes de terminar de contar, está muy cerca).



Figura 4.73 Impacto Trasero a un Taxi por un Tráiler kenworth T800: Fuente [LOS AUTORES]

Esto sucede debido a que se está circulando a muy baja velocidad, por distracción del otro conductor, por falta de señales adecuadas en el vehículo que usted maneja o porque se ha detenido de manera súbita. Para evitarlo indique siempre cuáles serán sus movimientos, use sus direccionales, nunca frene de manera súbita.

En caso de que el vehículo trasero esté muy cerca del suyo, déjelo pasar; si no lo hace, aminore suavemente la velocidad de su vehículo para forzarlo a disminuir su velocidad.



Figura 4.74 Impacto Frontal entre dos vehículos: Fuente [LOS AUTORES]

Se originan por un mal rebase, por distracción total del operador, porque se ha quedado dormido o por salirse del camino e intentar regresar a él.

El esfuerzo por volver al pavimento después de que la rueda delantera ha salido de él, puede desviar el vehículo interponiéndolo en el paso de otro que circule en el carril del sentido contrario. Si esto sucede, mantenga la calma, no frene, desacelere hasta alcanzar una velocidad segura, de manera tal que el vehículo siga una trayectoria rectilínea. A continuación busque incorporarse al tráfico vigilando también el carril contrario, por si alguien rebasa.



Figura 4.75 Impacto lateral en Intersecciones: Fuente [LOS AUTORES]

La mayoría de los accidentes urbanos ocurren en las intersecciones y se debe a que los conductores hacen movimientos bruscos, sin previo aviso o por no respetar las señales de tránsito.

Para evitar un accidente debido a movimientos bruscos de su vehículo o de otro, debe conocer su trayectoria. Cuando se acerque a una intersección sin semáforo extreme sus precauciones, haga conocer con anticipación a los demás conductores cuáles serán sus movimientos.



Figura 4.76 Situación de Rebase: Fuente [12]

Al ser rebasado por otro vehículo deberá de facilitarle el paso al otro conductor disminuyendo ligeramente la velocidad. En autopistas, cuando necesite dejar el carril para que lo rebasen, verifique que el otro carril está libre de tránsito.

Cuando decida rebasar a otro vehículo hágalo cuando no tenga dudas. Asegúrese que está conservando una

distancia segura, observe el tránsito que circula por delante para asegurarse que tiene suficiente espacio para maniobrar.

Antes de cambiar de carril asegúrese que nadie lo está rebasando a usted, revise los espejos y el “punto ciego” de los mismos. Haga las señales pertinentes antes de cambiar de carril, rebase al otro vehículo y, mientras lo hace, vigile de vez en cuando la rueda delantera izquierda del otro vehículo, ya que puede no haberse dado cuenta, aun cuando usted se lo haya hecho saber. Por último hágale saber que regresará al carril de la derecha.

#### 4.6.5 Recomendaciones de cortesía en la conducción

- Al dar vuelta en una esquina, hágalo poco a poco. No apresure a los peatones que están cruzando.
- Cuando pase por baches llenos de agua, evite salpicar a los peatones.
- No abuse de la bocina (claxon). Recuerde que su uso es preventivo exclusivamente.

### 4.7 Situaciones de emergencia en carretera

#### 4.7.1 ¿Qué hacer ante una situación de emergencia en carretera?

Las situaciones de emergencia son una amenaza constante mientras se conduce un vehículo. Una reacción de pánico ante una de estas situaciones sería desastrosa. Su vida puede depender de dos cosas: su capacidad para mantenerse sereno y su conocimiento para tomar la mejor acción defensiva.

Obviamente no se puede “practicar” una situación de manejo de emergencia, por tanto, lo mejor es prevenir mentalmente lo que puede suceder. Para ello debe usted visualizar previamente las emergencias que puedan presentarse y planear mentalmente la mejor acción defensiva.

Imagínese que conduce tranquilamente por una carretera y repentinamente un automóvil del carril contrario invade el suyo y se dirige contra usted para chocar de frente. Lo más adecuado en este caso es mantenerse en su carril, tocar la bocina (claxon) y encender las luces de su vehículo. Trate de esquivar el vehículo, pero nunca intente tomar el carril contrario, Puede ser que en el último instante el otro operador regrese a su carril, encontrándose con usted de frente.

#### 4.7.2 Los frenos le fallan



Figura 4.77 Fallan frenos de ISUZU  
npr: Fuente [LOS AUTORES]

- Pisa usted el freno y el pedal se desliza hasta el fondo mientras el vehículo continúa su marcha velozmente.
- Si no hay presión en el pedal y el camino está libre, maneje hacia la orilla y use el freno de motor.
- Si es necesario frenar rápidamente, cambie a una velocidad más baja y deje que la compresión de la máquina

- le ayude. No se preocupe si le “truenan” las velocidades, le resultará más barato repararlas que si ocurre un accidente.
- Use la bocina (claxon) y las luces para advertir a peatones y conductores que su vehículo se encuentra fuera de control. Si es posible, use una rampa de frenada, métase a un campo plano, a un camellón o entre los matorrales bajos, para ir deteniendo el vehículo en forma gradual. Ante todo evite un choque de frente contra otro vehículo.

#### 4.7.3 El vehículo derrapa



Figura 4.78 Derrapa Vehículo MAN:  
Fuente [LOS AUTORES]

Un brusco cambio de carril, un repentino viraje, un obstáculo menor, un frenado brusco, pueden producirle una peligrosa derrapada, especialmente sobre caminos húmedos o resbalosos, por causa de combustible derramado o arena suelta.

Casi siempre son las llantas traseras las que derrapan, pues ellas ejercen la tracción y además, no son controladas por el volante (cuando resbalan las llantas delanteras es más fácil controlarlas, pues el conductor, puede maniobrar y estabilizar el vehículo).

Si la parte posterior del vehículo es la que resbala, quite el pie del acelerador inmediatamente y no vire bruscamente fuera de la dirección del patinaje. La reacción correcta en esta situación es voltear sus llantas en la misma dirección, hacia donde se resbala la parte posterior del vehículo. Evite una torsión exagerada del volante, girándolo sólo hasta donde sea necesario, es decir hasta el punto donde usted sienta que el vehículo vuelve a su tracción, entonces enderece la dirección. De ninguna manera frene bruscamente durante la corrección del patinaje. Para evitar el descontrol mayor, accione los frenos con un rápido pisar y soltar de freno.

#### 4.7.4 El acelerador se pega



Figura 4.79 Acelerador Pegado:  
Fuente [LOS AUTORES]

#### 4.7.5 Las luces se apagan



Figura 4.80 Accidente por falla de luces de freno de un Vehículo Chevrolet npr: Fuente [LOS AUTORES]

Hay una sola cosa por hacer si sus luces se apagan repentinamente y usted se encuentra en la obscuridad. Mantenga su vehículo derecho y frene con firmeza, cárguese al lado derecho, tan lejos como le sea posible del carril de tráfico. Una vez detenido el vehículo, avise a los demás conductores. En caso de que no pueda reparar la falla de su vehículo, ciérrelo con llave y busque ayuda, pero de ninguna manera trate de circular sin luces.

#### 4.7.6 Si una llanta se “vuela”



Figura 4.81 Se sale llanta delantera izquierda camión Hino GH: Fuente [LOS AUTORES]

- Mantenga firmemente el volante evitando que el vehículo pierda control procurando al mismo tiempo no girar bruscamente hacia un lado u otro.
- Si la llanta delantera se poncha, sentirá usted un fuerte jalón hacia el lado de la pinchadura, si la pinchadura es de una llanta trasera el vehículo tenderá a colearse.
- De ninguna manera aplique bruscamente los frenos, es lo peor que puede hacer. Deje que el vehículo se pare por sí solo, sobre todo si la llanta es la delantera y busque salir del carril de circulación.
- Estacionese hacia un lado y cambie la llanta, no sin antes haber colocado una luz o un objeto que prevenga a los demás conductores, ya sea de día o de noche. No olvide usar sus direccionales, si se encuentra en un desnivel lleve su vehículo “cojeando” hasta un lugar donde pueda cambiar la llanta con seguridad.

#### 4.7.7 Necesita parar en carretera



Figura 4.82 Vehículo Para en Autopista: Fuente [LOS AUTORES]

- En una autopista con cuneta pavimentada, ponga direccionales y sálgase a la velocidad nivelada con el tráfico, entonces pare lentamente.
- Donde las salientes no estén pavimentadas, señale con la direccional derecha y vaya parando lentamente a una velocidad segura antes de salirse del carril.
- Si hay luz del amanecer o anoecer, en la obscuridad o en mal tiempo, prenda las luces interiores y las luces intermitentes.

Si tiene necesidad de pararse cerca del carril de alta velocidad, en una curva, en una colina o en cualquier lugar peligroso, por ningún motivo apague las luces posteriores y tenga cuidado de no taparlas. No importa la hora que sea, coloque las señales de aviso (cuando menos dos, una inmediatamente detrás del vehículo y otra aproximadamente a cien metros). Las señales deben ser suficientemente visibles tanto de noche, como de día.

#### 4.7.8 El motor se incendia



Figura 4.83 Camión se incendiándose: Fuente [LOS AUTORES]

Casi todos los incendios del vehículo son causados por un corto circuito en el sistema eléctrico, por lo que es necesario desconectar la batería. Saque unas pinzas de la herramienta, jale cualquiera de los cables y córtelo. Si no tiene pinzas no trate de jalar los cables con las manos desnudas, use una ropa gruesa o cualquier otro aislante. Una quemadura eléctrica puede ser grave, procure llevar siempre un extintor, conozca perfectamente su manejo y revíselo periódicamente para que siempre esté en servicio.

### 4.8 Principales productos contaminantes

#### 4.8.1 La contaminación

La contaminación es un grave problema cuya solución no es sencilla ni mágica, requiere de grandes esfuerzos, tanto del sector público como privado, por esto es importante conocer cuáles son las principales fuentes de emisión (Industrias y vehículos) y cuáles los contaminantes que se emiten. Además de los problemas de salud que pueden generar.

Los contaminantes más importantes que se emiten en los gases de la combustión en los motores de los vehículos son: el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx), los hidrocarburos sin quemar (HC), partículas suspendidas, el plomo (Pb) y en el caso de los motores Diesel, los óxidos de azufre (SO<sub>2</sub> y SO<sub>3</sub>).

#### 4.8.2 Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro, insípido y tóxico, que se forma al tener una deficiencia de oxígeno en la combustión. Tiene mayor afinidad que el oxígeno para combinarse con la sangre formando

la carboxihemoglobina, reduciendo la cantidad de oxígeno en la sangre, lo cual puede resultar fatal. Personas con limitación de oxígeno en los tejidos (fumadores, insuficiencia coronaria, enfisema, etc.) son particularmente susceptibles a sufrir un infarto al miocardio durante un lapso de exposición prolongada de CO. Este gas puede producir alteraciones de la aptitud funcional, hay síntomas de cansancio, dolor de cabeza, alteraciones en la coordinación de los movimientos, reducción significativa de la percepción visual, de la habilidad manual y de la capacidad para aprender algunos trabajos intelectuales. Asimismo, puede afectar el metabolismo arterial facilitando la acumulación del colesterol sobre las paredes de las arterias.

#### 4.8.3 Óxidos de nitrógeno (NOx)

El dióxido de nitrógeno es un gas de color pardo rojizo. Este compuesto es uno de los precursores de la formación de ozono, de olor desagradable, irritante de las membranas mucosas, de los ojos y de las vías respiratorias. Su inhalación puede causar irritación nasal, dolor de cabeza, náuseas, vómito y disnea (dificultad para respirar). La exposición a altas concentraciones puede generar edema pulmonar.

Las emisiones de NOX son máximas cuando se tienen mezclas pobres de aire y combustible (exceso de aire), por ejemplo con el uso de turbocargadores.

Este compuesto inhibe el crecimiento de las plantas y causa la caída prematura de las hojas.

#### 4.8.4 Óxidos de azufre (SO<sub>2</sub> y SO<sub>3</sub>)

El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es un gas incoloro de olor picante, se disuelve en agua formando ácido sulfuroso que es corrosivo. Provoca irritación de las membranas de las mucosas de los ojos, nariz, garganta y vías respiratorias. Puede provocar bronco-constricción causando un incremento en la resistencia del flujo de aire a los pulmones. Una exposición a un ambiente que contenga una alta concentración de SO<sub>2</sub> puede provocar la muerte por asfixia, producir una inflamación de los bronquios que puede ser fatal al cabo de unos días, o causar asma.

El trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>) estando seco, es un gas incoloro y tiene un olor más picante que el dióxido de azufre. Si se coloca en un ambiente de alta humedad reacciona con el agua formando ácido sulfúrico que es uno de los ácidos más poderosos y aún diluido en agua es muy corrosivo.

#### 4.8.5 Ozono (O<sub>3</sub>)

Es un gas que se genera de manera natural durante las tormentas eléctricas, es de color azul poco denso. La quema y el uso de hidrocarburos aumenta la formación de ozono, debido al incremento en la emisión de sus precursores; esto es, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos no quemados.

La respuesta del cuerpo humano al efecto agudo del ozono se manifiesta en la reducción de la función pulmonar y el incremento en síntomas respiratorios, así como en la reactividad, permeabilidad e inflamación de las vías respiratorias. Permaneciendo en el interior de las casas o escuelas con las ventanas cerradas se puede abatir la concentración de ozono hasta en un 78%.

#### 4.8.6 Hidrocarburos sin quemar (HC)

Se forman al no quemarse completamente el combustible y al tener mezclas ricas o pobres ya que el proceso de combustión no se desarrolla en óptimas condiciones. Los hidrocarburos generalmente se presentan en forma de partículas.

#### 4.8.7 Partículas suspendidas

Se denominan como partículas suspendidas a las partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmósfera, como cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento, etc. Éstas provienen de la combustión industrial y doméstica, cuando se quema carbón o diesel. El problema fundamental en el control de las partículas es la diversidad de su composición química.

Las partículas generadas se dividen en primarias y secundarias. Las primarias son las que se producen como resultado de procesos químicos y físicos, peculiares de la fuente de emisión. Las secundarias son producto de reacciones químicas que ocurren en la atmósfera.

Una partícula inhalada puede depositarse en los pulmones y no ser eliminada, provocando enfermedades que pueden ir desde una irritación de las vías respiratorias hasta enfermedades graves como la silicosis y la asbestosis.

#### 4.8.8 Plomo (Pb)

Este elemento se utiliza como antidetonante en la gasolina y a su vez como lubricante para algunas piezas de los motores de combustión interna. A partir de estas aplicaciones se emite a la atmósfera, pudiéndose provocar su acumulación en los órganos del cuerpo causando anemia, lesiones neurológicas, de los riñones y del sistema nervioso central, encefalopatía, enfermedades renales crónicas, debilidad muscular, etc.

### 4.9 CONTROL DEL CONSUMO DE CARBURANTE DE LOS VEHÍCULOS INDUSTRIALES.

Para que funcione el motor de vehículo necesita de carburante que sea inyectado en la cámara de combustión, esto sucede durante un determinado tiempo por ende la unidad de caudal de carburante sería:

- Gramos / hora
- Litros / hora.

Para motores en vehículos destinados a la movilización por carreteras y al transporte de pasajeros usan las siguientes unidades:

- Litros por cada 100 kilómetros (l /100km)
- Kilómetros por litro

El consumo del carburante depende de la potencia y esta viene medida en caballos vapor (CV) o en kilovatios (kW), debido a esto las unidades empleadas para expresar el "consumo específico" son:

- Litros/CVh: litros por cada caballo de potencia y cada hora de funcionamiento.
- Gramos/CVh o g/kWh: Teniendo en cuenta, a efectos de conversión de unidades, que 1CV equivale a 0,736

kW, y por tanto, 1kW equivale a 1,36 CV.

Como dato se tiene que el peso específico del gasóleo es de 840 gramos por cada litro. En un vehículo la potencia que debe entregar el motor depende de:

- El peso del vehículo y sus características técnicas
- La aceleración que se le imprime
- La pendiente de la carretera
- La velocidad a la que circula
- Las condiciones climatológicas

El motor debe reaccionar en cada momento que el conductor realice acciones, es decir que si se tiene que se ocupa la misma cantidad de carburante para realizar un mismo recorrido o con la misma cantidad de carburante logramos cubrir más kilómetros estamos hablando de un ahorro de combustible. El consumo depende del tiempo, dicho esto se sabe que para ahorrar combustible se debe evitar tener el vehículo parado.



Figura 4.84 Camiones con motores de Distintas Potencias: Fuente [LOS AUTORES]

Debemos considerar que además del motor, el tipo de caja de cambios y el puente trasero de reducción, son influyentes directos para el consumo de combustible, es por eso que el comprador debe tomar muy en cuenta las características técnicas del vehículo frente a las necesidades.

#### 4.9.1 LA CAJA DE CAMBIOS COMO INFLUYENTE EN LA TRACCION Y EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

Como de es de conocimiento el motor hace girar el cigüeñal, este a su vez al volante motor que se conecta con el embrague, pero la velocidad de giro es muy rápida y el par es demasiado bajo, es por eso que se dispone de una serie de elementos que conforman el sistema de transmisión, para adaptar la potencia del motor a condiciones que sirvan para utilizarla para mover el vehículo.

Los elementos que forman esta cadena de transmisión son el embrague, la caja de cambios, el árbol de transmisión y el puente o grupo. Cada uno de ellos realiza diferentes funciones como lo son:

##### 4.9.1.1 Embrague:

Es el elemento encargado de desacoplar el giro del motor y el giro de las ruedas, separa físicamente el movimiento del cigüeñal del motor con el eje que entra en la caja de cambios. Esto permite mantener girando el motor con el vehículo parado. Sin el embrague no sería posible iniciar el movimiento el vehículo, ni hacer cambios de marcha sin que el vehículo diera tirones.



Figura 4.85 Transmisión de la potencia desde el motor a las ruedas: Fuente [LOS AUTORES]

##### 4.9.1.2 Caja de cambios

Es el dispositivo fundamental del sistema de transmisión, permite seleccionar la relación entre el régimen de giro del motor y el que llega a las ruedas. La potencia tiene poca perdida al transmitirse, la caja de cambios permite aplicar la potencia a las ruedas a diferente par y velocidad, esto depende de las condiciones por donde circule el vehículo.



Figura 4.86 Palanca de Cambios de un bus Mercedes Benz of 1721: Fuente [LOS AUTORES]

Una marcha corta hace que el eje de salida gire más despacio, pero con un par mayor.

Al seleccionar una marcha corta se tiene una velocidad baja pero un par alto, y por otra parte al seleccionar una marcha alta se gana velocidad pero se pierde par.

En una cuesta o al arrancar se debe seleccionar una marcha corta para lograr tener más fuerza. Por lo contrario si las condiciones del terreno cambian y se necesita una velocidad crucero más alta se debe seleccionar una marcha larga.

##### 4.9.1.3 Árbol de transmisión:

Es el encargado de acercar la potencia del motor a las ruedas, llevando la potencia saliente de la caja de cambios hacia el puente.



Figura 4.87 Árbol de transmisión de un vehículo: Fuente [LOS AUTORES]

#### 4.9.1.4 Puente:

Este elemento es el encargado de llevar el giro a las ruedas, al recibir potencia desde el final del árbol de transmisión.



Figura 4.88 Figura Puente de la transmisión: Fuente [LOS AUTORES]

Se debe considerar que cada vez que se realice un cambio de marcha se tiene un pequeño desgaste en la caja de cambios y el embrague, además debido a esta acción se produce un consumo de combustible, es por esto que se debe evitar realizar cambios innecesarios. La maniobra del cambio de marcha se lo debe realizar solamente cuando sea necesario, la acción de cambiar de marcha hace que se pierda velocidad y para recuperarla se debe acelerar más produciendo un elevado consumo de carburante.

### 4.9.2 SISTEMAS DE AYUDA A LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO

#### 4.9.2.1 EL FRENO MOTOR.

Cuando el pedal del acelerador no está pisado, y el vehículo está circulando con un marcha engranada no existe consumo de combustible por parte del motor, las pérdidas mecánicas actúan como freno. Siempre que se pueda en deceleraciones se usará este sistema, para lo cual es necesario levantar el pie del acelerador sin pisar el embrague.



Figura 4.89 Sistema de freno motor: Fuente [LOS AUTORES]

Para retenciones de mayor tiempo, muchos camiones disponen de un sistema adicional que es accionable por el conductor, una vez que se ha cortado la entrada de combustible cierra parcialmente el conducto de escape con una válvula, realizando modificaciones en la distribución, esto provoca que el motor funcione como un compresor al oponerse al giro del mismo motor y frena el vehículo. El freno motor es muy importante para frenadas prolongadas en descensos, ayuda al freno de servicio a que no se desgaste prematuramente y evita su sobrecalentamiento.

#### 4.9.3 SELECCIÓN DE LA MARCHA EN LA CAJA DE CAMBIOS.

Los cambios de marcha se harán en función de algunos parámetros como son:

- Condiciones de carga del vehículo
- Condiciones de circulación
- Pendiente de la vía

Se debe mantener las revoluciones en la zona verde, para realizar el cambio de marcha se lo debe hacer al final de la zona verde de ese cambio, logrando así obtener el par máximo de cada marcha.

Entonces:

- Para condiciones favorables en vehículos de grandes cilindradas, de 10-12 litros, se tiene que se debe realizar el cambio de media marcha a 1.400 r/min.
- Mientras que los cambios de marchas enteras se realizarán a las 1.600 r/min en motores de 10-12 litros.
- Entre las 1.700-1.900 r/min en los de menores cilindradas.

En situaciones comprometedoras como lo es incorporarse a la vía, se debe realizar el cambio de marcha a mayores revoluciones, en un rango que no esté muy lejano al de revoluciones de potencia máxima.

Cuando las condiciones de circulación lo permitan, se puede realizar “saltos de marchas” en la progresión creciente esto no genera ningún daño mecánico, más bien permite llegar a las marchas más largas en menos tiempo, consiguiendo así un menor consumo de combustible al lograr la reducción del número de marchas, por consiguiente además mejora el mantenimiento del vehículo.



Figura 4.90 Cambio de marcha eficiente: Fuente [LOS AUTORES]

Para la realización lo antes mencionado se lo debe hacer en altas revoluciones, ya que un cambio de marcha implica una caída de revoluciones al saltarse las marchas implica una caída mayor por lo que para realizar este tipo de cambios “saltos de marchas”, se debe pisar el acelerador hasta el final de su recorrido para permanecer en el régimen de par máximo.

En un vehículo con caja de cambios de 8 relaciones de marchas, se podrá cambiar de 2ª a 4ª y luego de 4ª a 6ª y de 6ª a 7ª, para cambiar finalmente a 8ª. En un vehículo con caja de cambios de 12 relaciones de marchas, se podrá cambiar de 2ª corta a 4ª corta, luego a 5ª larga para pasar después a 6ª larga.

Una caída de 500-600 r/min es propio de una caja de 8 relaciones de marcha, pero para saltos de marcha este valor sube, siempre que se realice “saltos de marchas” se debe considerar que no debe caer de la zona verde del cuentarrevoluciones.

#### 4.9.4 CAJA DE CAMBIOS

Se debe evitar el doble embrague ya que esto solo conlleva a perder tiempo y por ende a una pérdida de velocidad, las cajas de cambios modernas no necesitan esta acción, más bien se recomienda realizar los cambios lo más pronto posible para evitar la caída de velocidad, además de esta manera se consigue que la



nueva marcha engrane mejor.

Para realizar “saltos de marchas” siempre debe estar el vehículo caliente es decir en la temperatura de funcionamiento hacerlo con el motor frío implica esforzar los sistemas y un elevado consumo de combustible.

A continuación se muestran 2 graficas que ilustran dos tipos de conducción, por un caso de salida del vehículo en caliente, se desea llegar a una velocidad crucero de 90 km/h:

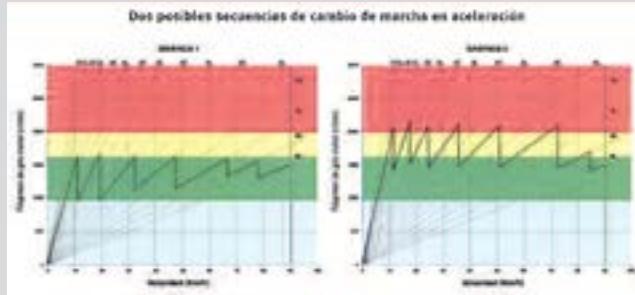


Figura 4.91 Dos posibles secuencias de cambio de marcha en aceleración: Fuente [LOS AUTORES]

Figura 1:

Cuando el vehículo haya iniciado el movimiento, los cambios se realizan al final de la zona verde del cuentarrevoluciones, los saltos se realizan: de 2da a 4ta de las marchas cortas, luego a 5ta larga, para seguir a 6ta larga y luego a 7ma larga. Cuando se haya llegado a esta marcha se cambia a medias marchas para ganar velocidades hasta llegar a 8va larga a 90 km/h.

Se puede visualizar que cuando se realiza cambios de marchas enteras, las revoluciones caen a 300 r/min en cada cambio, en tanto que cambio de marcha y media las revoluciones caen a 600 r/min.

Cuando las condiciones de conducción son favorables los cambios de medias marchas, se pueden realizar a más bajas revoluciones, entre 1.400 y 1.500 r/min, lo que corresponde a la zona alta de par máximo del motor.

Se observa que cuando se procede a acelerar el régimen medio de revoluciones se encuentra entre las 1.300 r/min que corresponde a la mitad de la zona verde del cuenta revoluciones, en donde se logra obtener bajos consumos del carburante. Dos posibles secuencias de cambio de marcha en aceleración

Figura 2:

En esta figura se puede observar que los cambios de marcha se realizan en la zona roja del cuentarrevoluciones, a más de 2.000 r/min, al realizar esta acción se revoluciona más el motor llevándolo condiciones más exigentes. Esto da lugar a que se consuma más combustible que en la figura 1, se tiene un régimen medio de circulación de 1.800 r/min, además se puede observar que el segundo conductor ha efectuado más cambios de marchas provocando mayor desgaste de la caja de velocidades y embrague.

#### 4.9.5 CIRCULACIÓN EN UNA DETERMINADA MARCHA

Cuando un vehículo circula a una determinada marcha lo hace en la parte inicial de la zona verde del cuenta revoluciones, esta zona corresponde con el inicio del intervalo de revoluciones del par máximo.

El pedal deberá estar a 3/4 partes de su recorrido total, el pedal solamente se pisara e fondo en “saltos de marchas” o en incorporación a autopistas, fuertes subidas, etc. Es decir cuando el vehículo requiera mayores exigencias.



Figura 4.92 Pisado del pedal 3/4 partes de su recorrido total: Fuente [LOS AUTORES]

Se debe evitar frenadas y acelerones innecesarios, esto da lugar a pérdidas de energía e incrementos de combustible respectivamente. Se recomienda evitar picos y valles de velocidad que aumentan el consumo, y se debe mantener una velocidad media estable.

El consumo del carburante aumenta con la velocidad, en la siguiente tabla se muestra el aumento del carburante al aumentar la velocidad es por eso que se debe moderar esto en algunos trayectos:

Velocidad (km/h)	Consumo (l/100km)
80	31
85	33
90	34-5
95	37

Figura 4.93 Aumento de carburante según la velocidad.: Fuente [LOS AUTORES]

#### 4.10 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA TRANSMISIÓN

En todo vehículo el consumo de combustible depende de muchos factores como:

- La resistencia al rodamiento.
- Pérdidas por fricción
- El desempeño del vehículo.

Cada uno de estos se ve afectado por:

- La carga que se transporta.
- Condiciones geográficas de conducción.
- Mantenimiento periódico.
- Revoluciones a las que se circule.

En base a estudios anteriores se sabe que un vehículo que cargue más peso que otro vehículo de las mismas características tendrá un consumo mayor de combustible, un vehículo que circule por pendientes pronunciadas elevará su consumo hasta en un 50 %, y un vehículo que no pase revisiones periódicas de mantenimiento se verá un mayor consumo en un 10%. Pero existe un causante de un mayor porcentaje de consumo, como lo son las revoluciones del motor, al pisar el pedal del acelerador produce que se eleven las revoluciones ingresando más mezcla: aire-carburante, elevando el consumo inmensurablemente.

Se ha demostrado que en vehículos diesel (volvo trucks sapin), cuando un automotor realiza paradas cada 10 km, los vehículos elevan sus revoluciones por alcanzar una velocidad estándar consumiendo un 35 % más de carburante, y en otras circunstancias cuando un vehículo cubre un recorrido de 10 km y efectúa diez paradas elevará su consumo en un 130 %. Es por eso que se analizará la zona de ahorro de combustible vs las revoluciones del motor (zona verde), que permitan saber al conductor en marchas mantenerse y en que revoluciones para evitar un elevado costo de operación por un consumo innecesario de combustible, efecto de una mala conducción.

#### 4.10.1 REVOLUCIONES DEL MOTOR VS CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

A continuación se analizará cuáles son las mejores marchas y rpm, que se debe mantener cada uno de los seis vehículos a estudio para lograr un bajo consumo de carburante.

#### 4.10.2 MERCEDES BENZ: modelo OF 1701



#### 4.10.2.1 Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.

Para determinar las rpm de la caja de cambios en cada marcha usamos la siguiente expresión matemática:

$$n_m = \frac{rpm \text{ de } V_{max}}{\xi_j}$$

#### 4.10.2.2 Revoluciones de la caja según las relaciones de velocidad:

1ra velocidad	2da velocidad	3ra Velocidad	4ta Velocidad	5ta Velocidad	6ta Velocidad
48,2514 rpm	84,8783 rpm	141,374 rpm	218,676 rpm	324,024 rpm	443,913 rpm

#### 4.10.2.3 Velocidad de rotación en función de la rpm.

De igual manera para saber a qué velocidad se encuentra rotando el vehículo se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$n_m = \frac{rpm \text{ de } V_{max}}{\xi_j}$$

#### 4.10.2.4 Velocidades del vehículo según las rpm de la caja de cambios:

1ra velocidad	2da velocidad	3ra Velocidad	4ta Velocidad	5ta Velocidad	6ta Velocidad
10,9961 km/h	19,3431 km/h	36,183 km/h	57,6166 km/h	85,3736 km/h	101,164 km/h

Al analizar estos resultados de las velocidades del vehículo, en función de las revoluciones de la caja de cambios, se puede observar que las velocidades se aproximan a las establecidas en el diagrama de velocidades obtenidas en el software PSTM (Programa De Selección Del Tren Motriz), por lo que la zona de ahorro de combustible (zona verde), se encuentra entre las (1750 y 2150) rpm, las marchas que caen dentro de este rango son: 4ta, 5ta y 6ta marcha, con una relación de transmisión de: 2,03 1 - 37 - 1, respectivamente.

En conclusión para lograr un ahorro de combustible, de acuerdo a las velocidades calculadas según las

revoluciones de la caja se debe mantener una velocidad crucero de (58 a 101) km/h, en el menor tiempo posible en las marchas de 4ta, 5ta y 6ta velocidad.

**4.10.3 CHERVROLET: modelo NPR 71P**



**4.10.3.1 Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.**

Para determinar las rpm de la caja de cambios en cada marcha usamos la siguiente expresión matemática:

$$n_m = \frac{rpm \text{ de } V_{max}}{\xi_j}$$

**4.10.3.2 Revoluciones de la caja según las relaciones de velocidad:**

1ra velocidad	2da velocidad	3ra Velocidad	4ta Velocidad	5ta Velocidad	6ta Velocidad
125,326 rpm	217,77 rpm	370,041 rpm	625 rpm	858,516 rpm	998,403 rpm

**4.10.3.3 Velocidad de rotación en función de la rpm.**

De igual manera para saber a qué velocidad se encuentra rotando el vehículo se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$v_m = \frac{rpm \text{ de } V_{max}}{\xi_j}$$

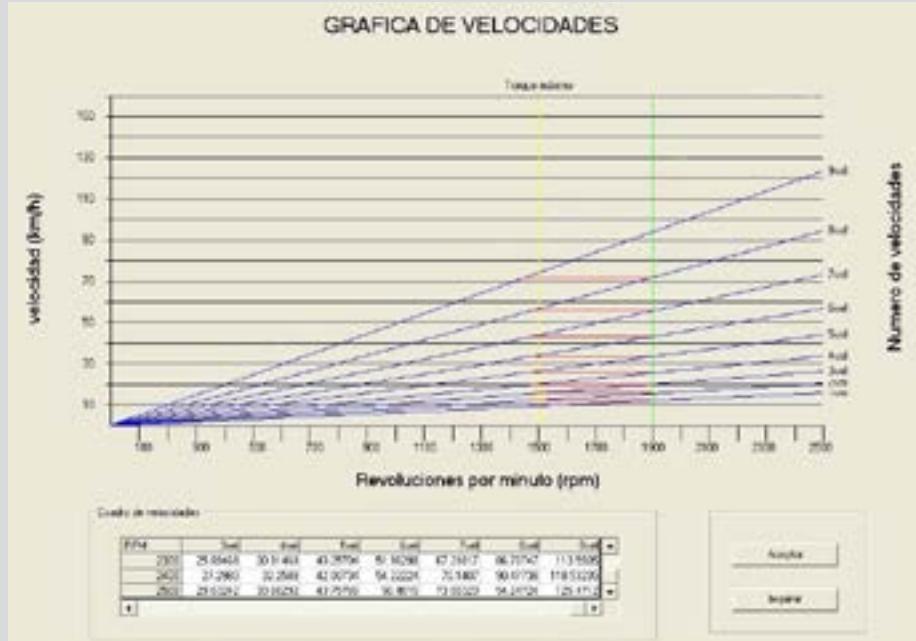
**4.10.3.4 Velocidades del vehículo según las rpm de la caja de cambios:**

1ra velocidad	2da velocidad	3ra Velocidad	4ta Velocidad	5ta Velocidad	6ta Velocidad
17,4293 km/h	30,2857 km/h	51,4624 km/h	77,4952 km/h	119,396 km/h	159,175 km/h

Al analizar estos resultados de las velocidades del vehículo, en función de las revoluciones de la caja de cambios, se puede observar que las velocidades se aproximan a las establecidas en el diagrama de velocidades obtenidas en el software PSTM (Programa De Selección Del Tren Motriz), por lo que la zona de ahorro de combustible (zona verde), se encuentra entre las (2150 y 2550) rpm, las marchas que caen dentro de este rango son: 4ta, 5ta marcha, con una relación de transmisión de: 0,728 y 0,626 respectivamente.

Para lograr un ahorro de combustible, de acuerdo a las velocidades calculadas según las revoluciones de la caja se debe mantener una velocidad crucero de (77 a 120) km/h, en el menor tiempo posible en las marchas de 4ta y 5ta velocidad, sin sobrepasar las 2550 rpm en el motor.

**4.10.4 HINO: serie 500 modelo 1726 (GH8JMSA)**



$$n_m = \frac{rpm \text{ de } V_{max}}{\xi_j}$$

**4.10.4.4 Velocidades del vehículo según las rpm de la caja de cambios:**

1ra velocidad	2da velocidad	3ra Velocidad	4ta Velocidad	5ta Velocidad	6ta Velocidad	7ma Velocidad	8va Velocidad	9na Velocidad
9,09102 km/h	13,046 km/h	17,5394 km/h	24,0946 km/h	32,3797 km/h	46,3052 km/h	62,2673 km/h	85,5422 km/h	114,883 km/h

Al analizar estos resultados de las velocidades del vehículo, en base de las revoluciones de la caja de cambios, se puede observar que las velocidades que más se aproximan a las establecidas en el diagrama de velocidades obtenidas en el software PSTM (Programa De Selección Del Tren Motriz), son la 6ta, 7ma, 8va y 9na marcha dentro un rango de (zona verde) establecido entre las (1500 y 1900) rpm, estas marchas poseen una relación de transmisión de: 2,481 - 1,845 - 1,343 - 1, respectivamente.

Por ende para obtener el mejor ahorro de combustible se debe circular a una velocidad crucero de (46 a 115) km/h, manteniéndose en un rango de revoluciones de (1500 a 1900) rpm.

**4.10.4.1 Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.**

Para determinar las rpm de la caja de cambios en cada marcha usamos la siguiente expresión matemática:

$$n_m = \frac{rpm \text{ de } V_{max}}{\xi_j}$$

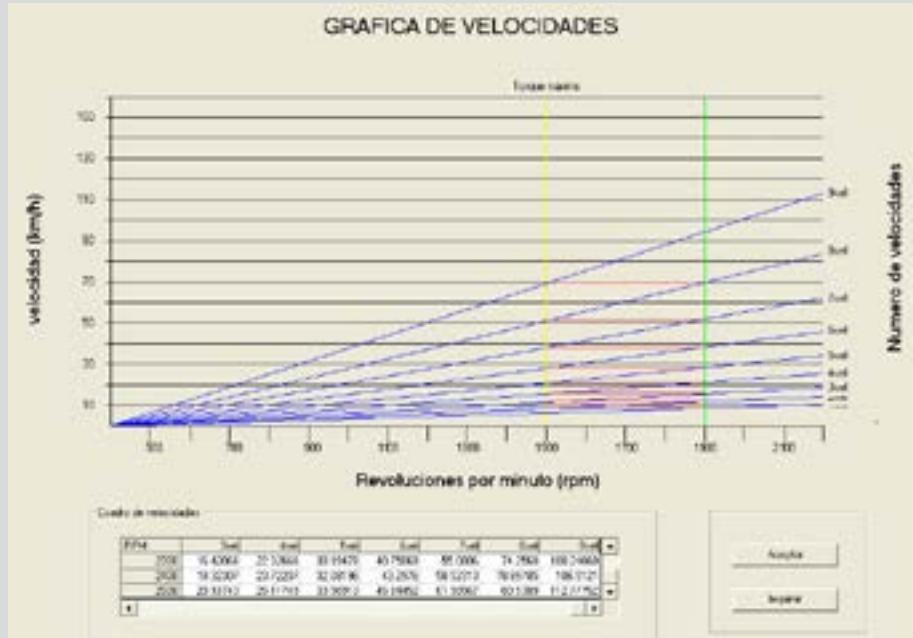
**4.10.4.2 Revoluciones de la caja según las relaciones de velocidad:**

1ra velocidad	2da velocidad	3ra Velocidad	4ta Velocidad	5ta Velocidad	6ta Velocidad	7ma Velocidad	8va Velocidad	9na Velocidad
42,7744 rpm	61,3832 rpm	82,5253 rpm	113,368 rpm	152,351 rpm	217,872 rpm	292,976 rpm	402,487 rpm	540,541 rpm

**4.10.4.3 Velocidad de rotación en función de la rpm.**

De igual manera para saber a qué velocidad se encuentra rotando el vehículo se utiliza la siguiente expresión matemática:

**4.10.5 HINO: serie 500 modelo 2626 (FM1JRUA)**



**4.10.5.1 Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.**

Para determinar las rpm de la caja de cambios en cada marcha usamos la siguiente expresión matemática:

$$n_m = \frac{rpm \text{ de } V_{max}}{\xi_j}$$

**4.10.5.2 Revoluciones de la caja según las relaciones de velocidad:**

1ra velocidad	2da velocidad	3ra velocidad	4ta velocidad	5ta velocidad	6ta velocidad	7ma velocidad	8va velocidad	9na velocidad
33,777 rpm	48,4715 rpm	65,1664 rpm	89,5217 rpm	120,304 rpm	172,043 rpm	231,349 rpm	317,826 rpm	426,84 rpm

**4.10.5.3 Velocidad de rotación en función de la rpm.**

De igual manera para saber a qué velocidad se encuentra rotando el vehículo se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$v_m = \frac{rpm \text{ de } V_{max}}{\xi_j}$$

**4.10.5.4 Velocidades del vehículo según las rpm de la caja de cambios:**

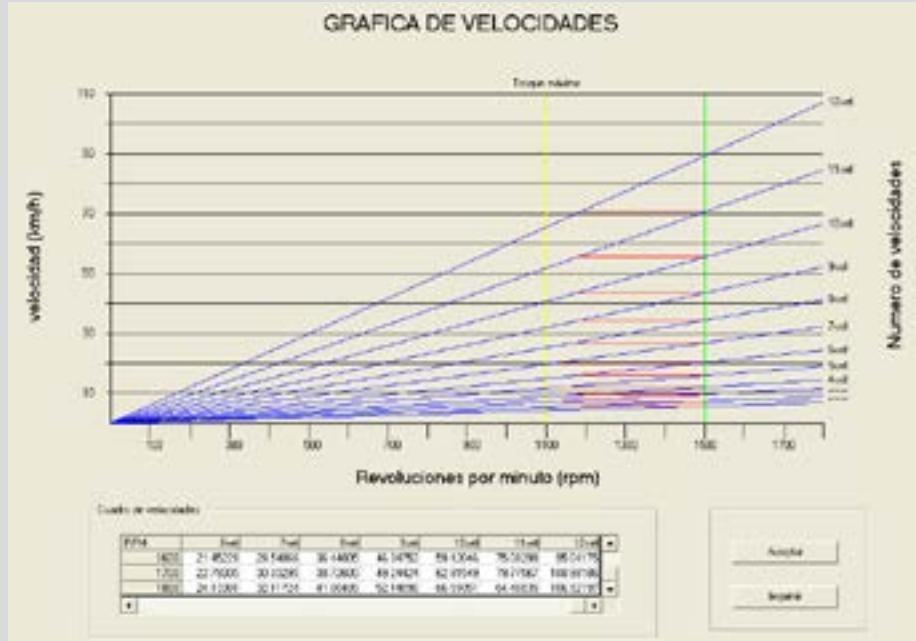
1ra velocidad	2da velocidad	3ra velocidad	4ta velocidad	5ta velocidad	6ta velocidad	7ma velocidad	8va velocidad	9na velocidad
8,92117 km/h	12,8023 km/h	17,2117 km/h	23,6445 km/h	31,7747 km/h	45,4401 km/h	61,104 km/h	83,944 km/h	112,737 km/h

Al analizar estos resultados de las velocidades del vehículo, en base de las revoluciones de la caja de cambios, se puede observar que las velocidades que más se aproximan a las establecidas en el diagrama de velocidades obtenidas en el software PSTM (Programa De Selección Del Tren Motriz), son la 5ta,6ta,7ma,8va y 9na marcha dentro un rango de (zona verde) establecido entre las (1500 y 1900) rpm, estas marchas poseen una relación de transmisión de: 3,54- 8- 2,481- 1,845 -1,343- 1, respectivamente.

Por ende para obtener el mejor ahorro de combustible se debe circular a una velocidad crucero de (32 a 113) km/h, manteniéndose en un rango de revoluciones de (1500 a 1900) rpm.



**4.10.6 HINO: serie 700 modelo 2841 (FS1ELVD)**



**4.10.6.1 Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.**

Para determinar las rpm de la caja de cambios en cada marcha usamos la siguiente expresión matemática:

$$n_m = \frac{rpm\ de\ V_{max}}{\xi_j}$$

**4.10.6.2 Revoluciones de la caja según las relaciones de velocidad:**

1ra velocidad	2da velocidad	3ra Velocidad	4ta Velocidad	5ta Velocidad	6ta Velocidad	7ma Velocidad	8va Velocidad	9na Velocidad	10ma Velocidad	11va Velocidad	12va Velocidad
33,631 rpm	42,2879 rpm	53,1005 rpm	66,7686 rpm	84,3454 rpm	106,069 rpm	135,854 rpm	170,806 rpm	214,475 rpm	269,665 rpm	340,587 rpm	428,411 rpm

**4.10.6.3 Velocidad de rotación en función de la rpm.**

De igual manera para saber a qué velocidad se encuentra rotando el vehículo se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$v_m = \frac{rpm\ de\ V_{max}}{\xi_j}$$

**4.10.6.4 Velocidades del vehículo según las rpm de la caja de cambios:**

1ra velocidad	2da velocidad	3ra Velocidad	4ta Velocidad	5ta Velocidad	6ta Velocidad	7ma Velocidad	8va Velocidad	9na Velocidad	10ma Velocidad	11va Velocidad	12va Velocidad
7,379 km/h	9,278 km/h	11,650 km/h	14,649 km/h	18,506 km/h	23,272 km/h	31,303 km/h	41,352 km/h	51,925 km/h	65,286 km/h	82,47 km/h	105,3 km/h

Al analizar estos resultados de las velocidades del vehículo, en base de las revoluciones de la caja de cambios, se puede observar que las velocidades que más se aproximan a las establecidas en el diagrama de velocidades obtenidas en el software PSTM (Programa De Selección Del Tren Motriz), son desde la 5ta a la 12va marcha, estas marchas se encuentran dentro de un rango de revoluciones comprendidas entre las (1100 y 1500) rpm, estas marchas poseen una relación de transmisión de: 3,211- 2,507 - 1,994 - 1,588 - 1,263 - 1 - 0,795 respectivamente. Debido a esto para conseguir el mejor ahorro de combustible se debe circular a una velocidad crucero de (19 a 105) km/h en el menor tiempo posible, manteniéndose en un rango de revoluciones de (1100 a 1500) rpm.

Sobrepasar el límite de revoluciones generará un elevado gasto de operación innecesario.



**4.10.7 KENWORTH: modelo T800 Classic**



**4.10.7.1 Determinación de las rpm según las relaciones de transmisión.**

Para determinar las rpm de la caja de cambios en cada marcha usamos la siguiente expresión matemática:

$$n_m = \frac{rpm \text{ de } V_{max}}{\xi_j}$$

**4.10.7.2 Revoluciones de la caja según las relaciones de velocidad:**

1ra Vel.	2da Vel.	3ra Vel.	4ta Vel.	5ta Vel.	6ta Vel.	7ma Vel.	8va Vel.	9na Vel.	10ma Vel.	11va Vel.	12va Vel.	13va Vel.	14va Vel.	15va Vel.
28,432 rpm	37,1009 rpm	48,0241 rpm	48,3307 rpm	62,3442 rpm	63,0716 rpm	79,3353 rpm	81,7342 rpm	106,003 rpm	134,672 rpm	172,799 rpm	225,256 rpm	291,1 rpm	378,43 rpm	479,025 rpm

**4.10.7.3 Velocidad de rotación en función de la rpm.**

De igual manera para saber a qué velocidad se encuentra rotando el vehículo se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$n_m = \frac{rpm \text{ de } V_{max}}{\xi_j}$$

**4.10.7.4 Velocidades del vehículo según las rpm de la caja de cambios:**

1ra Vel.	2da Vel.	3ra Vel.	4ta Vel.	5ta Vel.	6ta Vel.	7ma Vel.	8va Vel.	9na Vel.	10ma Vel.	11va Vel.	12va Vel.	13va Vel.	14va Vel.	15va Vel.
9,03041 km/h	11,7838 km/h	15,2531 km/h	19,7234 km/h	25,4 km/h	27,6412 km/h	34,7689 km/h	38,9015 km/h	46,45 km/h	52,0395 km/h	63,0916 km/h	77,1492 km/h	93,11 km/h	111,064 km/h	131,558 km/h

Al realizar el análisis de los resultados de las velocidades del vehículo, en función de las revoluciones de la caja de cambios, se puede observar que la mayoría de las velocidades se aproximan a las establecidas en el diagrama de velocidades obtenidas en el software PSTM (Programa De Selección Del Tren Motriz), estas marchas se encuentran dentro de un rango de revoluciones comprendidas entre (1200 y 1600) rpm, estas marchas poseen una relación de transmisión de: 13,31 - 10,2 - 7,88 - 7,83 - 6,07 - 6 - 4,77 - 4,63 - 3,57-2,81-2,19 - 1,68 - 1,3 - 1 - 0,79 respectivamente.

Es decir que se puede lograr un ahorro de combustible en cualquier marcha siempre y cuando no se pase del límite revoluciones (zona verde), comprendida entre las (1200 y 1600) rpm, sin embargo si desea ahorrar aún más carburante se debe circular a velocidades altas, se recomienda alcanzar una velocidad de crucero comprendida entre los (50 y 130) km/h en el menor tiempo posible, una vez que haya arrancado el vehículo.

El motor del vehículo debido haber estado funcionado arado por al menos unos diez minutos hasta que haya alcanzado su temperatura de funcionamiento, no hacerlo esforzara los elementos mecánicos y elevara el consumo de combustible.

4.10.8 CUADRO DE RESUMEN DE LA ZONA DE AHORRO DE COMBUSTIBLE (ZONA VERDE).

Vehículo	N° De Marchas Dentro De La Zona Verde	Rango de la zona verde (rpm)	Velocidad Cruceo De Para Ahorro De Carburante
<b>MERCEDES BENZ: modelo OF 1701</b> 	4ta, 5ta y 6ta	1750 - 2150	(58 a 101) km/h
<b>CHERVROLET: modelo NPR 71P</b> 	4ta y 5ta	2150 - 2550	(77 a 120) km/h
<b>HINO: serie 500 modelo 1725 (GH&amp;JMSA)</b> 	6ta, 7ma, 8va, 9na	1600 - 1900	(46 a 116) km/h
<b>HINO: serie 500 modelo 2626 (FM1JRU A)</b> 	5ta, 6ta, 7ma, 8va, 9na	1500 - 1900	(32 a 113) km/h

<b>HINO: serie 700 modelo 2841 (FS1ELVD)</b> 	5ta, 6ta, 7ma, 8va, 9na, 10ma, 11va, 12va.	1100 - 1500	(19 a 106) km/h
<b>KENWORTH: modelo T800 Classic</b> 	10ma, 11va, 12va, 13va, 14va, 15va	1200 - 1600	(50 y 130) km/h

4.11 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL SISTEMA DE FRENOS.

En los sistemas de frenado de todo vehículo es casi imposible obtener un rendimiento del 100% debido a la pérdida de calor que existe en el momento de frenar la energía se transforma en calor.

Existen valores estándares de eficiencia de un sistema de frenos que rigen que el sistema puede rendir sin problemas, según la norma INEN 964, establece que para automotores destinados al transporte de carga o pasajeros incluido remolque con un total de carga mayor a 3.5 toneladas este valor de eficiencia no debe ser menor a 45%.

Se ha determinado el rendimiento de cada vehículo en orden de marcha y en orden de carga, además se ha calculado la eficiencia de cada sistema que posee cada vehículo de acuerdo la norma INEN 964, que se define por la relación de frenaje.



$$\frac{T_M}{P_M} \text{ y } \frac{T_R}{P_R}$$

**4.11.1 Nomenclatura en las relaciones:**

$T_M =$  Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas del vehículo tractor.

$T_R =$  Suma de todas las fuerzas de frenado en el vehículo tractor y en remolque (o semi-remolque).

$P_M =$  Es el peso total de carga permisible del vehículo tractor.

$P_R =$  Es el peso total de carga permisible del remolque, o en el caso de semi-remolque, es aquella parte del peso total sobre las ruedas del semi-remolque.

Cuando un vehículo se encuentra cargado su centro de gravedad varia (baja) y por ende la distancia del eje trasero al centro de gravedad aumenta, esto influye en los cálculos del rendimiento de frenado aumentando su valor de este modo al estar el vehículo cargado el rendimiento de los frenos será mayor.

A continuación se ha tabulado los resultados del rendimiento y la eficiencia obtenida para cada caso y se indica si cada sistema cumple y señala que tan eficiente será.

**4.11.2 PORCENTAJE DEL RENDIMIENTO EN ORDEN DE MARCHA – ORDEN DE CARGA Y EFICIENCIA DE FRENADO SEGÚN LA NORMA INEN 964.**

Vehículo	Rendimiento del sistema de frenos en orden de marcha	Rendimiento del sistema de frenos en orden de carga	Eficiencia de frenado según la norma INEN 964
<b>MERCEDES BENZ: modelo OF 1701</b> 	67.93 %	87.25 %	55.56 %
	Cumple: sistema con un valor mayor a 50%.	Cumple: sistema con un rendimiento igual a 87.25%, muy satisfactorio.	Cumple: valor por arriba de 45% satisface la norma INEN 964.
<b>CHERVROLET: modelo NPR 71P</b> 	56.57 %	80.38 %	57.65%
	Cumple: al ser un vehículo de menor tamaño que el anterior se nota que las distancias influyen y por ende su eficiencia pero es la suficiente satisfacer el frenado.	Cumple: rendimiento necesario para no fallar con carga.	Cumple: satisface la norma INEN 964.
<b>HINO: serie 500 modelo 1726 (GH8JMSA)</b> 	58.28%	87.12%	49.74%
	Cumple: automotor con porcentaje superior a los establecido.	Cumple: a plena carga automotor tendrá buen rendimiento al frenar.	Cumple: con un 3.74% mayor a lo establecido.

<b>HINO: serie 500</b> modelo 2626 	<b>63.47%</b>	<b>94.89%</b>	<b>46.92%</b>
<b>(FM1JUA)</b> 	Cumple: automotor con porcentaje muy satisfactorio.	Cumple: sistema con gran diseño de construcción posee un elevado porcentaje de rendimiento igual a 95%	Cumple: satisface la norma INEN 964
<b>HINO: serie 700</b> modelo 2841 (FS1ELVD) 	<b>74.09%</b>	<b>89.21%</b>	<b>50.5%</b>
	Cumple: porcentaje necesario para realizar un buen frenado.	Cumple: el valor es mayor en orden de carga y el sistema permite frenar sin problemas.	Cumple: valor igual a 50.5% satisface la norma INEN 964
<b>KENWORTH:</b> modelo T800 Classic 	<b>63.54%</b>	<b>89.21%</b>	<b>48.00%</b>
	Cumple: al igual que todos es un buen porcentaje de rendimiento para frenar.	Cumple: rendimiento igual a 89.21%	Cumple: desagravia norma INEN 964

## CONSEJOS DE CONDUCCIÓN EFICIENTE



### CONSEJOS DE CONDUCCIÓN

Existen técnicas relacionadas con el estilo de conducción que permitan aumentar el rendimiento de un vehículo.



#### ACELERADOR

Avanzar el motor sin pisar el acelerador, luego iniciar la marcha inmediatamente después de arrancar. En los motores con turbo, esperar unos segundos antes de comenzar la marcha. Por otra parte, se recomienda apagar el motor en paradas prolongadas, de más de un par de minutos.



#### MARCHAS

Usar la primera solo para el inicio de la marcha, y cambiar a segunda a los dos segundos o seis metros aproximadamente. En general, realizar los cambios de marcha en torno a las 2.000 rpm, para los motores a gasolina y en torno a las 1.500 rpm, para los motores diésel. Si se hacen los cambios de marcha según la velocidad, poner 2ª a partir de unos 30 km/h, 4ª a partir de unos 40 km/h y 5ª a partir de unos 60 km/h. Además, se aconseja conducir lo más posible en 4ª y 5ª y a bajas revoluciones.



#### FRENOS

Mantener una velocidad de circulación lo más uniforme posible, buscando fluidez en la circulación, evitando todos los frenos, aceleraciones y cambios innecesarios. Para reducir la velocidad, levantar el pie del acelerador y dejar andar el vehículo con el cambio puesto, sin reducirlo. Frenar de forma suave y progresiva con el pedal de freno y reducir de cambio lo más tarde posible. Para que esto último sea factible, se debe conducir con una adecuada distancia de seguridad y un amplio campo de visión que permita ver 2 o 3 autos por delante.

### CONSEJOS PARA VIAJES

La forma en que se distribuye la carga en un automóvil afecta el consumo de combustible. Estos consejos permiten aumentar el rendimiento de un vehículo cuando se va de viaje.



#### PORTAEQUIPAJES

No es recomendable transportar objetos en el exterior del vehículo. Los accesorios externos aumentan la resistencia del auto al aire y, por consiguiente, incrementan el consumo en carretera.



#### VELOCIDAD

Modificar la velocidad en carreteras y autopistas, ya que en iguales condiciones, el consumo de combustible de un vehículo crece exponencialmente con el aumento de velocidad. Esta medida además de implicar un ahorro en combustible, mejora la seguridad vial.



#### VENTANAS

Conducir con las ventanitas abajo provoca una mayor resistencia al movimiento del vehículo y, por lo tanto, mayor esfuerzo del motor y mayor consumo. Para ventilar el habitáculo, lo más recomendable es utilizar de manera adecuada el sistema de ventilación de aire del vehículo.

### CONSEJOS DE MANTENIMIENTO

No utilizar la presión de inflado de los neumáticos recomendada por el fabricante podría disminuir el rendimiento del automóvil.



#### NEUMÁTICOS

Revisar la presión de inflado de los neumáticos antes de emprender un viaje (incluye la rueda de repuesto). Una baja presión de inflado de los neumáticos aumenta de forma significativa el consumo de combustible, además reduce su vida útil y reduce la seguridad en la conducción del vehículo. Se recomienda revisar las presiones de los neumáticos mensualmente y corregirlas si éstas no se corresponden a las recomendadas por el fabricante. Generalmente la presión recomendada se encuentra en una placa adherida en el costado de la puerta del conductor para poder ser revisada más fácilmente.



#### ACEITE

El empleo de los aceites sintéticos recomendados por los fabricantes, reduce significativamente el consumo de combustible con respecto a los aceites minerales convencionales, sobre todo con el motor funcionando en frío, y alarga la vida útil de los motores.



## CONCLUSIONES

- Una conducción técnica puede ayudar prolongar la vida útil de los vehículos cualquiera que fuese su tipo de combustible o capacidad de carga.
- El ahorro de combustible se ve inmerso en la forma de conducir, el ahorro que se puede lograr es independiente de las condiciones climáticas y geográficas, todo está basado en una conducción técnica.
- La falta de mantenimiento en los vehículos puede causar grandes accidentes de tránsito.
- Un conocimiento técnico y del funcionamiento de los sistemas puede ayudar a evitar accidentes en casos inesperados.
- Las precauciones antes, durante y en la conducción son necesarias para llegar íntegros al lugar de destino.
- Una correcta forma de conducir puede ayudar a ahorrar grandes costos de operación y de mantenimiento.
- La conducción técnica ayuda al medio ambiente, ya que al saber que marchas ocupar y en qué régimen de revoluciones mantenerse para un mínimo consumo de combustible se ve reflejado en la menor emisión de gases contaminantes.
- La zona verde no se encuentra en la máxima revoluciones, todo vehículo posee una ficha técnica en la que se indica una curva de par y potencia, en donde se ve puntualizado el régimen de revoluciones a las que alcanzamos el máximo rendimiento.
- Cuando se posea un vehículo nuevo o reconstruido, durante el período de asentamiento evitar sobrecargarlo, exigir regímenes altos de revoluciones, y eludir perfiles montañoso no hacerlo puede hacer que el vehículo durante toda su vida consuma un 10% más de combustible.
- Los acelerones bruscos, las paradas, escoger rutas de pendientes pronunciadas pueden hacer elevar el consumo de combustible hasta en un 50% que si se lo hiciera en una vía foránea.
- Alcanzar las velocidades establecidas en la zona verde en el menor tiempo posible ayuda a ahorrar combustible.
- Los sistemas de frenos que poseen los vehículos cumplen con la norma INEN 964.
- El rendimiento del sistema de frenos es mayor cuando el vehículo se encuentra en orden de carga, esto se debe a que se mueve el centro de gravedad y aumenta la distancia del eje trasero hacia el centro de gravedad.
- Cuando un automotor de carga se encuentra en su orden de carga, el centro de gravedad se acerca más hacia el suelo esto permite evitar vuelcos en curvas con facilidad.
- El freno motor ayuda al freno de servicio a preservarlo en su mayor rendimiento posible, evitando el sobrecalentamiento.
- El freno motor actúa en la salida de los gases de escape, y se utiliza en bajadas pronunciadas y puede ser accionado cuando el conductor lo desee.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Magnitudes en sistema internacional e inglés [en línea] <http://is.gd/JS2tmQ>
- [2] Unidades de longitud, longitud en sistema inglés y sus equivalencias, Equivalencia de unidades de masa, Equivalencia de unidades de tiempo, Curva de torque o par torsional, Curva de Potencia, Curva de consumo específico de combustible, Pérdida de Energía en un Motor Diesel, Caja de Cambios de Velocidades, Nomenclatura de una Caja de Velocidades, Nomenclatura de una Llanta, Ancho de Sección de una llanta ,Diámetro del RIM de una llanta, Serie de una llanta [en línea] <http://is.gd/W7jzrj>
- [3] Partes principales de un diferencial [en línea] <http://is.gd/JzfyIq>
- [4] Disco para el tacógrafo [en línea] <http://is.gd/Eau7a3>
- [5] Verificación de la presión de aceite [en línea] <http://is.gd/zNzFkb>
- [6] Uso del pedal del acelerador [en línea] <http://is.gd/GQHdKZ>
- [7] Conducción Urbana [en línea] <http://is.gd/Pkj9Uy>
- [8] Verificación periódica de filtros [en línea] <http://is.gd/J3bOlr>
- [9] Distancia entre vehículos [en línea] <http://is.gd/Pbz4eJ>
- [9] Forma Correcta e Incorrecta de Rebasar [en línea] <http://is.gd/CDt7Qv>
- [10] Cruce sin Semáforos [en línea] <http://is.gd/a7UAJj>
- [11] Impacto lateral en interacciones [en línea] <http://is.gd/sL6Yt4>
- [12] situación de rebase [en línea] <http://is.gd/fWjjpl>

# SEÑALES DE TRÁNSITO

