

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA DE DOCTORADO



***MODELIZACIÓN DE PERFILES DEL
RUIDO PRODUCIDO POR VEHÍCULOS
EN DISPOSITIVOS MODERADORES DE
TRÁFICO***

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

CARLOS AUGUSTO KAFFURE RUIZ

Dirigida por:

Prof. Doctor ALFREDO GARCÍA GARCÍA

MARZO 2014

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de esta tesis doctoral ha sido posible gracias a la colaboración de la Universidad del Tolima quien confió en mí y que gracias a su programa de Becarios, pude continuar mis estudios de master y doctorado en la Universidad Politécnica de Valencia.

Debo agradecer muy especialmente a mi Director Dr. Alfredo García García por su acompañamiento, apoyo y por haberme facilitado un espacio junto con su grupo de trabajo, en el cual me he sentido acompañado desde un primer momento. Por lo anterior, quisiera dar las gracias a todo el Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC) que sin ellos, sus consejos y asesorías, esta investigación no se hubiese podido llevar a final término.

Agradezco también a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universitat Politècnica de València por los sonómetros prestados para esta investigación.

También debo agradecer a toda mi familia, quienes siempre han estado apoyándome y animándome a continuar adelante a pesar de la distancia y en especial a mi madre que ha sido el ejemplo a seguir, como una persona luchadora y trabajadora incansable, que desde niño me ha animado a estudiar más y más a pesar de todas las adversidades.

A mi padre, que lamentablemente ya no está físicamente con nosotros pero que siempre llevo en el corazón y en la mente. Muchas gracias mi viejo por sus enseñanzas, su buen humor y ese mar de conocimientos que espero algún día poder llegar a alcanzar.

A mi hermana, persona incondicional conmigo quien además de ser mi gran amiga, siempre ha tenido solo palabras bonitas y de aliento.

A mi novia que a pesar de la gran distancia que nos ha separado todos estos años, seguimos juntos como pareja, amigos y compañeros en este viaje de la vida.



RESUMEN

El ruido, considerado como una sensación auditiva desagradable y molesta, representa un importante problema ambiental, teniendo efectos sobre la salud, el comportamiento humano individual y grupal, debido a las consecuencias físicas, psíquicas y sociales que conlleva.

En comparación con otros contaminantes del medio ambiente, el control de ruido no es del todo suficiente en muchos casos, debido a la falta de conocimiento de los efectos nocivos que conlleva la exposición a él y las características particulares del mismo como son que empieza a contaminar en el mismo momento que empieza a emitir la fuente, pero termina cuando ésta cesa y no quedan residuos, apenas se acumula puesto que se mueve en un sistema logarítmico y se dispersa con la distancia.

Por lo tanto, la presente tesis doctoral tiene como meta principal establecer una metodología de toma de datos de ruido que permita conocer el comportamiento del ruido del tráfico rodado en las maniobras de deceleración, paso y aceleración de los vehículos sobre distintos tipos de dispositivos moderadores de tráfico y modelar el comportamiento del ruido producido por los vehículos en función de la velocidad, las características de la vía, tipo y geometría del dispositivo moderador y tipo de vehículo.

Para ello se han analizado múltiples perfiles de velocidad asociados a moderadores de tráfico, con el fin de poder estimar los puntos principales de la maniobra de aproximación, paso y aceleración sobre dichos dispositivos. Una vez establecidos dichos puntos se ha diseñado una metodología para la toma de datos de ruido y velocidades en los puntos más importantes en cuanto a niveles de ruido se refiere y se han realizado pruebas sobre los tres moderadores de tráfico más conocidos y utilizados como son el lomo, paso elevado y resalte prefabricado.

Todos los datos tomados en la ejecución experimental se procesaron con el fin de determinar velocidades y correlacionarlas con los datos puntuales de ruido. Con estos datos se procedió a un análisis con respecto a los índices principales de ruido, al ruido asociado a las velocidades puntuales y análisis estadístico, con el que se caracterizaron las distintas variables, se establecieron correspondencias y relaciones entre ellas.

Por último se han empleado todos los datos obtenidos, tratados de forma adecuada, para calibrar los modelos finales que representan el comportamiento de ruido en los puntos principales determinados en el perfil de velocidad, para los distintos tipos de vehículos y sobre los diferentes moderadores de tráfico analizados.

RESUM

El soroll, considerat com una sensació auditiva desagradable i molesta, representa un important problema ambiental. El soroll té efectes sobre la salut, sobre el comportament humà individual i el comportament grupal, a causa de les conseqüències físiques, psíquiques i socials que comporta.

En comparació amb altres contaminants del medi ambient, el control de soroll no és del tot suficient en molts casos, a causa de la manca de coneixement dels efectes nocius que comporta l'exposició a ell i les característiques particulars del mateix com són que comença a contaminar en el mateix moment que comença a emetre la font, però acaba quan aquesta cessa i no queden residus, amb molta feina s'acumula ja que es mou en un sistema logarítmic i es dispersa amb la distància.

Per tant, la present tesi doctoral té com a meta principal establir una metodologia de presa de dades de soroll que permeti conèixer el comportament del soroll del trànsit rodat en les maniobres de desacceleració, pas i acceleració dels vehicles sobre diferents tipus de dispositius moderadors del trànsit i modelar el comportament del soroll produït pels vehicles en funció de la velocitat, les característiques de la via, tipus i geometria del dispositiu moderador i tipus de vehicle.

Per això s'han analitzat múltiples perfils de velocitat associats a moderadors de trànsit per tal de poder estimar els punts principals de la maniobra d'aproximació, pas i acceleració sobre aquests dispositius. Un cop establerts aquests punts s'ha dissenyat una metodologia per a la presa de dades de soroll i velocitats en els punts més importants pel que fa a nivells de soroll i s'han realitzat proves sobre els tres moderadors de trànsit més coneguts i utilitzats com són la lloma, pas elevat i ressalt prefabricat.

Totes les dades preses en l'execució experimental es van processar amb la finalitat de determinar velocitats i correlacionar-les amb les dades puntuals de soroll. Amb aquestes dades es va procedir a una anàlisi dels índexs principals de soroll, l'anàlisi del soroll associat a les velocitats puntuals i l'anàlisi estadística, amb el qual es van caracteritzar les diferents variables, es van establir correspondències i relacions entre elles.

Finalment s'han emprat totes les dades obtingudes, tractades de forma adequada, per calibrar els models finals que representen el comportament de soroll en els punts principals determinats en el perfil de velocitat, per als diferents tipus de vehicles i sobre els diferents moderadors de trànsit analitzats.

SUMMARY

Noise is considered as an unpleasant and undesired audio sensation, and constitutes an important environmental issue. It has an impact on the health and behaviour of specific individuals, as well as their social groups, due to the effects it has on their physicality, their psyche and/or social interaction.

In comparison with other polluters of the environment; noise control is not entirely sufficient in all cases, due to lack of knowledge regarding the negative effects of exposure, and the particular characteristics of noise, where the contamination begins at the moment when the source first emits noise, and ends as soon as it stops, leaving no residual trace, but only an accumulation that moves in a logarithmic system and that is dispersed with distance.

With this in mind, the principle aim of this doctorate thesis is to establish a methodology to capture information from audio data, in order to acknowledge traffic noise behaviour during manoeuvres such as braking, accelerating and vehicles in motion; using different types of traffic calming devices in order to create behavioural models of the noise produced by the vehicles against speed, the characteristics of the road, type and geometry of the traffic calming device and the type of vehicle.

For the above reasons, an analysis of multiple speed profiles related to traffic calming devices has been established with the aim to estimate the main points in the approaching, passing and acceleration manoeuvres over these devices. Once such points were established, a methodology was designed to gather noise data and speeds over these points. The tests were carried out over the most common traffic calming devices such as speed bumps, speed humps and speed tables.

All of the data from the experimental execution has been processed with the aim to determine speeds related to specific noise data. With this information, an analysis of the principle noise indices has been completed, as well as an analysis of set velocity and statistical estimation used to profile the different variables to establish interconnectivity and relations between them.

Ultimately, all of the data gathered has been used and adequately employed in order to calibrate the final models representing the behaviour of noise within the main points of the velocity profile, for the different types of vehicles against the differing traffic calming devices that were analysed.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes	2
1.2	Efectos del ruido	4
1.3	El problema del ruido en las ciudades europeas	5
1.4	La moderación de tráfico	8
2.	ESTADO DEL ARTE	9
2.1	Conceptos Teóricos Básicos	9
2.1.1	Sonido y Ruido	9
2.1.1.1	Frecuencia	10
2.1.1.2	Decibelio y Ponderación A	10
2.1.1.3	Presión Acústica	13
2.1.1.4	Intensidad acústica	13
2.1.1.5	Potencia acústica	14
2.1.1.6	Índices energéticos	14
2.1.1.7	Índices estadísticos	16
2.1.2	Moderación de tráfico (Traffic Calming)	17
2.1.2.1	Definición	17
2.1.2.2	Objetivo y Cobertura	18
2.1.2.3	Razones para moderar el tráfico	20
2.1.2.4	Elementos para moderar el tráfico	24
2.1.2.5	Efectos de la moderación de tráfico	36
2.1.2.5.1	Efectos sobre la velocidad de los vehículos	38
2.1.2.5.2	Efectos sobre la seguridad vial	42
2.1.2.5.3	Efectos sobre el confort	43
2.1.2.5.4	Efectos sobre la operación del tráfico general	44
2.1.2.5.5	Efectos sobre la operación de autobuses	45

2.1.2.5.6	Otros efectos	47
2.2	Investigaciones previas	48
2.2.1	Proyecto de Investigación (MODETRA)	48
2.2.1.1	Objetivo principal	49
2.2.1.2	Objetivos específicos	49
2.2.2	Criterios de búsqueda	50
2.2.3	Investigaciones sobre ruido	51
2.2.3.1	Investigaciones de volumen del tráfico y ruido	52
2.2.3.2	Investigaciones de composición del tráfico y ruido	53
2.2.3.3	Investigaciones de velocidad y ruido	55
2.2.3.4	Investigaciones de patrones de conducción y ruido	57
2.2.3.5	Investigaciones de moderadores de tráfico y ruido	64
2.2.3.6	Investigaciones sobre perfiles de velocidad y moderadores de tráfico	75
2.2.4	Modelos de ruido	79
2.2.5	Metodologías para la medición de ruido	81
2.3	Conclusiones de otras investigaciones	88
2.4	Análisis del estado del arte	91
3.	OBJETIVOS E HIPÓTESIS	95
3.1	Objetivos específicos	95
3.2	Hipótesis	96
3.3	Limitaciones y alcance	96
4.	ANÁLISIS DE PERFILES DE VELOCIDAD	97
4.1	Localización de los perfiles de velocidad	97
4.2	Percentiles 85 y 50 de la velocidad y media móvil	101
4.3	Principales puntos del perfil de velocidad	104
4.4	Patrones de conducción	109
4.5	Resultados del análisis	113
5.	METODOLOGÍA	114

5.1	Equipo de medida-----	114
5.1.1	Sonómetros utilizados -----	115
5.1.2	Software utilizado-----	117
5.1.3	Equipo de medición de velocidad -----	118
5.2	Metodología general de toma de datos de ruido -----	119
5.3	Metodología general de mediciones de ruido -----	120
5.3.1	Determinación de distancias de referencia para las pruebas -----	123
5.3.1.1	Determinación de la distancia de influencia atrás -----	123
5.3.1.2	Determinación de la distancia para medir el ruido en aceleración-----	131
5.3.1.3	Determinación de la distancia de influencia delante-----	137
5.4	Metodología específica para la investigación -----	140
5.4.1	Metodología 1 -----	141
5.4.2	Metodología 2 -----	143
5.4.3	Recomendaciones finales para las pruebas de ruido-----	145
5.5	Dispositivos de moderación a analizar -----	147
5.5.1	Descripción y localización de los dispositivos moderadores -----	147
6.	DESARROLLO EXPERIMENTAL-----	153
6.1	Toma de datos en Massamagrell -----	153
6.2	Toma de datos en la Pobla de Farnals-----	155
6.3	Toma de datos en El Puig -----	156
6.4	Toma de datos en Albalat de la Ribera-----	158
6.5	Reducción de datos-----	160
6.6	Resultados -----	162
6.6.1	Lomo-----	162
6.6.1.1	Lomo intermedio-----	163
6.6.1.2	Lomo extremo o aislado-----	168
6.6.2	Resalte -----	176
6.6.2.1	Resalte extremo primera prueba -----	176

6.6.2.2	Resalte extremo segunda prueba	183
6.6.3	Paso peatonal elevado	191
6.6.3.1	Paso elevado extremo	191
6.6.3.2	Paso elevado intermedio	198
6.7	Examen previo de resultados	206
7.	ANÁLISIS	207
7.1	Análisis con respecto a índices energéticos principales	207
7.1.1	Lomo transversal intermedio	208
7.1.1.1	Análisis antes del dispositivo	208
7.1.1.2	Análisis sobre el dispositivo	210
7.1.1.3	Análisis 20 m después del dispositivo	213
7.1.2	Lomo transversal extremo	216
7.1.2.1	Análisis antes del dispositivo	216
7.1.2.2	Análisis sobre el dispositivo	219
7.1.2.3	Análisis 20 m después del dispositivo	221
7.1.2.4	Análisis 50 m después del dispositivo	224
7.1.3	Resalte extremo	227
7.1.3.1	Análisis antes del dispositivo	227
7.1.3.2	Análisis sobre el dispositivo	229
7.1.3.3	Análisis 20 m después del dispositivo	232
7.1.3.4	Análisis 50 m después del dispositivo	234
7.1.4	Paso peatonal elevado extremo	238
7.1.4.1	Análisis antes del dispositivo	238
7.1.4.2	Análisis sobre el dispositivo	240
7.1.4.3	Análisis 20 m después del dispositivo	243
7.1.4.4	Análisis 50 m después del dispositivo	245
7.1.5	Paso peatonal elevado intermedio	249
7.1.5.1	Análisis antes del dispositivo	249

7.1.5.2	Análisis sobre el dispositivo -----	251
7.1.5.3	Análisis 20 m después del dispositivo -----	253
7.1.5.4	Análisis 50 m después del dispositivo -----	256
7.2	Análisis con respecto a velocidades y ruido-----	259
7.2.1	Lomo transversal intermedio -----	260
7.2.2	Lomo transversal extremo-----	266
7.2.3	Resalte prefabricado extremo -----	275
7.2.4	Paso peatonal elevado extremo -----	284
7.2.5	Paso peatonal elevado intermedio-----	293
7.3	Análisis general -----	302
8.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO -----	315
8.1	Análisis de variables -----	316
8.2	Regresiones simples -----	330
8.3	Regresiones múltiples-----	344
8.4	Comprobación y validación de los modelos -----	365
8.5	Modelos escogidos -----	380
8.6	Resultados de la modelación -----	382
9.	DISCUSIÓN -----	385
10.	CONCLUSIONES -----	391
10.1	Conclusiones generales-----	391
10.2	Conclusiones por dispositivos -----	397
10.2.1	Lomo Transversal intermedio-----	397
10.2.2	Lomo Transversal extremo -----	398
10.2.3	Resalte prefabricado extremo -----	399
10.2.4	Paso peatonal elevado extremo -----	401
10.2.5	Paso peatonal elevado intermedio-----	402
10.3	Conclusiones sobre los modelos desarrollados -----	403
11.	APLICACIONES -----	409

12.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	411
13.	CONCLUSIÓN.....	413

REFERENCIAS

ANEXOS

ANEXO 1 Perfiles de velocidad

ANEXO 2 Análisis estadísticos

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Curvas de ponderación: Frecuencia vs nivel de presión sonora relativa.</i>	12
<i>Figura 2. Glorieta y Mini Glorieta.....</i>	25
<i>Figura 3. Esquema de Retranqueo y Chicane.....</i>	25
<i>Figura 4. Esquema de Desvío y Modificación en T.</i>	26
<i>Figura 5. Disminución de radio en giro a la derecha.....</i>	26
<i>Figura 6. Resalte y Lomo transversal.</i>	27
<i>Figura 7. Paso peatonal elevado y Cojines.</i>	27
<i>Figura 8. Badén e Intersección elevada.....</i>	28
<i>Figura 9. Estrechamiento normal y Garganta.....</i>	28
<i>Figura 10. Martillo e Isleta peatonal central.....</i>	29
<i>Figura 11. Medianas pintadas.....</i>	29
<i>Figura 12. Medianas balizadas.</i>	29
<i>Figura 13. Mediana construida y Mediana con ajardinamiento.....</i>	30
<i>Figura 14. Ensanchamiento de aceras y Elementos de ajardinamiento.....</i>	30
<i>Figura 15. Bandas transversales.</i>	31
<i>Figura 16. Cambios de pavimento.....</i>	32
<i>Figura 17. Esquemas de puertas de entrada.....</i>	33
<i>Figura 18. Semáforos de velocidad.</i>	33
<i>Figura 19. Dispositivos para medir la velocidad.....</i>	34
<i>Figura 20. Intersección de All-stops.</i>	34
<i>Figura 21. Pasos peatonales.</i>	34
<i>Figura 22. Elementos simulados.....</i>	35
<i>Figura 23. Speed Kidney.</i>	36
<i>Figura 24. Velocidad en el punto medio en función del espaciamiento entre dispositivos moderadores de tráfico (Ewing et al., 1996).....</i>	38
<i>Figura 25. Niveles de ruido a 10 m de distancia para distintos tipos de vehículos a velocidad constante (Kragh et al., 2006).....</i>	53
<i>Figura 26. Valores de Lmax en dBA para diferentes categorías de vehículos a flujo libre (Steven, 2005).</i>	54
<i>Figura 27. Número de despertares en función del número de eventos de ruido por noche (Griefahn, 1985).</i>	55
<i>Figura 28. Contribución de las fuentes de ruido de los vehículos durante la aceleración, ejemplificada por un coche compacto (Steven, 2006).</i>	56
<i>Figura 29. Lmax en dBA durante el paso de un coche de pasajeros en función de la velocidad y la humedad en la calzada (Jonasson, 2004).....</i>	58
<i>Figura 30. Valores de Lmax versus vehículos a velocidad de flujo libre y vehículos acelerando (Steven, 2005).....</i>	59
<i>Figura 31. Valores de Lmax para diferentes categorías de vehículos acelerando (Steven, 2005).</i>	60

Figura 32. Niveles de ruido versus velocidad para vehículos acelerando y a velocidad constante (Behzad et al., 2006).....	63
Figura 33. Cambios estimados en el ruido del tráfico después de la instalación de distintos tipos moderadores para escenarios de composición del tráfico (Traffic Advisory Leaflets 06/96, 1996).....	67
Figura 34. Comparación de los niveles promedio de ruido y velocidades para vehículos comerciales a lo largo del paso por diferentes tipos de moderadores (Traffic Advisory Leaflets 06/96, 1996).....	68
Figura 35. Dimensiones y formas de los dispositivos analizados (Harris, 1999).....	69
Figura 36 Perfil recomendado por el Traffic Advisory Leaflets 01/05, 2005.....	73
Figura 37. Mapa de la zona de Tang Hall, York, UK y dispositivos analizados (Abbott et al., 1995a).....	82
Figura 38. Mapa de la zona de Foxwood Lane, York, UK y dispositivos analizados (Abbott et al., 1995a).	82
Figura 39. Mapa de la zona de Muncaster, York, UK y dispositivos analizados (Abbott et al., 1995a).....	83
Figura 40. Esquema del primer estudio (Abbott et al., 1995a).....	83
Figura 41. Mapa de la zona de Gate Lane, York, UK; lugares y tipo de medición (Abbott et al., 1995a).	84
Figura 42. Esquema del segundo estudio (Abbott et al., 1995a).....	84
Figura 43. Esquema general del estudio (Abbott et al., 1995a).	85
Figura 44. Esquema del estudio de ruido antes/después en radar fijo (MODETRA, 2009).	87
Figura 45. Esquema general del estudio acústico en chicanes (Bérengier, 2006 y 2008).	88
Figura 46. Dispositivo GPS instalado en los vehículos de las pruebas de velocidad.	98
Figura 47. Ejemplo de perfiles de velocidad en un moderador de tráfico y percentiles 85 y 50.	102
Figura 48. Ejemplo de perfiles de velocidad con media móvil y percentiles 85 y 50.	103
Figura 49. Ejemplo de perfiles de velocidad sin aplicar media móvil y después de ser aplicada la media móvil.....	104
Figura 50. Principales puntos característicos del perfil de velocidad sobre un moderador de tráfico.	106
Figura 51. Ejemplo de perfil con comportamiento agresivo en la aceleración.....	110
Figura 52. Ejemplo de perfil con comportamiento agresivo en la deceleración.....	111
Figura 53. Ejemplo de perfil con comportamiento agresivo sobre el moderador.	111
Figura 54. Ejemplo de perfil con comportamiento normal.....	112
Figura 55. Sonómetro SYMPHONIE	115
Figura 56. Sonómetro CESVA SC-15c.	116
Figura 57. Equipo de medición de velocidad Speed System T100/T200.	118
Figura 58. Esquema general de distancias de referencia.	123
Figura 59. Esquema Metodología 1.....	142

<i>Figura 60. Esquema Metodología 2.</i>	<i>144</i>
<i>Figura 61. Marcas viales para determinar velocidad de los vehículos.</i>	<i>145</i>
<i>Figura 62. Marcas viales para medición de velocidad.</i>	<i>146</i>
<i>Figura 63. Ubicación del dispositivo moderador en Massamagrell, Valencia.</i>	<i>147</i>
<i>Figura 64. Dispositivo tipo resalte prefabricado en Massamagrell, Valencia.</i>	<i>148</i>
<i>Figura 65. Ubicación del dispositivo moderador en La Pobla de Farnals, Valencia.</i>	<i>148</i>
<i>Figura 66. Dispositivo tipo lomo en La Pobla de Farnals, Valencia.</i>	<i>149</i>
<i>Figura 67. Ubicación del dispositivo moderador en El Puig, Valencia.</i>	<i>149</i>
<i>Figura 68. Dispositivo tipo paso elevado en El Puig, Valencia.</i>	<i>150</i>
<i>Figura 69. Ubicación de los dispositivos moderadores en Albalat de la Ribera, Valencia.</i>	<i>150</i>
<i>Figura 70. Dispositivo tipo lomo en Albalat de la Ribera, Valencia.</i>	<i>151</i>
<i>Figura 71. Dispositivo tipo paso elevado en Albalat de la Ribera, Valencia.</i>	<i>151</i>
<i>Figura 72. Primera toma de datos para moderador tipo resalte en Massamagrell, Valencia.</i>	<i>153</i>
<i>Figura 73. Segunda toma de datos para moderador tipo resalte en Massamagrell, Valencia.</i>	<i>154</i>
<i>Figura 74. Esquema general de la primera prueba sobre el resalte.</i>	<i>154</i>
<i>Figura 75. Toma de datos para moderador tipo lomo en la Pobla de Farnals, Valencia.</i>	<i>155</i>
<i>Figura 76. Esquema general de la prueba sobre el lomo en la Pobla de Farnals, Valencia.</i>	<i>156</i>
<i>Figura 77. Toma de datos para moderador tipo paso peatonal elevado en el Puig, Valencia.</i>	<i>157</i>
<i>Figura 78. Esquema general de la prueba sobre el moderador tipo paso peatonal elevado en el Puig, Valencia.</i>	<i>157</i>
<i>Figura 79. Toma de datos para moderador tipo lomo en Albalat de la Ribera, Valencia.</i>	<i>158</i>
<i>Figura 80. Toma de datos para moderador tipo paso peatonal elevado en Albalat de la Ribera, Valencia.</i>	<i>158</i>
<i>Figura 81. . Esquema general de la prueba sobre el moderador tipo lomo en Albalat de la Ribera, Valencia.</i>	<i>159</i>
<i>Figura 82. Esquema general de la prueba sobre el moderador tipo paso elevado en Albalat de la Ribera, Valencia.</i>	<i>159</i>
<i>Figura 83. Postproceso de videos tomados en las pruebas realizadas.</i>	<i>160</i>
<i>Figura 84. Pantalla de software de edición de imagen.</i>	<i>161</i>
<i>Figura 85. Porcentajes de vehículos en la toma de datos sobre el lomo intermedio. ...</i>	<i>163</i>
<i>Figura 86. Porcentajes de vehículos ligeros en la toma de datos sobre el lomo intermedio.</i>	<i>163</i>
<i>Figura 87. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m antes del lomo (int).</i>	<i>164</i>
<i>Figura 88. Velocidades medias de los vehículos ligeros sobre el lomo (int).</i>	<i>164</i>
<i>Figura 89. Velocidades medias de los vehículos ligeros 20 m después del lomo (int). ..</i>	<i>165</i>

<i>Figura 90. Perfiles de velocidad generales para lomo (int).</i>	165
<i>Figura 91. Índices energéticos y percentiles 50 m antes del lomo (int).</i>	167
<i>Figura 92. Índices energéticos y percentiles sobre el lomo (int).</i>	167
<i>Figura 93. Índices energéticos y percentiles 20 m después del lomo (int).</i>	168
<i>Figura 94. Porcentajes de vehículos en la toma de datos sobre el lomo extremo.</i>	169
<i>Figura 95. Porcentajes de vehículos ligeros en la toma de datos sobre el lomo extremo.</i>	169
<i>Figura 96. Velocidades medias de los vehículos ligeros 70 m antes del lomo (ext).</i>	170
<i>Figura 97. Velocidades medias de los vehículos ligeros sobre el lomo (ext).</i>	170
<i>Figura 98. Velocidades medias de los vehículos ligeros 20 m después del lomo (ext).</i>	171
<i>Figura 99. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m después del lomo (ext).</i>	171
<i>Figura 100. Perfiles de velocidad generales para lomo (ext).</i>	172
<i>Figura 101. Índices energéticos y percentiles 70 m antes del lomo (ext).</i>	174
<i>Figura 102. Índices energéticos y percentiles sobre el lomo (ext).</i>	174
<i>Figura 103. Índices energéticos y percentiles 20 m después del lomo (ext).</i>	175
<i>Figura 104. Índices energéticos y percentiles 50 m después del lomo (ext).</i>	175
<i>Figura 105. Porcentajes de vehículos en la primera toma de datos sobre el resalte prefabricado en primera prueba.</i>	176
<i>Figura 106. Porcentajes de vehículos ligeros en la primera toma de datos sobre el resalte prefabricado en primera prueba.</i>	177
<i>Figura 107. Velocidades medias de los vehículos ligeros 70 m antes del resalte (ext) en primera prueba.</i>	177
<i>Figura 108. Velocidades medias de los vehículos ligeros sobre el resalte (ext) en primera prueba.</i>	178
<i>Figura 109. Velocidades medias de los vehículos ligeros 20 m después del resalte (ext) en primera prueba.</i>	178
<i>Figura 110. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m después del resalte (ext) en primera prueba.</i>	179
<i>Figura 111. Perfiles de velocidad generales para resalte en primera prueba (ext).</i>	179
<i>Figura 112. Índices energéticos y percentiles 70 m antes del resalte (ext) en primera prueba.</i>	181
<i>Figura 113. Índices energéticos y percentiles sobre el resalte (ext) en primera prueba.</i>	182
<i>Figura 114. Índices energéticos y percentiles 20 m después del resalte (ext) en primera prueba.</i>	182
<i>Figura 115. Índices energéticos y percentiles 50 m después del resalte (ext) en primera prueba.</i>	183
<i>Figura 116. Porcentajes de vehículos en la segunda toma de datos sobre el resalte prefabricado en segunda prueba.</i>	184
<i>Figura 117. Porcentajes de vehículos ligeros en la segunda toma de datos sobre el resalte prefabricado en segunda prueba.</i>	184

Figura 118. Velocidades medias de los vehículos ligeros 70 m antes del resalte (ext) en segunda prueba. 185

Figura 119. Velocidades medias de los vehículos ligeros sobre el resalte (ext) en segunda prueba. 185

Figura 120. Velocidades medias de los vehículos ligeros 20 m después del resalte (ext) en segunda prueba..... 186

Figura 121. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m después del resalte (ext) en segunda prueba..... 186

Figura 122. Perfiles de velocidad generales para resalte en segunda prueba (ext)..... 187

Figura 123. Índices energéticos y percentiles 70 m antes del resalte (ext) en segunda prueba 189

Figura 124. Índices energéticos y percentiles sobre el resalte (ext) en segunda prueba. 189

Figura 125. Índices energéticos y percentiles 20 m después del resalte (ext) en segunda prueba..... 190

Figura 126. Índices energéticos y percentiles 50 m después del resalte (ext) en segunda prueba..... 190

Figura 127. Porcentajes de vehículos en la toma de datos sobre el paso elevado extremo..... 191

Figura 128. Porcentajes de vehículos ligeros en la toma de datos sobre el paso elevado extremo..... 192

Figura 129. Velocidades medias de los vehículos ligeros 70 m antes del paso elevado (ext). 192

Figura 130. Velocidades medias de los vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext). 193

Figura 131. Velocidades medias de los vehículos ligeros 20 m después del paso elevado (ext). 193

Figura 132. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (ext). 194

Figura 133. Perfiles de velocidad generales para paso elevado (ext) 194

Figura 134. Índices energéticos y percentiles 70 m antes del paso elevado (ext). 196

Figura 135. Índices energéticos y percentiles sobre el paso elevado (ext). 197

Figura 136. Índices energéticos y percentiles 20 m después del paso elevado (ext). ... 197

Figura 137. Índices energéticos y percentiles 50 m después del paso elevado (ext)... 198

Figura 138. Porcentajes de vehículos en la toma de datos sobre el paso elevado intermedio..... 199

Figura 139. Porcentajes de vehículos ligeros en la toma de datos sobre el paso elevado intermedio..... 199

Figura 140. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m antes del paso elevado (int). 200

Figura 141. Velocidades medias de los vehículos ligeros sobre el paso elevado (int). . 200

Figura 142. Velocidades medias de los vehículos ligeros 20 m después del paso elevado (int). 201

Figura 143. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (int).201

Figura 144. Perfiles de velocidad generales para paso elevado (int)202

Figura 145. Índices energéticos y percentiles 50 m antes del paso elevado (int)......204

Figura 146. Índices energéticos y percentiles sobre el paso elevado (int)......204

Figura 147. Índices energéticos y percentiles 20 m después del paso elevado (int)......205

Figura 148. Índices energéticos y percentiles 50 m después del paso elevado (int)......205

Figura 149. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del lomo (int).209

Figura 150. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del lomo (int).210

Figura 151. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros sobre el lomo (int). .211

Figura 152. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el lomo (int).212

Figura 153. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del lomo (int).214

Figura 154. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del lomo (int).215

Figura 155. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del lomo (ext)......217

Figura 156. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del lomo (ext)......218

Figura 157. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros sobre el lomo (ext). 219

Figura 158. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el lomo (ext)......220

Figura 159. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del lomo (ext).222

Figura 160. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del lomo (int).223

Figura 161. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros 50 m después del lomo (ext).224

Figura 162. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del lomo (ext)......225

Figura 163. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del resalte (ext)......228

Figura 164. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del resalte (ext)......229

Figura 165. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros sobre el resalte (ext).230

Figura 166. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el resalte (ext).231

Figura 167. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del resalte (ext). 232

Figura 168. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del resalte (int). 233

Figura 169. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros 50 m después del resalte (ext). 235

Figura 170. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del resalte (ext). 236

Figura 171. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del paso elevado (ext). 239

Figura 172. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del paso elevado (ext). 240

Figura 173. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext). 241

Figura 174. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext). 242

Figura 175. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del paso elevado (ext). 244

Figura 176. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del paso elevado (ext). 245

Figura 177. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (ext). 246

Figura 178. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del paso elevado (ext). 247

Figura 179. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del paso elevado (int). 250

Figura 180. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del paso elevado (int). 251

Figura 181. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros sobre el paso elevado (int). 252

Figura 182. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el paso elevado (int). 253

Figura 183. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del paso elevado (int). 254

Figura 184. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del paso elevado (int). 255

Figura 185. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (int). 257

Figura 186. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del paso elevado (int). 258

Figura 187. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 50 m antes del lomo (int) 261

Figura 188. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 50 m antes del lomo (int).261

Figura 189. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros sobre el lomo (int).262

Figura 190. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar sobre el lomo (int).263

Figura 191. Reducciones de velocidad de vehículos ligeros en maniobras de aproximación al lomo (int).264

Figura 192. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 20 m después del lomo (int).265

Figura 193. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 20 m después lomo (int).266

Figura 194. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 70 m antes del lomo (ext)267

Figura 195. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 70 m antes del lomo (ext).268

Figura 196. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros sobre el lomo (ext).269

Figura 197. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar sobre el lomo (ext).270

Figura 198. Reducciones de velocidad de vehículos ligeros en maniobras de aproximación al lomo (ext).271

Figura 199. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 20 m después del lomo (ext).272

Figura 200. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades 20 m después del lomo (ext).273

Figura 201. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 50 m después del lomo (ext).274

Figura 202. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 50 m después lomo (ext).275

Figura 203. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 70 m antes del resalte (ext)276

Figura 204. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 70 m antes del resalte (ext).277

Figura 205. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros sobre el resalte (ext).278

Figura 206. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar sobre el resalte (ext).278

Figura 207. Reducciones de velocidad de vehículos ligeros en maniobras de aproximación al resalte (ext).280

Figura 208. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 20 m después del resalte (ext).281

Figura 209. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 20 m después resalte (ext).282

Figura 210. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 50 m después del resalte (ext). 283

Figura 211. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 50 m después resalte (ext). 284

Figura 212. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 70 m antes del paso elevado (ext). 285

Figura 213. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 70 m antes del paso elevado (ext). 286

Figura 214. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext). 287

Figura 215. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar sobre el paso elevado (ext). 287

Figura 216. Reducciones de velocidad de vehículos ligeros en maniobras de aproximación al paso elevado (ext). 289

Figura 217. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 20 m después del paso elevado (ext). 290

Figura 218. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 20 m después del paso elevado (ext). 291

Figura 219. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (ext). 292

Figura 220. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 50 m después del paso elevado (ext). 293

Figura 221. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 50 m antes del paso elevado (int). 294

Figura 222. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 50 m antes del paso elevado (int). 295

Figura 223. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros sobre el paso elevado (int). 296

Figura 224. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar sobre el paso elevado (int). 296

Figura 225. Reducciones de velocidad de vehículos ligeros en maniobras de aproximación al paso elevado (int). 298

Figura 226. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 20 m después del paso elevado (int). 299

Figura 227. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades 20 m después del paso elevado (int). 300

Figura 228. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (int). 301

Figura 229. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 50 m después del paso elevado (int). 302

Figura 230. Resumen de velocidades y niveles de ruido para vehículos ligeros en maniobras de deceleración, paso y aceleración para el lomo intermedio. 306

Figura 231. Resumen de velocidades y niveles de ruido para vehículos ligeros en maniobras de deceleración, paso y aceleración para el lomo extremo.....308

Figura 232. Resumen de velocidades y niveles de ruido para vehículos ligeros en maniobras de deceleración, paso y aceleración para el resalte.....310

Figura 233. Resumen de velocidades y niveles de ruido para vehículos ligeros en maniobras de deceleración, paso y aceleración para el paso peatonal elevado extremo.311

Figura 234. Resumen de velocidades y niveles de ruido para vehículos ligeros en maniobras de deceleración, paso y aceleración para el paso peatonal elevado intermedio.313

Figura 235. Ejemplo de gráfico de medias en relación al tipo de moderador con respecto a niveles $Leq-70-50$ m.318

Figura 236. Ejemplo de gráfico de caja y bigotes en relación al tipo de moderador con respecto a niveles $Leq-70-50$ m.318

Figura 237. Gráfico de medias en relación al tipo de vehículo con respecto a niveles Leq 20 m.....322

Figura 238. Gráfico de medias en relación al tipo de vehículo con respecto a niveles $Lmax$ 20 m.323

Figura 239. Gráfico de medias de Leq 0 m para la variable tipo de vehículo.326

Figura 240. Gráfico de medias de Leq 0 m para la variable altura del moderador.327

Figura 241. Gráfico de medias de Leq 0 m para la variable pendiente entrada.....327

Figura 242. Gráfico de medias de $Lmax$ 0 m para la variable tipo de vehículo329

Figura 243. Gráfico de medias de $Lmax$ 0 m para la variable pendiente de entrada...329

Figura 244. Ejemplo del cuadro resumen de la regresión simple sobre la variable $Leq-70-50$ m con el factor Velocidad.....331

Figura 245. Gráfico del modelo 38 ajustado.355

Figura 246. Gráfico de residuos del modelo 38.357

Figura 247. Gráfico del modelo 39 ajustado.358

Figura 248. Gráfico del modelo 40 ajustado.358

Figura 249. Gráfico del modelo 46 ajustado.361

Figura 250. Gráfico de residuos del modelo 46.361

Figura 251. Gráfico del modelo 47 ajustado.362

Figura 252. Gráfico del modelo 48 ajustado.362

Figura 253. Gráfico del modelo 54 ajustado.364

Figura 254. Gráfico del modelo 55 ajustado.365

Figura 255. Gráfico de medias de Leq 0 para la variable tipo de moderador de tráfico.374

Figura 256. Gráfico de medias de $Lmax$ 0 para la variable tipo de moderador de tráfico.378

Figura 257. Principales puntos del perfil de velocidad sobre un moderador de tráfico.393

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplos y efectos producidos por el ruido (OMS).	5
Tabla 2. Valoración general de los dispositivos moderadores de tráfico (Sanz, 2008). .	37
Tabla 3. Impacto de los moderadores de tráfico sobre la velocidad (Traffic Calming Organization, 2010).	39
Tabla 4. Impacto de los moderadores de tráfico sobre la siniestralidad (Traffic Calming Organization, 2010).	42
Tabla 5. Reducción del volumen vehicular (Ewing, 1999).	45
Tabla 6. Recomendaciones sobre moderadores en rutas de autobuses (Bus Priority team, 2005).	47
Tabla 7. Efecto en los niveles de ruido al reducir los volúmenes de tráfico (Bendtsen et al., 1998).	52
Tabla 8. Efecto de la reducción de velocidad en el ruido (Andersen, 2003).	57
Tabla 9. Efecto del ruido (dB) de las aceleraciones y deceleraciones en el modelo HARMONOISE en relación con un caso de referencia a velocidad constante de 50 km/h (Bendtsen, 2004).	61
Tabla 10. Medidas de ruido en diferentes tipos de bandas transversales (Bendtsen y Høj, 1990).	72
Tabla 11. Efecto del estrechamiento en los niveles de ruido (Bérenghier, 2008).	73
Tabla 12. Mediciones de velocidad antes/después de la instalación del radar fijo (MODETRA, 2009).	75
Tabla 13. Mediciones de ruido antes/después de la instalación del radar fijo (MODETRA, 2009).	75
Tabla 14. Secciones y tipos de carreteras analizadas (Bendtsen et al., 2001).	86
Tabla 15. Elementos moderadores en las travesías analizadas	97
Tabla 16. Características generales de las travesías analizadas	98
Tabla 17. Ubicación y número de perfiles de velocidad a utilizar en el análisis	100
Tabla 18. Frecuencias distancia DIA en pasos elevados intermedios.	124
Tabla 19. Frecuencias distancia DIA en lomos intermedios.	125
Tabla 20. Frecuencias distancia DIA en resaltes intermedios.	126
Tabla 21. Frecuencias distancia DIA en pasos elevados y lomos intermedios.	127
Tabla 22. Frecuencias distancia DIA en pasos elevados extremos.	128
Tabla 23. Frecuencias distancia DIA en lomos extremos.	129
Tabla 24. Frecuencias distancia DIA en lomos y pasos elevados extremos.	130
Tabla 25. Frecuencias distancia PID en pasos elevados.	132
Tabla 26. Frecuencias distancia MaxAce en pasos elevados.	133
Tabla 27. Frecuencias distancia PID en lomos.	134
Tabla 28. Frecuencias distancia MaxAce en lomos.	135
Tabla 29. Frecuencias distancia PID en resaltes.	136
Tabla 30. Frecuencias distancia MaxAce en resaltes.	137
Tabla 31. Frecuencias distancia DID en pasos elevados.	138

<i>Tabla 32. Frecuencias distancia DID en lomos.</i>	139
<i>Tabla 33. Frecuencias distancia DID en resaltes.</i>	140
<i>Tabla 34. Total de pruebas realizadas en el estudio.</i>	162
<i>Tabla 35. Percentiles de velocidad en toma de datos sobre lomo (int).</i>	166
<i>Tabla 36. Índices energéticos y percentiles de ruido en toma de datos sobre lomo (int).</i>	166
<i>Tabla 37. Percentiles de velocidad en toma de datos sobre lomo (ext).</i>	172
<i>Tabla 38. Índices energéticos y percentiles de ruido en toma de datos sobre lomo (ext).</i>	173
<i>Tabla 39. Percentiles de velocidad en primera toma de datos sobre resalte (ext).</i>	180
<i>Tabla 40. Índices energéticos y percentiles de ruido en primera toma de datos sobre resalte (ext).</i>	181
<i>Tabla 41. Percentiles de velocidad en segunda toma de datos sobre resalte (ext).</i>	188
<i>Tabla 42. Índices energéticos y percentiles de ruido en segunda toma de datos sobre resalte (ext).</i>	188
<i>Tabla 43. Percentiles de velocidad en toma de datos sobre paso elevado (ext).</i>	195
<i>Tabla 44. Índices energéticos y percentiles de ruido en toma de datos sobre paso elevado (ext).</i>	196
<i>Tabla 45. Percentiles de velocidad en toma de datos sobre paso elevado (int).</i>	203
<i>Tabla 46. Índices energéticos y percentiles de ruido en toma de datos sobre paso elevado (int).</i>	203
<i>Tabla 47. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de deceleración 50 m antes del lomo intermedio.</i>	208
<i>Tabla 48. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del lomo (int).</i>	209
<i>Tabla 49. Valores promedio de vehículos ligeros en paso sobre el lomo (int).</i>	211
<i>Tabla 50. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el lomo (int).</i>	212
<i>Tabla 51. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de aceleración 20 m después del lomo (int).</i>	213
<i>Tabla 52. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 10 m después del lomo (int).</i>	214
<i>Tabla 53. Valores promedio en todas las maniobras del lomo (int).</i>	216
<i>Tabla 54. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de deceleración 70 m antes del lomo extremo.</i>	217
<i>Tabla 55. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del lomo (ext).</i>	218
<i>Tabla 56. Valores promedio de vehículos ligeros en paso sobre el lomo (ext).</i>	219
<i>Tabla 57. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el lomo (ext).</i>	220
<i>Tabla 58. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de aceleración 20 m después del lomo (ext).</i>	221

Tabla 59. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del lomo (ext). 222

Tabla 60. Valores promedio de vehículos ligeros 50 m después del lomo (ext). 224

Tabla 61. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del lomo (ext). 225

Tabla 62. Valores promedio en todas las maniobras del lomo (ext). 226

Tabla 63. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de deceleración 70 m antes del resalte extremo. 227

Tabla 64. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del resalte (ext). 228

Tabla 65. Valores promedio de vehículos ligeros en paso sobre el resalte (ext). 229

Tabla 66. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el resalte (ext). 230

Tabla 67. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de aceleración 20 m después del resalte (ext). 232

Tabla 68. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del lomo resalte (ext). 233

Tabla 69. Valores promedio de vehículos ligeros 50 m después del resalte (ext). 234

Tabla 70. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del resalte (ext). 235

Tabla 71. Valores promedio en todas las maniobras del resalte (ext). 237

Tabla 72. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de deceleración 70 m antes del paso elevado extremo. 238

Tabla 73. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del paso elevado (ext). 239

Tabla 74. Valores promedio de vehículos ligeros en paso sobre el paso elevado (ext). 240

Tabla 75. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext). 241

Tabla 76. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de aceleración 20 m después del paso elevado (ext). 243

Tabla 77. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del paso elevado (ext). 244

Tabla 78. Valores promedio de vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (ext). 246

Tabla 79. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del paso elevado (ext). 247

Tabla 80. Valores promedio en todas las maniobras del paso elevado (ext). 248

Tabla 81. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de deceleración 50 m antes del paso elevado intermedio. 249

Tabla 82. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del paso elevado (int). 250

Tabla 83. Valores promedio de vehículos ligeros en paso sobre el paso elevado (int). 251

Tabla 84. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el paso elevado (int).252

Tabla 85. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de aceleración 20 m después del paso elevado (int).254

Tabla 86. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del paso elevado (int).255

Tabla 87. Valores promedio de vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (int).256

Tabla 88. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del paso elevado (int).257

Tabla 89. Valores promedio en todas las maniobras del paso elevado (int).259

Tabla 90. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 50 m antes del lomo (int).260

Tabla 91. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros sobre lomo (int).262

Tabla 92. Índices energéticos promedio por deducciones de velocidad de vehículos ligeros sobre el lomo (int).263

Tabla 93. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 20 m después del lomo (int).265

Tabla 94. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 70 m antes del lomo (ext).267

Tabla 95. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros sobre el lomo (ext).268

Tabla 96. Índices energéticos promedio por deducciones de velocidad de vehículos ligeros sobre el lomo (ext).270

Tabla 97. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 20 m después del lomo (ext).272

Tabla 98. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 50 m después del lomo (ext).274

Tabla 99. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 70 m antes del resalte (ext).276

Tabla 100. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros sobre el resalte (ext).277

Tabla 101. Índices energéticos promedio por deducciones de velocidad de vehículos ligeros sobre el resalte (ext).279

Tabla 102. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 20 m después del resalte (ext).281

Tabla 103. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 50 m después del resalte (ext).283

Tabla 104. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 70 m antes del paso elevado (ext).285

Tabla 105. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext). 286

Tabla 106. Índices energéticos promedio por deducciones de velocidad de vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext). 288

Tabla 107. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 20 m después del paso elevado (ext). 290

Tabla 108. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (ext). 292

Tabla 109. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 50 m antes del paso elevado (int). 294

Tabla 110. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros sobre el paso elevado (int). 295

Tabla 111. Índices energéticos promedio por deducciones de velocidad de vehículos ligeros sobre el paso elevado (int). 297

Tabla 112. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 20 m después del paso elevado (int). 299

Tabla 113. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (int). 301

Tabla 114. Comparativa según índices energéticos principales en todos los moderadores. 303

Tabla 115. Comparativa según índices velocidades y ruido en todos los moderadores. 304

Tabla 116. Trayectorias eliminadas del análisis por presentar comportamientos atípicos. 315

Tabla 117. Ejemplo de resultados de análisis de varianzas ANOVA para el factor MODERADOR en la Variable Leq-70-50 m. 317

Tabla 118. Ejemplo de resultados en tabla de medias para el factor MODERADOR en la Variable Leq-70-50 m. 317

Tabla 119. Ejemplo de resultados de análisis de medianas (Kruskal-Wallis) para el factor MODERADOR en la Variable Leq-70-50 m. 317

Tabla 120. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Leq -70-50 m. 319

Tabla 121. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmax -70-50 m. 320

Tabla 122. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmin -70-50 m. 320

Tabla 123. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Leq 20 m. 321

Tabla 124. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmax 20 m. 322

Tabla 125. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmin 20 m. 323

Tabla 126. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Leq 50 m.324

Tabla 127. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmax 50 m.324

Tabla 128. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmin 50 m.325

Tabla 129. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Leq 0 m.326

Tabla 130. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmax 0 m.328

Tabla 131. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmin 0.m330

Tabla 132. Ejemplo de lista de modelos alternativos de la regresión simple sobre la variable Leq-70-50 m con el factor Velocidad.332

Tabla 133. Ejemplo de residuos atípicos de la regresión simple sobre la variable Leq-70-50 m con el factor Velocidad.333

Tabla 134. Resultados de regresiones simples sobre la variable Leq-70-50 m.333

Tabla 135. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmax-70-50 m.334

Tabla 136. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmin-70-50 m.....334

Tabla 137. Resultados de regresiones simples sobre la variable Leq 20 m.335

Tabla 138. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmax 20 m.336

Tabla 139. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmin 20 m.336

Tabla 140. Resultados de regresiones simples sobre la variable Leq 50 m.337

Tabla 141. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmax 50 m.338

Tabla 142. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmin 50 m.338

Tabla 143. Resultados de regresiones simples sobre la variable Leq en los moderadores.340

Tabla 144. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmax sobre los moderadores.341

Tabla 145. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmin sobre los moderadores.342

Tabla 146. Combinaciones de variables dummy para las variables cualitativas.....345

Tabla 147. Modelos de regresión para nivel equivalente 70 o 50 m antes del moderador346

Tabla 148. Modelos de regresión para nivel máximo 70 o 50 m antes del moderador.347

Tabla 149. Modelos de regresión para nivel mínimo 70 o 50 m antes del moderador.348

Tabla 150. Modelos de regresión para nivel equivalente 20 m después del moderador349

Tabla 151. Modelos de regresión para nivel máximo 20 m después del moderador. ...351

Tabla 152. Modelos de regresión para nivel mínimo 20 m después del moderador.352

Tabla 153. Modelos de regresión para nivel equivalente 50 m después del moderador.
..... 353

Tabla 154. Modelos de regresión para nivel máximo 50 m después del moderador.... 354

Tabla 155. Modelos de regresión para nivel Mínimo 50 m después del moderador. .. 354

Tabla 156. Modelos de regresión para nivel equivalente sobre los moderadores 356

Tabla 157. Modelos de regresión para nivel máximo sobre los moderadores...... 360

Tabla 158. Modelos de regresión para nivel Mínimo sobre el moderador. 364

Tabla 159. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Leq 70 o 50 m antes del moderador. 366

Tabla 160. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmax 70 o 50 m antes del moderador. 367

Tabla 161. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmin 70 o 50 m antes del moderador. 368

Tabla 162. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Leq 20 m después del moderador. 369

Tabla 163. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmax 20 m después del moderador. 370

Tabla 164. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmin 20 m después del moderador. 371

Tabla 165. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Leq 50 m después del moderador. 372

Tabla 166. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmax 50 m después del moderador. 373

Tabla 167. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmin 50 m después del moderador. 373

Tabla 168. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Leq sobre el moderador.
..... 375

Tabla 169. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmax sobre el moderador. 377

Tabla 170. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmin sobre el moderador.
..... 379

1. **INTRODUCCIÓN**

Esta tesis doctoral tiene como meta principal establecer una metodología de toma de datos de ruido la cual permita conocer el comportamiento del ruido del tráfico rodado en las maniobras de deceleración, paso y aceleración de los vehículos sobre distintos tipos de dispositivos moderadores de tráfico, para así poder entrar a modelar el comportamiento del ruido producido por los vehículos en función de la velocidad, las características de la vía, tipo y geometría del dispositivo moderador y tipo de vehículo.

Es importante resaltar las limitaciones en el alcance de la tesis, ya que los perfiles de velocidad con los que se cuenta para esta investigación se corresponden únicamente a vehículos ligeros y por lo tanto esta investigación esta enfocada a este tipo de vehículos. Además, la investigación se centra en los dispositivos moderadores de tráfico más utilizados y comunes en la Comunidad Valenciana como son el lomo transversal, el paso peatonal elevado y el resalte prefabricado.

Por lo tanto, la estructura de los capítulos de la misma siguen los pasos seguidos para la consecución de la investigación, partiendo con el estado del arte que se encuentra en el Capítulo 2 y en el cual están todos los conceptos teóricos básicos respecto al fenómeno del ruido, moderación de tráfico, las investigaciones previas consultadas respecto a ruido vehicular y tráfico vehicular, composición del tráfico, velocidad, patrones de conducción, moderadores de tráfico, modelos de ruido y metodologías encontradas en otras investigaciones.

Con esta información se procedió a plantear los objetivos e hipótesis de la tesis que se encuentran en el Capítulo 3, donde además se expresan de manera mas precisa las limitaciones y alcances de la investigación. En el Capítulo 4 se muestra el análisis de los perfiles de velocidad asociados a moderadores de tráfico. En este capítulo se estiman y determinan los puntos principales de la maniobra de aproximación, paso y aceleración sobre dichos dispositivos que serán la materia prima para el desarrollo de la metodología de medición de ruido.

El Capítulo 5 corresponde al desarrollo de la metodología para la toma de datos de ruido y velocidades en los puntos más importantes en cuanto a niveles de ruido se refiere y además se describen en detalle los equipos y software utilizados en las pruebas. El Capítulo 6 corresponde al desarrollo experimental en el cual se muestran los datos de las pruebas realizadas sobre los tres moderadores de tráfico más conocidos y utilizados como son el lomo, el paso elevado y el resalte prefabricado.

Todos los datos tomados en la ejecución experimental se procesaron con el fin de determinar velocidades y correlacionarlas con los datos puntuales de ruido y con estos datos se procedió a un análisis que se muestra en el Capítulo 7. Este análisis se realizó con respecto a los índices principales de ruido y al ruido asociado a las velocidades puntuales.

Posteriormente, el Capítulo 8 muestra el análisis estadístico completo donde se caracterizaron las distintas variables, se establecieron correspondencias y relaciones entre ellas para finalmente desarrollar y calibrar los modelos finales que representan el comportamiento de ruido en los puntos principales determinados en el perfil de velocidad, para los distintos tipos de vehículos y sobre los diferentes moderadores de tráfico analizados.

El capítulo 9 corresponde a la discusión sobre el estado del arte, discusión sobre el análisis de perfiles de velocidad, de la metodología planteada para el estudio de ruido y por último la discusión de los modelos de ruido planteados. En el Capítulo 10 se muestran las conclusiones generales del estudio, las conclusiones para cada tipo de dispositivo moderador analizado y las conclusiones sobre los modelos desarrollados. Las aplicaciones de los resultados obtenidos en la investigación se muestran en el Capítulo 11 y las futuras líneas de investigación derivadas de la tesis en el Capítulo 12.

1.1 Antecedentes

Ante el aumento de sensibilización de la sociedad frente a la contaminación medioambiental, y en concreto la acústica, cada día se acometen más actuaciones para reducirla y controlarla. Dentro de las fuentes de contaminación acústica se encuentra el tráfico rodado y por consiguiente las actuaciones para la reducción del ruido sobre ellas es tema de interés general de la sociedad. ¿Pero qué es el ruido? La diferencia fundamental entre "sonido" y "ruido" está determinada por un factor subjetivo: "ruido es todo sonido no deseado" y según su procedencia, sus características e incluso, según nuestras circunstancias en el momento en que se perciben, los sonidos pueden resultarnos suaves y agradables o estrepitosos y agresivos. A esto se le debe agregar que nuestro sistema auditivo está siempre abierto al mundo, lo cual implica una recepción continuada de estímulos sonoros agradables y no agradables de los cuales no podemos sustraer lo que nos gusta de lo que no nos gusta.

El ruido, considerado como una sensación auditiva desagradable y molesta, representa un importante problema ambiental para el hombre, éste tiene efectos sobre la salud, sobre el comportamiento humano individual y el comportamiento grupal; debido a las consecuencias físicas, psíquicas y

sociales que conlleva. La evolución experimentada por los países desarrollados en las últimas décadas, con la proliferación de industrias, aumento espectacular del parque automovilístico y de los medios de transporte público, a la vez que ha contribuido a elevar la calidad de vida de los ciudadanos, ha ocasionado un incremento de la contaminación ambiental y, en particular, de la producida por ruidos y vibraciones. En comparación con otros contaminantes del medio ambiente, el control de ruido no es del todo suficiente en muchos casos, debido a la falta de conocimiento de los efectos nocivos que conlleva la exposición a él y las características particulares del mismo las cuales serán expuestas más adelante en el capítulo correspondiente al estado del arte.

La Universidad Politécnica de Valencia y más concretamente el Grupo de Investigación en ingeniería de carreteras (GIIC) del Instituto de Transporte y Territorio, trabajó en el proyecto de investigación “Metodología para el diseño e implantación de sistemas de moderación de tráfico, MODETRA”. El objetivo principal del proyecto consistió en formular una metodología para el diseño e implantación de sistemas de moderación de tráfico, estableciendo una serie de criterios técnicos en los que basar una eventual mejora de la normativa propuesta. Así, se logró sistematizar su utilización, optimizando su eficacia como pacificadores del tráfico, sus repercusiones económicas y su influencia sobre la seguridad vial y el confort de los usuarios.

Para ello, se estudiaron y analizaron los dispositivos ya existentes, y se desarrollaron algunos nuevos. Con el fin de caracterizarlos y determinar su influencia en el entorno, se realizaron una serie de pruebas experimentales a partir de las cuales se definieron los parámetros a tener en cuenta de cara a una eventual normativa de homologación de este tipo de dispositivos. Debido a esto se planteó realizar un trabajo de fin de Máster y posterior Tesis Doctoral con la dirección del Prof. Dr. Alfredo García García en la variable “ruido” como una variable operacional para correlacionar la infraestructura y el entorno, aplicada en los moderadores de tráfico existentes en la actualidad. En el trabajo fin de Máster se analizó el ruido producido por los vehículos en diferentes tipos de moderadores 40 m antes del mismo, sobre el moderador y 10 m después del mismo y en esta tesis doctoral se busca establecer una metodología de toma de datos de ruido que permita conocer el comportamiento del ruido del tráfico rodado en las maniobras de deceleración, paso y aceleración de los vehículos sobre distintos tipos de dispositivos moderadores de tráfico con el fin de modelar el comportamiento del ruido producido por los vehículos en función de la velocidad, las características de la vía, tipo y geometría del dispositivo moderador y tipo de vehículo.

1.2 Efectos del ruido

Las consecuencias negativas del ruido, por sus características peculiares, afloran a lo largo de dilatados periodos de tiempo. En nuestros días, el ruido es considerado como una forma importante de contaminación y una clara manifestación de una baja calidad de vida. Las consecuencias del impacto acústico ambiental, tanto de orden fisiológico como psicológico, afectan cada vez a un mayor número de personas y en particular a los habitantes de las grandes ciudades.

Diversos científicos y expertos que tratan la materia, y numerosos organismos oficiales entre los que se encuentran la OMS, la CEE, la Agencia Federal de Medio Ambiente Alemana y el CSIC Español (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), han declarado de forma unánime que el ruido tiene efectos muy perjudiciales para la salud. Estos perjuicios varían desde trastornos puramente fisiológicos, como la conocida pérdida progresiva de audición, hasta los psicológicos, al producir una irritación y un cansancio que provocan disfunciones en la vida cotidiana, tanto en el rendimiento laboral como en la relación con los demás. La lista de posibles consecuencias de la contaminación acústica es larga: interferencias en la comunicación, perturbación del sueño, estrés, irritabilidad, disminución de rendimiento y de la concentración, agresividad, cansancio, dolor de cabeza, problemas de estómago, alteración de la presión arterial, alteración de ritmo cardíaco, depresión del sistema inmunológico (baja de defensas), alteración de los niveles de segregación endocrina, vasoconstricción, problemas mentales y estados depresivos.

Lo primero que se debe conocer para estimar el impacto acústico es el límite de lo "saludable". Obviamente no hay un número que marque la barrera infranqueable entre lo perjudicial y lo no perjudicial; más aún, no hay un índice absoluto que defina en su total complejidad el fenómeno físico que es el ruido. El hecho de que la subjetividad constituya una variable de este problema hace que sea especialmente difícil marcar una barrera válida para la mayoría. Para empezar se definirá el nivel de presión sonora (L_{eq}) como el valor más universal y aceptado para medir la contaminación sonora de un lugar. Esta magnitud física, que se estudiará con profundidad más adelante, está relacionada con la presión que existe en el ambiente debida al ruido.

Existen otros indicadores como el nivel máximo, o el nivel asociado a un percentil determinado, se puede medir el ruido instantáneo o hacer una media a lo largo del tiempo. En definitiva existen multitud de maneras de caracterizar el ruido y el límite que se busca dependerá del tipo de ruido al que estamos expuestos (un nivel sonoro de 80 dB no supone un daño excesivo para el oído humano, pero la exposición continuada a este nivel sí puede suponer un daño

irreparable). Por todo esto las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (Berglund et al., 1999) no se limitan a un valor numérico sino en el que se tienen en cuenta varios factores que se resumen en la Tabla 1.

<i>EJEMPLO</i>	<i>dBA</i>	<i>EFECTO</i>
Respirar	0-10	Umbral de audición
Conversación en casa	50	silencioso
Conversación lugar concurrido	60	Interfiere con la conversación
Autopista con tráfico a 15 m	70	Molesto, interfiere con el uso del teléfono
Tren a 15 m	80	Posibles daños en la audición a largo plazo
Tren Subterráneo (metro), camión diesel	90	Interfiere con la conversación, daños al oído por exposición de más de 8 horas
Despegue de jet a 300 m	100	Daños al oído por exposiciones de más de 1 hora.
Trueno, motosierra, concierto de rock	120	Umbral de dolor humano
Despegue de jet a 25 m	150	Ruptura de tímpano

Tabla 1. Ejemplos y efectos producidos por el ruido (OMS).

1.3 El problema del ruido en las ciudades europeas

Todos los ciudadanos se ven de alguna manera afectados por el ruido, que puede tener un impacto considerable en la calidad de vida de las personas. Tal y como se señala en las Guías para el ruido urbano de la OMS (Berglund et al., 1999), se calcula que aproximadamente la mitad de los ciudadanos comunitarios (UE 15) residen en zonas que no garantizan una comodidad acústica a sus habitantes. Alrededor del 40% de la población está expuesta al ruido del tránsito con un nivel equivalente de presión sonora que excede de 55 dBA durante el día y el 20% está expuesto a más de 65 dBA. Más del 30% de la población está expuesta durante la noche a niveles de presión sonora por encima de 55 dBA, lo que trastorna el sueño.

Así mismo, el ruido disminuye la calidad de vida desde un punto de vista más general. Interfiere con la comunicación, en la carretera, en el jardín e incluso en el interior de la vivienda. Mucha gente reacciona y abandona la ciudad por este motivo. Los estudios muestran que el ruido (ambiental) es una de las principales razones por las que la gente se traslada de la ciudad a las afueras. Según el Instituto de Estadística de la ciudad de Colonia en Alemania (Stadt Köln, 2003), una de cada tres familias que se traslada a vivir fuera de la ciudad lo hace fundamentalmente por el ruido y la contaminación acústica. Además de generar más tráfico rodado y ruido, la salida de tantos ciudadanos también supone un riesgo para los ingresos de la ciudad, ya que en muchos países la cuota fiscal está directa o indirectamente vinculada al número de habitantes. Cada vez son más las ciudades europeas conscientes de que el ruido requiere una estrategia de reducción propia, dedicada y a largo plazo, y que no se puede abordar simplemente de forma indirecta a través de otras políticas. La lucha contra el ruido exige un planteamiento local y personalizado para reducir el ruido en las carreteras existentes y para las viviendas existentes. Sin embargo, hay numerosas sinergias entre las medidas para combatir el ruido y otras medidas sostenibles de desarrollo y transporte urbano. Además, muchas de las medidas para combatir el ruido también mejoran la calidad del aire: son bastantes las sinergias con el programa para mantener el aire limpio.

En los últimos años, la contaminación acústica se ha convertido en un problema común para los centros urbanos y su tratamiento en uno de los nuevos retos de la política medioambiental. Tal y como afirma Ken Livingstone, alcalde de Londres, en su *Ambient Noise Strategy* (2004).

A la hora de hablar del coste de la elaboración y sobre todo de la ejecución de los planes de acción contra el ruido, debemos tener en cuenta que el propio ruido genera gastos. Estos gastos están relacionados por ejemplo con la salud (tratamientos médicos) y con la disminución de los precios de las viviendas y los ingresos por alquiler. Se calcula que el coste social del ruido generado por el tráfico rodado en la UE de los 22 oscila entre 30.000 y 46.000 millones de euros al año, que supone aproximadamente el 0,4% del PIB en la UE de los 22 (CE Delft, 2007). Teniendo esto en cuenta, está claro que la lucha contra el ruido no sólo acarreará beneficios sociales y sanitarios, sino ventajas económicas también. Un estudio holandés calculó que los beneficios de las medidas para combatir el ruido en los Países Bajos, aplicando la reducción en el valor de mercado de las viviendas y del suelo edificable de las zonas urbanas como consecuencia del ruido provocado por el tráfico rodado y ferroviario, son de casi 10.800 millones de euros (Jabben et al., 2007). Otros estudios realizados en distintos países europeos sugieren una reducción de 20 euros por persona y año sobre la base de una renta mensual media de 350 euros por cada dBA que supere el nivel de 50 dBA.

En función del régimen fiscal, esto puede conllevar un descenso de los ingresos fiscales para las autoridades locales también (Bund, 2007). Estas cifras demuestran claramente que incluso los costes elevados de las medidas para combatir el ruido están muchas veces justificados por los grandes beneficios que se consiguen a través de la reducción del ruido. Esto resulta especialmente cierto cuando se combate el ruido en su origen. El programa de innovación contra el ruido (IPG) del gobierno holandés ha calculado por ejemplo que por cada decibelio en que se reduce el ruido en su origen se ahorrarían 100 millones de euros en medidas terminales (como las barreras acústicas y el aislamiento de los edificios) (CE Delft, 2007, basado en el programa IPG 2007).

1.4 La moderación de tráfico

Moderar el tráfico o como se conoce en otros países calmar el tráfico, tráfico calmado, abatir el tráfico, pacificación del tráfico o traffic calming; es una práctica que se ha venido implementando en los países desarrollados principalmente. En algunas naciones europeas se ha incorporado esta técnica a través del diseño del espacio público y por lo general, los programas de moderación del tráfico forman parte del plan general de transporte y del medio ambiente.

La idea principal en la moderación del tráfico es utilizar una serie de medidas y técnicas, para lograr cambiar la percepción por parte del conductor en el área por la que circula para así obligarlo a conducir de acuerdo con las circunstancias que se le imponen. Como se verá más profundamente en el desarrollo del capítulo correspondiente al estado del arte, la moderación del tráfico vehicular tiene dos objetivos principales. Primero, la reducción en la cantidad y gravedad de los accidentes de tráfico y segundo, el mejoramiento del medio ambiente local para las personas que viven, trabajan o visitan alguna zona. Esto implica, no en todos los casos, la disminución del flujo de tráfico y, desde luego, la disminución de la velocidad de los vehículos que transitan por la zona.

Los elementos físicos de regulación del tráfico son los más utilizados por el sistema de moderación del tráfico y obligan al conductor a reducir la velocidad y, además, restringen el área de circulación. Por eso, sobre todo en las zonas urbanas, la moderación del tráfico está comúnmente asociada a cambios horizontales y verticales del trazado. La moderación del tráfico también está muy asociada al estímulo del uso de la bicicleta o de impulsar los recorridos a pie, es decir, poner a los vehículos y la circulación vehicular en un segundo plano con respecto a la circulación peatonal y de bicicletas.

Como se ha visto, la moderación de tráfico está muy asociada al mejoramiento del medio ambiente local para las personas que habitan, visitan o trabajan en una zona. Por lo tanto, el ruido producido por los vehículos en la aproximación, paso por los dispositivos o las medidas adoptadas para moderar el tráfico cobran especial importancia en las zonas residenciales en las que los niveles de ruido pueden afectar a las personas que habitan cerca de dichos dispositivos, afectando principalmente los niveles de ruido en las horas nocturnas.

2. ESTADO DEL ARTE

En el siguiente capítulo se expondrán los conceptos teóricos básicos para un mejor entendimiento del trabajo y se mostrará el estado del arte con respecto a investigaciones realizadas referentes a ruido de tráfico vehicular asociado a sistemas moderadores de tráfico, perfiles de velocidad, patrones de conducción y modelos.

2.1 Conceptos Teóricos Básicos

A continuación se expondrán los conceptos teóricos básicos para una mejor interpretación y entendimiento del trabajo elaborado.

2.1.1 Sonido y Ruido

El sonido es la vibración de un medio elástico, bien sea gaseoso, líquido o sólido. Cuando se refiere al sonido audible por el oído humano, estamos hablando de la sensación detectada por nuestro oído, que producen las rápidas variaciones de presión en el aire por encima y por debajo de un valor estático. Este valor estático nos lo da la presión atmosférica (alrededor de 100.000 Pa) el cual tiene unas variaciones pequeñas y de forma muy lenta, tal y como se puede comprobar en un barómetro.

Cuando las rápidas variaciones de presión se centran entre 20 y 20.000 veces por segundo (igual a una frecuencia de 20 Hz a 20 kHz) el sonido es potencialmente audible aunque las variaciones de presión puedan ser a veces tan pequeñas como la millonésima parte de un pascal. Los sonidos muy fuertes son causados por grandes variaciones de presión, por ejemplo una variación de 1 Pa se oiría como un sonido muy fuerte, siempre y cuando la mayoría de la energía de dicho sonido estuviera contenida en las frecuencias medias (1 kHz - 4 kHz) que es donde el oído humano es más sensitivo.

El sonido lo puede producir diferentes fuentes, desde una persona hablando hasta un altavoz, que es una membrana móvil que comprime el aire generando ondas sonoras. Se considerarán como ruidos todos aquellos sonidos no deseados en el momento de su emisión. El ruido como contaminante acústico tiene unas características especiales. De acuerdo con la revista "Cimbra" nº 315 Marzo-abril 97 en su artículo "La lucha contra el ruido", ellas son:

- Empieza a contaminar en el mismo momento que empieza a emitir la fuente, pero termina cuando esta cesa y no quedan residuos.

- Apenas se acumula puesto que se mueve en un sistema logarítmico. Sin embargo, cuando un ruido aumenta 10 dB da la impresión de que ha aumentado el doble (recíprocamente si se consigue reducir el ruido en 10 dB dará la sensación de haber reducido el ruido a la mitad)
- Se dispersa con la distancia.

Por lo tanto los efectos negativos producidos por el ruido, aparecen a lo largo de dilatados periodos de tiempo. En la actualidad, el ruido es considerado como una forma importante de contaminación y una clara manifestación de una baja calidad de vida.

2.1.1.1 Frecuencia

Como se ha dicho el sonido se produce como consecuencia de las compresiones y expansiones de un medio elástico, o sea de las vibraciones que se generan en él. La frecuencia de una onda sonora se define como el número de pulsaciones (ciclos) que tiene por unidad de tiempo (segundo). La unidad correspondiente a un ciclo por segundo es el hertzio (Hz). Las frecuencias más bajas se corresponden con lo que habitualmente llamamos sonidos "graves", que son sonidos de vibraciones lentas. Las frecuencias más altas se corresponden con lo que llamamos "agudos" y son vibraciones muy rápidas. El espectro de frecuencias audible varía según cada persona, sin embargo normalmente se acepta como el intervalo entre 20 Hz y 20.000 Hz.

2.1.1.2 Decibelio y Ponderación A

El decibelio es una unidad logarítmica de medida utilizada en diferentes disciplinas de la ciencia. En todos los casos se usa para comparar una cantidad con otra llamada de referencia. Normalmente el valor tomado como referencia es siempre el menor valor de la cantidad. En algunos casos puede ser un valor promediado aproximado. En acústica la mayoría de las veces el decibelio se utiliza para comparar la presión sonora, en el aire, con una presión de referencia. Este nivel de referencia tomado en acústica, es una aproximación al nivel de presión mínimo que hace que nuestro oído sea capaz de percibirlo. El nivel de referencia varía lógicamente según el tipo de medida que estemos realizando. No es el mismo nivel de referencia para la presión acústica, que para la intensidad acústica o para la potencia acústica. A continuación se dan los valores de referencia:

- Nivel de referencia para la presión sonora (en el aire) = $2E-5$ Pa

- Nivel de referencia para la intensidad sonora (en el aire) = $1\text{E-}12\text{ W/m}^2$
- Nivel de referencia para la potencia sonora (en el aire) = $1\text{E-}12\text{ W}$

Como su nombre indica el decibelio es la décima parte del Bel. El Bel es el logaritmo en base 10 de la relación de dos potencias o intensidades. No obstante esta unidad resulta demasiado grande por lo que se ha normalizado el uso de la décima parte del Bel, siendo el decibel o decibelio. La fórmula para su aplicación es la siguiente, partiendo que la intensidad acústica en el campo lejano es proporcional al cuadrado de la presión acústica.

Se define el nivel de presión sonora como se muestra en la ecuación 1

$$Lp = 10 \log \left(\frac{p^2}{p_{ref}^2} \right) = 20 \log \left(\frac{p}{p_{ref}} \right) \quad (1)$$

Siendo Lp = Nivel de presión sonora; p la presión medida; p_{ref} la presión de referencia ($2\text{E-}5\text{ Pa}$)

Como es fácil ver el nivel de referencia siempre se corresponde con el nivel de 0 dB como se aprecia en la ecuación 2

$$Lp = 20 \log \left(\frac{0,00002}{0.00002} \right) = 20 \log 1 = 20 * 0 = 0 \text{ dB} \quad (2)$$

Por la tanto 0 dB es el umbral de audición del oído humano, se supone que no es posible oír por debajo de este nivel, o sea variaciones de nivel en la presión del aire inferiores a $2\text{E-}5\text{ Pa}$. El decibelio es utilizado ya que si no, se estarían manejando números o muy pequeños o excesivamente grandes, llenos de ceros, con lo que la posibilidad de error sería muy grande al hacer cálculos. Además también hay que tener en cuenta que el comportamiento del oído humano está más cerca de una función logarítmica que de una lineal, ya que no percibe la misma variación de nivel en las diferentes escalas de nivel, ni en las diferentes bandas de frecuencias.

Se ha visto que el dB es un valor lineal, quiere decir que los valores medidos son los valores tomados como válidos sin que sufran ninguna alteración. Si los valores de presión acústica los medimos de esta forma, linealmente, aun siendo cierta dicha medida, tendrá poco valor en cuanto a la percepción del oído humano. El oído no se comporta igual para el mismo nivel de presión en diferentes frecuencias. Por ejemplo para un sonido lineal en toda la banda de 20 Hz a 20 kHz con un nivel de 30 dB en todas las bandas, si el oído fuese lineal se oíría lo mismo o mejor con la misma intensidad auditiva las

frecuencias más bajas, que las medias y que las agudas. Sin embargo esto no es cierto: el oído humano tiene una menor sensibilidad en las frecuencias más graves, y en las más agudas frente a las medias. Las que más se oyen por tanto son las frecuencias medias, y las que se oyen menos son las más graves seguidas de las más agudas. Como se ve es necesario encontrar una forma de ajustar los niveles de dB que han sido medidos con la percepción que el oído tiene de los mismos según cada frecuencia. Esta corrección se realiza ponderando los dB medidos mediante una tabla de ponderación ya especificada y que se llama tabla "A". Los decibelios ya ponderados en "A" se representan como dBA y los no ponderados, llamados lineales, como dB. Existen en total 4 escalas (A, B, C, D). Cada una modifica el nivel de respuesta en frecuencias para seguir una curva isofónica y es la curva A la que se ajusta mejor a la respuesta subjetiva humana para niveles de ruido comunitario. (Figura 1)

Por ejemplo si en una frecuencia de 100 Hz se ha medido 80 dB, al ponderarlo pasarán a ser 60,9 dBA, lo que quiere decir que un nivel de presión sonora de 80 dB en una frecuencia de 100 Hz es oído por el sistema de audición como si realmente tuviese 60,9 dBA y no 80 dB.

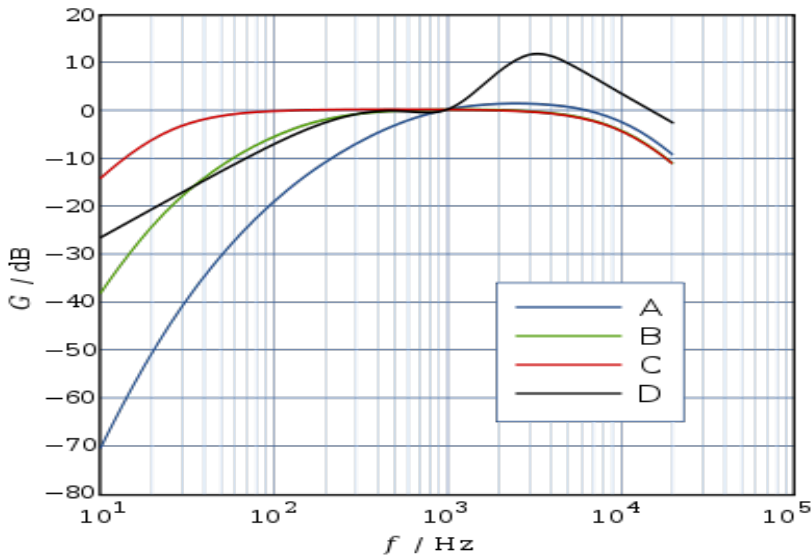


Figura 1. Curvas de ponderación: Frecuencia vs nivel de presión sonora relativa.

2.1.1.3 Presión Acústica

La presión acústica L_p como se ha visto antes, es la presión que se genera en un punto determinado por una fuente sonora. El nivel de presión sonora SPL o LPS se mide en dBA y determina el nivel de presión que realiza la onda sonora con relación a un nivel de referencia que es 2×10^{-5} Pa en el aire. Es el parámetro más fácil de medir, su valor depende del punto donde midamos y realmente no arroja suficiente información sobre las características acústicas de la fuente. La mayoría de los instrumentos de medida del sonido responden a la presión y normalmente cuando se habla de decibelios se asocia al nivel de presión (Ecuación 1).

Los límites superior e inferior de la escala de niveles de presión sonora serán los que se muestran en las ecuaciones 3 y 4

$$L_{p \text{ inferior}} = 20 \log \left(\frac{2 * 10^{-5}}{2 * 10^{-5}} \right) = 0 \text{ dB} \quad (3)$$

$$L_{p \text{ superior}} = 20 \log \left(\frac{10^3}{2 * 10^{-5}} \right) = 153,98 \text{ dB} \quad (4)$$

Aunque se pueden percibir sonidos de 153,98 dB, a partir de 120 dB se produce una sensación dolorosa difícilmente tolerable.

2.1.1.4 Intensidad acústica

Se puede definir la intensidad acústica L_i como la cantidad de energía sonora transmitida en una dirección determinada por unidad de área. Con buen oído se puede citar dentro de un rango de entre $1 \text{ E-}12 \text{ W/m}^2$, hasta 1 W/m^2 . Esta magnitud puede ser medida directamente mediante intensímetros. Estos aparatos están basados en la aproximación por diferencias finitas del gradiente de presiones originado entre dos micrófonos separados una distancia preestablecida. Presentan amplias ventajas en un intervalo de frecuencias de 50 a 10.000 Hz, sin embargo sus limitaciones son importantes y contrapuestas cuando la frecuencia del sonido a medir se encuentra próxima a los extremos

de dicho intervalo. Permiten determinar la cantidad de energía sonora que radia una fuente dentro de un ambiente ruidoso (Ecuación 5).

$$L_i = 10 \log \left(\frac{I}{I_{ref}} \right) \quad (5)$$

Donde la intensidad de referencia I_{ref} es igual a $1E-12 \text{ W/m}^2$

2.1.1.5 Potencia acústica

La potencia acústica L_w es la cantidad de energía radiada por una fuente determinada. Para determinar la potencia acústica que radia una fuente se utiliza un sistema de medición alrededor de la fuente sonora con el fin de poder determinar la energía total irradiada.

La potencia acústica es un valor intrínseco de la fuente y no depende del local donde se halle, al contrario de la presión acústica que sí varía según varíen las características del local donde se halle la fuente, El nivel de potencia se calcula con la expresión de la ecuación 6:

$$L_w = 10 \log \left(\frac{W}{W_{ref}} \right) \quad (6)$$

Donde la potencia de referencia W_{ref} es igual a $1E-12 \text{ W}$.

Es necesario hacer constar que estos valores de referencia son equivalentes entre sí y corresponden a la presión, potencia e intensidad del umbral de sensibilidad del oído humano a una frecuencia de 1.000 Hz.

2.1.1.6 Índices energéticos

Para expresar de forma completa la percepción de un ruido, será necesario tener en cuenta, además de su intensidad, la duración del mismo. Esto es debido a que el ruido, en general, es un fenómeno que fluctúa a lo largo del tiempo.

Para valorar las posibles molestias del ruido ambiental, se suele utilizar la evaluación del contenido energético. El nivel continuo equivalente (L_{eq}) y el nivel de exposición sonora (SEL) son los principales parámetros energéticos

para analizar el ruido. Ambos se expresan en dBA, es decir, en dB ponderados con la red de ponderación A.

El Leq expresa la media de energía sonora percibida por un individuo en un determinado intervalo de tiempo, es decir, representa el nivel de presión sonora que habría sido producido por un ruido constante con la misma energía que el ruido realmente percibido durante el mismo intervalo de tiempo. El nivel de presión sonora equivalente debe ir siempre acompañado de la indicación del periodo de tiempo al que se refiere. (Ecuación 7)

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T \frac{P_A^2}{P_0^2} dt \right) \quad \text{en dBA} \quad (7)$$

Donde T se refiere al tiempo de duración de la medida, P a la presión sonora instantánea en Pascales y donde P₀ hace referencia a la presión de referencia (2*10⁻⁵ Pa).

En la práctica, el cálculo del Leq se realiza por medio de la suma de n niveles de presión sonora L_i emitidos en los intervalos de tiempo t_i. (Ecuación 8)

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i}{10}} t_i \right) \quad (8)$$

Donde N es el número de muestras.

El SEL sirve para comparar sucesos sonoros de distinta duración refiriéndolos a un tiempo de 1 segundo (Ecuación 9).

$$SEL = 10 \log \left(\frac{1}{1s} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{P_A^2}{P_{ref}^2} dt \right) \right) = 10 \log \int_{t_1}^{t_2} 10^{L(t)/10} dt \quad \text{en dBA} \quad (9)$$

Siendo L(t) el nivel de presión instantánea en dBA, y t₂ - t₁ el intervalo de tiempo que dura el suceso.

Existe una relación entre el SEL y el Leq (Ecuación 10).

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n 10^{SEL_i/10} \quad \text{en dB} \quad (10)$$

Donde n es el número de sucesos ocurridos en el tiempo T y SEL_i es el nivel de exposición sonora del suceso i.

Entre los índices energéticos a usar también se encuentra el nivel sonoro máximo (L_{max}) y nivel sonoro mínimo (L_{min}). El nivel sonoro máximo es el nivel sonoro más alto con ponderación temporal exponencial en decibelios, que se produce durante un periodo de tiempo determinado y el nivel sonoro mínimo es el nivel más bajo producido durante el mismo periodo. Normalmente este es expresado en decibelios ponderados A.

2.1.1.7 Índices estadísticos

Se define el nivel percentil L_s como el nivel de presión acústica L_p que ha superado el $s\%$ del tiempo de medida.

- L_{10} : Representa el nivel que sólo ha sido superado el 10% del tiempo de medida. Este valor es indicativo de los valores altos del ruido y también llamado ruido impulsional.
- L_{50} : Representa el nivel que sólo ha sido superado el 50% del tiempo de medida. Este valor es indicativo de los valores medios del ruido.
- L_{90} : Representa el nivel que sólo ha sido superado el 90% del tiempo de medida. Este valor es indicativo de los valores bajos del ruido y también llamado ruido de fondo.

2.1.2 Moderación de tráfico (Traffic Calming)

2.1.2.1 Definición

Existen muchas definiciones para el término moderación de tráfico. Las definiciones pueden cambiar un poco dependiendo del país, estado, región y entidad o instituto.

Según Lockwood (1997), en el reporte del Instituto De Ingenieros De Transporte, ITE Traffic Calming Definition, la definición de moderación de tráfico es la siguiente:

- Moderación de tráfico es la combinación de medidas físicas, principalmente para reducir los efectos negativos del uso de vehículos de motor. Se usan para alterar el comportamiento del conductor y mejorar las condiciones para los usuarios de la vía no motorizados.

Según U.S Traffic Calming Manual, basado en el reporte del Instituto De Ingenieros De Transporte Traffic Calming: State of the practice (1999) lo define de la siguiente manera:

- Moderar el tráfico implica cambios en la alineación de la calle, la instalación de barreras y otras medidas físicas para reducir la velocidad del tráfico y/o de corte a través de volúmenes de tráfico, en aras de la seguridad en las calles, la habitabilidad, y otros propósitos públicos.

Según Transportation Association of Canada:

- Moderar el tráfico consiste en la alteración de la conducta del conductor en una calle o en una red de calles. También incluye la gestión del tráfico, lo que implica el cambio de vías de circulación o de los flujos dentro de un barrio.

Según Cambridge Advanced Learner's Dictionary:

- Son áreas elevadas, pequeñas rotondas u otras estructuras similares que se construyen en las carreteras, por lo general las carreteras donde hay casas, por lo que los vehículos se ven obligados a moverse más lentamente a lo largo de la vía.

Las definiciones pueden cambiar sutilmente de una a otra pero se puede decir entre todas ellas y a manera de resumen que “moderar el tráfico es el conjunto

de medidas encaminadas a reducir la intensidad y velocidad de los vehículos hasta hacerlos plenamente compatibles con las actividades que se desarrollan en el viario sobre el que se aplica” (MODETRA, 2008).

2.1.2.2 Objetivo y Cobertura

Según Lockwood (1997) la moderación de tráfico tiene como meta principal el aumento de la calidad de vida, por medio de la incorporación de las preferencias y necesidades de las personas que habitan, trabajan, residen o utilizan una zona a las vías o intersecciones. Se busca la creación de calles seguras y atractivas ayudando a reducir los efectos negativos de los vehículos motorizados en el medio ambiente y promocionando el tránsito de vehículos no motorizados como la bicicleta y el tránsito de peatones. Para poder llegar a esta meta es importante que se cumplan los siguientes objetivos de la moderación de tráfico:

- Mermar las velocidades de los vehículos motorizados.
- Reducir la frecuencia y gravedad de los accidentes.
- Incrementar la seguridad y la percepción de seguridad para los usuarios no motorizados de las vías.
- Reducir la necesidad de vigilancia policial.
- Mejora del medio ambiente de la calles (por ejemplo, paisajismo, ruido y emisiones).
- Aumentar el acceso de todos los modos de transporte.
- Disminuir maniobras bruscas de cambio de carril de los vehículos motorizados.

Entonces la utilización de medidas de moderación del tráfico tiene por objeto mejorar la calidad de vida de las áreas residenciales, mejorando las condiciones ambientales del entorno al reducir sustancialmente el número de accidentes, y facilitar el uso peatonal y de bicicletas en condiciones de seguridad en los espacios públicos. Aunque por lo general las medidas de moderación están enfocadas a las áreas residenciales también pueden ser utilizadas y adaptadas en algunos casos especiales en vías principales de tráfico pesado, autovías y autopistas.

Existen dos maneras diferentes de moderar el tráfico (Sanz ,1998):

- Por medio de una restricción parcial, limitando las velocidades excesivas en áreas urbanas sin hacer referencia alguna al modelo de tráfico que origina el problema de circulación.
- Por medio de una restricción global o total, en donde se habla no sólo de restringir la velocidad, sino también del número de vehículos circulantes.

La segunda forma necesariamente hace referencia a una política de transporte que, además de restringir la velocidad como un elemento imprescindible, trata de restringir el número de vehículos que circulan por las calles y, así, incentivar el transporte público o los modos alternativos, como el peatonal y la bicicleta.

2.1.2.3 Razones para moderar el tráfico

A continuación se exponen brevemente algunas de las razones por las cuales es conveniente tomar medidas en el sentido de la moderación del tráfico.

Protección del peatón

Desde el punto de vista de la circulación, las calles y zonas peatonales no deben asociarse necesariamente a un cambio de política en la planificación del transporte a favor del peatón y de la pacificación global del tráfico. Especialmente desde los inicios de la creación de este tipo de infraestructuras, estas formaron parte de una transformación de los centros urbanos apoyada fundamentalmente en la creación de anillos y otras vías de acceso para el tráfico automotor y en la construcción de aparcamientos.

En términos generales se puede decir que el carácter aislado de las medidas de peatonalización ligadas al comercio, sus efectos sobre los usos del suelo y su asociación a incrementos de la accesibilidad motorizada se tradujeron en la disuasión de los desplazamientos a pie hacia las propias áreas transformadas, lo que va en sentido contrario a las ventajas que los peatones adquirirían en ellas.

La conveniencia de las zonas peatonales en la moderación del tráfico se debe más que a sus resultados en la reducción general de la circulación vehicular, a la contundencia con que se muestran sus efectos beneficiosos de la supresión del automóvil en ciertas circunstancias. Por otro lado, debe pensarse en las calles y zonas peatonales como espacios no necesariamente comerciales ni céntricos, que rescatan del estacionamiento indiscriminado o circulación de vehículos.

En definitiva, este tipo de infraestructura es un mundo de ejemplos útiles en el cambio cultural necesario que requiere y suscita la moderación del tráfico dentro de una zona urbana, ya que permite redescubrir las calles y parques como espacios públicos para esa riqueza de facetas que constituye la vida cotidiana. Los espacios públicos sin la presencia de automóviles, lejos de ser el desastre anunciado por algunos, se constituyen en espacios de libertad. Las zonas peatonales son, aun con sus defectos y contradicciones, un estudio pedagógico y psicológico para la moderación del tráfico.

De toda esta búsqueda, surge un nuevo concepto de vía peatonal, la cual está conformada por un conjunto de diferentes tipos de vías, con mayor o menor protección y atractivo para el peatón en cada una de ellas y articuladas con distintos dispositivos para la mezcla y el cruce con otros modos de transporte.

La protección del peatón a partir de este concepto apunta directamente a la moderación del tráfico, pues por un lado favorece el paso de viajes motorizados a viajes peatonales y, por otro, tiende a reducir la velocidad de los vehículos, ya que la comodidad y la seguridad de las vías y cruces que constituyen el diseño de instalaciones peatonales así lo exigen.

Incentivar el uso de la bicicleta

En la evolución de la bicicleta en la política y planificación del transporte urbano puede hablarse de varios periodos, ya que los cambios en los hábitos y conductas de la población son procesos que requieren ciertas condiciones para su éxito. Por una parte, es necesario que la propia ciudadanía observe la necesidad del cambio como solución a un problema planteado o simplemente, como mejora y superación de una situación previa. Por otra parte, es necesario también que las instituciones públicas participen de la urgencia de este cambio y pongan en marcha las condiciones materiales que posibiliten el mismo, así como las condiciones culturales sin las cuales es imposible el asentamiento de las nuevas conductas, más allá del impacto limitado de las campañas de comunicación específicas creadas al efecto.

En ocasiones, este apoyo a la bicicleta y al desarrollo de una adecuada infraestructura significa un cambio fundamental en las condiciones de circulación de los ciclistas habituales, o también una migración hacia este modo de transporte por parte de un cierto sector de la población.

Transformación del sistema de transporte colectivo

Cuando se menciona la posibilidad de moderar el tráfico, particularmente en vehículos privados, suele reclamarse la implantación de medios alternativos que los sustituyan en las mejores condiciones de movilidad, comodidad, precio y rapidez. Para los recorridos de media y gran longitud el transporte colectivo o masivo es la respuesta más cercana a esa demanda. De hecho, se podría afirmar que existe una correlación entre disponibilidad de transporte público y tasa de motorización, es decir, que a mayor oferta de transporte colectivo de estas características, corresponde un menor uso del automóvil privado.

Restricción en estacionamientos

De la mano de las medidas que incentivan el uso alternativo del vehículo particular, como el peatón, la bicicleta y el transporte público, las grandes congestiones vehiculares existentes dieron origen a medidas destinadas a reducir el atractivo de usar el vehículo privado a través de restricciones en el estacionamiento y en la circulación.

La restricción de estacionamientos se generalizó mucho antes que la de circulación, tal vez porque es más fácil controlar vehículos aparcados que en movimiento. A finales de los años sesenta las restricciones de estacionamiento en la vía pública constituyen un instrumento perfectamente establecido y probado de limitación del tráfico, utilizado en la mayor parte de las ciudades de países industrializados.

Desde sus orígenes los sistemas de control de estacionamiento buscan discriminar, mediante el mecanismo de tarifa o mediante regulación normativa, a cierto tipo de usuarios con el fin de obtener objetivos diversos: disminuir algunas modalidades de estacionamiento (de larga duración, por ejemplo), disuadir a determinados usuarios (no residentes) o evitar aparcar en ciertas zonas específicas.

Como todas las medidas de moderación del tráfico ubicadas en zonas delimitadas, estas restricciones suelen derivar en conflictos hacia las áreas aledañas, hacia donde "escapan" quienes pretenden eludir la regulación o el incremento de la tarifa de aparcamiento. Este efecto de borde evidentemente resta validez a la moderación del tráfico generada en el punto considerado. Para que la política de restricción de estacionamientos sea plenamente compatible con la moderación global del tráfico, es necesario que la capacidad disuasoria de la medida se refiera al viaje motorizado como tal y no al origen o destino de los desplazamientos.

Este factor disuasorio es temido bastante por los comerciantes, quienes argumentan con frecuencia que el estacionamiento es extremadamente importante para sus negocios. En realidad, el gran problema de fondo de la restricción de estacionamientos es su cumplimiento, su capacidad de generar una práctica y una cultura ciudadana suficientemente respetuosa con las medidas. Para conseguir que las regulaciones se cumplan, se han instituido infinidad de mecanismos en cada país, según sus distintas legislaciones; a las multas se añadieron grúas y cepos, por ejemplo, pero la clave sobre la solidez y permanencia de la medida reside en la aceptación del trasfondo de la moderación del tráfico.

Restricción en la circulación

Un tipo particular de reglas asociadas a la adaptación del automóvil a la ciudad es aquél que limita su uso en espacios, tiempos y situaciones particulares. Se trata a menudo de restricciones orientadas a categorías particulares de usuarios (residentes vs. no residentes), de vehículos (pasajeros vs. mercancías) o de usos o limitaciones en horas punta, aunque pueden implantarse otras medidas en ciertas zonas específicas de la ciudad.

Otra modalidad de restricción de la circulación es el peaje. Aun cuando este dispositivo es ampliamente conocido en carreteras, el peaje con vocación al control de la demanda de tráfico es relativamente reciente, pues data de poco más de treinta años. En principio la idea era discriminar algunos usuarios frente a los que se consideraban prioritarios, pero posteriormente, se ha estudiado y aplicado como método directo de la restricción de la circulación. Aunque estos peajes se han implementado en Londres, su puesta en práctica se ha producido en muy pocas ocasiones en otros lugares del mundo, seguramente por razones políticas ya que un peaje urbano tiene una muy baja popularidad y es rechazado rotundamente por las comunidades; es más, en nuestro medio no existe un peaje de estas características. Por otro lado, desde el punto de vista social, el cobro por congestión es el mejor ejemplo de redistribución del ingreso que puede encontrarse.

Desde el punto de vista que hace referencia a la complejidad, coste y aceptación pública del sistema de control, es crucial comprobar, por ejemplo, que las medidas restrictivas no suponen desviar el tráfico de unos puntos a otros de la ciudad, realimentando el proceso de expansión urbana y de creación de necesidades de desplazamiento motorizado. Por otro lado, hay que comprobar también que las reducciones del número de vehículos en circulación no se traduzcan en velocidades de operación altas, que sean incompatibles con la vida urbana.

Restricción en la velocidad

Desde su más temprana aparición en las ciudades, el automóvil ha estado asociado a las limitaciones de la velocidad. Se interpretaba y se interpreta que la ausencia de dichas normas haría del automóvil un elemento peligroso e incompatible con la vida urbana que se desarrolla al margen de la circulación motorizada.

Durante décadas, los criterios de circulación consiguieron imponerse sobre los de urbanismo, elevando poco a poco los límites establecidos en la circulación urbana en todos los países. Sin embargo, este enfoque ha venido cambiando paulatinamente y se están reajustando a la baja las velocidades de circulación urbana y se diseñan las calles para que se cumpla con los límites establecidos. Uno de los cinco elementos en que se basó la política del Reino Unido en el año 2000 para reducir los accidentes de tráfico en una tercera parte es "introducir medidas de ingeniería para moderar la velocidad del tráfico".

En la búsqueda de soluciones más extensas, flexibles y menos costosas, muchos países europeos dieron origen a las denominadas calles o zonas 30, es decir, calles o zonas donde se limita la velocidad a 30 km/h y se fuerza su cumplimiento mediante un diseño apropiado.

En sus inicios, las zonas 30 se incluyeron dentro de algunos barrios donde la limitación de la velocidad dependía exclusivamente de señalización. Pero en la actualidad, ante los bajos rendimientos de esta opción, se reserva el concepto para zonas en que además de una señalización adecuada, se apliquen medidas de diseño vial.

Por otro lado, si las zonas 30 pueden interpretarse como la evolución de las prácticas desarrolladas con la coexistencia de tráficos, con las áreas ambientales y con las limitaciones de velocidad, la amortiguación del tráfico en las vías principales puede considerarse la descendencia del desarrollo de las zonas y calles peatonales.

En efecto, las herramientas para la moderación del tráfico en vías de considerables volúmenes vehiculares se basan en la mejora de las condiciones de desplazamiento de los medios de transporte con mejor repercusión ambiental, lo que hace suponer una nueva distribución del espacio a favor de estos últimos

2.1.2.4 Elementos para moderar el tráfico

Existen distintos dispositivos que pueden adoptarse en el viario ya existente con el fin de moderar la velocidad. Se distinguen los siguientes tipos de actuaciones y se dan ejemplos de los elementos en cada una.

Actuaciones sobre el trazado en planta

Consisten en modificaciones del trazado en planta, que obligan a los conductores a describir una trayectoria curva en lugar de una trayectoria recta

o una trayectoria de mayor curvatura, con lo que se les obliga a adoptar y mantener velocidades reducidas. Ejemplos de estas actuaciones son: glorietas convencionales, mini glorietas (Figura 2), rotura de alineaciones como retranqueos, chicanes (Figura 3), desvíos y modificación de intersecciones en T (Figura 4) y disminución de radios en giros a derechas (Figura 5).



Figura 2. Glorieta y Mini Glorieta.

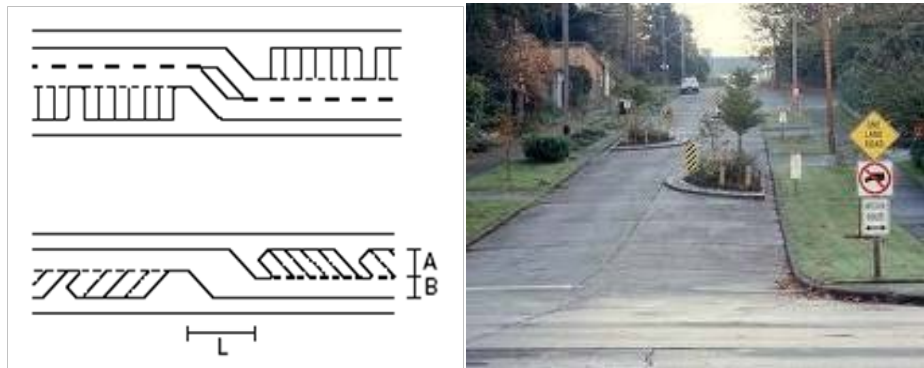


Figura 3. Esquema de Retranqueo y Chicane.

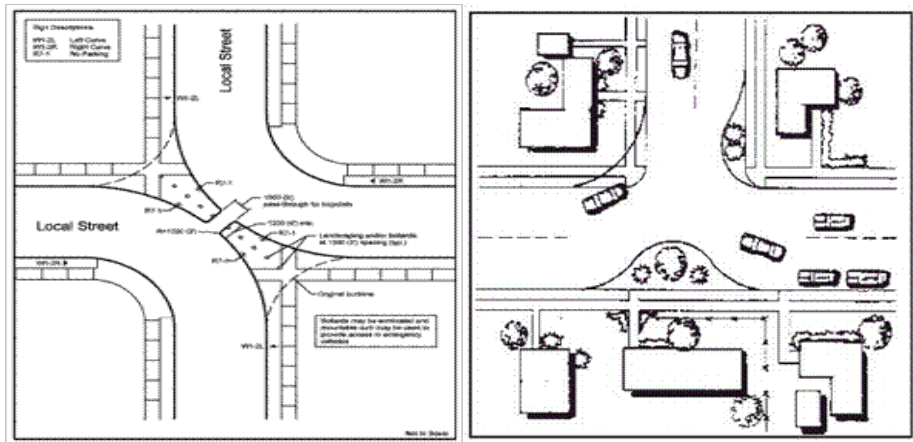


Figura 4. Esquema de Desvío y Modificación en T.



Figura 5. Disminución de radio en giro a la derecha.

Actuaciones sobre el trazado en alzado

Consisten en modificaciones de la rasante de la calzada, que animan a mantener velocidades reducidas a los conductores, si quieren evitar la incomodidad del escalón que suponen o, incluso, el daño que pueden causar en el automóvil. Ejemplos de estas actuaciones son: resaltes, lomos transversales (Figura 6) pasos peatonales elevados, cojines (Figura 7), resaltes adaptativos, badenes e Intersecciones elevadas (Figura 8).



Figura 6. Resalte y Lomo transversal.



Figura 7. Paso peatonal elevado y Cojines.

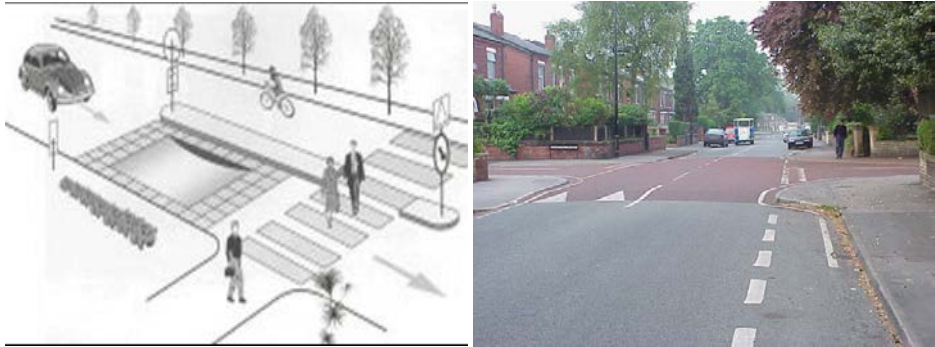


Figura 8. Badén e Intersección elevada.

Actuaciones sobre la sección transversal

Consisten en reducciones de la anchura de la calzada, con objeto de reducir la velocidad de circulación. Como ejemplos tenemos las siguientes actuaciones: estrechamientos puntuales como gargantas (Figura 9), martillos, isletas peatonales centrales (Figura 10); estrechamientos continuos como medianas pintadas (Figura 11), medianas balizadas (Figura 12), medianas construidas (Figura 13), cambio de sentidos viales de único a doble, ensanchamiento de aceras y elementos de ajardinamiento (Figura 14).

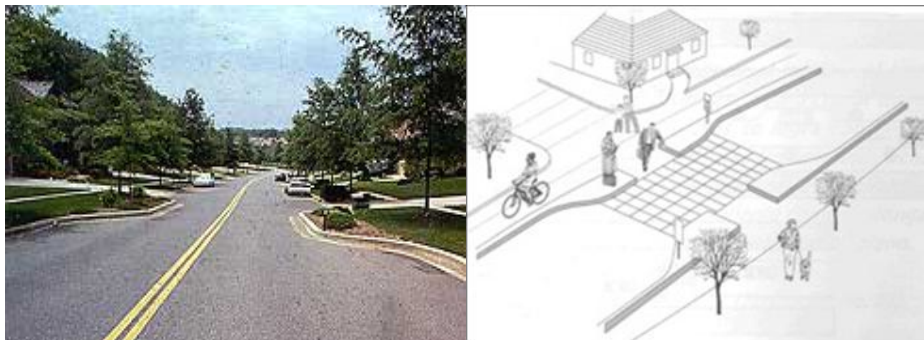


Figura 9. Estrechamiento normal y Garganta.



Figura 10. Martillo e Isleta peatonal central.



Figura 11. Medianas pintadas.



Figura 12. Medianas balizadas.



Figura 13. Mediana construida y Mediana con ajardinamiento.



Figura 14. Ensanchamiento de aceras y Elementos de ajardinamiento.

Actuaciones sobre la superficie

Consisten en modificaciones del pavimento que animan a mantener velocidades reducidas a los conductores o les alertan sobre un posible riesgo en la circulación. Ejemplos: Bandas transversales (Visuales, Sonoras rizadas, Sonoras resaltadas, Sonoras a nivel, Rejillas, (Figura 15)) y Cambio de pavimento (En franjas, A lo largo, Asociados a reductores de velocidad, Mejora de coeficiente de fricción (Figura 16)).



Figura 15. Bandas transversales.



Figura 16. Cambios de pavimento.

Otros elementos

Consisten en medidas adicionales para que los conductores adopten velocidades adecuadas. Por ejemplo: puertas de entrada (Figura 17), semáforos de control de velocidad (Figura 18), dispositivos para medir la velocidad (Figura 19), intersecciones de All-Stops (Figura 20), pasos peatonales (Figura 21) y elementos simulados (Figura 22).

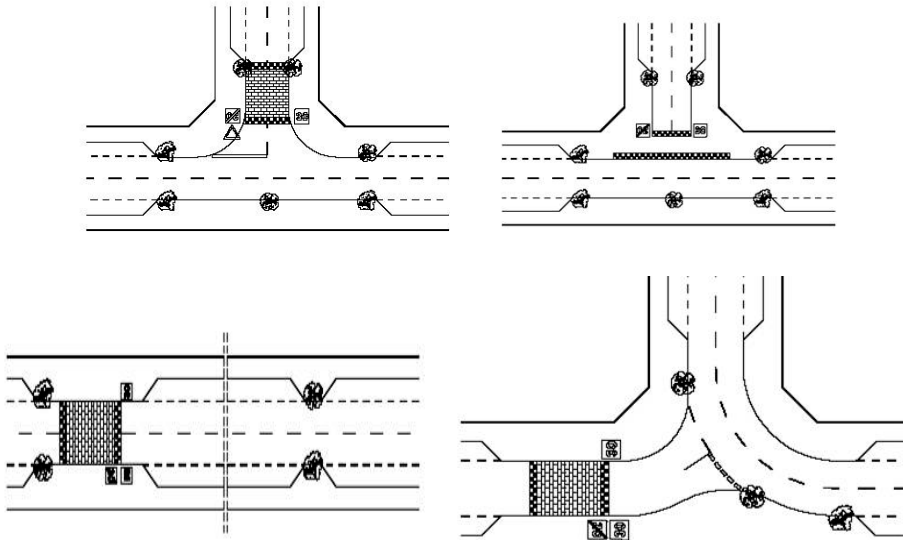


Figura 17. Esquemas de puertas de entrada.



Figura 18. Semáforos de velocidad.



Figura 19. Dispositivos para medir la velocidad.



Figura 20. Intersección de All-stops.



Figura 21. Pasos peatonales.



Figura 22. Elementos simulados.

Speed Kidney

El Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC) de la Universidad Politécnica de Valencia ha diseñado y logrado la correspondiente patente de invención de un nuevo dispositivo moderador que consigue, además de moderar la velocidad del tráfico, minimizar las molestias ocasionadas a los ocupantes de los vehículos, el ruido en el entorno, las averías mecánicas sufridas por los vehículos y las demoras a vehículos de transporte público o de emergencias.

El dispositivo está compuesto por al menos un resalte por carril con forma en planta arriñonada y forma en alzado abultada con poca altura, que obliga a los vehículos de determinadas dimensiones a modificar su trayectoria si no quieren sufrir los efectos al pasar sobre él y por consiguiente a moderar su velocidad. Asimismo, la curva en planta permite evitar el paso directo de los vehículos.

Si un vehículo ligero pretende seguir una trayectoria recta tendrá que subir al resalte sufriendo las molestias correspondientes, hasta ahora habituales. En cambio, los vehículos con mayor separación de las ruedas de sus ejes si lo podrán hacer aunque siempre con precaución y, por tanto, con cierta moderación de su velocidad (Figura 23).

El vehículo ligero ha de acometer una ligera curva para enfilarse al nuevo resalte, al igual que una vez rebasado el mismo, por lo que la forma curva del resalte conforma la curva central de un zigzag suave, pasando el vehículo sobre el resalte dejándolo entre sus ruedas, por lo que los ocupantes no sufren ninguna molestia.



Figura 23. Speed Kidney.

2.1.2.5 Efectos de la moderación de tráfico

La moderación de tráfico tiene efectos importantes sobre todo en la velocidad de los vehículos, la seguridad vial, el confort asociado a los ocupantes, la operación del tráfico general y la operación del tráfico de autobuses.

Sanz (2008), hace una valoración general de los dispositivos moderadores de tráfico para distintos tipos de vehículo y tiene en cuenta diferentes aspectos operacionales en dicha valoración como se muestra en la Tabla 2.

		Resaltes	Cojines	Paso peatonal elevado.	Intersecciones o	Chicane	Estrechamiento o lateral	Isleta central
Vehículos motorizados	Reducción de la velocidad	++	++	+	+	+	+	+
	Homogenización de las velocidades	+	+	+	+	+	+	+
	Reducción del número de vehículos	+	+	+	+	+	+	+
Transporte colectivo	Mantenimiento de la velocidad comercial	-	o	-	-	-	o	o
	Comodidad de los usuarios	-	o	-	o	o	o	o
Vehículos de dos ruedas	Mejora de la comodidad en el dispositivo	-	o	o	o	o	o	o
	Mejora de la seguridad en general	+	+	+	+	+	+	+
Peatones	Incremento de las posibilidades de cruce	++	+	++	+	+	+	++
	Mejora de las condiciones de seguridad en el cruce de la calzada	++	+	++	o	+	+	++

++ Muy positiva + Positiva o Neutra - Negativa

Tabla 2. Valoración general de los dispositivos moderadores de tráfico (Sanz, 2008).

2.1.2.5.1 Efectos sobre la velocidad de los vehículos

De acuerdo con Ewing et al. (1996), en la Figura 24 se puede observar la velocidad que se obtiene en el punto medio entre dispositivos moderadores de tráfico en función de la distancia entre ellos. Es importante señalar que no se especifica en este punto qué tipo de elementos moderadores se han estudiado; sin embargo es uno de los componentes más importantes que hay que tener en cuenta en el momento de diseñar la disposición de elementos moderadores.

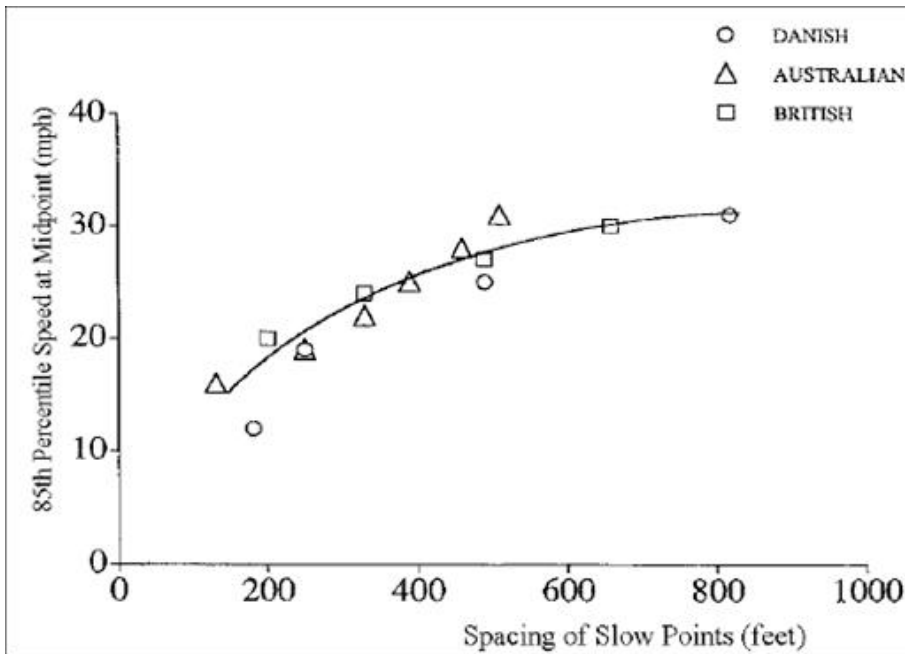


Figura 24. Velocidad en el punto medio en función del espaciamiento entre dispositivos moderadores de tráfico (Ewing et al., 1996).

La organización Traffic Calming (2010) resume el impacto de los moderadores de tráfico sobre la velocidad de acuerdo al tipo de moderador estudiado en función de la variación de velocidad obtenida al implantar las medidas de moderación de tráfico, tal como se muestra en la Tabla 3.

Moderador de Tráfico	Tamaño Muestra	V_{85} y desviación después de la implantación (mph)	Cambio medio de V_{85} (mph)	Cambio medio de V_{85} (%)
Resalte de 3,66 m	179	27,4 (4,0)	-7,6 (3,5)	-22 (9)
Resalte de 4,27 m	15	25,6 (2,1)	-7,7 (2,1)	-23 (6)
Paso Sobreelevado de 6,70 m	58	30,1 (2,7)	-6,6 (3,2)	-18 (8)
Paso Sobreelevado de más de 6,70 m	10	31,6 (2,8)	-3,2 (2,4)	-9 (7)
Intersecciones Sobreelevadas	3	34,3 (6,0)	-0,3 (3,8)	-1 (10)
Mini glorietas	45	30,3 (4,3)	-3,9 (3,2)	-11 (10)
Estrechamientos	7	32,3 (2,8)	-2,6 (5,5)	-7 (22)
Estrechamiento Puntual	5	28,6 (3,1)	-2,6 (1,3)	-14 (4)
Desvío media calzada	16	26,3 (5,2)	-6,0 (3,6)	-19 (11)
Desvío diagonal	7	27,9 (5,2)	-1,4 (4,7)	-0 (17)

Tabla 3. Impacto de los moderadores de tráfico sobre la velocidad (Traffic Calming Organization, 2010).

Como se puede observar, los resaltes producen una mayor reducción de la velocidad si se compara con los demás tipos de moderadores de tráfico estudiados. Es importante señalar que los pasos peatonales elevados tienen comportamiento diferente en función de su longitud, pues modifican

principalmente la pendiente de sus rampas, variando de esta forma la aceleración vertical que ocasionan sobre los vehículos que circulan sobre ellos.

Un estudio en el que se analizó el perfil de velocidad en tramos con medidas de moderación del tráfico, que incluían cojines, chicanes, pasos elevados y lomos fue desarrollado por Barbosa et al. (2000). El perfil de velocidad se obtuvo tomando medidas del tiempo de paso por 16 puntos utilizando sensores neumáticos y un ordenador portátil para almacenar la información. Posteriormente desarrollaron un modelo de perfil de velocidad por regresión múltiple que explica aproximadamente el 55% de la variación de velocidad en función de la distancia desde el moderador anterior y hasta el moderador siguiente, el tipo de moderador y la velocidad de entrada.

El perfil de velocidad desarrollado se muestra en la ecuación 11.

$$\begin{aligned}
 Vel = & -8.73 + 0.92V_1 + 0.23dt + 0.78df - 0.0012dt^2 \\
 & - 0.0137df^2 - 0.5df^3 - 4.48H - 6.71T \\
 & - 0.86C - 2.01Ch
 \end{aligned} \quad (11)$$

Siendo:

- **Vel:** velocidad en km/h en un punto del recorrido.
- **V₁:** velocidad de entrada en km/h.
- **dt:** distancia en m al siguiente moderador de tráfico en el sentido del tráfico.
- **df:** distancia en m desde el anterior moderador de tráfico.
- **H:** variable que indica la presencia de un lomo 1 si hay y 0 en caso contrario.
- **T:** variable que indica la presencia de un paso peatonal sobreelevado 1 si hay y 0 en caso contrario.
- **C:** variable que indica la presencia de un cojín 1 si hay y 0 en caso contrario.
- **Ch:** variable que indica la presencia de una chicane 1 si hay y 0 en caso contrario.

Esta ecuación predice mejor el perfil de velocidad cuando la velocidad de entrada se acerca a la velocidad media, pues no tiene en cuenta las posibles desviaciones de la misma. En esta investigación encontraron, a diferencia de la organización Traffic Calming, que el mayor impacto lo producen los pasos elevados seguidos de los lomos, posteriormente las chicanes y finalmente los cojines. La posible razón de esta diferencia radica, principalmente, en que el

estudio de la organización Traffic Calming, distingue los resaltes de acuerdo con su geometría mientras que la de Barbosa (2000) no considera esta variable.

Las bandas transversales de alerta tienen un efecto no sólo sobre el valor medio de las velocidades de los vehículos sino también sobre su desviación típica. De acuerdo con Harwood (1993) las velocidades medias pueden sufrir una ligera reducción. Asimismo se observó que el porcentaje de reducción fue generalmente mayor en los puntos más cercanos a la intersección.

Por otro lado, se observó que la utilización de bandas rugosas en conjunción con señalización fija y dinámica no fue eficaz para conseguir el cumplimiento de los límites de velocidad en una ciudad de pequeño tamaño. Cuando existen las bandas transversales, los conductores tienden a aminorar su velocidad antes, y algunos de estos frenan más que otros, incrementándose las deceleraciones más temprano en el frenado, pero decreciendo estas deceleraciones cerca de la intersección. La varianza en la velocidad de acceso aumenta debido a que al principio unos conductores frenan más que otros, sin embargo, no existen evidencias de que este incremento de la varianza de la velocidad tenga un efecto adverso en la seguridad.

2.1.2.5.2 Efectos sobre la seguridad vial

Los moderadores de tráfico tienen también impacto sobre la seguridad vial; de acuerdo con la organización Traffic Calming (2010), los moderadores producen los impactos, que se muestran en la Tabla 4.

<i>Moderador</i>	<i>No. de Observaciones</i>	<i>Número medio de colisiones</i>		<i>% cambio en colisiones</i>
		<i>Antes</i>	<i>Después</i>	
<i>Resalte de 3,66 m</i>	49	2,7	2,4	-11%
<i>Resalte de 4,27 m</i>	5	4,4	2,6	-41%
<i>Paso sobrellevado de 6,70 m</i>	8	6,7	3,7	-45%
<i>Mini glorietas (sin Seattle)</i>	17	5,9	4,2	-29%
<i>Mini glorietas (Seattle incluido)</i>	130	2,2	0,6	-73%
<i>Todas las medidas</i>				
<i>Sin ajustar</i>	192	2,6	1,3	-50%
<i>ajustado</i>	42	3,8	3,0	-21%

Tabla 4. Impacto de los moderadores de tráfico sobre la siniestralidad (Traffic Calming Organization, 2010).

Se puede observar una gran dispersión en el efecto de las mini glorietas, esto puede ser debido al periodo de observación de la siniestralidad posterior a la implantación de la medida o al efecto de la congestión en zonas urbanas. Independientemente de esta variación, se puede observar cómo la utilización de dispositivos moderadores de tráfico tiene un impacto positivo en la seguridad vial, pues reducen de manera significativa los accidentes de tráfico.

De acuerdo con Harwood (1993), la experiencia de las agencias de carreteras en Estados Unidos muestra que las bandas sonoras emplazadas en los carriles de circulación pueden ser muy eficaces para reducir accidentes. La mayoría de los estudios disponibles tratan de bandas situadas en los accesos a intersecciones en forma de T reguladas con una señal de STOP y en intersecciones de cuatro ramales con una señal de STOP en dos de ellos. A pesar de la falta de rigor del diseño de los estudios de evaluación de accidentes, los resultados de la literatura técnica indican que la instalación de

bandas transversales de alerta puede ser efectiva para reducir los tipos de accidentes susceptibles de corrección, es decir, los accidentes por colisiones traseras y por sobrepasar la línea de STOP, aunque los resultados no son lo bastante fiables como para cuantificar la efectividad de la reducción de accidentes.

Asimismo Harwood (1993) recomienda no utilizar con demasiada frecuencia las bandas transversales de alerta, en demasiados emplazamientos, ya que gran parte de su efectividad para alertar a los conductores distraídos se basa en la inusual naturaleza de pasar sobre un grupo de bandas transversales.

2.1.2.5.3 Efectos sobre el confort

En el borrador de “Resultados del Ensayo de Relentizadores de Velocidad” elaborado por De la Peña et al. (2007) se señala que el grupo de trabajo de seguridad vial de la Mesa de Directores Generales de Carreteras de Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales, gestionado por la Asociación Española de la Carretera, y el grupo de trabajo de seguridad vial de la Asociación Técnica de Carreteras, realizaron ensayos para tomar datos reales acerca de los siguientes aspectos:

- Determinar la percepción de los ocupantes respecto a diferentes tipos de reductores, a diferentes velocidades y con distintos vehículos.
- Medir el ruido interior y exterior que provoca un vehículo al pasar por encima de un reductor.
- Identificar las aceleraciones verticales que sufre el vehículo en el momento del impacto y posteriormente.

De los ensayos realizados se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Establecen la posibilidad de utilizar dispositivos reductores de velocidad de diferentes alturas desde los 3 cm que serían recomendables para velocidades máximas de 50-60 km/h, aunque para los vehículos de carga, servicios de emergencia y motocicletas o ciclomotores, estos dispositivos resultarían inaceptables a velocidades bajas. Para los de 5 cm de altura no serían recomendables a velocidades de circulación superiores a 30 km/h y los dispositivos de 7 cm no son recomendables para ningún tipo de vehículo y prácticamente a ninguna velocidad de circulación.
- Aunque las mediciones de ruido obtenidas no incumplen la normativa de vehículos a motor, suponen niveles superiores a los que establece

la Organización Mundial de la Salud como molestos para los ciudadanos. Cabe destacar que en los resultados se observa que la altura del reductor no es determinante sobre el ruido pero si la velocidad a la que el vehículo pasa por el reductor.

- La molestia percibida por los ocupantes se produce fundamentalmente por la violencia de los movimientos de la carrocería y por el ruido del impacto.
- Las aceleraciones verticales son muy altas a partir de cierta velocidad; en el caso de vehículos ligeros no se llega a apreciar que las ruedas despeguen del suelo, pero en la furgoneta de carga sí, lo que aumenta la distancia de frenado de manera significativa.
- Para las motocicletas, el paso por el reductor no supone un problema de molestia pero sí aumenta la posibilidad de perder el control.

2.1.2.5.4 Efectos sobre la operación del tráfico general

Los moderadores de tráfico tienen un efecto directo sobre la capacidad de la vía, pues la modificación de la velocidad implica la modificación de la capacidad.

No se han encontrado estudios que determinen la capacidad en función del tipo de elemento moderador del tráfico, posiblemente debido a que los elementos moderadores están indicados para vías con bajos volúmenes de tráfico. Sin embargo, el efecto de disminución de capacidad se traduce en un desvío de la demanda vehicular, pues los conductores intentan eludir las zonas tratadas con medidas de moderación de tráfico.

El impacto de los moderadores de tráfico sobre el volumen vehicular de acuerdo con Ewing (1999) y la organización Traffic Calming (2008) se muestra en la Tabla 5.

<i>Tipo de moderador estudiado</i>	<i>Muestra</i>	<i>Cambio de intensidad de tráfico (veh/día)</i>	<i>Cambio de intensidad de tráfico (%)</i>
<i>Mini glorietas</i>	49	-293	-5%
<i>Estrechamientos</i>	11	-263	-10%
<i>Estrechamiento</i>	5	-392	-20%
<i>Cierre media calzada</i>	53	-1611	-42%
<i>Divergencia diagonal</i>	27	-501	-35%
<i>Otros</i>	10	-1167	-31%

Tabla 5. Reducción del volumen vehicular (Ewing, 1999).

2.1.2.5.5 Efectos sobre la operación de autobuses

Teniendo en cuenta la preocupación sobre los posibles efectos adversos que producen los dispositivos moderadores de tráfico sobre los vehículos de transporte público, el equipo de Bus Priority (2005) de la ciudad de Londres, ha desarrollado unas recomendaciones técnicas sobre dispositivos moderadores de tráfico en las que se califica la operación del autobús y la aceptación de las medidas.

En la Tabla 6 se pueden observar las recomendaciones sobre los distintos tipos de moderadores de tráfico.

<i>Tipo de Moderador de Tráfico</i>	<i>Operación del Autobús</i>	<i>Aceptación de las Medidas</i>
<i>Cambios de superficie</i>	Apoyo total aunque se debe considerar que se genera ruido con algunas texturas	Apropiadas para rugosidad inferior a 14 mm
<i>Cambio de color en el pavimento.</i>	Apoyo total	Apropiada
<i>Bolardos, árboles, isletas, refugios de peatones para estrechar la vía.</i>	Generalmente apropiados, especialmente si facilitan el acceso de los peatones al autobús.	Apropiado, debe tenerse en cuenta el espacio para aparcar
<i>Semáforos de control de velocidad</i>	Apoyo total	Requerido para mejorar la seguridad

Cámaras de seguridad	Apoyo total	Requerido para mejorar la seguridad
Cambios de prioridad	Apoyo total, aunque generalmente la prioridad la debería tener el autobús	Apropiado si el autobús tiene la prioridad en la mayoría de los casos
Mini glorietas	Generalmente apropiado aunque en aquellas con islote realzado debe poder maniobrase	Ocasional, es preferido para evitar movimientos innecesarios de lado a lado a lo largo de un tramo de vía. El efecto acumulativo debe ser considerado
Marcas viales	Apoyo total	Apropiado
Extensiones del bordillo	Usualmente apoyado, en particular en paradas de autobús. Debe permitir el espacio para pasar	La cantidad debe ser apropiada de acuerdo con las características de la vía
Islotes centrales	Por lo general apoyado. En particular en paradas de autobús. Debe permitir el espacio para pasar. Es esencial considerar el aparcamiento adyacente	Apropiado
Chicanes	Generalmente apoyado aunque deben dar espacio para permitir maniobrar al autobuses. No debe ser obstruido por vehículos aparcados. No debería ser usado sobre rutas con autobuses articulados	Apoyadas en poca cantidad, en sitios claves por siniestralidad, aunque se debe cuidar las dimensiones para asegurar que un paso suave, en particular para autobuses articulados
Estrechamientos puntuales	Generalmente apoyado, en particular sobre vías con flujos de tráfico bajos donde hay menor probabilidad de colas en sentido contrario	Apoyada en poca cantidad, en sitios claves por siniestralidad aunque debe cuidarse de no causar retrasos innecesarios al autobús
Paso peatonal sobreelevado	Aceptable donde ninguna otra medida sea conveniente. El efecto acumulativo de todas las medidas debe ser tenido en cuenta	Aceptable hasta cinco pasos sobre una ruta: Hasta 75 mm de alto, rampa 1:20, cima plana de 6 m o 12,5 m para autobuses articulados

<p>Cojines</p>	<p>Aceptable donde medidas verticales son necesarias. El efecto acumulativo sobre una ruta de autobús tiene que ser tenido en cuenta. No se debe permitir aparcar dentro de los 25 m cercanos de un cojín y debe cuidarse el diseño de la disposición de los mismos</p>	<p>Hasta 10 juegos de cojines por dirección aceptable con un mínimo de 80 m de espaciamiento. El efecto acumulativo de todas las medidas debería ser considerado sobre las rutas de autobuses. Altura máxima de 75 mm.</p> <p>Anchura máxima de 1,7 m incluyendo las rampas laterales con pendiente máxima 1:4. Pendiente longitudinal máxima 1:8</p>
<p>Bandas Sonoras</p>	<p>Generalmente aceptable, aunque se deben tener en cuenta consideraciones de ruido</p>	<p>Altura máxima de 15 mm, pero alturas menores pueden ser usadas combinando con otras medidas</p>
<p>Resaltes y Lomos</p>	<p>Inaceptables</p>	

Tabla 6. Recomendaciones sobre moderadores en rutas de autobuses (Bus Priority team, 2005).

2.1.2.5.6 Otros efectos

Según Litman (1999) existe otra serie de impactos no cuantitativos de los moderadores de tráfico que se describen a continuación:

Impactos favorables:

- Incremento de la seguridad vial al reducir, no sólo la frecuencia sino también la gravedad de los accidentes, especialmente en aquellos en que están involucrados peatones.
- Incremento del confort y la movilidad para desplazamientos no motorizados.
- Reducción del impacto de los coches por el incremento de viajes no motorizados que se traduce en menor congestión, menor contaminación y menores costes de desplazamiento.
- Al moderar el tráfico se fomentan las actividades en las vías con lo que hay mayor interacción en la comunidad.
- Aumento del valor de la propiedad.

- Mejora de la salud pública al dar mayor oportunidad para caminar, montar en bicicleta y en general para hacer actividades físicas.

Impactos desfavorables:

- Incrementos de costes asociados con la implantación y mantenimiento de los moderadores de tráfico que se implementen.
- Incremento de las reclamaciones por responsabilidad de daños causados por el moderador de tráfico implementado.
- Incremento del tiempo de viaje de las personas.
- Desvío del tráfico a otras vías aumentando allí la congestión.
- Demoras para los vehículos de emergencia.
- Problemas para los vehículos de servicios y autobuses.
- Incremento del esfuerzo y la frustración de los conductores al pasar por vías con dispositivos de moderación de tráfico.
- Algunas medidas de moderación de tráfico causan problemas a los ciclistas o disminuyen la visibilidad sobre los peatones.

2.2 Investigaciones previas

A continuación se expondrán las investigaciones previas que se han realizado evaluando el ruido de moderación de tráfico. También se mostrará el proyecto de investigación MODETRA, del Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC) de la Universidad Politécnica de Valencia, sus objetivos y trabajos realizados.

2.2.1 Proyecto de Investigación (MODETRA)

MODETRA son las siglas del proyecto de investigación de la Universidad Politécnica de Valencia y más concretamente del Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC), Metodología para el diseño e implantación de sistemas de MODERación de TRÁfico.

Más concretamente la investigación aglutinó a la Universidad Politécnica de Valencia, a la fundación CIDAUT, y a dos empresas privadas, una tecnológica (ETRA) y una consultora (TYPESA). El investigador principal fue el Prof. Alfredo García García de la UPV. Asimismo, se implicaron también en este proyecto entidades públicas como: Ayuntamiento de Valladolid; Dirección General de

Tráfico y la Consellería de Infraestructuras y Transporte de la Generalitat Valenciana.

2.2.1.1 Objetivo principal

El objetivo principal del proyecto consistió en formular una metodología para el diseño e implantación de sistemas de moderación de tráfico, estableciendo una serie de criterios técnicos en los que basar una eventual mejora de la normativa propuesta. Así, se buscó sistematizar su utilización, optimizando su eficacia como pacificadores del tráfico, sus repercusiones económicas y su influencia sobre la seguridad vial y el confort de los usuarios.

Para ello, fue necesario tanto estudiar y caracterizar los dispositivos ya existentes y su influencia en el entorno, como realizar una serie de pruebas experimentales a partir de las cuales se definieron los parámetros a tener en cuenta de cara a una eventual normativa de homologación de este tipo de dispositivos y redactar un documento de recomendaciones generales de instalación relacionado con distancias, señalización, geometrías, combinación de sistemas, etcétera, tanto en vías urbanas, como en travesías. La efectividad de estas recomendaciones fue evaluada mediante una aplicación práctica en un municipio y un estudio piloto en tramos experimentales.

También se desarrollaron nuevos sistemas de moderación de tráfico. Con los resultados del proyecto, las distintas Administraciones disponen de una herramienta para moderar el tráfico eficientemente, de una forma racional, segura y aceptable por los conductores y demás usuarios de la vía.

2.2.1.2 Objetivos específicos

El proyecto se desarrolló con el objetivo de alcanzar una metodología de diseño, evaluación y aplicación de elementos y sistemas de moderación de tráfico, generalmente conocidos como “traffic calming”. Para ello, se consideró necesario cumplir una serie de objetivos específicos científico-técnicos, a través de los cuales se llegaría al objetivo principal. Dichos objetivos eran:

- Catalogar la diversidad de diseños existentes y evaluar sus repercusiones sobre el diseño viario y su explotación.
- Recopilar las normativas propuestas y analizar su contenido y su relación con los sistemas ya instalados.
- Analizar los parámetros característicos de cada elemento de pacificación de tráfico con relación al efecto que producen.

- Definir un conjunto de criterios de diseño y utilización de los sistemas de moderación del tráfico en función de la eficiencia, economía, seguridad vial, confort e impacto ambiental.
- Evaluar económicamente los criterios que llevan a instalar un dispositivo de pacificación del tráfico frente a los beneficios derivados de la seguridad que aportan.
- Proponer medidas de homogeneización y normalización de los elementos de pacificación del tráfico.
- Extraer recomendaciones de cara a una eventual mejora de la normativa propuesta sobre estos elementos.
- Desarrollar nuevos sistemas de pacificación del tráfico, que puedan suponer eventualmente nuevos desarrollos tecnológicos.

2.2.2 Criterios de búsqueda

Para lograr hacer un estado del arte completo primero se realizó una búsqueda general en internet con el ánimo de encontrar universidades, organizaciones, investigaciones, blogs, y paginas en general que trataran sobre la moderación de tráfico y sus elementos y de ser posible si tenían o abordaran el tema desde el punto de vista del ruido producido antes, en o después del paso de los vehículos por los dispositivos moderadores y la modelación del mismo. Seguidamente se realizó una búsqueda en las bases de datos en las que la Universidad Politécnica de Valencia tiene acceso, se descargaron los documentos, se analizaron, se descartaron los que no pertenecían al tema, se realizaron las respectivas fichas bibliográficas de los documentos y se organizaron para poder realizar el estado del arte con respecto a moderadores de tráfico, ruido, perfiles de velocidad y patrones de conducción.

Debido a lo específico del tema a tratar, en la búsqueda bibliográfica se utilizaron unos criterios primarios de búsqueda y la combinación de los mismos con criterios secundarios, con el fin de depurar la búsqueda desde el principio.

Los criterios primarios fueron los siguientes:

- Traffic Calming
- Traffic Management
- Traffic Control
- Noise Abatement
- Noise Measurement
- Speed Profile

- Driving Pattern
- Driving Style
- Model
- Modeling

Los criterios secundarios fueron los siguientes:

- Speed Humps
- Speed Bumps
- Speed Table
- Trapezoidal Hump
- Noise
- Chicane
- Vehicle Noise
- Traffic Noise
- Speed Cushion
- Woonerfs
- Noise Surveys

La unión de los diferentes criterios y la búsqueda en internet produjo más de 170 archivos entre los cuales había manuales, informes, artículos, tesinas de máster y tesis doctorales.

2.2.3 Investigaciones sobre ruido

A continuación se mostraran las investigaciones que se han realizado con respecto a mediciones de ruido en medidas moderadoras de tráfico.

Al evaluar el efecto del ruido de las diversas medidas de gestión y moderación del tráfico, hay cuatro parámetros comunes a tener en cuenta: el volumen de tráfico, la composición del mismo, la velocidad de los vehículos y el patrón de conducción.

El volumen de tráfico puede cambiar en buena medida porque el tráfico se mueve de una vía a otra, o puede cambiar debido a que las medidas aplicadas desalientan o alientan a las personas a conducir por dicha vía o tramo de vía o puede haber un cambio en la distribución modal del transporte, porque los vehículos particulares pueden llegar a ser más o menos atractivos en comparación con el transporte público, la bicicleta o caminar.

A menudo la razón principal para la implantación de medidas y elementos moderadores del tráfico es reducir la velocidad y por lo tanto mejorar la seguridad, pero también se da el caso en que aunque lo que se busque no sea esto, la reducción de la velocidad y la mejora de seguridad se produzca como efecto de cambios en el volumen de tráfico, la composición y el trazado de la carretera. Estos factores y las diferentes medidas en sí mismas también pueden afectar al patrón de conducción, provocando un aumento o disminución de las aceleraciones de los vehículos antes, después y en el momento de pasar por las medidas de moderación de tráfico.

2.2.3.1 Investigaciones de volumen del tráfico y ruido

Según Bendtsen et al. (1998), el cambio en los volúmenes de tráfico afecta los niveles de ruido. Si la composición del tráfico, la velocidad y los patrones de conducción no se modifican, significa que una reducción del 50% en el volumen de tráfico resulta en una reducción de 3 dBA en el nivel de ruido, independientemente del número absoluto de vehículos, como se puede ver en la Tabla 7.

<i>Reducción en el volumen de tráfico</i>	<i>Reducción del ruido (Leq)</i>
10%	0,5 dBA
20%	1,0 dBA
30%	1,6 dBA
40%	2,2 dBA
50%	3,0 dBA
75%	6,0 dBA

Tabla 7. Efecto en los niveles de ruido al reducir los volúmenes de tráfico (Bendtsen et al., 1998).

Según Ellebjerg (2007) una reducción en el volumen de tráfico en una carretera a menudo conduce a un aumento en la velocidad, porque los demás vehículos pueden conducir con menos trabas a menos que se tomen medidas para mantener la velocidad baja. Mayor velocidad actúa en contra de la reducción del ruido causado por el nivel de tráfico reducido. Si el tráfico fluye libremente, esto también crea un cambio en el patrón de conducción. La disminución en el número de aceleraciones y deceleraciones es probable que produzca niveles de ruido más bajos. Sin embargo, más espacio disponible para manejar, también puede dar lugar a más aceleraciones, lo que aumentará las emisiones de ruido.

2.2.3.2 Investigaciones de composición del tráfico y ruido

De acuerdo con Kragh et al. (2006) en el *User's Guide Nord2000 Road*, la composición del tráfico vehicular y las distintas categorías de vehículos son importantes en los niveles de ruido producido en niveles de exposición sonora en Leq. Tal como se aprecia en la Figura 25 en la que aparecen los vehículos pesados (*heavy vehicles*) aquellos con peso superior a 12 toneladas y tres o más ejes; vehículos medianamente pesados (*medium vehicles*) aquellos con peso de 3,5 a 12 toneladas, 2 ejes y 6 ruedas; vehículos ligeros (*light vehicles*) aquellos que tienen peso menor a 3,5 toneladas.

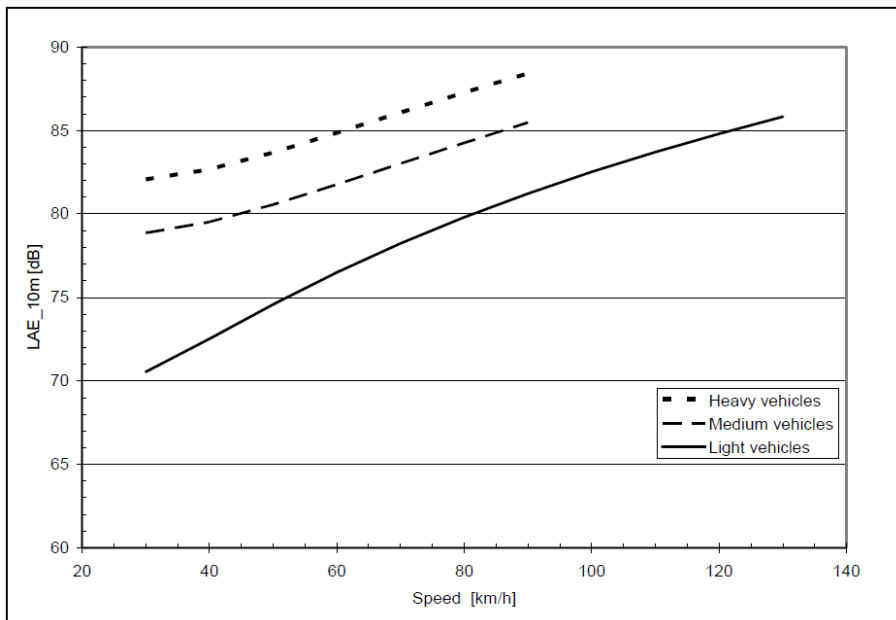


Figura 25. Niveles de ruido a 10 m de distancia para distintos tipos de vehículos a velocidad constante (Kragh et al., 2006).

Hay una clara diferencia en los niveles de ruido en función del tamaño de los vehículos. A los 60 km/h, por ejemplo, los medidores de nivel Leq a diez metros de un vehículo pesado es de 85 dBA; de un vehículo medianamente pesado es de 82 dBA; y para un vehículo ligero es de 77 dBA. Esto significa que un vehículo pesado produce tanto ruido como dos medianamente pesados o 6,7 vehículos ligeros. A 30 km/h, cuando la diferencia entre vehículos ligeros y

pesados es aún mayor, un vehículo pesado es tan ruidoso como 14 a 15 vehículos ligeros.

En un estudio alemán, Steven (2005) midió los niveles máximos de ruido en dBA para distintos tipos de vehículos a velocidad de flujo libre. La Figura 26 muestra los resultados del estudio donde LDV son vehículos industriales ligeros; HDV corresponde a vehículos pesados tipo camión y MOPEDS corresponde a los ciclomotores.

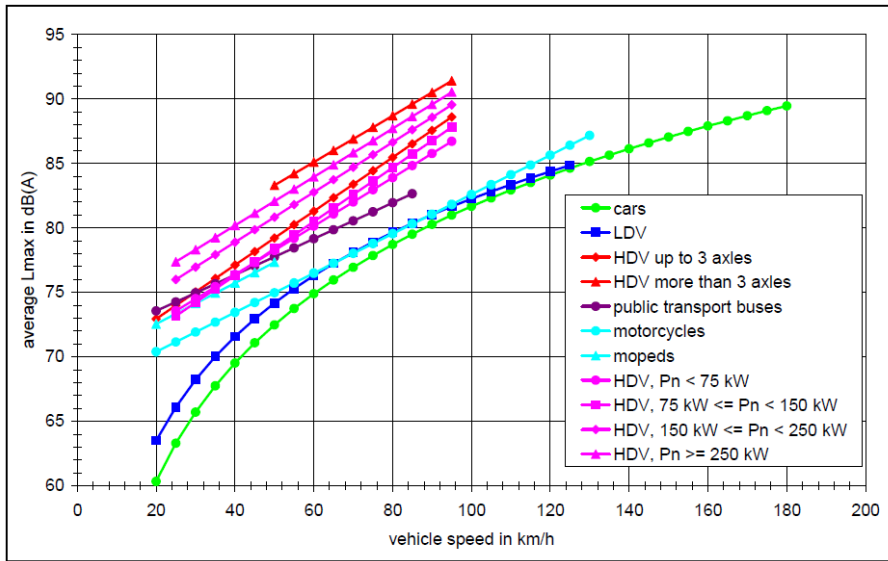


Figura 26. Valores de Lmax en dBA para diferentes categorías de vehículos a flujo libre (Steven, 2005).

Hay que tener muy en cuenta que el efecto de los vehículos pesados no suele ser tan importante como estas cifras apuntan. En la mayoría de las vías urbanas, los vehículos pesados sólo representan un pequeño porcentaje de la composición total del tráfico vehicular.

En combinación con la velocidad, por lo general más elevada, de los vehículos ligeros, el efecto es que los vehículos ligeros, generalmente, dominan las emisiones de ruido. En la mayoría de las carreteras de alta velocidad, especialmente en las autopistas, la velocidad de los vehículos ligeros es considerablemente mayor y por lo tanto también dominan la emisión de ruido. Sólo en los casos con porcentajes muy altos de vehículos pesados y/o pequeñas o ninguna diferencia en la velocidad de los vehículos ligeros es que los vehículos pesados dominan los niveles de ruido de una carretera (Ellebjer, 2007).

Aunque los vehículos pesados por lo general no dominan las emisiones de ruido cuando se habla de Leq en dBA, sí representan los picos de la emisión de ruido que puede molestar e incomodar a los que viven, trabajan, caminan, descansan o duermen a lo largo de la carretera. Por la noche los niveles máximos causados por los vehículos pesados representan eventos de ruido que pueden despertar las personas que viven a lo largo de la carretera.

Según Griefahn (1985, 1992), el número de despertares aumenta en función del número de eventos de ruido por la noche superiores a cierto nivel de ruido como se ve en la Figura 27.

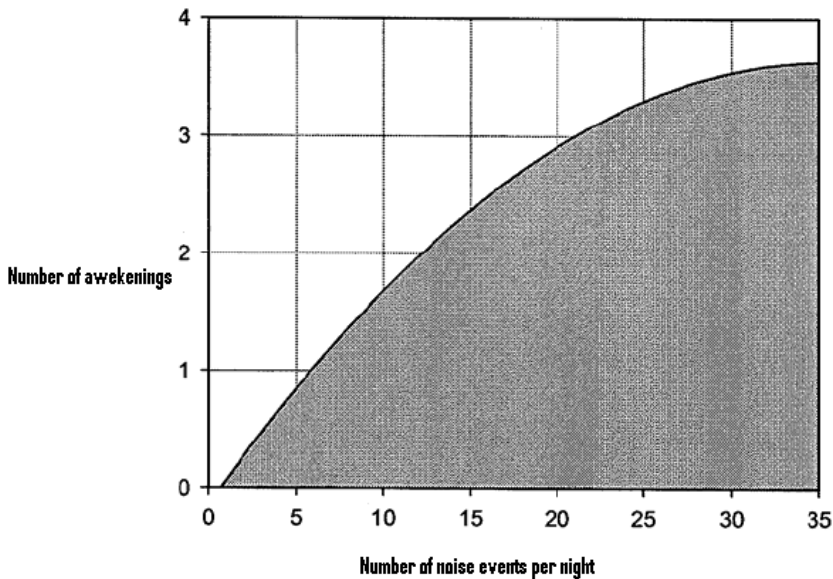


Figura 27. Número de despertares en función del número de eventos de ruido por noche (Griefahn, 1985).

2.2.3.3 Investigaciones de velocidad y ruido

Como se pudo ver en la Figura 25 y Figura 26 la velocidad a flujo libre de los vehículos también influye en los niveles de ruido. Steven (2006) mostró las emisiones de ruido de un solo vehículo liviano compacto durante la aceleración (Figura 28). Las líneas punteadas muestran el ruido del coche acelerando. Las líneas continuas muestran el nivel de ruido que se daría a la velocidad determinada sin aceleración. La línea denominada “v. ave” muestra la velocidad del vehículo.

Como se puede observar, el ruido de propulsión (L_{prop}) aumenta con el incremento de revoluciones del motor. Es decir, que aumenta con el incremento de la velocidad, pero se reduce cuando el conductor cambia a una marcha superior. Sin embargo, también hay una tendencia general hacia el aumento de los niveles de ruido en las marchas superiores del vehículo y por lo tanto a mayor velocidad.

El ruido de neumático/carretera, llamado ruido de rodadura (L_{roll}), aumenta con el aumento de la velocidad. El nivel de ruido depende de los neumáticos y el tamaño del árbol de la superficie de rodadura.

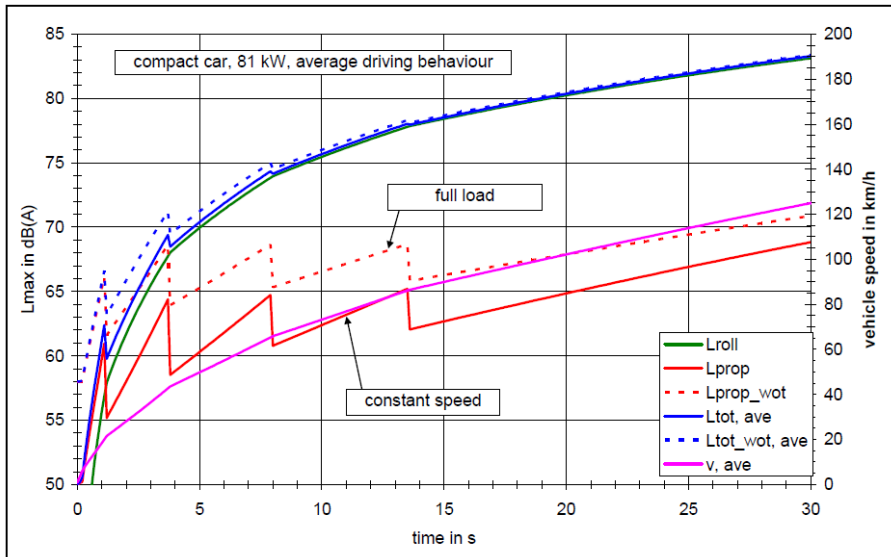


Figura 28. Contribución de las fuentes de ruido de los vehículos durante la aceleración, ejemplificada por un coche compacto (Steven, 2006).

En el modelo de ruido del tráfico por carretera, que se desarrolló en el proyecto de la Unión Europea *HARMONOISE* (Jonasson et al., 2004), el ruido de propulsión por defecto viene dado por la ecuación 12:

$$L_{WR}(f) = a_p(f) + b_p(f) \left[\frac{v - v_{ref}}{v_{ref}} \right] \quad (12)$$

Donde $a_p(f)$ y $b_p(f)$ son los coeficientes específicos para cada banda de $\frac{1}{3}$ de octava.

Así, en el modelo *HARMONOISE* también hay una clara dependencia ruido de los motores con la velocidad de conducción. La ecuación es válida para el tráfico a velocidad de flujo libre constante. Los cálculos se hacen en bandas de $\frac{1}{3}$ de octava. El modelo no incluye la velocidad del motor, ya que no sería práctico en un modelo de ruido de este tipo y esta información generalmente no está disponible.

Los resultados obtenidos por Andersen (2003) en reducciones de ruido a partir de la reducción de la velocidad de los vehículos se pueden ver en la Tabla 8. Estos resultados se dan a partir de mediciones de más de 4.000 vehículos efectuadas entre 1999 y 2000.

<i>Reducción en la velocidad</i>	<i>Reducción de ruido de los vehículos ligeros dBA</i>	<i>Reducción de ruido de los vehículos pesados dBA</i>
<i>De 130 a 120 Km/h</i>	1,0	-
<i>De 120 a 110 Km/h</i>	1,1	-
<i>De 110 a 100 Km/h</i>	1,2	-
<i>De 100 a 90 Km/h</i>	1,3	1,0
<i>De 90 a 80 Km/h</i>	1,5	1,1
<i>De 80 a 70 Km/h</i>	1,7	1,2
<i>De 70 a 60 Km/h</i>	1,9	1,4
<i>De 60 a 50 Km/h</i>	2,3	1,7
<i>De 50 a 40 Km/h</i>	2,8	2,1
<i>De 40 a 30 Km/h</i>	3,6	2,7

Tabla 8. Efecto de la reducción de velocidad en el ruido (Andersen, 2003).

Las reducciones de velocidad en la Tabla 8 son reducciones reales, no son los cambios en los límites de velocidad. El efecto global dependerá de la proporción de vehículos ligeros y pesados en el tráfico total.

2.2.3.4 Investigaciones de patrones de conducción y ruido

La instalación de resaltes, el cambio en el diseño de los tramos de vía o en las intersecciones, las señales de reducción de velocidad, la humedad de la superficie de rodadura, etc., son todas iniciativas o eventos que pueden cambiar de alguna manera la forma como conducen las personas. Esto puede

causar un aumento o disminución en el número y la intensidad de las aceleraciones y deceleraciones y por lo tanto los niveles de ruido (Ellebjerg, 2007).

Jonasson et al. (2004) demuestra que una carretera con una película de agua aumenta el nivel de potencia acústica ponderado hasta cerca de 4 dBA. Para los vehículos de pasajeros el aumento es mayor a bajas velocidades, mientras que lo opuesto es el caso de vehículos pesados de varios ejes. Un ejemplo de resultados de la medida se da en la Figura 29.

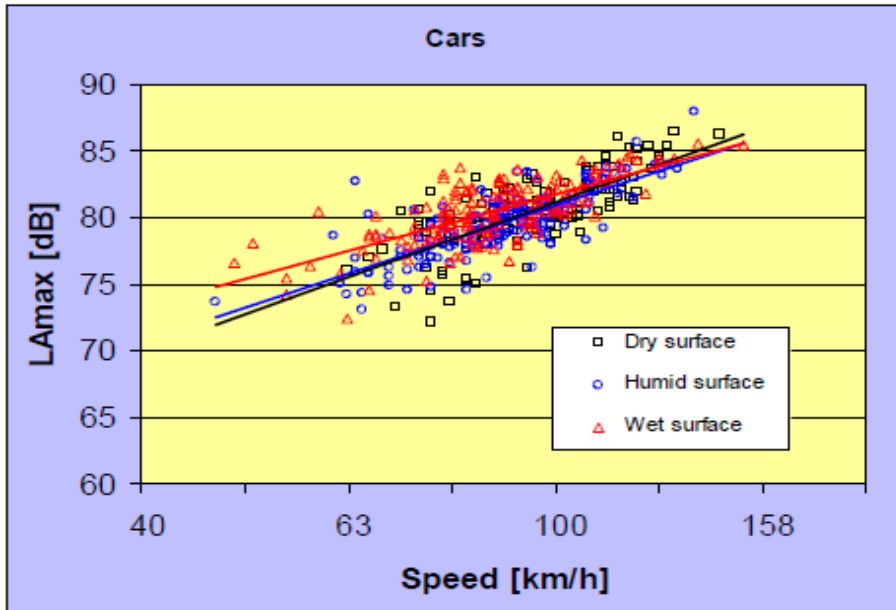


Figura 29. L_{max} en dBA durante el paso de un coche de pasajeros en función de la velocidad y la humedad en la calzada (Jonasson, 2004).

Según medidas hechas sobre tráfico real, existe una correlación entre la aceleración y el ruido de los vehículos ligeros (Steven, 2005). Para bajas velocidades alrededor de 30 km/h, el incremento medio de ruido debido a la aceleración es de 2 dB. Para velocidades normales urbanas alrededor de 50 a 60 km/h, el incremento es de 1 a 1,5 dB, a altas velocidades el aumento es marginal. En cada caso el aumento del ruido depende del nivel de aceleración (Figura 30).

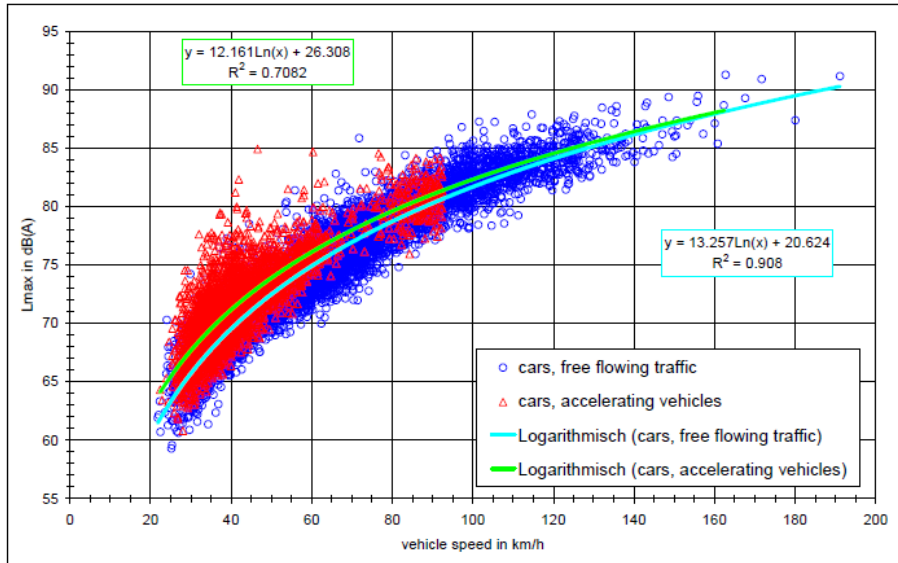


Figura 30. Valores de Lmax versus vehículos a velocidad de flujo libre y vehículos acelerando (Steven, 2005).

Relaciones similares se elaboraron por Steven (2005) para los vehículos ligeros, vehículos industriales ligeros (LDV), los vehículos pesados (HDV) con una potencia inferior a 75 kW, entre 75 y 150 kW, entre 150 y 250 kW y superior a 250 kW. Las mediciones se realizaron sobre el tráfico real, por lo que las aceleraciones se encuentran en niveles que son realistas en las carreteras. En la Figura 31 se muestra para vehículos acelerando y es similar a la Figura 26 la cual es para vehículos a velocidad de flujo libre.

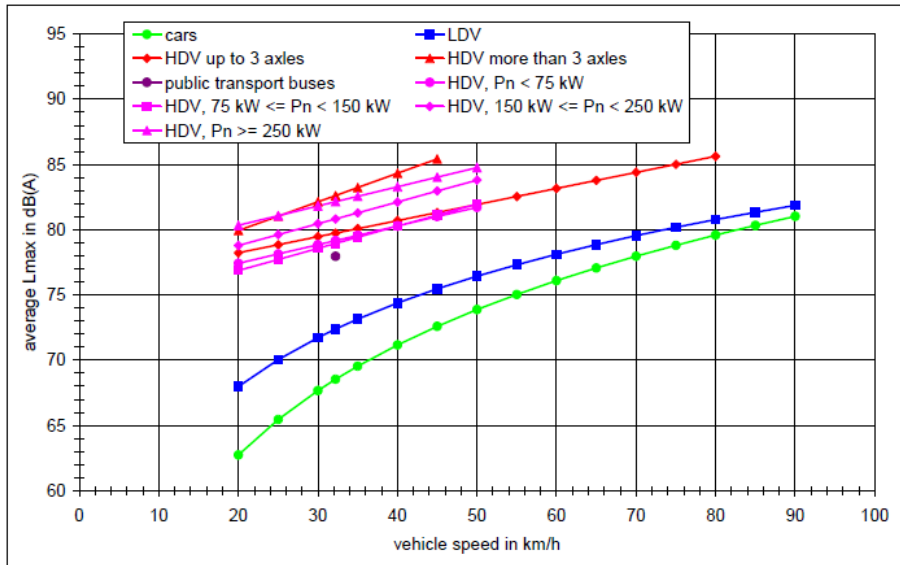


Figura 31. Valores de Lmax para diferentes categorías de vehículos acelerando (Steven, 2005).

Los incrementos de ruido debido a las aceleraciones se calculan según la ecuación 13 en el modelo HARMONOISE (Jonasson, 2004).

$$\Delta L_{acc} = C \times a \quad (13)$$

Donde,

a = aceleración o deceleración en m/s^2

$$-2 \text{ m/s}^2 < a < 2 \text{ m/s}^2$$

C = 4,4 para vehículos ligeros y 5,6 para vehículos pesados.

Bendtsen (2004) no sólo habla de un aumento del ruido de vehículos en aceleración, sino también una disminución del ruido en deceleración, teniendo en cuenta la exención de todo esto para los camiones de 3 ejes o más. Ejemplos de los efectos de las aceleraciones y deceleraciones en el ruido de propulsión a 50 km/h según el modelo HARMONOISE se ven en la Tabla 9.

Aceleración o Deceleración	Tipo de vehículo	Influencia en el ruido	Nota
1 m/s ²	Ligero	+1,7 dB	Aceleración moderada
2 m/s ²	Ligero	+4,5 dB	Aceleración alta
0,5 m/s ²	Pesado	+2,1 dB	Aceleración moderada
1 m/s ²	Pesado	+4,5 dB	Aceleración alta
-1 m/s ²	Ligero	-0,8 dB	Deceleración baja
-2 m/s ²	Ligero	-1,2 dB	Deceleración alta
-1,5 m/s ²	Pesado 2 ejes	-4,5 dB	Deceleración moderada
-1,5 m/s ²	Pesado 3 ejes	+4,5 dB	Deceleración moderada

Tabla 9. Efecto del ruido (dB) de las aceleraciones y deceleraciones en el modelo HARMONOISE en relación con un caso de referencia a velocidad constante de 50 km/h (Bendtsen, 2004).

A velocidades superiores a 50 km/h el efecto en el ruido de los cambios en el estilo de conducción disminuirá debido a la creciente contribución de ruido de rodadura de los neumáticos.

Berge (2007) analizó los patrones de conducción en 7 diferentes configuraciones de los cruces y rotondas en la zona de Trondheim (Noruega). En el estudio, un vehículo ligero fue utilizado por un conductor, con tres comportamientos de conducción diferentes: eco, normal y agresivo. Se tomaron datos de la velocidad del motor (rpm), la velocidad del vehículo y la aceleración/deceleración. Un total de 157 recorridos individuales fueron registrados y analizados. Los resultados muestran que para este conductor individual, la siguiente relación se podría establecer:

- La conducción ecológica, en comparación con la conducción normal, ofrece aproximadamente de 5 - 600 rpm de los motores menores y en el orden de 3 dBA se disminuye el nivel de ruido exterior del vehículo tomado a 7,5 m.
- La conducción normal, en comparación con la conducción agresiva, da aproximadamente 1000 rpm del motor más bajas y en el orden de 6 dBA menos del nivel de ruido exterior del vehículo.

- La conducción ecológica, en comparación con la conducción agresiva, da aproximadamente 1500-1600 rpm del motor menos y del orden de 9 dBA menores en los niveles de ruido exterior del vehículo.

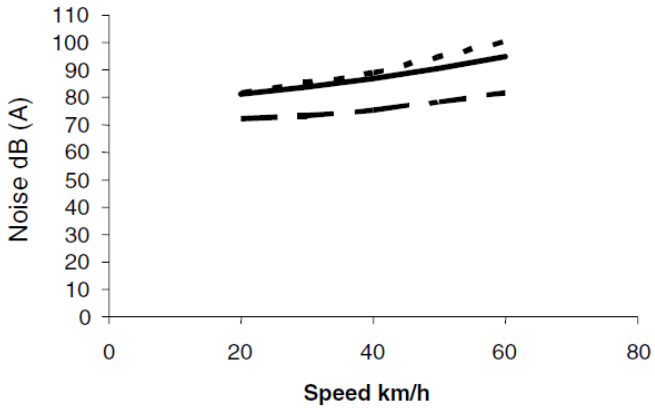
Con respecto a las aceleraciones este estudio determinó que aceleraciones de 0 a 1 m/s² se consideran conducción ecológica, entre 1 y 2 m/s² se considera conducción normal y superiores a 2 m/s² conducción agresiva.

Behzad et al. (2006) analizaron dos reductores de velocidad tipo resalte prefabricado para coches acelerando y no acelerando a velocidades de 20, 40 y 60 km/h. Los resultados experimentales mostraron que el nivel de ruido de pico aumenta entre 1 y 14 dBA cuando el coche pasa el resalte prefabricado de altura 0,04 m y aumenta entre 1 y 19 dBA cuando el coche pasa el resalte prefabricado de altura 0,055 m (Figura 32).

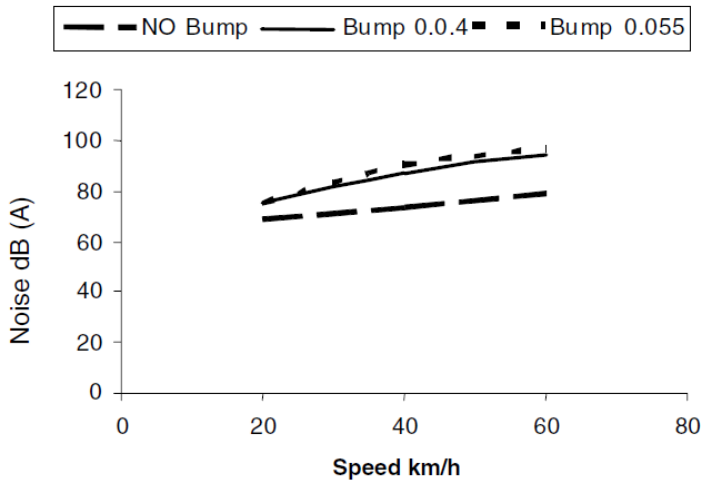
En un estudio realizado por Lelong y Michelet (1999) los resultados mostraron que el efecto de la aceleración en los niveles de ruido producido por los vehículos es más perceptible a velocidades bajas, debido a que es predominante el ruido mecánico del vehículo sobre del ruido producido por los neumáticos. Los incrementos en los niveles de ruido son significativos en los vehículos acelerando comparados con los niveles obtenidos a velocidades constantes. El estudio mostró que el tipo de motor se debe tener en cuenta para determinar los niveles de ruido, mientras que el tipo de vehículo es otro parámetro que puede afectar seriamente a los niveles de ruido emitidos por un vehículo acelerando. Para aceleraciones fuertes el aumento del ruido puede alcanzar los 5 dBA para un coche de pasajeros y 7 dBA en el caso de los vehículos comerciales.

Como se puede ver, no existe unanimidad en los valores de aceleración de las investigaciones asociados al patrón de conducción y al ruido producido por el vehículo. Pero se pudo descubrir que en el campo de las emisiones vehiculares se han hecho investigaciones al respecto que pueden dar algunas referencias de los valores de las aceleraciones a tener en cuenta para este estudio.

Han y Yang (2007) estudiaron un sistema de percepción de conducción peligrosa con los datos de conducción de una caja negra incorporada al vehículo. Ellos clasificaron los tipos de conducción peligrosa como: arranque brusco, parada repentina, el giro rápido y cambio de carril peligroso. Los valores de aceleración para la conducción agresiva obtenidos se encontraban entre 1,27 y 2,16 m/s² para velocidades de 80 y 20 km/h respectivamente.



Noise level versus speed with and without bump for engine ON.



Noise level versus speed with and without bump for engine OFF.

Figura 32. Niveles de ruido versus velocidad para vehículos acelerando y a velocidad constante (Behzad et al., 2006).

Kim y Choi (2013) desarrollaron modelos de regresión para encontrar los valores críticos de aceleración agresiva desde el punto de vista de consumo de combustible y emisiones. Los experimentos se llevaron a cabo en un sitio de pruebas en Corea del Sur con un vehículo tipo turismo alimentado con gas licuado de petróleo y equipado con un registrador de datos de conducción. Las

pruebas de velocidad en el vehículo van desde 10 km/h a 80 km/h teniendo en cuenta los patrones de conducción en zonas urbanas. Como resultado, establecieron 1,4705 y 2,2770 m/s² como los valores determinantes de la aceleración agresiva y la aceleración agresiva extrema, respectivamente.

2.2.3.5 Investigaciones de moderadores de tráfico y ruido

Algo muy importante a considerar en la implementación de medidas de moderación del tráfico es que el efecto de las medidas de moderación del tráfico en los niveles de ruido es a menudo pequeño, y el efecto principal se debe generalmente a cambios en la velocidad. Sin embargo, aun cuando el ruido se reduce debido a la reducción de velocidad, la molestia a las personas que viven, transitan o descansan a lo largo de la carretera puede aumentar al dar lugar a patrones irregulares de conducción con más aceleraciones y deceleraciones. Esto puede no necesariamente cambiar mucho el nivel de ruido global, pero donde el ruido sin las medidas puede haber sido un sonido constante, las aceleraciones y deceleraciones hacen que la percepción de las mismas sea más notable.

Según Ellebjerg (2007), la mala implementación y diseño de medidas de moderación pueden hacer que las disminuciones en la velocidad sean insignificantes y que debido a las aceleraciones y frenadas que se presenten puntualmente en los elementos moderadores se puedan incrementar el ruido general, los picos de ruido o las molestias producidas por el ruido.

Por otro lado, los regímenes correctamente diseñados e implementados, podrían reducir los niveles de ruido de 3 a 4 dBA Leq y hasta 7 dBA para Lmax y la mayor reducción del ruido puede conseguirse en las carreteras con bajos o ningún porcentaje de vehículos pesados (Hedstrom, 1999; Döldissen, 1988; Bendtsen, 1987).

Según el *Traffic Advisory Leaflet 9/99 "20 mph Speed limits and zones"* en el Reino Unido se revisaron 250 zonas con límites de velocidad de 20 mph (aproximadamente 30 km/h), los resultados indican una reducción promedio de velocidad de 9 mph (14,5 km/h) en los lugares donde las medidas para moderar el tráfico se han aplicado con distancias entre ellas de entre 60 y 70 m. En los lugares sin medidas para calmar el tráfico, donde sólo se utilizaron señales, la reducción de la velocidad media fue de solo 1 mph (1,6 km/h). De acuerdo con lo visto en el apartado 2.2.3.3 (investigaciones de velocidad y ruido) reducciones de 9 mph deberían resultar en una reducción de ruido superior a los 3 dB en función del porcentaje de vehículos pesados existente.

A continuación se mostrarán las investigaciones hechas con respecto a moderación de tráfico y ruido pero especificando por tipo de moderador analizado en cada estudio; se debe aclarar y tener en cuenta que no en todos los dispositivos moderadores de tráfico se han realizado estudios de ruido.

Resaltes, lomos, cojines y pasos elevados

Este tipo de medidas por ser las más conocidas y más usadas para moderar el tráfico son las que más investigaciones tienen a nivel de ruido. Su implementación se está dando desde los años ochenta y prácticamente se pueden ver en cualquier país con pequeñas variaciones en sus diseños.

Un estudio de Bovy (1993) muestra, en cuanto a los cojines, que si dos piezas están colocadas en el mismo eje, la reducción de la velocidad implica, en la sección actual, una reducción muy ligera en el ruido alrededor de 1 dBA aunque en las inmediaciones del cojín los efectos de frenar y acelerar causan un incremento en el nivel de ruido máximo de 2 dBA; este incremento se aprecia mucho mejor en las inmediaciones de los cojines aislados y puede llegar a ser de 3 a 4 dBA.

Los cojines pueden implicar una gran reducción del ruido del tráfico especialmente para los vehículos ligeros, según el *Traffic Advisory Leaflet 4/94 "Speed Cushions"*, ya que si existe una distancia de aproximadamente 50 m entre dos cojines de velocidad para una velocidad de 30 km/h se reduce al mínimo la diferencia de velocidad en y entre ellos y por lo tanto los picos de ruido.

Abbott et al. (1995a) realizaron una serie de medidas de ruido de vehículos ligeros en el Reino Unido en el momento en que los vehículos se encontraban entre dos moderadores tipo cojín o lomo y en el momento en que pasaban por el dispositivo moderador y concluyeron que los niveles máximos de ruido eran menores en el momento del paso de los vehículos ligeros en el dispositivo que entre los dispositivos. Esto se daba debido a la menor velocidad de los vehículos al pasar por los dispositivos, pero cuando se hacía el ensayo a velocidad controlada de 25 km/h los niveles de ruido variaban dependiendo del lugar del experimento. Se presume que esto puede deberse a diferencias en la construcción, tipo de rodadura (asfalto, hormigón o adoquines) o pendiente de entrada y salida del dispositivo moderador.

Abbott et al. (1995a), concluyeron que la eficacia de los cojines depende de la reducción de la velocidad en y entre los dispositivos moderadores y que la pendiente entre la reducción del nivel de ruido y la diferencia de velocidades entre los cojines son de 0,45 dBA/km/h para diferencias de velocidades de 2 a

12 km/h. La reducción de ruido es de unos 8,5 dBA para los vehículos ligeros y 3,9 dBA en el tráfico diario (en $Leq_{10h, 18h}$). Las variaciones del nivel máximo de ruido en un vehículo dependen del tipo de reductor, la velocidad y el tipo de vehículo. Para los vehículos la reducción es de 6,6 a 8,7 dBA para los cojines y cerca de 10 dBA para lomos.

Para los autobuses, la reducción es insignificante en los cojines y de aproximadamente 4 dBA en los resaltes. Para los vehículos pesados, los cojines implican un aumento de 2 a 7 dBA, los resaltes un aumento de 6 dBA y una reducción de 2 dBA para los pasos elevados. Para el tráfico total, concluye una reducción del nivel de ruido de 5 dBA en los cojines y de 7 dBA en los resaltes si el tráfico se compone sólo de automóviles.

Los cojines más anchos y resaltes no tienen efecto para una tasa de 1% de los autobuses y vehículos industriales, y el ruido aumenta en 6 dBA con un 1% de autobuses y 10% de los vehículos comerciales. En presencia de vehículos pesados, los cojines estrechos o resaltes son preferibles ya que no se aumenta el nivel de ruido e incluso puede llegar a una disminución de 3 a 5 dBA con un 1% de vehículos comerciales.

Abbott (1995b) realizó un estudio en una pista de pruebas para hacer mediciones de ruido de paso de vehículos ligeros, autobuses y camiones y varios diseños de cojines estrechos, cojines anchos, un lomo y un paso elevado. Para los vehículos ligeros el cambio en los niveles de ruido con la velocidad es independiente del dispositivo moderador en un rango de velocidad de 15-40 km/h. Para el lomo y el paso elevado, los niveles de ruido a una velocidad normalizada de 25 km/h fueron similares a los obtenidos en una vía plana con características superficiales similares. También para los autobuses, en todos los dispositivos moderadores, los niveles de ruido medio a velocidad de 25 km/h fueron similares a los obtenidos en una carretera plana.

Para los camiones los niveles de ruido promedio en cojines estrechos fueron similares a los de carretera a nivel cuando se normalizó la velocidad a 25 km/h. Los demás tipos de dispositivos generaron niveles de ruido mucho más elevados, un promedio de 10 dBA para los cojines anchos y 8 dBA para los lomos. Los niveles de ruido en el paso elevado fueron en promedio 8 dBA mayores que en el lomo. Los niveles máximos de ruido de los camiones aumentaron en 2 dBA en los cojines estrechos, 8 dBA en los anchos y 2 dBA en los lomos y 6 dBA en pasos elevados. Cabe anotar que los camiones fueron seleccionados para el peor de los casos, en el sentido de que eran propensos a la generación de ruido de la carrocería y por lo tanto una muestra más representativa puede conducir a niveles de ruido más bajos.

El *Traffic Advisory Leaflets 06/96 "Traffic Calming: traffic and vehicle noise"*, con base en los estudios de Abbott (1995a y 1995b), muestra que después de

la instalación de los lomos y cojines, los niveles máximos de ruido de los vehículos ligeros se reducen. También lo es el nivel de ruido del tráfico en general, cuando los vehículos ligeros son la forma más corriente de tráfico. Sin embargo, el efecto de lomos y cojines en el ruido de los vehículos pesados es más complejo. Si bien hay algunas disminuciones en los niveles máximos de ruido de vehículos de grandes vehículos comerciales, debido a la reducción de su velocidad, esto puede ser compensado por el aumento en el ruido de la carrocería de los vehículos, tales como pasar por encima de las crestas y los amortiguadores. El efecto neto de estas medidas de deflexión vertical en el ruido del tráfico en general depende de la proporción de grandes vehículos comerciales en el flujo de tráfico, y en el tipo de lomo instalado. La Figura 33 muestra la diferencia en dBA esperada con la instalación de medidas de moderación de tráfico en distintos tipos de composiciones de tráfico y la Figura 34 muestra cómo el nivel máximo de ruido medio de grandes vehículos comerciales varía con la velocidad para los diferentes perfiles de carretera.

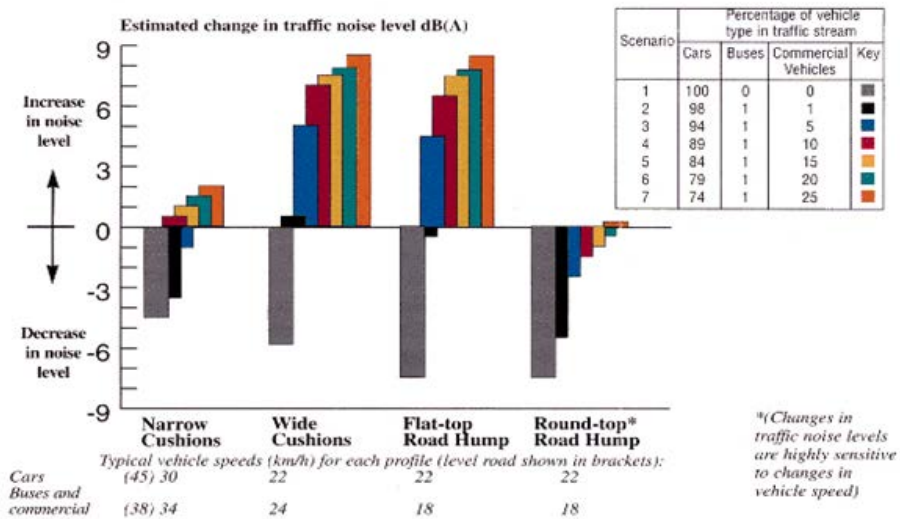


Figura 33. Cambios estimados en el ruido del tráfico después de la instalación de distintos tipos moderadores para escenarios de composición del tráfico (Traffic Advisory Leaflets 06/96, 1996).

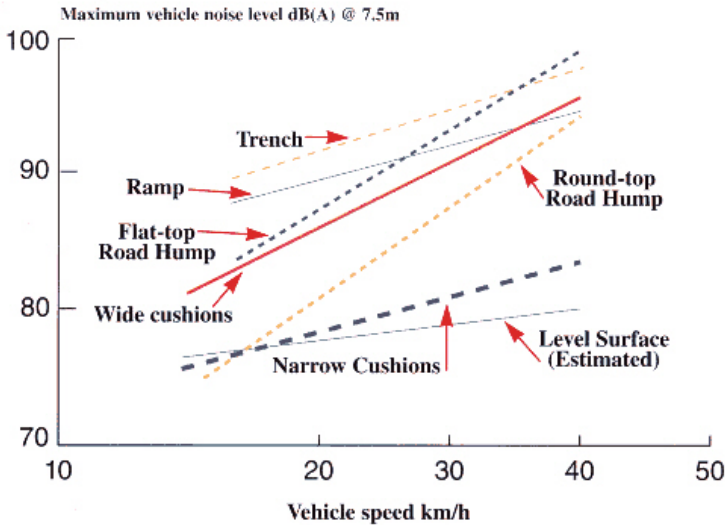


Figura 34. Comparación de los niveles promedio de ruido y velocidades para vehículos comerciales a lo largo del paso por diferentes tipos de moderadores (Traffic Advisory Leaflets 06/96, 1996).

Según el *Traffic Calming: State of the Practice* (ITE/FHWA, 1999), en Charlotte, Carolina del Norte, se tomaron lecturas de ruido antes y después de la instalación de lomos para reducir la velocidad en tres barrios. Los niveles de ruido no cambiaron en dos, y se mostró una ligera disminución en el tercero. En San José, California se encontró que los niveles de ruido promedio cayeron de 77 a 75 decibelios con ponderación A después de que los lomos fueran instalados. En Boulder, Colorado, se determinó que los pasos elevados también producían niveles de ruido más bajos y más uniformes que las calles sin tratar en al menos 2 dBA.

Harris (1999) realizó pruebas en los niveles máximos y medios de ruido y los efectos de la vibración en lomos y pasos elevados que se dan en el *Traffic Advisory Leaflets 10/00 "Road humps: discomfort, noise and ground borne vibration"* y se pueden ver en la Figura 35. Una gama de vehículos se utilizó en los ensayos para evaluar la molestia, el ruido y las vibraciones de la tierra. Estos incluyen bicicletas, motocicletas, vehículos ligeros, cinco autobuses diferentes, incluyendo un autobús de piso bajo, tres vehículos de mercancías diferentes, con suspensión de acero o de aire, un auto de bomberos y tres ambulancias diferentes.

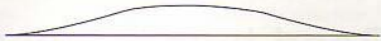
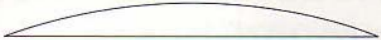

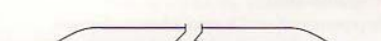

TABLE 1 PROFILE DIMENSIONS					
PROFILE	LENGTH (M)	MAX. HEIGHT (MM)	PLATEAU LENGTH (M)	RAMP GRADIENT	DETAIL OF PROFILE
Sinusoidal	3.7	75	n/a	n/a	
Round-top	3.7	75	n/a	n/a	
Round-top	5.0	75	n/a	n/a	
Flat-top with sinusoidal ramps	8.0	75	6.0	n/a	
Flat-top with straight ramps	8.0	75	6.0	1:13	

Figura 35. Dimensiones y formas de los dispositivos analizados (Harris, 1999).

Para los vehículos ligeros no se encontraron diferencias entre los distintos tipos de lomos y pasos elevados analizados. Los niveles de ruido en las crestas de los dispositivos eran inferiores a los medidos en una superficie de control y los niveles de vibración fueron sólo ligeramente más altos.

En los autobuses el lomo sinusoidal dio lugar a niveles de ruido inferiores a los obtenidos en los demás tipos de resaltes. El autobús de dos pisos también mostró un aumento general del nivel máximo de ruido cuando la velocidad aumenta. Los mayores niveles de ruido se midieron en los perfiles de pasos elevados. Todos los perfiles dieron menores niveles de ruido a velocidades típicas de cruce en lugar de las mediciones realizadas junto en una superficie a nivel, donde las velocidades eran más altas.

En la velocidad de cruce, los niveles de ruido de los vehículos de mercancías probados fueron los más altos en los pasos elevados. Los niveles de ruido para los perfiles sinusoidales fueron ligeramente más bajos que sus equivalentes no sinusoidales. El perfil de 5,0 m de parte superior curva fue similar al perfil de 3,7 m de parte superior curva con respecto a la generación de ruido.

Los vehículos grandes de mercancías pueden tener suspensión de aire, de resorte o de acero. Los niveles máximos de ruido generados a lo largo de los lomos se dieron por los vehículos con suspensión de acero. Los vehículos con suspensión de aire, en el estado vacío generaban mayores niveles de ruido que en el estado cargado, para todos los perfiles de la prueba. Para los vehículos de suspensión de acero, la diferencia entre el vehículo cargado y descargado era menos clara; los perfiles sinusoidales generaban mayores niveles de ruido para el vehículo cargado, por el contrario, el lomo de 5 m de

parte superior curva y los perfiles de paso elevado daban lugar a niveles de ruido más alto para el vehículo en vacío.

Bendtsen et al. (2001) en Dinamarca, encontraron que los lomos reducen el ruido gracias a la reducción de la velocidad que inducen, aunque existe un ligero aumento en el ruido antes y después de reductores de velocidad debido al frenado y seguido por la aceleración de los vehículos. Los análisis de las mediciones de ruido muestran que los reductores de velocidad inducen una reducción de velocidad de 5 a 14 km/h entre los lomos y la reducción del ruido es de cerca de 1 dBA. A nivel de los lomos la reducción es de 2 a 4 dBA; para calles de velocidad baja (30 o 40 km/h) aunque a 10 m del dispositivo el nivel de ruido puede ser de 2 a 4 dBA superior comparado con las mediciones en el nivel del lomo.

En Gloucester, Reino Unido, Abbott et al. (2003) registraron la reducción media de velocidad de 11 a 21 km/h en los tramos de carretera con lomos, cojines y pasos elevados. Los niveles máximos de reducción de ruido de los vehículos ligeros fueron de 5,2 a 5,3 dB a lo largo de los lomos y cojines, pero se esperaban reducciones entre 4,7 y 6,5 dB sobre la base de la variación de la velocidad del vehículo. En el paso elevado se registraron 6,6 dB aunque se esperan 7,4 dB y se registró 2,7 dB entre los cojines cuando lo esperado era 4,5 dB. La reducción de ruido por debajo de lo esperado en casi todos los casos puede ser debido a la aceleración de los vehículos y la incertidumbre de medición también juega un papel en la explicación de estas pequeñas variaciones según el autor.

En Francia, Bérengier (2006) determinó incrementos de 1 a 5 dBA debido al frenado y la aceleración al llegar y salir del dispositivo moderador y debido al impacto de los neumáticos en el borde del mismo. Pero no se especificó el tipo de lomo o resalte estudiado. Por lo tanto, estos dispositivos se han sustituido por otros como estrechamientos de calzada con el fin de que sean menos ruidosos.

MODETRA (2009), en el documento *T3.2 Tramos de Observación*, realizó un estudio sobre un paso elevado en Valladolid. Como conclusión principal, se puede destacar que el 100 % de los vehículos ligeros al pasar sobre el paso de peatones elevado produjo un impacto acústico despreciable, inferior a 1 dBA. Esto debido a la importante reducción de velocidad, que en la mayoría de los casos oscila entre un 40 % y un 70 %, debido a la geometría del paso de peatones, que posee una importante altura. Además, únicamente un 15 % de los vehículos ligeros analizados circula sobre el paso de peatones elevado a una velocidad superior a 20 km/h, siendo la velocidad máxima real de circulación durante la observación de 25 km/h.

Durante el periodo de ensayo también circularon vehículos de otras categorías especiales (2 motocicletas y 3 vehículos pesados, entre ellos 1 autobús urbano). Al igual que ocurre con los turismos, debido a la importante reducción de velocidad, el impacto acústico generado por dichos vehículos al circular sobre el paso de peatones elevado es despreciable, inferior a 1 dBA, y para todos estos vehículos se registraron velocidades de circulación en el paso elevado inferiores a 20 km/h.

En el documento de MODETRA (2009), también existe un estudio sobre un cruce elevado en el que más del 65% de los vehículos ligeros al pasar sobre el cruce elevado produjeron un impacto acústico alto, superior a 5 dBA. Esto es debido a que el vehículo al circular sobre el bordillo de hormigón del cruce genera un fuerte golpe contra el suelo por ser un dispositivo de tipo rígido, lo que se traduce en un elevado nivel acústico generado. Además hay que destacar que la velocidad de circulación para cada vehículo permanece aproximadamente constante entre el punto de referencia y el punto de entrada al cruce, es decir, los conductores no modifican su comportamiento de conducción por circular sobre el cruce elevado.

Por otra parte, más del 26 % de los vehículos ligeros que circularon sobre el cruce elevado provocaron un impacto moderado (entre 2 y 5 dBA), mientras que un impacto acústico bajo (entre 1 y 2 dBA) es debido a un 2 % de los vehículos ligeros que se desplazan por dicha vía. Por último, el 5 % de los vehículos ligeros que pasaron sobre el cruce elevado causaron un impacto acústico despreciable, es decir, un incremento del nivel de presión acústica inferior a 1 dBA. En general, el impacto acústico debido al paso de motocicletas sobre el cruce elevado es despreciable. Ya que el nivel de ruido generado por las motocicletas es causado principalmente por el sistema de escape y el motor, con lo cual el impacto del vehículo sobre el cruce es mínimo. En el caso de los vehículos pesados que circularon sobre el cruce elevado durante el periodo de ensayo, el impacto acústico fue alto, ya que al pasar sobre el bordillo (elemento de tipo rígido) generaban un elevado nivel de presión acústica.

García et al. (2010) en el proyecto MODETRA han podido observar que la velocidad mínima se alcanza una vez los vehículos han superado el paso elevado en un 60% de los casos, concentrándose un 25% de la frecuencia unos 10 m después del elemento. Por otro lado, menos de un 12% de los vehículos desarrolla su velocidad mínima antes del elemento moderador del tráfico. Por otra parte, se ha realizado de manera análoga el análisis de la localización de la velocidad mínima en el caso de los resaltes. Al igual que en los pasos elevados, la velocidad mínima se encuentra después del elemento en un 70% de los casos, concentrándose en un 28% de los casos 10 m después del elemento.

Bandas transversales

Las bandas transversales no tienen por objeto principal reducir la velocidad, sino más bien aumentar la sensibilización del conductor. Esto se podría usar, por ejemplo, antes de entrar en una zona de moderación de tráfico, de un paso peatonal o en algún lugar peligroso de la carretera. Aunque las bandas transversales no son en sí mismos reductores de velocidad, se incluyen porque son de uso común y por lo general resultan en mayores niveles de ruido.

Bendtsen y Høj (1990) llevaron a cabo mediciones de ruido Leq en cinco diferentes tipos de bandas transversales. Los resultados se presentan en la Tabla 10. Los aumentos en los niveles de ruido a lo largo de la carretera medidos fueron de 1,6 a 3,7 dB. Además de estos aumentos en los niveles se debe tener en cuenta que el ruido de las bandas transversales tiende a ser de impulso. El ruido de impulso tiende a ser más molesto que el ruido continuo, por lo que el aumento de la molestia es probable que sea mayor que el aumento de los niveles de ruido indicados.

<i>Tipo de banda</i>	<i>Dimensión</i>	<i>Velocidad de referencia en km/h</i>	<i>Incremento de ruido Leq dBA</i>
Adoquín	7 m de largo	60	1,6
Adoquín	15 m de largo	50	2,1
Tiras estrechas termoplásticas	10 cm de ancho y 0,8 cm de alto	50	2,1
Tiras gruesas termoplásticas	100 cm de ancho y 0,5 cm de alto	50	2,7
Fresado de ranuras en el pavimento	15 cm de ancho y 1 cm de profundidad	80	3,7

Tabla 10. Medidas de ruido en diferentes tipos de bandas transversales (Bendtsen y Høj, 1990).

En un estudio realizado en el Reino Unido el perfil recomendado por el Traffic Advisory Leaflets 01/05, 2005 se observa en la Figura 36.

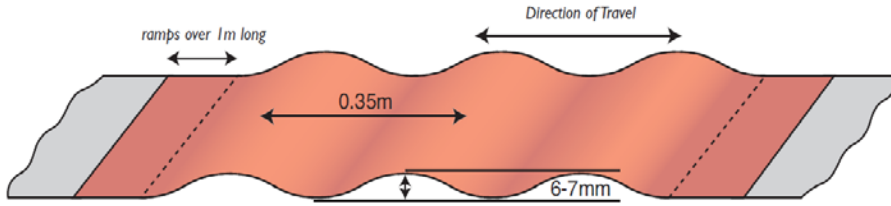


Figura 36 Perfil recomendado por el Traffic Advisory Leaflets 01/05, 2005.

Carriles para bicicleta

Según Harupa (2000) estos permiten una reducción de ruido de 1 a 3 dB, aunque de acuerdo con Abbott (2003) la construcción de carriles para bicicletas no tiene influencia significativa en la velocidad del vehículo. En una revisión de literatura e informes de carriles para bicicleta, Elliott (2003) dice que estos tienen un efecto en la velocidad de 1 mph (1,6 km/h), y otros 4 mph (6,5 km/h) cuando hay un ciclista en el carril. Aunque Según Ellebjerg (2007) sobre la existencia de un efecto reductor de la velocidad real o no, la reducción del ruido será insignificante a menos que los cambios también influyan significativamente en el patrón de conducción, lo que parece poco probable.

Chicanes y estrechamientos

Bérenghier (2006 y 2008) ha encontrado reducciones en los niveles de ruido de 1 a 4 dBA en el centro de las chicanes y estrechamientos, pero también aumentos de 1 hasta 5 dBA en las entradas y salidas de los dispositivos debido al frenado y aceleración de los vehículos. El impacto también fue diferente en función del período de observación. Durante la noche, por ejemplo, cuando la disminución del tráfico provoca un flujo de tráfico más fluido y menos periodos de frenado y aceleración (Tabla 11).

Lugar	Dispositivo	Medida en el centro(LAeq)		Medidas en los extremos □(LAeq)
		En el día	En la noche	
Strasbourg	Estrechamiento	-3 a -4	-3	+1 a +5
Drusenheim	Estrechamiento	-1 a -2	-2 a -4	-----
Chignat	Estrechamiento y Chicane	-2 a -4	0 a -3	+2

Tabla 11. Efecto del estrechamiento en los niveles de ruido (Bérenghier, 2008).

Según Ellebjerg (2007) cuanto más tráfico transite por vías con chicanes, los vehículos tendrán deceleraciones y aceleraciones más frecuentes. Esto puede aumentar los niveles de ruido y sin duda provocar cambios en el patrón del sonido que puedan hacer el ruido más perceptible y molesto para los vecinos. Además, desde el punto de vista del ruido, estas medidas deben utilizarse con cierta precaución, especialmente en vías con alto porcentaje de vehículos pesados.

Glorietas y mini glorietas

Bérengier (2002) realizó mediciones de ruido en intersecciones convertidas a glorietas. La reducción en el número de aceleraciones y deceleraciones redujeron los niveles de Leq en decibelios ponderados A. La reducción depende del radio de la glorieta y el número de carriles de entrada y salida de la misma. Reducciones resultantes de 1 a 4 dBA se encuentran para el período diurno y de 1 a 3 dBA para el período nocturno, principalmente en función de cómo el flujo de tráfico se ha modificado. En un estudio similar, Plüss et al. (2003) encontraron en la reconstrucción de un cruce de semáforos en una glorieta, una reducción de ruido diurno (medido de las 06:00 horas a las 22:00 horas) un Leq de 1,7 dBA y la reducción de la noche de Leq de 2,9 dBA (medido de las 22:00 a las 06:00). Ellebjerg (2007) habla de una necesidad de más estudios para aclarar que las rotondas puedan utilizarse plenamente como una medida para reducir el ruido del tráfico rodado.

Hydén et al. (1995) analizaron las reducciones de velocidad y niveles de ruido para 21 mini glorietas en Växjö, Suecia. La velocidad media se redujo de 11 a 18 km/h entre estas si la distancia entre las mini glorietas no excedía los 300 m. Reducciones del nivel de Leq de 1,6; 3,9 y 4,2 dBA se registraron en tres lugares donde se realizaron las mediciones, lo que indica que además de reducir la velocidad, los patrones de conducción son más suaves después de la introducción de las mini glorietas.

Radares fijos y cámaras de velocidad

MODETRA (2009) encontró reducciones de 1 a 4 dB cuando se realizaron pruebas de ruido antes de la instalación del radar fijo y cinco meses después de la instalación del dispositivo, para que así los conductores fuesen conscientes de la existencia de dicho dispositivo. Los resultados obtenidos con

respecto a reducciones de velocidad y nivel de ruido se presentan en la Tabla 12 y Tabla 13, respectivamente.

<i>Tipo de vehículo</i>	<i>Previo a la instalación</i>	<i>Posterior a la instalación</i>	<i>Reducción de velocidad</i>
	<i>Velocidad media en km/h</i>		
Ligeros	65,08	55,18	9,90
Pesado ligeros	63,24	54,66	8,58
Pesado pesado	60,17	54,37	5,80
Motos	67,24	55,02	12,22

Tabla 12. Mediciones de velocidad antes/después de la instalación del radar fijo (MODETRA, 2009).

<i>Tipo de vehículo</i>	<i>Previo a la instalación</i>	<i>Posterior a la instalación</i>	<i>Reducción de nivel de ruido</i>
	<i>Leq global en dBA</i>		
Ligeros	79,54	77,73	1,80
Pesado ligeros	79,70	78,17	1,53
Pesado pesado	81,89	80,89	1,00
Motos	81,70	77,25	4,45

Tabla 13. Mediciones de ruido antes/después de la instalación del radar fijo (MODETRA, 2009).

2.2.3.6 Investigaciones sobre perfiles de velocidad y moderadores de tráfico

Barbosa et al. (2000) realizaron un estudio en la ciudad de York, en el Reino Unido, que fue la primera investigación en la que analizó el perfil de velocidad en secciones con la presencia de diferentes elementos moderadores del tráfico. En este estudio, se seleccionaron seis vías de la ciudad, en la que se encontraban instalados 16 cojines, 4 pasos elevados, 4 chicanes y 4 lomos transversales.

Los perfiles de velocidad se tomaron en horas valle con el fin de tener un tráfico a flujo libre y con la ayuda de 16 sensores neumáticos conectados a un ordenador portátil que permitía almacenar la información. Tras la obtención de las velocidades puntuales, precisaban el perfil de velocidad individual de los

conductores empleando en cada localización la medida en dos pares de sensores, esto también permitía deducir cual era la tasa de deceleración y aceleración en la maniobra de aproximación y paso sobre el elemento.

En el análisis de los resultados, observaron que la velocidad de aproximación o entrada al segmento con moderadores influía en la tasa de deceleración inicial, notaron que los vehículos con una velocidad de entrada mayor obtenían una menor deceleración posteriormente.

Además, los autores calibraron un modelo de regresión múltiple que explica cerca del 55% de la variación de la velocidad en función de la distancia desde el dispositivo anterior, la distancia al siguiente dispositivo, el tipo de dispositivo y la velocidad de entrada, pero no toma en cuenta posibles variaciones geométricas de los dispositivos moderadores (Ecuación 14).

$$V = -8,73 + 0,62V_1 + 0,23D_t + 0,78D_f - 0,0012D_t^2 - 0,00137D_f^2 - 0,5D_f^3 - 4,48H - 6,71T - 0,86C - 2,01Ch \quad (14)$$

Donde:

V : velocidad (km/h)

V_1 : velocidad de entrada (km/h)

D_t : distancia al siguiente moderador del tráfico (m)

D_f : distancia al anterior moderador del tráfico (m)

H : presencia de lomo transversal

T : presencia de paso peatonal elevado

C : presencia de cojín

Ch : presencia de chicane

Considerando los impactos de la consistencia, la investigación concluyó:

- Las medidas de moderación del tráfico con un diseño similar pueden producir un impacto similar en la velocidad.
- No hay evidencia de que la velocidad en un sistema de moderación del tráfico sea creciente a medida que el conductor sobrepasa más elementos.
- La efectividad de las medidas en la reducción de la velocidad disminuye con velocidades de entrada elevadas.

- La velocidad mínima de paso sobre un elemento ocurre sobre él mismo.
- El mayor impacto en la velocidad lo producen los pasos elevados, seguido de los lomos transversales, las chicanes y los cojines.

Bassani et al. (2011), por su parte, analizaron el perfil de velocidad de una vía local de 1,8 km en Turín con 12 pasos peatonales elevados. El estudio buscaba determinar la efectividad de este tipo de elementos en función de la distancia entre ellos. La separación media entre los dispositivos analizados era de 147 m con una separación mínima de 97 m y máxima de 190 m, la velocidad máxima permitida era 30 km/h en el momento de la prueba y los pasos elevados tenían una altura de 7 cm, rampas de 40 cm y longitud de meseta de 120 cm.

La toma de datos se realizó en hora valle, las medidas de velocidad puntual se tomaron con radar, se realizó procesamiento de imágenes de vídeo y se usó un vehículo instrumentado con un acelerómetro monoaxial. El análisis de los resultados se centró en el estudio de la distancia entre moderadores del tráfico y su influencia en la velocidad de operación y los autores indican que estos resultados se pueden emplear para la validación de los perfiles de velocidad en las vías locales con pasos elevados. Las ecuaciones resultantes muestran una relación lineal entre la velocidad de operación, el espaciamiento entre dispositivos y la anchura de los carriles como se muestran en las ecuaciones 15 y 16.

$$V_{85} = 27,7 + 0,09Dma \quad (15)$$

$$V_{85} = 8,685Ac + 0,082Dma \quad (16)$$

Donde:

V_{85} : velocidad de operación sobre un paso peatonal elevado en km/h

Dma : distancia entre moderadores del tráfico en metros

Ac : anchura de carril en metros

Moreno y García (2013) definieron dos índices de seguridad vial basados en el análisis del perfil de velocidad continuo en travesías con moderadores de tráfico. El primer índice, **Ra** (Ecuación 17), refleja la uniformidad del perfil de

velocidad y se calculó como el área relativa normalizada entre el perfil de velocidad y la velocidad media. A pesar de ser un parámetro indicativo de la calidad de la operación del tráfico a lo largo de una travesía con moderadores, existen casos en los que la uniformidad de la velocidad instantánea no es suficiente para garantizar una buena calidad del diseño ya que la velocidad debe ser también moderada y compatible con los usos urbanos. En consecuencia, se desarrolló un segundo índice que mide el exceso de velocidad, **Ea**. (Ecuación 18) Este índice se definió como el área relativa normalizada que queda encerrada sobre la velocidad máxima permitida en la vía y el perfil de velocidad, es decir, contabilizando únicamente los valores que superan el límite de velocidad.

$$Ra = \frac{\sum Ar_i}{L} \quad (17)$$

$$Ea = \frac{\sum Ae_i}{L} \quad (18)$$

Donde:

Ra: parámetro de uniformidad (m/s)

$\sum Ar_i$: suma de las áreas encerradas, en valor absoluto, entre el perfil de velocidad de operación y la línea de la velocidad media de operación (m^2/s)

Ea: parámetro de exceso de velocidad (m/s)

$\sum Ae_i$: suma de las áreas encerradas entre el perfil de velocidad de operación y la línea de la velocidad límite con velocidad superior a la velocidad límite (m^2/s)

L: longitud de la vía (m)

La uniformidad se considerará buena si el parámetro **Ra** es inferior a 1,5 m/s; pobre si es superior a 2 m/s; y es aceptable si se encuentra entre ambos valores. Por otra parte, el exceso de velocidad se considera dentro de los límites normales si el valor del parámetro **Ea** es inferior a 0,5 m/s, mientras que si es superior a 1,0 m/s, la magnitud del exceso de velocidad es considerable y la calidad de la operación en la vía respecto al exceso de velocidad no se considera aceptable. Entre ambos valores, el exceso de velocidad en la vía puede considerarse aceptable.

2.2.4 Modelos de ruido

No se encontraron modelos que determinen el ruido de los vehículos específicamente sobre moderadores de tráfico. Los modelos encontrados están enfocados a determinar niveles equivalentes (L_{eq}) o percentiles cincuenta (L_{50}) del ruido del tráfico rodado y a continuación se muestran algunos de los más conocidos.

Uno de los primeros modelos es el propuesto por Anon (1952) en el *Handbook of acoustic noise control* que viene dado por la ecuación 19.

$$L_{50} = 68 + 8,5 \log(v) - 20 \log(D) \quad (19)$$

Donde:

V= Volumen de vehículos por hora

D= Distancia hasta el centro de la vía en pies

Johnson et al. (1968) introdujeron la velocidad de los vehículos tal y como aparecía en la ecuación 20.

$$L_{50} = 3,5 + 10 \log\left(\frac{V * S^3}{D}\right) \quad (20)$$

Donde:

S= Velocidad media en millas por hora

V= Volumen de vehículos por hora

D= Distancia hasta el centro de la vía en pies

El porcentaje de vehículos pesados fue introducido por Galloway et al. (1969) con la expresión que se aprecia en la ecuación 21.

$$L_{50} = 20 + 10 \log\left(\frac{V * S^2}{D}\right) + 0,4(T) \quad (21)$$

Donde:

S= Velocidad media en millas por hora

V= Volumen de vehículos por hora

D= Distancia hasta el centro de la vía en pies

T= porcentaje de vehículos pesados

Los modelos actuales son mucho más complejos, como por ejemplo el modelo de la FHWA (Federal Highway Administration, 1978, 1998) de Estados Unidos que utiliza un programa llamado STAMINA que calcula el nivel equivalente para cada tipo de vehículo dividido en tres clases: ligeros, camiones medianos y camiones pesados por medio de la ecuación 22.

$$L_{eq} = \bar{L}_0 + 0,115\sigma^2 + 10\log\left(\frac{N * \pi * D_0}{T * S}\right) + 10\log\left(\frac{D_0}{D}\right)^{1+\alpha} + 10\log\left(\frac{\psi(\varphi 1, \varphi 2)}{\pi}\right) + \Delta_s \quad (22)$$

Donde:

Leq= Nivel equivalente continuo

L₀= Nivel de presión sonora a la distancia de referencia para el tipo de vehículo

σ= Desviación estándar

N=número de vehículos

D₀= Distancia de referencia en metros (15 m)

D= Distancia desde el centro de la vía hasta el receptor

α= Para metro del lugar 0 < α < 1

S= velocidad media por tipo de vehículo

T= tiempo (1 hora normalmente)

φ= Ángulo al receptor

Δ_s= Atenuación por barreras, edificios, etc

Este modelo ha sido mejorado añadiendo por ejemplo aceleraciones, presencia de semáforos, señales de tráfico, cabinas de peaje, pendiente de la vía, altura del escape de los vehículos etc.

De acuerdo con el centro científico y técnico de la construcción en Francia, *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (1982), la potencia acústica de los vehículos se puede determinar por la ecuación 23.

$$LW = (46 + 30 \log V_{50} + C) + 10 \log \left[\frac{Fl + Fl * PL(EQ - 1)/100}{V_{50}} \right] - 30 \quad (23)$$

Donde:

V_{50} = velocidad media de los vehículos

C = constante del tipo de tráfico (0 fluido, 2 interrumpido, 3 acelerando)

Fl = número de vehículos por hora por carril

PL =porcentaje de vehículos pesados

EQ = equivalencia de vehículo ligero a vehículo pesado

2.2.5 Metodologías para la medición de ruido

La metodología usada por Abbott et al. (1995a) consistió en ubicar distintos dispositivos moderadores en la zona de York, UK, que se encontraran a lo largo de vías de zonas residenciales. El esquema utilizado se puede ver en la Figura 37 a la Figura 39, donde claramente se puede ver la ubicación, el tipo de dispositivo analizado y un punto en el lugar de la medición de ruido.

El método usado fue el llamado SPB (Statistical Pass-by method), método que se usa para determinar con precisión las propiedades acústicas en superficie de la carretera para coches, camiones ligeros y camiones pesados. El método está definido en la UNE-EN ISO 11819-1:2002 "Método para medir la influencia de las superficies de carretera en el ruido del tráfico - parte 1".

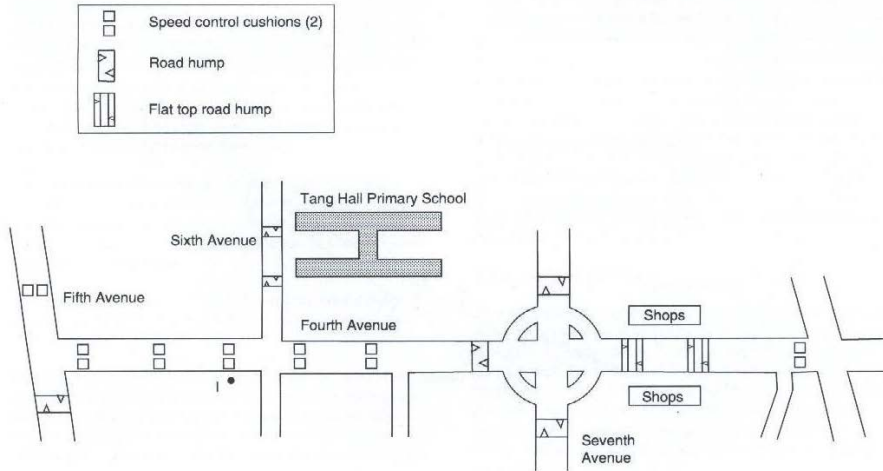


Figura 37. Mapa de la zona de Tang Hall, York, UK y dispositivos analizados (Abbott et al., 1995a).

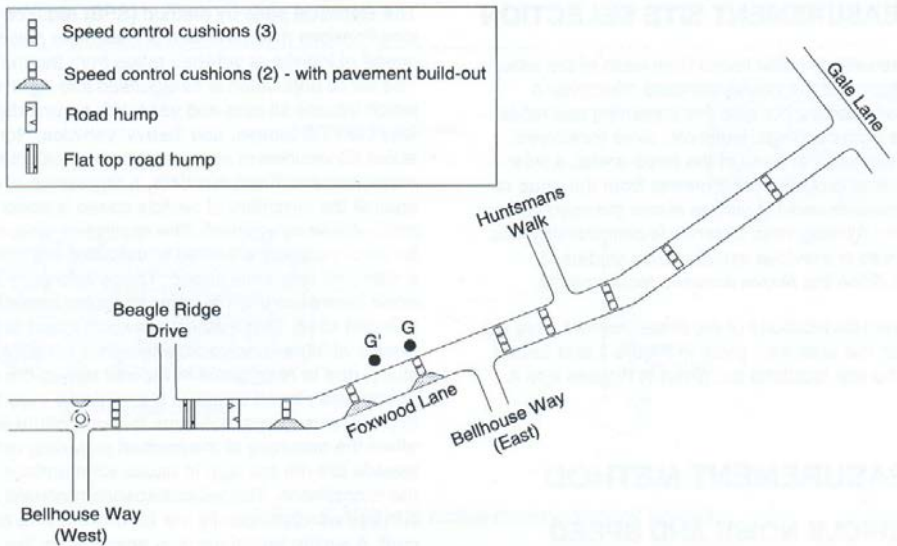


Figura 38. Mapa de la zona de Foxwood Lane, York, UK y dispositivos analizados (Abbott et al., 1995a).

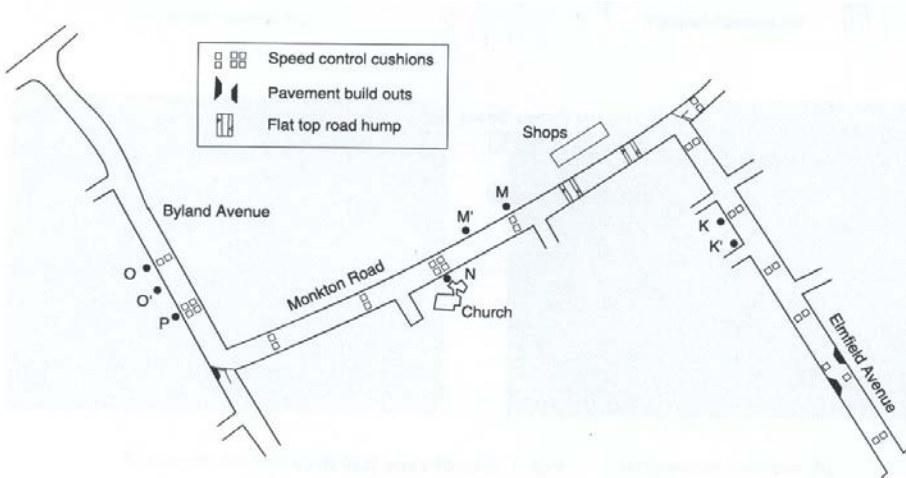


Figura 39. Mapa de la zona de Muncaster, York, UK y dispositivos analizados (Abbott et al., 1995a).

En el método SPB el micrófono debe colocarse a una distancia de 7,5 m de la línea central del carril y una altura de 1,2 m. Se miden los niveles máximos de ruido y la velocidad de los vehículos para un número aproximado de 50 vehículos por categoría a analizar. En este estudio se midieron las velocidades por medio de una pistola radar y las mediciones se llevaron a cabo sólo cuando no había otros vehículos estacionados en las proximidades de la zona de medición. Además, se tomó como distancia de referencia no la línea central del carril sino 3 m medidos desde el borde de la carretera, la altura del micrófono se conservó en 1,2 m (Figura 40).

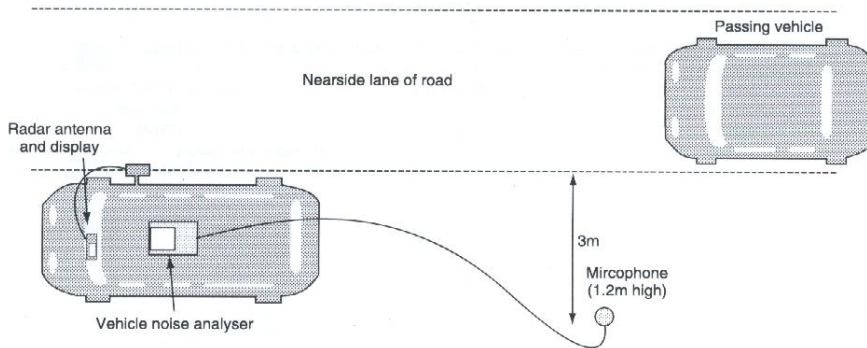


Figura 40. Esquema del primer estudio (Abbott et al., 1995a).

Abbott et al. (1995a) realizaron medidas de ruido antes y después de la instalación de cojines de velocidad, el método es similar al descrito anteriormente con la diferencia que también se realizaron medidas del ruido general del tráfico para poder comparar los resultados. La localización de las mediciones y el esquema general de las mediciones se muestran en la Figura 41 y Figura 42, respectivamente.

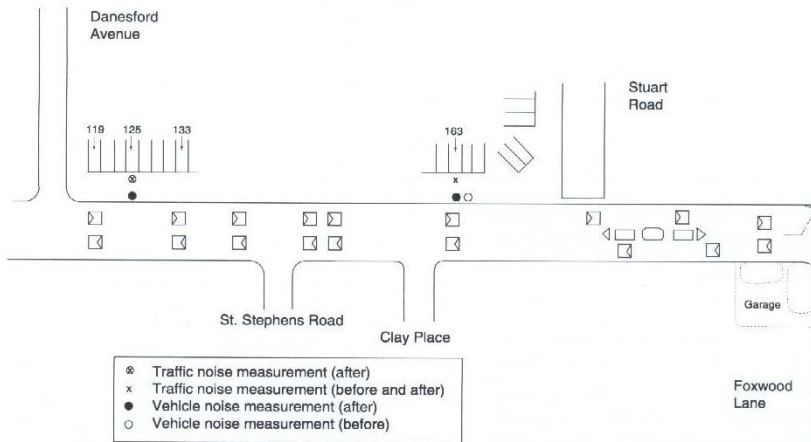


Figura 41. Mapa de la zona de Gate Lane, York, UK; lugares y tipo de medición (Abbott et al., 1995a).

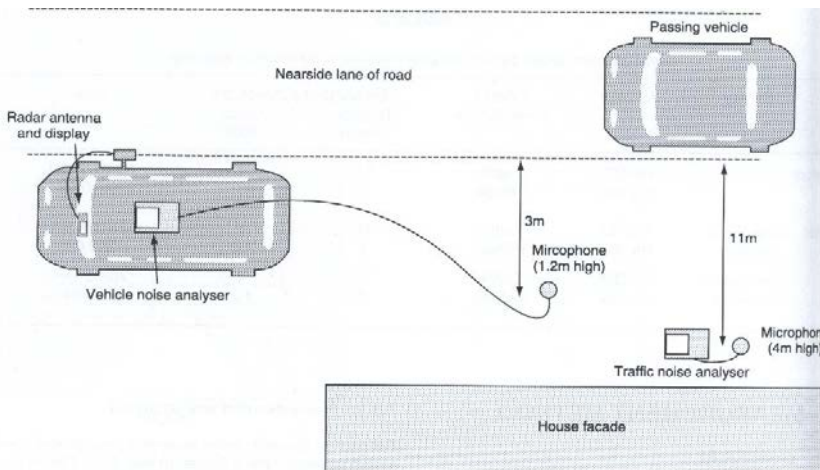


Figura 42. Esquema del segundo estudio (Abbott et al., 1995a).

La metodología usada por Abbott et al. (1995b), a diferencia de la anterior, fue llevada a cabo en pista de pruebas con el fin de poder analizar los distintos tipos de dispositivos moderadores pero con vehículos específicos tipo: automóvil, auto repartidor de leche, bus pequeño, bus normal, bus de dos pisos, distintos tipos de camiones de 2 ejes y hasta 16 toneladas, camión de 3 ejes y hasta 24 toneladas y camión de 4 ejes y hasta 28 toneladas. Además los dispositivos moderadores eran del tipo cojines anchos, cojines angostos, pasos elevados y lomos.

Los vehículos tipo pasaron por los dispositivos moderadores a velocidades controladas entre 15 y 40 km/h para poder abarcar un gran rango de velocidades de operación, la marcha del vehículo se dejó sin cambiar mientras el vehículo pasaba por el dispositivo para no alterar los datos, el método usado fue el SPB, con distancia de 7,5 m de la línea central del carril y una altura de 1,2 m, pero para vehículos ligeros se utilizó un micrófono adicional a 4,5 m de la línea central con el fin de poder comparar datos con el estudio anterior en York, UK. En este estudio igual que en el anterior las velocidades se midieron por medio de una pistola radar. El esquema general del estudio se puede ver en la Figura 43.

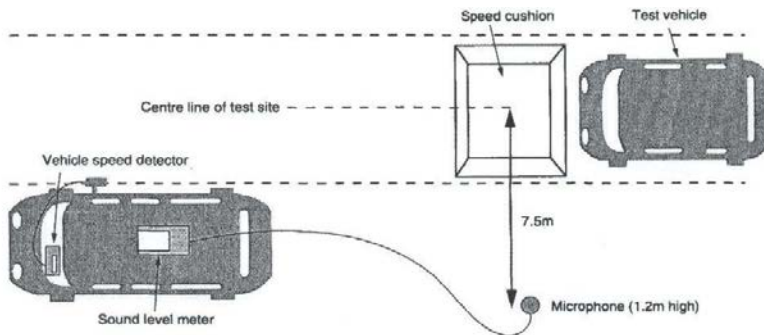


Figura 43. Esquema general del estudio (Abbott et al., 1995a).

Harris et al. (1999) utilizaron la misma metodología en pista de pruebas de Abbott (1995b) pero con la diferencia que se analizaron únicamente lomos. Los vehículos utilizados en los ensayos fueron los siguientes: cinco tipos diferentes de bicicleta y motocicleta, un coche pequeño, mediano y grande, cinco autobuses diferentes, incluyendo un autobús de piso bajo, tres vehículos diferentes, con suspensión de acero o de aire y cuatro vehículos de emergencia; un camión de bomberos y tres tipos diferentes de ambulancias. Además no solo se midió el ruido sino también la molestia y las vibraciones. Los diferentes tipos de lomos analizados se pueden ver en la Figura 35.

Bendtsen et al. (2001), utilizaron para su estudio ocho carreteras con 2 a 9 lomos. Se incluyeron en el estudio carreteras con velocidades de operación de 30, 40, 50 y 60 km/h (ver Tabla 14). El ruido se midió en condiciones de campo libre sin reflexiones de los edificios o cercas. Las mediciones se normalizaron a una temperatura de superficie de la carretera de 20 grados centígrados. Se tomaron datos de ruido en el dispositivo, 10 m antes y después del dispositivo y en el medio del trayecto entre dos dispositivos. Las velocidades fueron medidas con pistola radar y el método utilizado fue el método SPB con el micrófono a una distancia de 10 m de la línea central del carril y una altura de 1,2 m.

<i>Tipo de vía</i>	<i>Longitud del tramo</i>	<i>Numero de lomos</i>	<i>Distancia promedio entre lomos</i>	<i>Velocidad antes km/h</i>	<i>Velocidad después km/h</i>
30	255 m	2	127 m	---	33
40-1	400 m	4	120 m	---	32
40-2	631 m	4	147 m	---	33
40-3	361 m	3	123 m	52	38
50-1	872 m	4	249 m	52	47
50-2	1563 m	6	274 m	61	50
50-3	2219 m	9	252 m	59	52
60	1037 m	4	281 m	66	55

Tabla 14. Secciones y tipos de carreteras analizadas (Bendtsen et al., 2001).

Los vehículos fueron divididos en cuatro categorías: ligeros, furgonetas, camiones con dos ejes y camiones con más de dos ejes. De 40 a 334 vehículos fueron incluidos en cada posición. Por cada vehículo se tomó el nivel de exposición sonora SEL y el máximo nivel de ruido ponderado A Lmax. El nivel de exposición sonora se ha previsto para un tráfico mixto, con un 80% los coches de pasajeros, furgonetas de 10%, 9% camiones de dos ejes y 1% camiones con más de dos ejes.

En el proyecto de investigación MODETRA (2009), se realizaron estudios en una vía urbana con doble sentido de circulación y pasos de peatones elevados, una intersección elevada, reductores de velocidad prefabricados en vía de calzada única con un sólo sentido de circulación, reductor de velocidad en vía con calzadas separadas y dos carriles por calzada y radar fijo situado en arteria de acceso a ciudad con calzadas separadas. La metodología utilizada en el estudio de radar consistió en mediciones antes de la instalación del dispositivo y 5 meses después de la instalación del mismo como se explicó con

anterioridad. Todas las mediciones acústicas se realizaron teniendo en cuenta el método de ensayo descrito en la norma ISO 1996-2:2007 (Acústica- Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental), midiendo el nivel L_{max} en dBA en todos los casos y el nivel medio de ruido de la zona. La altura del micrófono fue de 1,2 m, las velocidades se determinaron con cámaras de video y la distancia entre el radar y el sonómetro fue de 8 m para el caso del radar fijo (Figura 44).

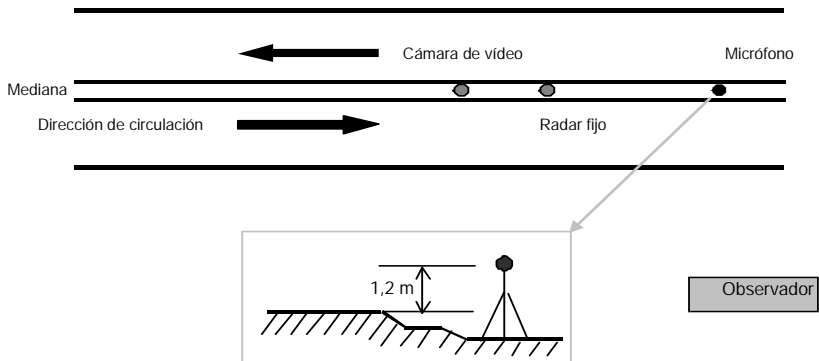


Figura 44. Esquema del estudio de ruido antes/después en radar fijo (MODETRA, 2009).

Para el estudio acústico del resto de medidas moderadoras de tráfico, se mantuvo la altura del micrófono en 1,2 m y a una distancia entre 4,5 m y 7,5 m del centro del carril en el lugar del dispositivo moderador, además, se utilizó un segundo micrófono con las mismas características y disposiciones que el anterior pero a una distancia aproximada de 40 m antes del dispositivo moderador a analizar con el fin de comparar los niveles de ruido. La velocidad fue medida con pistola radar tratando de pasar desapercibido para no afectar las mediciones o con sensores de paso en otros casos.

Bérengier (2006 y 2008) realizó estudios de ruido en chicanes, en la metodología usada no especifican altura del micrófono y distancia al centro de la vía, pero si se muestra un esquema general de cómo se realizó el estudio. Es este estudio se utilizaron 5 micrófonos y la velocidad de los vehículos fue medida por medio de sensores de velocidad como se puede observar en la Figura 45.

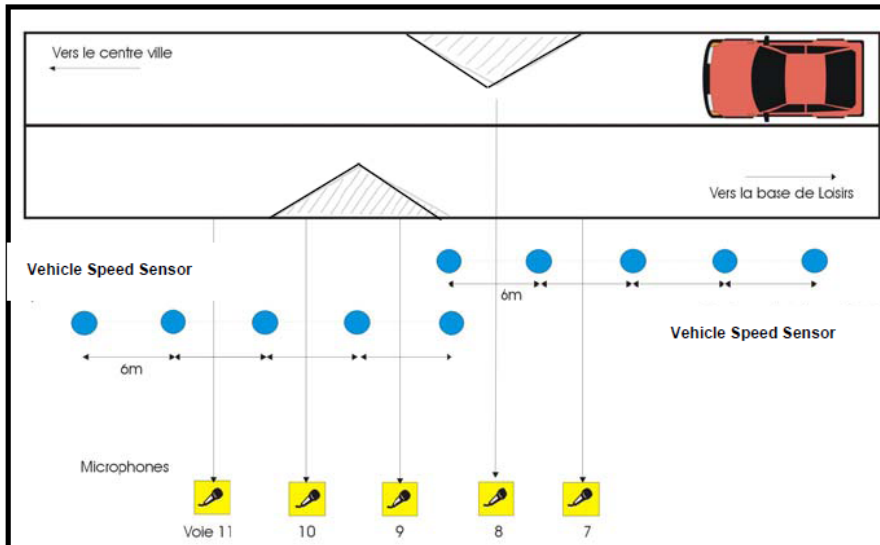


Figura 45. Esquema general del estudio acústico en chicanes (Bérengrier, 2006 y 2008).

Para esta campaña de mediciones, cuatro configuraciones diferentes de conducción representativas se experimentaron con vehículo adaptado a una velocidad no superior de 50 km/h.

- Configuración 1: Pasando a través de la chicane a velocidad constante.
- Configuración 2: Deceleración - pasar a baja velocidad – aceleración.
- Configuración 3: Deceleración - stop – aceleración.
- Configuración 4: Aceleración constante.

2.3 Conclusiones de otras investigaciones

En el siguiente apartado se tratará de sintetizar las conclusiones de las distintas investigaciones presentadas con anterioridad en materia de ruido y moderadores de tráfico.

De manera general se puede decir que las medidas de moderación de tráfico pueden llegar a conseguir reducciones del orden de 4 dBA en L_{eq} y cerca de 7 dBA L_{max} , dependiendo de la composición del tráfico, la velocidad de los vehículos, el diseño y trazado de la vía y de la existencia o no de otras medidas de moderación antes del dispositivo. Como se pudo ver, las actuaciones sobre

el trazado en alzado son las más estudiadas, esto también por ser las más usadas y comunes. Para los cojines, pasos elevados, lomos y resaltes un espacio ideal para limitar los efectos de la variación del ruido (debido a aceleraciones y frenadas), se ha encontrado en alrededor de 50 m. Cuando los resaltes o lomos son inaceptables o poco recomendados, por ejemplo en las rutas utilizadas por los servicios de emergencia, los cojines estrechos (hasta 1700 mm de ancho) son los más apropiados, pero estos son menos eficaces en la reducción de las velocidades y por consiguiente las velocidades serían mayores en comparación si se utilizaran resaltes y lomos.

La reducción en el ruido en los resaltes, cojines, lomos y pasos elevados para los vehículos ligeros dependerá de la velocidad del vehículo pero puede llegar a ser entre 1 y 4 dBA en Leq. Los resultados de los ensayos pista TRL indican que los cambios en los niveles de ruido de tráfico están relacionados con la proporción de vehículos comerciales grandes en el flujo y el tipo de resalte en la carretera. A diferencia de los vehículos ligeros, los vehículos pesados pueden llegar a incrementar el ruido en resaltes, lomos y pasos elevados hasta en 8 dBA Leq si sobrepasan los 25 km/h de velocidad, en cojines anchos (más de 1700 mm de ancho) los vehículos pesados pueden llegar a incrementos de ruido de hasta 8 dBA y 10 dBA en Leq y Lmax, respectivamente, en cojines estrechos (menos de 1700 mm) la reducción de ruido dependerá de la velocidad de los vehículos pesados pero se pueden presentar incrementos de hasta 2 dBA Lmax.

En las zonas residenciales, siempre que el flujo de grandes vehículos comerciales se limite generalmente a la jornada normal de trabajo, los lomos parecen ser la mejor técnica para mantener los niveles de ruido al mínimo siempre y cuando se marque su presencia claramente por medio de señalización vertical y los colores del mismo, que ayuden a prevenir el efecto de las frenadas y las aceleraciones bruscas de los vehículos.

Cojines estrechos pueden ser la opción más favorable en zonas residenciales que tengan locales comerciales que deban ser abastecidos en la noche o en la mañana. Aun así un cierto aumento de ruido pueden surgir y esto tendrá que sopesarse cuidadosamente con los beneficios de la reducción de velocidad y de los accidentes.

Las bandas transversales pueden generar un cambio en el patrón del ruido y con frecuencia generar ruido de impulso lo cual puede aumentar más la molestia que el aumento en los niveles generales de ruido, que pueden llegar a ser de 2 a 4 dBA Leq. El uso de bandas tipo sinusoidal también llamadas *Rippleprint* o *Rumblewave* pueden hacer que los niveles generales de ruido no se aumenten o solo se incrementen en 1 dBA Leq. Las pruebas indican un aumento ligeramente molesto, pero este efecto no puede extenderse a

distancias lo suficientemente grande como para llegar a molestar significativamente las casas del entorno.

Los estudios en carriles para bicicletas presentan disparidad en los resultados, según algunos autores no existen cambios en los niveles de ruido y según otros se pueden presentar reducciones de 1 a 3 dBA L_{max}, pero esto dependerá significativamente de que tanto se reduzca la velocidad y que estos cambios de velocidad influyan significativamente en el patrón de conducción. Cabe anotar que estos estudios corresponden a carriles para bicicletas que se encuentran al mismo nivel de la vía y son una especie de estrechamiento de la misma.

Con respecto a los estudios realizados en chicanes y estrechamientos se puede concluir que los niveles de ruido al entrar y salir de la misma se pueden ver incrementados hasta en 5 dBA debido a las aceleraciones y frenadas y reducidos en el medio de la chicane hasta en 4 dBA y la existencia de un alto porcentaje de vehículos pesados puede hacer que este tipo de medidas no sea la más recomendada desde el punto de vista del ruido. Asimismo, cuanto más tráfico transite por vías con chicanes, los vehículos tendrán que decelerar y acelerar con más frecuencia. Esto puede aumentar los niveles de ruido y sin duda provocar cambios en el patrón de sonido que puedan hacer el ruido más perceptible y molesto para los vecinos. Además, la distancia entre las chicanes también es importante para conservar las velocidades deseadas.

En el caso de las glorietas y mini glorietas se puede concluir que las reducciones pueden llegar a ser de 4 dBA en los niveles medios de ruido comparadas con el nivel de ruido de las intersecciones normales pero esto dependerá también del trazado de la misma, número de carriles y como en los casos anteriores el porcentaje de vehículos pesados.

Para el caso de los radares fijos y cámaras de velocidad se puede llegar a reducciones en el nivel medio del ruido de entre 1 y 2 dBA para los vehículos ligeros y pesados y hasta 4 dBA en el caso de las motocicletas, esto debido a la reducción de la velocidad de los vehículos.

Para determinar la medida de moderación de tráfico más adecuada para limitar la posibilidad de contaminación acústica, la composición del tráfico debe ser considerada y no se debe olvidar que los niveles del ruido del tráfico en la noche son más susceptibles de la influencia de ruidos provenientes de fuentes que no son del tráfico o de tráficos de las carreteras de tráfico pesado distantes.

El uso de límites de velocidad más bajos (señalización) para la reducción de ruido sólo es eficaz si se combina con otras medidas físicas, si se combina con la aplicación de control automático del tráfico ATC o si se combina con la

presencia masiva de la policía. En estos casos la reducción de la velocidad real puede resultar en una reducción de ruido de 1 a 3 dBA en el nivel medio de ruido.

Las reducciones en los volúmenes de tráfico en carreteras principales son soluciones raramente posibles para los problemas de ruido. Debido a la naturaleza logarítmica de la escala de dB, un gran número de vehículos tendrían que ser removidos con el fin de dar lugar a un nivel significativo de reducción de ruido. Una reducción del veinte por ciento en los volúmenes totales de tráfico trae una reducción de 1 dB de ruido, siempre que la velocidad, la composición del tráfico y los patrones de conducción no hayan cambiado.

De manera general se encuentran conclusiones en los estudios analizados que hablan de la necesidad de más estudios de ruido y molestias con respecto a las chicanes, estrechamientos en los que se incluyan carriles para bicicletas, glorietas y mini glorietas en las que se analice más a fondo el diseño geométrico y la influencia en los niveles de ruido del tráfico pesado, estudios en resaltes, lomos, cojines y pasos elevados donde se analicen los vehículos utilitarios, estudios sobre la relación de la pendiente de entrada de los pasos elevados y el ruido de choque de los neumáticos y en general conclusiones que buscan mostrar que se necesitan más investigaciones que le den más importancia al ruido de la que se le ha dado hasta el momento.

La velocidad mínima de los vehículos en el paso por pasos elevados y resaltes y lomos se encontró entre un 60 y 70 % de los casos una vez superado el dispositivo y entre un 25 a 30% de los casos se encontró a 10 m después del dispositivo. Este dato es importante para tener en cuenta en futuros estudios donde se desee conocer la influencia del ruido producido por las aceleraciones de los vehículos.

En el apartado *2.1.2.4 Elementos para moderar el tráfico*, que se encuentra en este mismo capítulo se pudo ver que existen muchos más elementos moderadores de tráfico, por lo tanto se puede notar que hacen falta muchas más investigaciones en el ámbito del ruido y la moderación de tráfico.

2.4 Análisis del estado del arte

De manera general se puede analizar después de la revisión de artículos y bibliografía del estado del arte con respecto a moderadores de tráfico y ruido, que aún falta mucho por hacer y se debe concienciar a los planificadores urbanos de la importancia del ruido en el entorno de las viviendas y en la calidad de vida de las personas.

Los cojines, pasos elevados y por supuesto los resaltes y lomos son por mucho las medidas que han sido objeto de más estudios y sus estudios han sido cada vez más detallados. La necesidad de la investigación principal de estas medidas es determinar la distancia óptima entre las medidas a fin de mantener un patrón uniforme de conducción, sin grandes diferencias en la velocidad en y entre las medidas, para no aumentar los picos de ruido. Estas distancias óptimas pueden ser de carácter general para las medidas de reducción de velocidad, que también incluye chicanes y mini rotondas, o pueden ser específicas para los diferentes tipos y diseños de las medidas moderadoras.

Con respecto a las chicanes y a los estrechamientos, estos deben ser estudiados más a fondo para reunir conocimientos sobre los efectos del ruido y analizar la molestia de esas medidas en las viviendas del entorno ya que se deben tener en cuenta las frenadas y aceleraciones de los vehículos y no solo los picos de ruido producidos por los vehículos. Al respecto de esto muchas medidas se deben analizar en este sentido sobre todo en horario nocturno y dependiendo del dispositivo analizado es importante también tener en cuenta el patrón de conducción del tráfico ya que influye en los niveles de ruido.

Aunque se han realizado estudios sobre otros moderadores de tráfico, estos estudios solo han sido enfocados a la determinación de las reducciones de velocidad sin tomar en cuenta las reducciones de ruido, es de vital importancia que en futuras investigaciones de reducciones de velocidad en moderadores de tráfico se tomen algunos datos de ruido para poder conocer mucho mejor el comportamiento de esta variable en todos y cada uno de elementos moderadores de tráfico.

La composición del tráfico es también un factor determinante en los niveles de ruido. A menudo, los coches siguen dominando los niveles de Leq, pero incluso cuando este sea el caso, los vehículos más ruidosos como los vehículos pesados y motocicletas producen picos de ruido Lmax, que puede causar molestias, trastornos al sueño y en algunos casos llegar a despertar en más de una ocasión a las personas que habitan en las inmediaciones de los dispositivos moderadores.

La planificación urbana es importante si lo que se busca es reducir el número de vehículos pesados en una carretera o en un área. Esto se puede lograr a través de iniciativas de logística en las ciudades, que concentren la carga en una ciudad con menos vehículos, rutas de reparto diseñadas teniendo en cuenta los posibles niveles de ruido a generar y/o la utilización de vehículos repartidores y de limpieza con motores eléctricos o similares.

Incentivar el uso de medios de transporte masivo y/o transportes alternativos más limpios y menos ruidosos como la bicicleta o los viajes a pie también pueden ayudar mucho a bajar los niveles de ruido en las zonas residenciales,

ya que esto reduciría el volumen de tráfico y por consiguiente el ruido producido por este.

En el análisis de las metodologías usadas en el estado del arte con respecto a moderadores de tráfico y ruido, se puede decir que en general las metodologías son similares y están basadas en normas internacionales ISO o UNE. La más común y usada en más casos es la norma ISO 11819-1:2002 *"Método para medir la influencia de las superficies de carretera en el ruido del tráfico - parte 1"* la cual habla específicamente del método SPB (Statistical Pass-by method). Método que se usa para determinar las propiedades acústicas en superficie de la carretera para vehículos de pasajeros, camiones ligeros y camiones pesados. Además de esta norma, también se debe tener muy en cuenta la norma UNE-ISO 1996-2:2007 *"Acústica- Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental"*, que también es la usada en las mediciones más recientes.

Dependiendo de las características del lugar, la distancia a la que se sitúa el micrófono para la toma de datos con respecto al carril o al dispositivo moderador que se quiera analizar puede variar. La altura de 1,2 m del micrófono si se mantuvo constante en todos los estudios analizados y en uno de ellos se realizaron mediciones de ruido ambiental con un segundo micrófono ubicado a 4 m de alto y a 11 m del borde de la vía y en otros se realizaron mediciones de ruido entre 30 m y 40 m antes del dispositivo con el fin de tener una referencia de incrementos o disminuciones de ruido.

Las velocidades de los vehículos pueden ser tomadas con pistola directamente, determinadas con el análisis de videos tomados en el momento del estudio o con sensores de paso de vehículos; la decisión de uno u otro dispositivo para la toma de velocidades varía según las características del estudio, lo que se busca es no influenciar a los conductores de los vehículos a analizar, con el fin de que no cambien la velocidad normal de paso o su patrón de conducción.

El ruido que se desea medir puede variar de medidas de pico de ruido, medido puntualmente al paso de los vehículos por el dispositivo moderador, medidas de pico de ruido antes y en el dispositivo moderador, medidas de pico de ruido en el dispositivo y después del mismo y la combinación de estos con medidas de ruido global.

Los vehículos a analizar también son importantes para tener en cuenta en el estudio, ya que como se ha visto con anterioridad la composición del tráfico es un factor muy importante en los niveles de ruido. Algunos estudios se han limitado a medir solo vehículos ligeros y otros han ido un paso más allá al analizar vehículos específicos como ambulancias, camiones de bomberos, autobuses de piso bajo, motocicletas, bicicletas, distintos tipos de camiones,

etc. Cabe anotar que la elección de los vehículos a analizar está directamente ligada a la forma de hacer el estudio ya que si se desean analizar vehículos especiales es casi obligatorio hacerlo en pista de pruebas y no directamente en la vía.

Con respecto a estudios de patrones de conducción asociados al ruido, se pudo ver que no existen muchas investigaciones al respecto y las que se han hecho no han ahondado profundamente en el tema y se han tomado de forma superficial.

No existe ningún estudio que asocie o cree modelos puntuales de los valores de ruido asociados a los perfiles de velocidad en carreteras con moderadores de tráfico, tampoco existen análisis detallados del comportamiento de los perfiles de velocidad en maniobras de aproximación y paso sobre moderadores de tráfico. Por lo tanto, los objetivos propuestos en esta investigación están bien orientados al desarrollo de una tesis doctoral.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo principal de la tesis doctoral es establecer una metodología de toma de datos de ruido que permita conocer el comportamiento del ruido del tráfico rodado en las maniobras de deceleración, paso y aceleración de los vehículos sobre distintos tipos de dispositivos moderadores de tráfico y modelar el comportamiento del ruido producido por los vehículos en función de la velocidad, las características de la vía, tipo y geometría del dispositivo moderador y tipo de vehículo.

3.1 Objetivos específicos

Para llegar a desarrollar el objeto final de la Tesis se plantean una serie de objetivos de la investigación como son:

- Desarrollo del estado del arte con respecto a moderación de tráfico, patrones de conducción, perfiles de velocidad y modelos, todos ellos asociados al ruido.
- Analizar distintos perfiles de velocidad sobre los dispositivos moderadores con el fin de determinar los puntos más importantes a tener en cuenta con respecto al efecto acústico.
- Determinar por medio del análisis del perfil de velocidad el patrón de conducción de los vehículos.
- Analizar el ruido producido por los vehículos en dispositivos moderadores, asociado al perfil de velocidad de los mismos, con el fin de perfeccionar una metodología de toma de datos de ruido para cada tipo de dispositivo moderador.
- Estudiar experimentalmente el ruido con la metodología propuesta.
- Proponer modelos del comportamiento del ruido para cada tipo de vehículo y para cada uno de los dispositivos moderadores en función de la velocidad de aproximación, paso, aceleración de los vehículos y aspectos geométricos propios de la vía y del dispositivo.

3.2 Hipótesis

- Los patrones de conducción se pueden determinar analizando el perfil de velocidad, las deceleraciones y aceleraciones, y comparando el comportamiento específico de cada vehículo con el de los perfiles obtenidos para el percentil 50 y 85 de la velocidad.
- El patrón de conducción es determinante en los valores de los niveles de ruido de los vehículos, esto es destacable en la aceleración después del paso sobre el dispositivo moderador.
- El comportamiento de los vehículos en la maniobra de aproximación, paso y aceleración sobre cada dispositivo moderador de tráfico es diferente, por lo que cada uno se debe abordar de una distinta manera metodológica para estimar de la mejor manera posible los niveles de ruido más importantes.
- El perfil de ruido para los vehículos ligeros en vías urbanas con dispositivos moderadores se ajusta de manera similar al perfil de velocidad obtenido en la misma vía.
- La geometría de los moderadores que suponen un resalte en la calzada influye en los niveles de ruido, siendo la variable más significativa la pendiente de entrada.

3.3 Limitaciones y alcance

- El análisis de los perfiles de velocidad sobre los moderadores de tráfico solo está enfocado a vehículos ligeros debido a que solo se tienen datos para este tipo de vehículos.
- La investigación estará enfocada solo a vehículos ligeros ya que lograr tamaños muestrales suficientes para vehículos pesados sobre moderadores de tráfico es muy complejo. Por lo tanto, para realizar estudios como este para vehículos pesados se recomienda se realicen sobre una pista de pruebas.
- Aunque existen muchos más tipos de dispositivos moderadores de tráfico, este estudio está centrado en los tres tipos más utilizados y comunes en la Comunidad Valenciana como son el lomo transversal, el paso peatonal elevado y el resalte prefabricado.

4. ANÁLISIS DE PERFILES DE VELOCIDAD

Para poder llevar a cabo el análisis de perfiles de velocidad se utilizaron los datos del proyecto MODETRA, del que ya se ha hablado con anterioridad en el estado del arte y que ha sido desarrollado por el Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras de la Universitat Politècnica de València (GIIC). El análisis de los perfiles se realizó por tipo de dispositivo moderador y diferenciando si el dispositivo era el primero en la entrada de la travesía (extremo) o si se encontraba en el medio de otros dos dispositivos moderadores (intermedio).

4.1 Localización de los perfiles de velocidad

Los perfiles analizados corresponden a las travesías con moderadores ubicadas en las localidades de Llutxent, Chelva, Genovés, Albalat de la Ribera y Bélgida todas pertenecientes a la Comunidad Valenciana. En los años 2008 a 2011 el proyecto MODETRA obtuvo los perfiles de velocidad en dichas travesías por medio de GPS.

Las carreteras correspondientes a cada travesía son las siguientes:

- Llutxent, en la CV-610.
- Chelva, en la CV-35.
- Genovés, en la CV-610.
- Albalat de la Ribera, en la CV-515.
- Bélgida, en la CV-667.

En estas travesías, existen los elementos moderadores de tráfico que se muestran en la Tabla 15 y las características de los escenarios se aprecian en la Tabla 16.

Travesía	Paso elevado	Lomo	Glorieta	Semáforo	Mediana	BTA	Resalte	Chicane
Albalat de la Ribera	2	4	1	1	0	0	0	0
Chelva	3	0	1	0	0	0	0	0
Genovés	3	1	2	0	1	0	0	0
Llutxent	4	0	0	0	0	1	0	0
Bélgida	1	1	0	0	0	1	1	1

Tabla 15 Elementos moderadores en las travesías analizadas

Escenario	Límite de velocidad (km/h)	IMD (vh/d)	Longitud (m)	Densidad de MDT (ud/km)	
				Sentido 1	Sentido 2
Albalat	40	4.230	765	7,8 (E)	7,8 (O)
Chelva	40	2.490	885	5,6 (O)	5,6 (E)
Genovés	40	4.550	945	7,4 (E)	6,3 (O)
Llutxent	40	2.930	690	5,8 (E)	5,8 (O)
Bélgida	50	1.180	560	9,8 (NE)	9,8 (SO)

Tabla 16. Características generales de las travesías analizadas

Para registrar las velocidades de los conductores en las travesías se emplearon rastreadores pasivos GPS como el que se muestra en la Figura 46. Las pruebas se realizaron de 8:30 a 14:00, en días laborables y con buenas condiciones meteorológicas. La metodología general de la prueba era la siguiente: se ubicaron dos controles de carretera en cada una de las travesías, aproximadamente 1 km antes y después de la población, para permitir a los vehículos desarrollar una velocidad deseada antes de llegar a los dispositivos moderadores de tráfico. En cada control se detenían a los conductores para solicitar su cooperación e instalar el dispositivo GPS. Igualmente, se tomaron datos sobre la edad, sexo, número de ocupantes, el conocimiento de la travesía y tipo de vehículo. Al finalizar el tramo, los participantes devolvían el dispositivo GPS y eran encuestados sobre opiniones personales respecto a condiciones de la travesía y específicamente sobre los dispositivos moderadores que encontraban en la misma.



Figura 46. Dispositivo GPS instalado en los vehículos de las pruebas de velocidad.

Con la información proporcionada por el proyecto MODETRA, se tomaron los perfiles de velocidad de la travesía completa y se procedió a cortar los perfiles con el fin de tener específicamente la información correspondiente a los 100 m antes y 100 m después de cada moderador.

Se tomaron para un primer análisis un total de 1596 perfiles individuales correspondientes a 799 perfiles en pasos elevados, 589 en lomos y 208 perfiles en resaltes. Seguidamente, se observó el comportamiento de cada uno de estos perfiles con el fin de descartar perfiles atípicos, perfiles que a juicio del investigador no presentaran continuidad y pudieran presentar cambios en los comportamientos normales de conducción como frenadas bruscas, paradas, estar condicionados por la presencia de otros vehículos, aceleraciones atípicas etc.

Finalmente después de la selección de perfiles quedaron 661 perfiles de pasos elevados, 547 perfiles de lomos y 191 perfiles de resaltes, para un total de 1399 perfiles distribuidos como muestra la Tabla 17.

MODERADOR	SENTIDO	PK	TIPO	VALIDOS
Paso elevado2 Albalat	Ida	0+120	Intermedio	88
Paso elevado2 Albalat	Vuelta	0+120	Intermedio	66
Paso elevado2 Chelva	Ida	1+860	Intermedio	36
Paso elevado2 Llutxent	Ida	0+550	Intermedio	53
Paso elevado2 Llutxent	Vuelta	0+550	Intermedio	63
Paso elevado2 Genovés	Ida	0+655	Intermedio	67
Paso elevado2 Genovés	Vuelta	0+655	Intermedio	54
Paso elevado 3	Vuelta	0+800	Intermedio	60
Paso elevado 3 Chelva	Vuelta	2+135	Extremo	50
Paso elevado 1 Llutxent	Ida	0+385	Extremo	53
Paso elevado 4 Llutxent	Vuelta	0+815	Extremo	71
Lomo 2 Albalat	Ida	0+495	Intermedio	91
Lomo 2 Albalat	Vuelta	0+495	Intermedio	68
Lomo 3 Albalat	Ida	0+590	Intermedio	90
Lomo 3 Albalat	Vuelta	0+590	Intermedio	69
Lomo 4 Albalat	Ida	0+690	Intermedio	95
Lomo 1 Genovés	Ida	0+355	Intermedio	62
Lomo 4 Albalat	Vuelta	0+690	Extremo	72
Resalte Bélgica 4	Ida	1+775	Intermedio	22
Resalte Bélgica 4	Vuelta	1+775	Intermedio	26
Resalte Bélgica 5	Ida	1+775	Intermedio	50
Resalte Bélgica 5	Vuelta	1+775	Intermedio	43
Resalte Bélgica 3b	Ida	1+775	Intermedio	30
Resalte Bélgica 3b	Vuelta	1+775	Intermedio	20

Tabla 17. Ubicación y número de perfiles de velocidad a utilizar en el análisis

4.2 Percentiles 85 y 50 de la velocidad y media móvil

Se define como percentil 85 de una distribución de velocidades, a aquella a la cual el 85% de los vehículos, circulando libremente, la igualan o van más lentos. Dicho de otra manera es aquella velocidad que sólo es superada por el 15% de los vehículos circulando libremente. El percentil 85 de la distribución de velocidades, se puede considerar como el valor estadístico más relevante desde el punto de vista de la seguridad vial. Es así, que la práctica internacional más común toma esta magnitud como parámetro para fijar la velocidad máxima segura. Bajo esta perspectiva se asume que la mayoría de los conductores (85%) es capaz de hacer un juicio razonable acerca de la circulación más adecuada en las condiciones existentes. El percentil 50 corresponde al valor medio de las velocidades presentadas. Es decir, la mitad de los vehículos se encuentran por encima y la otra mitad por debajo de este valor.

Estos valores se han tenido en cuenta a la hora de analizar los perfiles de velocidad con el fin de poder compararlos y ayudar a determinar patrones de conducción en los análisis individuales de cada perfil. En la Figura 47 se observa los perfiles de velocidad correspondiente a uno de los moderadores de tráfico y sus correspondientes perfiles del valor del percentil 85 en color rojo, el percentil 50 de la velocidad en color verde, la línea central corresponde a la ubicación del moderador y las distancias se dan teniendo como referencia 0 el moderador, las distancias negativas corresponden a puntos antes del moderador y las positivas a puntos adelante del moderador. El resto de gráficos se encuentran en el Anexo 1 de esta tesis.

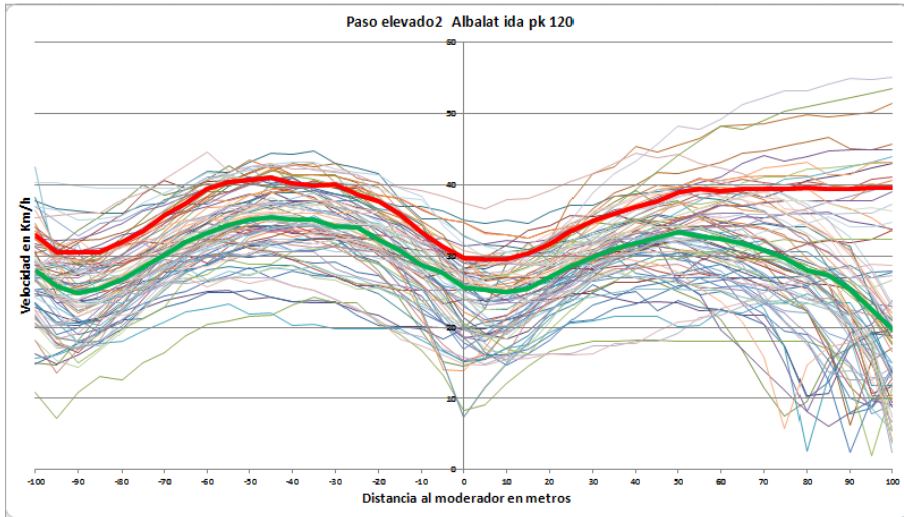


Figura 47. Ejemplo de perfiles de velocidad en un moderador de tráfico y percentiles 85 y 50.

Como se observa en la Figura 47, los perfiles de velocidad presentan cierta variación o el llamado ruido de los datos, lo que es debido a errores propios del sistema de medida, en este caso de los dispositivos de GPS utilizados. Para poder arreglar este problema sin afectar significativamente los datos se utiliza una media móvil de los mismos. La media móvil es un método utilizado para analizar un conjunto de datos en modo de puntos para crear series de promedios. Así las medias móviles son una lista de números en la cual cada uno es el promedio de un subconjunto de los datos originales.

En este caso el procedimiento consistió en tomar cada valor puntual de la velocidad, multiplicarlo por 0,5 y sumarlo a su valor anterior y posterior multiplicado cada uno por 0,25. Con esto se consigue suavizar el perfil sin perder en realidad la tendencia propia de la línea del perfil de velocidad. Este tipo de procedimiento es muy usado en estos casos que los datos presentan estas pequeñas variaciones debido a errores propios de la toma de datos o a la precisión de los instrumentos de medida. En la Figura 48 podemos observar el cambio de los perfiles después de ser aplicada la media móvil con respecto a los de la Figura 47.

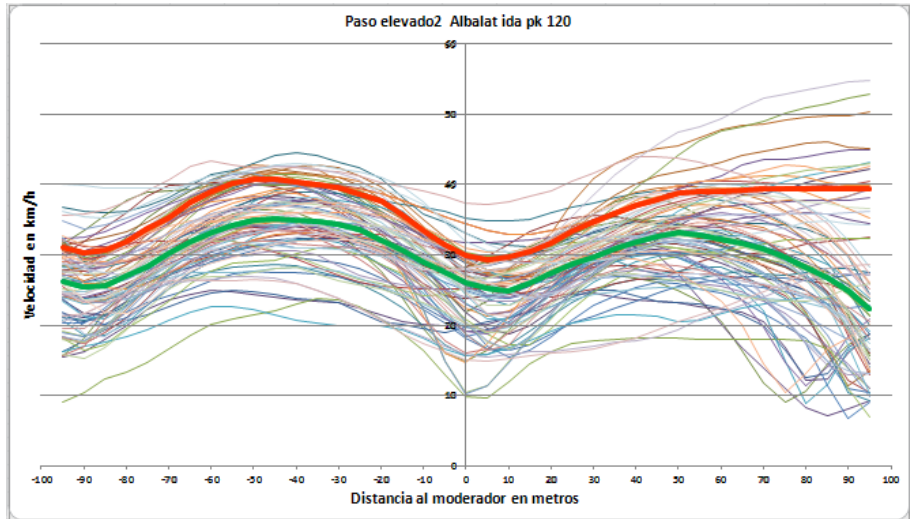


Figura 48. Ejemplo de perfiles de velocidad con media móvil y percentiles 85 y 50.

La Figura 49 muestra algunos perfiles antes y después de aplicar la media móvil para una mejor comprensión de las diferencias. Como se ha dicho con anterioridad esta metodología permite suavizar los perfiles sin perder la información que el estudio necesita para poder analizar el comportamiento de los vehículos en la maniobra sobre los dispositivos moderadores.

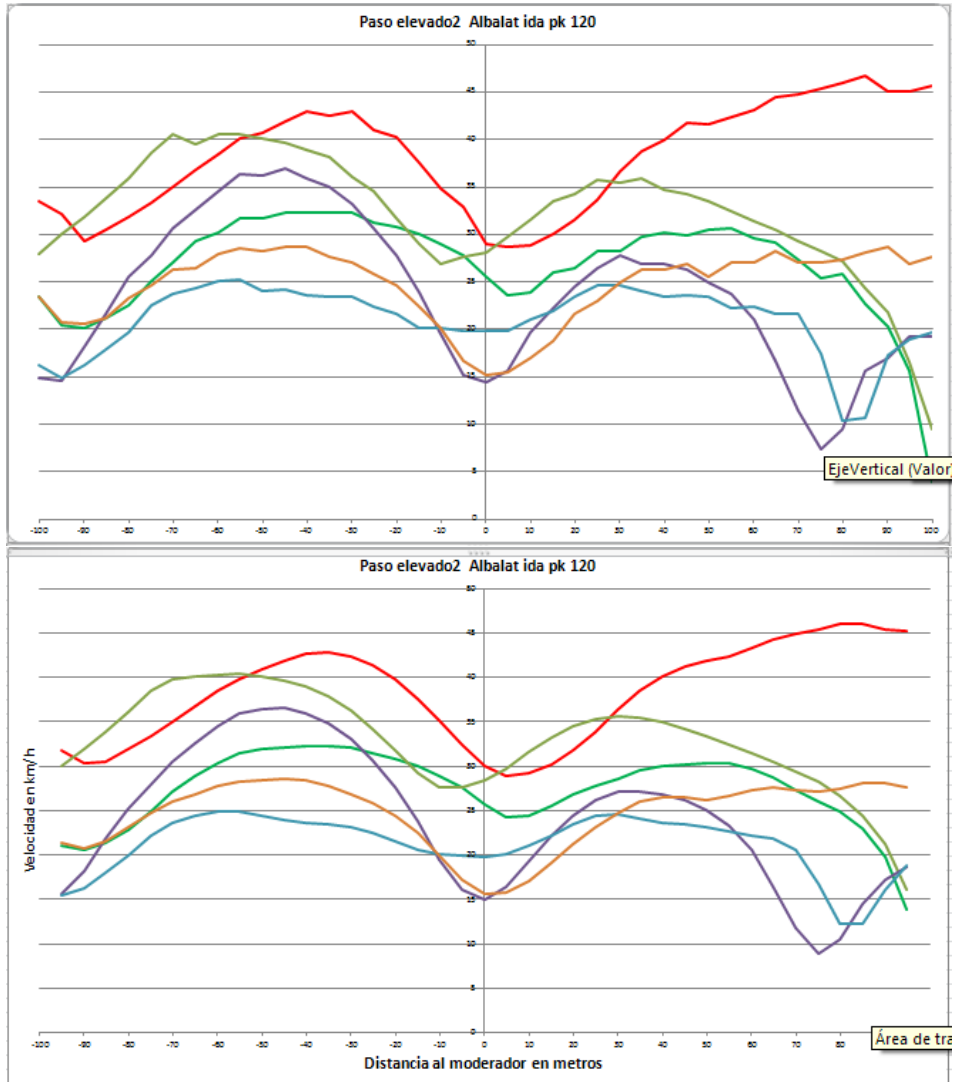


Figura 49. Ejemplo de perfiles de velocidad sin aplicar media móvil y después de ser aplicada la media móvil.

4.3 Principales puntos del perfil de velocidad

Una vez se aplicó la media móvil a todos los perfiles de velocidad se procedió a observar detalladamente el comportamiento de la maniobra de aproximación y

paso sobre los moderadores de tráfico. El objetivo de este proceso era poder determinar los puntos más importantes y característicos de la maniobra y establecer cuáles de ellos podrían ser más significativos a la hora de analizar el ruido.

Gracias a este análisis se pudo determinar patrones generales de comportamiento de los vehículos en la maniobra. Por ejemplo, se pudo determinar que la parte del perfil correspondiente a la maniobra de frenado antes del dispositivo moderador, se comporta en dos fases. La primera de ellas se corresponde con una deceleración más suave después de alcanzar la velocidad máxima y una más fuerte que se suaviza nuevamente al llegar al dispositivo moderador y generalmente no termina hasta pasados unos metros del mismo en el punto donde se encuentra la velocidad mínima de la maniobra. Esto se podrá ver mucho más fácilmente por medio de la Figura 50.

También se pudo determinar que la aceleración también se presenta en dos etapas, una más corta después de la velocidad mínima de la maniobra con aceleraciones suaves y otra más larga que termina hasta alcanzar la velocidad máxima después del dispositivo moderador y que presenta aceleraciones más fuertes. Con este análisis se procedió a determinar los puntos más importantes que podrían definir totalmente el perfil de velocidad de la maniobra para después determinar cuáles de ellos eran más importantes a nivel de ruido.

El primero de ellos corresponde a la velocidad máxima alcanzada por el vehículo metros atrás del moderador denominada como *VMA (Velocidad Máxima Atrás)*, el punto donde termina la meseta previa al moderador y comienza la maniobra de deceleración; este punto corresponde con la distancia de influencia atrás del moderador y se designa como *DIA (Distancia de Influencia Atrás)*, el punto donde se alcanza la máxima deceleración antes de llegar al moderador de tráfico *Max Dec (Máxima Deceleración)*, la velocidad de paso del vehículo directamente sobre el moderador estudiado *VSM (Velocidad Sobre Moderador)*, el punto de inflexión antes de llegar a la velocidad mínima que se designa como *PIA (Punto de Inflexión Atrás)*, el punto donde se halla la velocidad mínima de la maniobra *Vmin (Velocidad Mínima)*, el punto de inflexión delante de la velocidad mínima que determina el cambio en las aceleraciones del vehículo y es designado como *PID (Punto de inflexión delante)*, el punto donde se presenta la máxima aceleración después del dispositivo moderador llamado *Max Ace (Máxima Aceleración)*, el punto donde comienza la meseta posterior al moderador antes de alcanzar la velocidad máxima y que corresponde con la distancia de influencia adelante del moderador *DID (Distancia de Influencia Delante)* y por último el punto de velocidad máxima desarrollada por el vehículo delante del moderador al terminar la maniobra de aceleración llamado *VMD (Velocidad Máxima Delante)*.

Además de esto la suma de las dos distancias de influencia dan como resultado la *Distancia de Influencia Total* del moderador *DIT* ($DIT=DIA+DID$). La Figura 50 muestra mucho mejor la ubicación de dichos puntos.

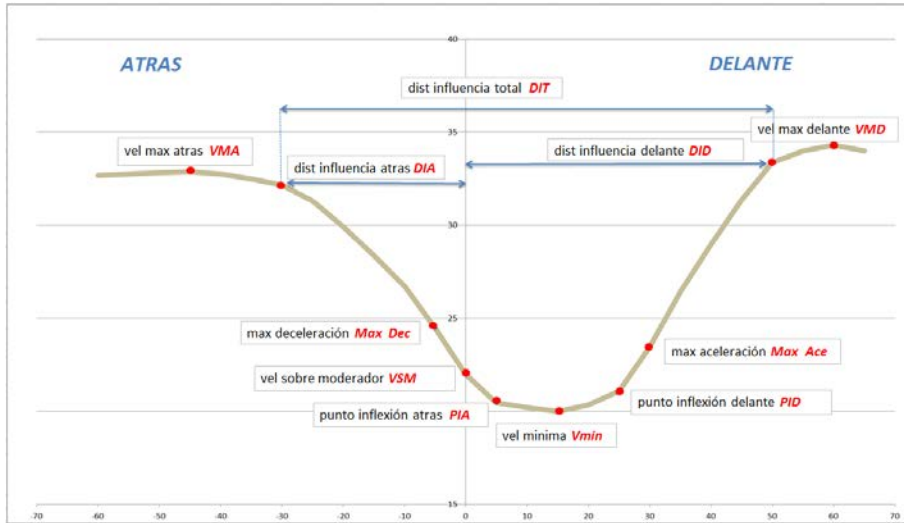


Figura 50. Principales puntos característicos del perfil de velocidad sobre un moderador de tráfico.

Una vez determinados cuales eran los puntos más importantes del perfil de velocidad se procedió a buscar la manera de ubicarlos teniendo los datos individuales de velocidad y distancia con respecto al moderador. Para esto se procedió al uso de una hoja de cálculo en el programa Excel que ayudaría en este proceso. Algunos valores eran fácilmente determinables como las velocidades máximas VMA y VMD, la velocidad sobre el moderador VSM, la velocidad mínima Vmin y los puntos de máxima aceleración y deceleración Max Dec, Max Ace.

Por otro lado, para el caso de los puntos de inflexión PIA y PID y las distancias de influencia atrás y delante del moderador (DIA y DID) no es tan directa la forma de determinar el punto sobre el perfil de velocidad donde se producen estos eventos. Además, se debe tener en cuenta que se necesitaban determinar estos puntos para cerca de 1400 perfiles de velocidad, lo que hacía necesario encontrar una forma de poder determinarlos en una hoja de cálculo o macro de Excel. La solución era poder saber cuáles son los requisitos que debe cumplir cada punto con respecto a los demás y cuáles son los atributos de dicho punto que hagan que se pueda identificar del perfil de velocidad.

Para solucionar este problema se estableció que el punto sobre el perfil que determina la distancia de influencia DIA debe cumplir todos los requisitos siguientes:

- Debe de ser posterior al punto del perfil donde está determinada la velocidad máxima (VMA).
- La pendiente de salida del punto debe ser negativa.
- El valor absoluto de la pendiente de salida del punto menos el valor absoluto de la pendiente de entrada al mismo debe ser positivo.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser mayor a dicha diferencia en el punto inmediatamente anterior.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser el máximo de todos antes de llegar al punto donde se encuentra la velocidad mínima del perfil (Vmin).

Para el caso del punto de inflexión atrás PIA se estableció que el punto sobre el perfil debe cumplir todos los requisitos siguientes:

- Debe de ser anterior al punto del perfil donde está la velocidad mínima (Vmin).
- La pendiente de entrada y salida del punto debe ser negativa.
- El valor absoluto de la pendiente de entrada al punto menos el valor absoluto de la pendiente de salida del mismo debe ser positivo.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser mayor a dicha diferencia en el punto inmediatamente posterior.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada al punto debe ser el máximo de todos antes de llegar al punto del perfil que determina la distancia de influencia atrás (DIA).

Ahora bien, para determinar en el perfil el punto de inflexión delante PID se deben cumplir todos los siguientes requisitos:

- Debe de ser posterior al punto del perfil donde se encuentra la velocidad mínima (Vmin).
- La pendiente de entrada y salida del punto debe ser positiva.
- El valor absoluto de la pendiente de salida del punto menos el valor absoluto de la pendiente de entrada al mismo debe ser positivo.

- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser mayor a dicha diferencia en el punto inmediatamente anterior.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser el máximo de todos antes de llegar al punto donde se encuentra la velocidad máxima (VMD).

Por último, para determinar sobre el perfil el punto que determina la distancia de influencia delante DID se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Debe de ser posterior al punto del perfil donde se encuentra el punto de influencia delante (PID).
- La pendiente de entrada y salida del punto debe ser positiva.
- El valor absoluto de la pendiente de entrada al punto menos el valor absoluto de la pendiente de salida del mismo debe ser positivo.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser mayor a dicha diferencia en el punto inmediatamente anterior.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser el máximo de todos antes de llegar al punto donde se encuentra la velocidad máxima delante (VMD).

Con estos requisitos se procedió a la determinación de dichos puntos nuevamente mediante la ayuda de una hoja de cálculo del programa Excel donde las fórmulas usadas de la pendiente y de las aceleraciones o deceleraciones de cada punto del perfil se muestran en las ecuaciones 24 y 25.

$$P_i = \frac{\frac{Vel_{i+1}}{3,6} - \frac{Vel_i}{3,6}}{D} \quad (24)$$

$$a_i = \frac{\left(\frac{Vel_{i+1}}{3,6}\right)^2 - \left(\frac{Vel_i}{3,6}\right)^2}{2D} \quad (25)$$

Siendo P y a la pendiente y la aceleración; Vel la velocidad en kilómetros hora y D la distancia entre los puntos en metros. El signo positivo del resultado determinará pendientes ascendentes y aceleraciones y el signo negativo pendientes descendentes o deceleraciones.

4.4 Patrones de conducción

Según Ellebjerg, (2007) la Instalación de resaltes, el cambio en el diseño de los tramos de una vía o en las intersecciones y las señales de reducción de velocidad son iniciativas y eventos que pueden cambiar de alguna manera la forma como conducen las personas. Esto puede causar un aumento o disminución en el número y la intensidad de las aceleraciones y deceleraciones y por lo tanto los niveles de ruido.

Por lo anterior, una vez determinados los principales puntos del perfil se procedió a observar el comportamiento de los vehículos en los perfiles de velocidad, para buscar la mejor forma de establecer el patrón de conducción con la ayuda de estos puntos. Según las observaciones y lo estudiado en el estado del arte, se determinó que el comportamiento de las aceleraciones y las velocidades puntuales sobre el moderador eran la mejor manera de establecer patrones de conducción en los moderadores de tráfico. Además de esto se determinó que existen diferentes comportamientos de los conductores en la maniobra de paso sobre los moderadores de tráfico. Los patrones de conducción considerados como agresivos y que fueron observados son los siguientes:

- Deceleraciones bruscas en la maniobra previa a la llegada al moderador de tráfico.
- Aceleraciones bruscas en la maniobra posterior al paso sobre el moderador de tráfico.
- Velocidad de paso elevada directamente sobre el moderador.

Teniendo en cuenta estos tres criterios se determinó que las deceleraciones que podrían ayudar a determinar mucho mejor el patrón de conducción de cada vehículo eran las correspondientes entre los puntos DIA-PIA, DIA-Max Dec, Dia-Vel min y Max Dec-PIA. Igualmente para el caso de las aceleraciones después del paso sobre el moderador se estableció que las aceleraciones a tener en cuenta para determinar patrones de conducción eran las correspondientes entre los puntos PID-DID, Max Ace-DID, PID-Max Ace y Vmin-DID. Para el caso de la velocidad sobre el moderador se puede considerar comportamiento agresivo a la velocidad sobre el moderador que supera el percentil 85 de la velocidad en dicho punto.

De nuevo con la ayuda del programa Excel se desarrolló una hoja de cálculo para calcular estas deceleraciones y aceleraciones y para comparar la velocidad sobre el moderador con la del percentil 85 de la velocidad. Lo siguiente fue determinar a partir de qué valor de la aceleración o deceleración se considera que los vehículos efectúan patrones de conducción agresivos o

no. Según lo investigado en el estado del arte en la investigación realizada por Kim y Choi (2013) determinaron $1,47 \text{ m/s}^2$ como el valor que determina conducción agresiva y $2,27 \text{ m/s}^2$ como conducción agresiva extrema. Han y Yang (2007) determinaron que el valor se encontraba entre $1,27$ y $2,16 \text{ m/s}^2$ dependiendo de la velocidad y Berge (2007) hablaba de valores de 1 a 2 m/s^2 para conducción normal y de 2 a 3 m/s^2 para conducción agresiva en cruces y glorietas.

Con la observación de los perfiles y con los datos de aceleraciones de esta investigación se determinó que el valor que establecía comportamientos y patrones de conducción agresivos era de $\pm 1,5 \text{ m/s}^2$ para las deceleraciones y aceleraciones respectivamente, valor que se encuentra dentro de lo establecido por las investigaciones mencionadas con anterioridad. La Figura 51 muestra un perfil de comportamiento agresivo en la aceleración, la Figura 52 un comportamiento agresivo en la deceleración y la Figura 53 comportamiento agresivo sobre el moderador.

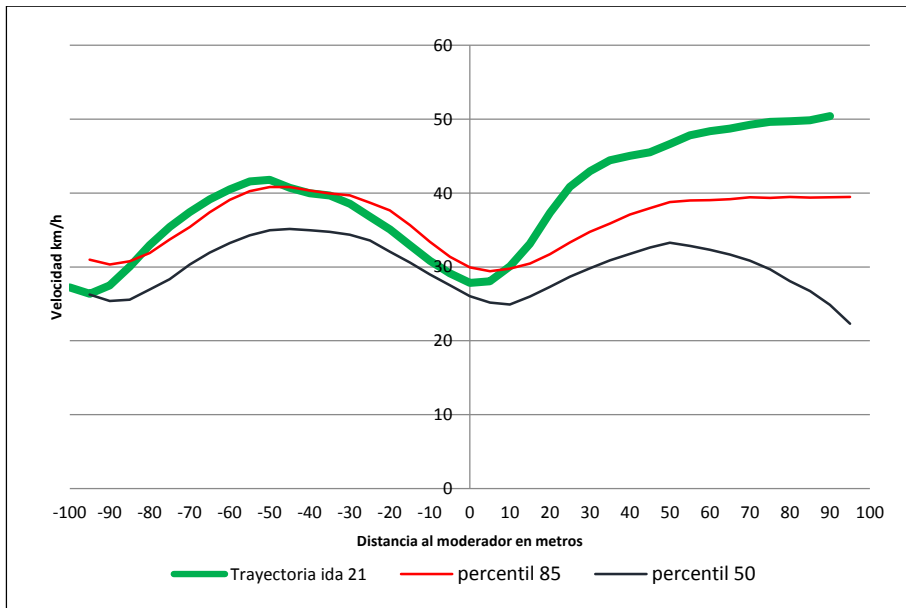


Figura 51. Ejemplo de perfil con comportamiento agresivo en la aceleración.

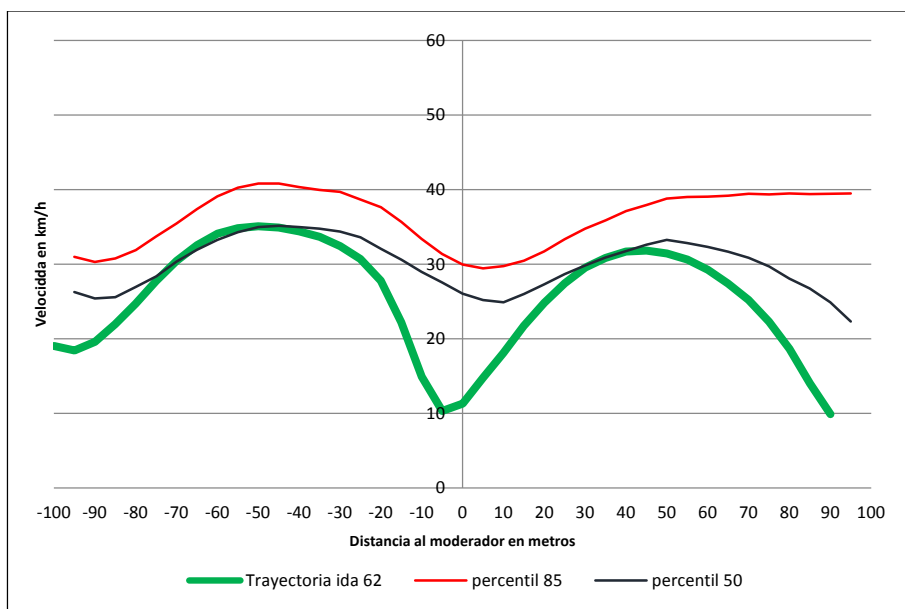


Figura 52. Ejemplo de perfil con comportamiento agresivo en la deceleración.

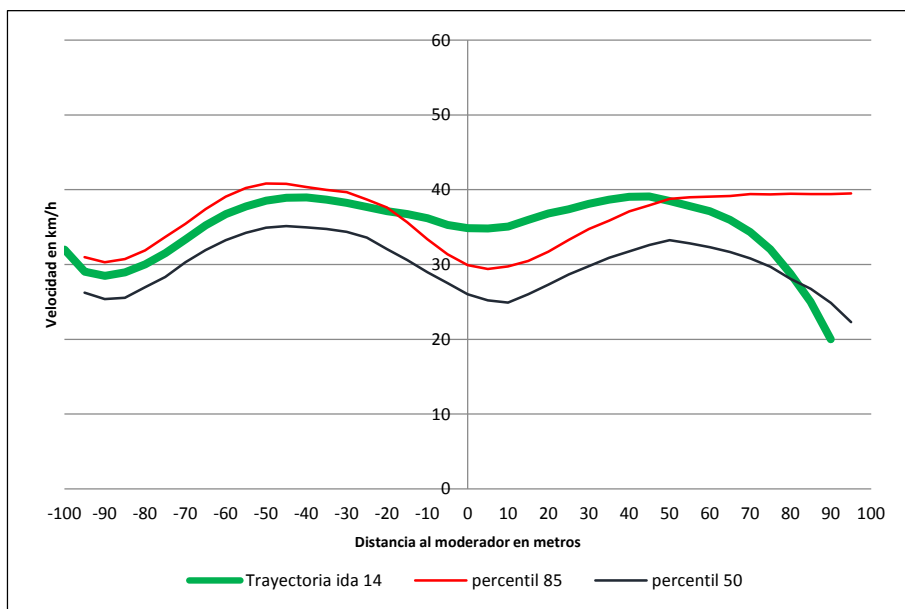


Figura 53. Ejemplo de perfil con comportamiento agresivo sobre el moderador.

Ahora bien, si el perfil no presenta comportamiento agresivo en ninguna de las partes de la maniobra se considera que su comportamiento es del tipo normal (Figura 54), aunque en algunas investigaciones también se habla de comportamiento o tipo de conducción ecológica. En esta investigación no se ha determinado este tipo de comportamiento por no ser representativo en niveles de ruido, pero puede ser muy importante en estudios de emisiones.

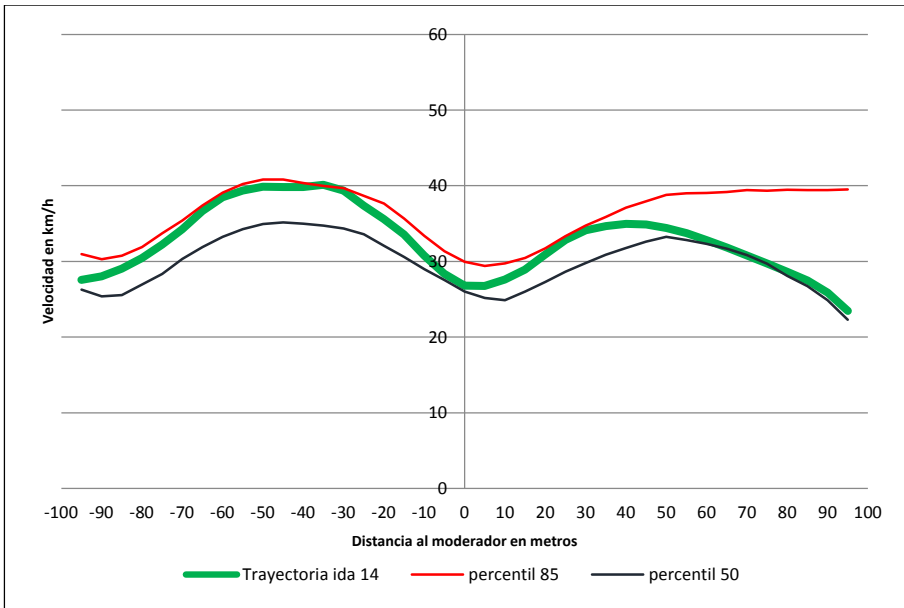


Figura 54. Ejemplo de perfil con comportamiento normal.

4.5 Resultados del análisis

Gracias a la determinación de los principales puntos del perfil y al análisis de las aceleraciones, deceleraciones y velocidad sobre el moderador, es posible determinar y conocer el comportamiento del conductor o su patrón de conducción lo cual es importante para todo tipo de estudios a realizar en inmediaciones de los dispositivos moderadores de tráfico.

Este análisis de perfiles y la posibilidad de determinar en los principales puntos de la maniobra su velocidad, aceleración y lo más importante su distancia con respecto al moderador (negativa hacia atrás y positiva hacia adelante), se utilizará principalmente para conocer las ubicaciones de los sonómetros con el fin de poder determinar el ruido en los lugares idóneos en la metodología a plantear.

Además se resalta el hecho de que poder determinar los puntos principales es un aporte muy importante al análisis de perfiles de velocidad y se puede usar en la parte de análisis de ruido y también en la parte de emisiones. Cabe aclarar que algunos puntos no van a ser tomados en cuenta a la hora de medir el ruido por no ser determinantes en este aspecto.

5. METODOLOGÍA

En el siguiente capítulo se hablará sobre los equipos utilizados para el desarrollo de la metodología, software y pruebas piloto realizadas y las correcciones para el buen desarrollo de la misma. Además, es importante declarar que se han tenido muy en cuenta las metodologías encontradas en el Capítulo 2 y sobre todo en los apartados 2.2.5 Metodologías; 2.3 Conclusiones de otras Investigaciones; 2.4 Análisis del Estado del Arte y 4.3 Principales puntos del perfil de velocidad.

5.1 Equipo de medida

Para el desarrollo del proyecto se cuenta con sonómetros de precisión. Existen cuatro tipos de sonómetros que se diferencian entre sí por el grado de precisión, por las funciones que realizan (además de medir la intensidad sonora) y por el precio. Los sonómetros se pueden clasificar en función de su grado de precisión. En España y en otros estados europeos se han establecido cuatro tipos de sonómetros:

- Sonómetros de tipo 0 (clase 0). Se utilizan en laboratorios para obtener niveles de referencia, donde se requiere una precisión extrema.
- Sonómetros de tipo 1 (clase 1). Permiten el trabajo de campo con precisión ± 1 dB.
- Sonómetros de tipo 2 (clase 2). Permiten realizar mediciones generales en los trabajos de campo. Tienen una tolerancia menos estricta con respecto a la linealidad del nivel y la respuesta en frecuencia ± 2 dB.
- Sonómetro de tipo 3 (clase 3). Son los menos precisos y sólo permiten realizar ediciones aproximadas, por lo que sólo se utilizan para realizar reconocimientos.

También se puede encontrar otra clasificación de sonómetros que los divide en dos tipos:

- Sonómetros generales: muestran el nivel de presión sonora instantáneo en decibelios (dB), lo que normalmente se conoce como nivel de sonido.
- Sonómetros integradores-promediadores: estos sonómetros tienen la capacidad de poder calcular el nivel continuo equivalente Leq. Incorporan funciones para la transmisión de datos al ordenador, cálculo de percentiles, y algunos análisis en frecuencia.

Es evidente que la precisión de los de tipo 2 es más que suficiente en la mayor parte de las ocasiones y para esta investigación, sin embargo, muchas legislaciones autonómicas españolas obligan a medir el ruido con sonómetros de tipo 1.

5.1.1 Sonómetros utilizados

Uno de los sonómetros que se ha empleado para las mediciones es del tipo 1 y consiste en un sistema de medida formado por 2 micrófonos, 2 preamplificadores, 1 unidad de adquisición Symphonie (caja de dos canales), 1 tarjeta del tipo PCMCIA para conexión a un ordenador portátil equipado con un paquete de software adecuado. Este equipo permite tomar y almacenar 2 mediciones de ruido a la vez, lo que hace que sea óptimo para este tipo de estudio (Figura 55).



Figura 55. Sonómetro SYMPHONIE

La base del sistema de medida es la unidad de adquisición Symphonie. En su ficha técnica se encuentra la normativa a la que se ajusta:

- La adquisición de datos y el cálculo de niveles equivalentes (L_{eq}) y valores pico está conforme a las especificaciones de la IEC 804 y IEC 651 Type 1 (de sonómetros de tipo 1).
- El análisis en tiempo real, posible en ambos canales para los espectros de frecuencias en bandas de octava y bandas de tercio de octava, desde los 20 Hz hasta los 20 kHz, está conforme las especificaciones de filtrado digital de la IEC 1260 Type 0.
- Los pesos para las frecuencias en el análisis de vibraciones están de acuerdo con la norma ISO 2631.

- El rango dinámico de adquisición de datos es mayor o igual a 70 dB, de esta manera cumple las especificaciones de la IEC 804 Type 0, y los estándares de la IEC 651.

Los otros dos sonómetros utilizados son de la marca Cesva y el modelo utilizado es el sonómetro SC-15c (Figura 56) que es un sistema integrador-promediador del tipo 2, que trabaja a una única escala y rango de medida entre 30-140 dB. Este modelo de sonómetro también se puede conectar a un ordenador para la descarga de los datos de la medición, que según el fabricante sólo puede almacenar hasta 3 horas continuas de datos.

En su ficha técnica se encuentra la normativa a la que se ajusta:

- Sonómetro integrador tipo 2 según norma UNE-EN 60651:96 y norma UNE-EN 60804:02.
- Cumple normativa sobre metrología legal 29/12/98.
- Ponderaciones frecuenciales A y C y almacenamiento de todos los parámetros medidos segundo a segundo durante un máximo de 3 horas.
- Aprobación de modelo según resolución de 1 de abril de 1999 publicada en el B.O.E de 31 mayo 1999.
- Micrófono con preamplificador incorporado con sensibilidad nominal de $16\text{mV/Pa} \pm 0,5 \text{ dB}$ en condiciones de referencia.



Figura 56. Sonómetro CESVA SC-15c.

5.1.2 Software utilizado

El paquete de software para el sonómetro Symphonie fue desarrollado por el equipo 01dB-Stell [10], perteneciente a "MVI technologies group". Consta de tres programas fundamentalmente: dBENV (para medidas de ruido ambiental), dBBATI (para acústica de edificios) y dBFA (para análisis de frecuencia avanzados considerando ruidos y vibraciones). Adicionalmente existe un programa llamado dBCONFIG32 que se encarga de la configuración del Hardware (symphonie) dentro del PC. Además el programa dBENV está compuesto por dos programas que se complementan entre sí: dBTRIG32 (para toma de datos) y dBTRAIT32 (para análisis de datos).

El conjunto constituye una potente herramienta para el análisis de cualquier fenómeno acústico que se quiera estudiar. Para los objetivos planteados en esta campaña de medidas, basta con la utilización del software adecuado para la medición y análisis de ruido ambiental, dBENV (environmental noise). Como ya se ha comentado, este programa se compone de dos módulos, dBTRIG32 y dBTRAIT32. El módulo dBTRIG32 es un módulo de toma de datos que ofrece la posibilidad de grabar en tiempo real señales de audio paralelamente a la adquisición de niveles sonoros (cortos, rápidos, equivalentes, lentos, impulsos) o de datos de espectros en octavas o tercios de octava. También está preparado para codificar diferentes eventos de ruido para su posterior identificación. Admite dos canales simultáneos de medición tanto para ruido como para vibraciones.

Una vez los datos han sido tomados, el módulo dBTRAIT32 ofrece la posibilidad de analizar el ruido ambiental y procesar los datos. También nos permite obtener resultados estándar para los intervalos de tiempo seleccionados como los historiales de niveles equivalentes u otra magnitud acústica, o como niveles estadísticos de los niveles sonoros. Además se puede visualizar el historial del nivel sonoro asociado a una determinada banda de frecuencia, y calcular sus magnitudes estadísticas asociadas. Se pueden reproducir grabaciones de audio desde los gráficos de datos o, incluso, realizar análisis de frecuencia de estas grabaciones. Todas estas posibilidades también están disponibles para las diferentes fuentes que se han codificado durante la grabación o posteriormente mediante técnicas de codificación. Finalmente un módulo opcional puede analizar grabaciones de audio en tiempo real durante la toma de datos, y realizar funciones avanzadas como espectros de 1/n de octava, multiespectros, undersampling e historial temporal detallado.

Para el caso de los modelos SC-15c incluye también un software propio que permite descargar los datos de medida y visualizar en el ordenador todos los datos almacenados, generar informes de las mediciones y convertir los datos a archivos que puedan ser abiertos en hoja de cálculo o procesadores de texto.

5.1.3 Equipo de medición de velocidad

Las mediciones de las velocidades en todos los puntos se harán por medio de marcas viales y cámaras de video, con las cuales después en postproceso y con la ayuda de un programa editor de video se determinaran las velocidades de los vehículos estudiados.

En el caso de la velocidad de los vehículos ligeros sobre el moderador se utilizará un equipo de medición automática de la velocidad de la compañía Laser Technology Inc. Llamado Speed System T100/T200 que pertenece al Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras de la UPV (GIIC).

El sistema está basado en dos sensores láser dispuestos en paralelo, con sus respectivos haces en perpendicular al flujo de tráfico a caracterizar. Los vehículos, al circular, cortan dichos haces láser pudiendo los sensores obtener el número de vehículos que han circulado por la sección, así como su espaciamiento y su velocidad, computando la diferencia de tiempo entre el paso por el primer y el segundo sensor (Figura 57).



Figura 57. Equipo de medición de velocidad Speed System T100/T200.

El sistema de medición de velocidad se conecta directamente a una batería y a un ordenador portátil, que registra los datos de forma continua. De tal manera que en el fichero de datos generado, es posible identificar la velocidad, longitud, hora e intervalo de paso de cada uno de los vehículos.

5.2 Metodología general de toma de datos de ruido

Además de tener en cuenta las metodologías encontradas en el Capítulo 2 y sobre todo en los apartados 2.2.5 Metodologías; 2.3 Conclusiones de otras investigaciones; 2.4 Análisis del Estado del Arte y 4.3 Principales puntos del perfil de velocidad; la toma de datos de ruido y mediciones acústicas en los dispositivos de moderación de tráfico se realizan teniendo en cuenta el método de ensayo descrito en la norma UNE-ISO 1996-2:2007 (Acústica- Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental) y la norma UNE-EN ISO 11819-1:2002 (Medición de la influencia de las superficies de carretera sobre el ruido del tráfico. Parte 1: Método estadístico del paso de vehículos. *Statistical Pass-By method*). Con esto se busca la validez de las mediciones a nivel estadístico y metodológico.

De manera general, antes de cualquier medición de ruido se deben cumplir las siguientes condiciones para la validez de la misma:

- Calibrar el sonómetro antes de arrancar las mediciones y al finalizar las mismas.
- Las medidas se deben realizar preferiblemente en condiciones ambientales favorables, día soleado y sin viento (La pantalla anti-viento es obligatoria en todas las mediciones sonoras en el exterior).
- Si se desean conocer circunstancias especiales como pavimento mojado, se debe humedecer de manera controlada la zona o dispositivo a ser evaluado.
- Se deben realizar mediciones de velocidad de los vehículos, con cámara de video, radar de velocidad o sensores de paso de vehículos, a la vez de las medidas acústicas para correlacionarlas entre sí.
- Además se han de realizar conteos del número de vehículos totales, indicando la categoría del mismo ya sea ligero, pesado, vehículo de emergencia o motocicleta. Esta clasificación y el detalle de la misma dependerá de cada estudio.
- Se debe registrar el instante temporal en el cual se produce el paso del vehículo.
- La valoración del nivel de ruido se debe medir mediante el parámetro acústico: nivel de presión sonora continuo equivalente, L_{eq} y/o el nivel máximo de presión sonora, L_{max} , expresado en decibelios ponderados en la escala normalizada A, dBA.
- El número mínimo de vehículos de cada categoría para que tenga validez estadística es de al menos 30 vehículos según UNE-ISO 1996-

2:2007, 50 vehículos según TRL o 100 vehículos según UNE-EN ISO 11819-1:2002.

- Las medidas se pueden hacer en días laborables o festivos y a horas valle debido a que lo que se busca es la no incidencia de otros vehículos en las medidas tomadas.

5.3 Metodología general de mediciones de ruido

Además de las condiciones generales descritas anteriormente para todos los estudios de este tipo, para esta investigación se utilizaron también las siguientes condiciones generales y detalladas que se recomienda usar en todas las investigaciones similares a esta.

Condiciones generales del estudio:

- Calibrar el sonómetro antes de arrancar las mediciones y al finalizar las mismas.
- Las medidas se deben realizar en condiciones ambientales favorables, día soleado y de ser posible sin viento.
- La pantalla anti-viento se utilizará en todas las mediciones de forma obligatoria.
- Se realizarán mediciones de velocidad de los vehículos.
- Además, se realizarán conteos de vehículos totales, indicando la categoría del mismo ya sea ligero, especificando si es normal, furgoneta, SUV-campero o monovolumen; en los vehículos pesados se especificará el número total de ejes y en el caso de las motocicletas si es scooter, superior a 250 cc o superior a 600 cc.
- Se registrará el instante temporal en el cual se produce el paso de cada vehículo.
- La valoración del nivel de ruido que se medirá será el parámetro acústico: nivel de presión sonora continuo equivalente, L_{eq} . Además se evaluará el nivel máximo de presión sonora, L_{max} , y el nivel mínimo L_{min} expresado en decibelios ponderados en la escala normalizada A, dBA ya que el sonómetro lo puede hacer simultáneamente.
- El número mínimo de vehículos de cada categoría (ligeros y pesados) que se deberán tomar será 100 vehículos.

- Las medidas se podrán hacer en días laborables o festivos y a horas valle debido a que lo que se busca es la no incidencia de otros vehículos en las medidas tomadas.

Para que la medición de cada vehículo sea válida se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Sólo un vehículo medido a la vez sin influencia de vehículos cercanos delante o detrás del mismo.
- Sólo un vehículo por sentido sin influencia de otros vehículos que circulen en sentido contrario.
- No se tomarán en cuenta vehículos que arranquen entre la zona de influencia y el dispositivo moderador del tráfico.
- No se tomarán en cuenta vehículos que efectúen maniobras, frenadas o aceleraciones que por decisión del evaluador estén fuera del comportamiento normal y sean realizadas entre la zona de influencia y el dispositivo moderador del tráfico.
- No se tomarán en cuenta vehículos que manifiestan ruidos inusuales o atípicos, tales como los que se pueden presentar debido a fallos en el sistema de escape, crujidos en el chasis del vehículo o dispositivos que emitan ruido audible (radios, bocinas).

Condiciones detalladas que se deben tener en cuenta al momento del ensayo:

- La altura del micrófono según la norma UNE-ISO 1996-2:2007 puede variar para que se cumpla con la ecuación 26.

$$\frac{hs + hr}{r} \geq 0,1 \quad 26$$

Donde hs , es la altura de la fuente, hr es la altura del micrófono (receptor) y r es la distancia entre la fuente y el receptor. La altura del micrófono se ha establecido en 1,2 m y la distancia al centro de la vía de ser posible será de 7,0 m, aunque puede variar un poco según la disponibilidad de espacio en cada caso.

- Para la medición de la velocidad de los vehículos por medio de las cámaras de video se deben colocar referencias longitudinales que permitan determinar en post-proceso la velocidad de cada vehículo.

Las marcas o líneas de referencia en ningún caso deben ser menores a 3 m.

- El tiempo de las cámaras de video se debe sincronizar con el tiempo del equipo de medida para la correcta correlación de los datos de ruido y velocidad.
- Se debe establecer una distancia de referencia antes del moderador que sirva para establecer estudios comparativos de ruido y velocidades entre el comportamiento del vehículo antes de llegar al moderador y sobre el mismo; dicha distancia tiene el nombre de distancia de influencia atrás (DIA) ya que es la distancia determinada en el análisis de perfiles de velocidad (Figura 58).
- Se definirá una distancia de referencia inmediatamente después del moderador para establecer estudios comparativos de ruido y velocidades entre el comportamiento del vehículo sobre el moderador y en el momento de la aceleración, una vez superado el dispositivo moderador. Dicha distancia debe estar ubicada lo más cercana a los puntos PID (punto de inflexión delante) y MaxAce (punto de máxima aceleración) encontrados en el análisis de perfiles de velocidad (Figura 58).
- Se debe establecer una distancia de referencia adelante del moderador y después de la zona definida como de influencia de la aceleración que corresponde al momento en el que el vehículo termina de acelerar. Dicha distancia recibe el nombre de distancia de influencia delante (DID), ya que es la distancia determinada en el análisis de perfiles de velocidad (Figura 58).

La Figura 58 muestra de manera esquemática las ubicaciones de las distancias a establecer con el fin de realizar las mediciones de ruido en elementos moderadores de tráfico. Se muestra una vista en planta del vehículo y la vía y en la parte inferior el perfil de velocidad asociado con todos los puntos principales del mismo, determinados en el capítulo anterior.

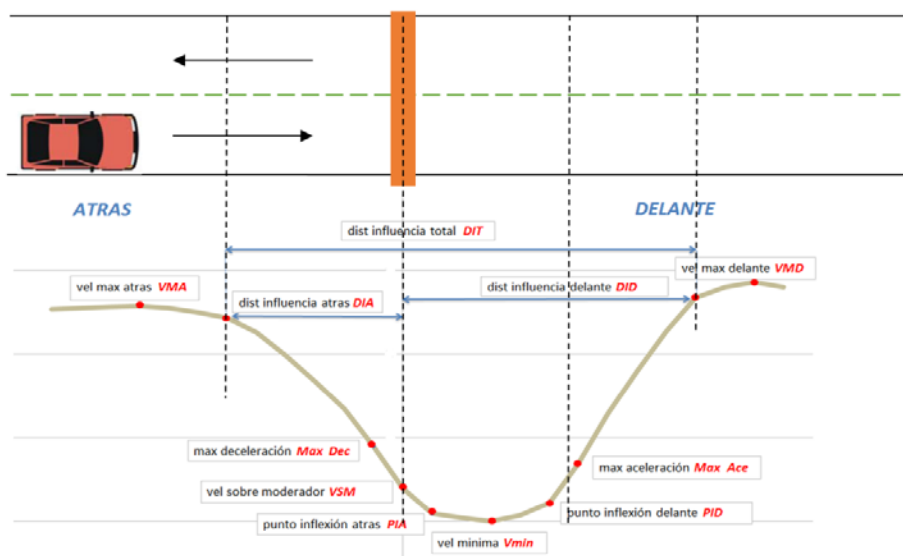


Figura 58. Esquema general de distancias de referencia.

5.3.1 Determinación de distancias de referencia para las pruebas

Con los datos de todos los perfiles de velocidad analizados y mostrados en el capítulo anterior se procedió a determinar las distancias de referencias que se deben usar en las pruebas de ruido asociadas a los perfiles de velocidad sobre los moderadores de tráfico.

5.3.1.1 Determinación de la distancia de influencia atrás

Como se ha dicho con anterioridad en el análisis de los perfiles de velocidad, estos se realizaron por tipo de dispositivo moderador y diferenciando si el dispositivo era el primero en la entrada de la travesía (extremo) o si se encontraba en el medio de otros dos dispositivos moderadores (intermedio). Los valores de la distancia de influencia atrás (DIA) se estudiaron por medio de un programa estadístico en el cual todos los resultados se resumen de la Tabla 18 a la Tabla 21.

Tabla de Frecuencias para distancia DIA; moderador tipo Paso Elevado; intermedio							
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	-70,0		0	0,0000	0	0,0000
1	-70,0	-65,0	-67,5	2	0,0040	2	0,0040
2	-65,0	-60,0	-62,5	5	0,0100	7	0,0140
3	-60,0	-55,0	-57,5	6	0,0120	13	0,0261
4	-55,0	-50,0	-52,5	32	0,0641	45	0,0902
5	-50,0	-45,0	-47,5	38	0,0762	83	0,1663
6	-45,0	-40,0	-42,5	30	0,0601	113	0,2265
7	-40,0	-35,0	-37,5	63	0,1263	176	0,3527
8	-35,0	-30,0	-32,5	60	0,1202	236	0,4729
9	-30,0	-25,0	-27,5	90	0,1804	326	0,6533
10	-25,0	-20,0	-22,5	71	0,1423	397	0,7956
11	-20,0	-15,0	-17,5	58	0,1162	455	0,9118
12	-15,0	-10,0	-12,5	28	0,0561	483	0,9679
13	-10,0	-5,0	-7,5	10	0,0200	493	0,9880
14	-5,0	0	-2,5	5	0,0100	498	0,9980
15	0	5,0	2,5	1	0,0020	499	1,0000
16	5,0	10,0	7,5	0	0,0000	499	1,0000
	mayor de	10,0		0	0,0000	499	1,0000

Tabla 18. Frecuencias distancia DIA en pasos elevados intermedios.

Tabla de Frecuencias para distancia DIA; moderador tipo Lomo;							intermedio	
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.	
	menor o igual	-70,0		0	0,0000	0	0,0000	
1	-70,0	-65,0	-67,5	0	0,0000	0	0,0000	
2	-65,0	-60,0	-62,5	1	0,0021	1	0,0021	
3	-60,0	-55,0	-57,5	3	0,0062	4	0,0082	
4	-55,0	-50,0	-52,5	6	0,0123	10	0,0206	
5	-50,0	-45,0	-47,5	11	0,0226	21	0,0432	
6	-45,0	-40,0	-42,5	12	0,0247	33	0,0679	
7	-40,0	-35,0	-37,5	35	0,0720	68	0,1399	
8	-35,0	-30,0	-32,5	55	0,1132	123	0,2531	
9	-30,0	-25,0	-27,5	76	0,1564	199	0,4095	
10	-25,0	-20,0	-22,5	101	0,2078	300	0,6173	
11	-20,0	-15,0	-17,5	97	0,1996	397	0,8169	
12	-15,0	-10,0	-12,5	63	0,1296	460	0,9465	
13	-10,0	-5,0	-7,5	23	0,0473	483	0,9938	
14	-5,0	0	-2,5	2	0,0041	485	0,9979	
15	0	5,0	2,5	1	0,0021	486	1,0000	
16	5,0	10,0	7,5	0	0,0000	486	1,0000	
	mayor de	10,0		0	0,0000	486	1,0000	

Tabla 19. Frecuencias distancia DIA en lomos intermedios.

Tabla de Frecuencias para distancia DIA; moderador tipo Resalte;							intermedio
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	-70,0		0	0,0000	0	0,0000
1	-70,0	-60,0	-65,0	13	0,0640	13	0,0640
2	-60,0	-50,0	-55,0	36	0,1773	49	0,2414
3	-50,0	-40,0	-45,0	31	0,1527	80	0,3941
4	-40,0	-30,0	-35,0	39	0,1921	119	0,5862
5	-30,0	-20,0	-25,0	39	0,1921	158	0,7783
6	-20,0	-10,0	-15,0	31	0,1527	189	0,9310
7	-10,0	0	-5,0	13	0,0640	202	0,9951
8	0	10,0	5,0	1	0,0049	203	1,0000
	mayor de	10,0		0	0,0000	203	1,0000

Tabla 20. Frecuencias distancia DIA en resaltes intermedios.

Gracias a los resultados se ha determinado que la distancia a la que se debe ubicar el micrófono o los micrófonos para medir mucho mejor el ruido de los vehículos antes de llegar al moderador de tráfico debe estar entre los 40 y 55 m. Esto se aprecia mucho mejor en la Tabla 21, ya que según esto se garantizaría que entre el 85% y 95% de los vehículos analizados se encuentran aún en la meseta antes de empezar la maniobra de deceleración que es lo que se busca para garantizar que se estaría midiendo el ruido del vehículo a la mayor velocidad posible.

Tabla de Frecuencias para distancia DIA moderador tipo Lomo + Paso Elevado intermedio							
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	-70,0		0	0,0000	0	0,0000
1	-70,0	-65,0	-67,5	2	0,0020	2	0,0020
2	-65,0	-60,0	-62,5	6	0,0061	8	0,0081
3	-60,0	-55,0	-57,5	9	0,0091	17	0,0173
4	-55,0	-50,0	-52,5	38	0,0386	55	0,0558
5	-50,0	-45,0	-47,5	49	0,0497	104	0,1056
6	-45,0	-40,0	-42,5	42	0,0426	146	0,1482
7	-40,0	-35,0	-37,5	98	0,0995	244	0,2477
8	-35,0	-30,0	-32,5	115	0,1168	359	0,3645
9	-30,0	-25,0	-27,5	166	0,1685	525	0,5330
10	-25,0	-20,0	-22,5	172	0,1746	697	0,7076
11	-20,0	-15,0	-17,5	155	0,1574	852	0,8650
12	-15,0	-10,0	-12,5	91	0,0924	943	0,9574
13	-10,0	-5,0	-7,5	33	0,0335	976	0,9909
14	-5,0	0	-2,5	7	0,0071	983	0,9980
15	0	5,0	2,5	2	0,0020	985	1,0000
16	5,0	10,0	7,5	0	0,0000	985	1,0000
	mayor de	10,0		0	0,0000	985	1,0000

Tabla 21. Frecuencias distancia DIA en pasos elevados y lomos intermedios.

Para el caso de la distancia de influencia atrás (DIA) de los moderadores de tráfico extremos los valores obtenidos se resumen de la Tabla 22 a la Tabla 24.

Tabla de Frecuencias para dist DIA ; moderador tipo Paso Elevado; extremo							
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	-90,0		0	0,0000	0	0,0000
1	-90,0	-85,0	-87,5	0	0,0000	0	0,0000
2	-85,0	-80,0	-82,5	0	0,0000	0	0,0000
3	-80,0	-75,0	-77,5	0	0,0000	0	0,0000
4	-75,0	-70,0	-72,5	2	0,0111	2	0,0111
5	-70,0	-65,0	-67,5	6	0,0333	8	0,0444
6	-65,0	-60,0	-62,5	9	0,0500	17	0,0944
7	-60,0	-55,0	-57,5	7	0,0389	24	0,1333
8	-55,0	-50,0	-52,5	17	0,0944	41	0,2278
9	-50,0	-45,0	-47,5	14	0,0778	55	0,3056
10	-45,0	-40,0	-42,5	21	0,1167	76	0,4222
11	-40,0	-35,0	-37,5	37	0,2056	113	0,6278
12	-35,0	-30,0	-32,5	26	0,1444	139	0,7722
13	-30,0	-25,0	-27,5	24	0,1333	163	0,9056
14	-25,0	-20,0	-22,5	5	0,0278	168	0,9333
15	-20,0	-15,0	-17,5	7	0,0389	175	0,9722
16	-15,0	-10,0	-12,5	4	0,0222	179	0,9944
17	-10,0	-5,0	-7,5	1	0,0056	180	1,0000
18	-5,0	0	-2,5	0	0,0000	180	1,0000
	mayor de	0		0	0,0000	180	1,0000

Tabla 22. Frecuencias distancia DIA en pasos elevados extremos.

Tabla de Frecuencias para dist DIA ; moderador tipo Lomo; extremo							
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	-90,0		0	0,0000	0	0,0000
1	-90,0	-85,0	-87,5	0	0,0000	0	0,0000
2	-85,0	-80,0	-82,5	0	0,0000	0	0,0000
3	-80,0	-75,0	-77,5	0	0,0000	0	0,0000
4	-75,0	-70,0	-72,5	0	0,0000	0	0,0000
5	-70,0	-65,0	-67,5	0	0,0000	0	0,0000
6	-65,0	-60,0	-62,5	2	0,0270	2	0,0270
7	-60,0	-55,0	-57,5	8	0,1081	10	0,1351
8	-55,0	-50,0	-52,5	7	0,0946	17	0,2297
9	-50,0	-45,0	-47,5	9	0,1216	26	0,3514
10	-45,0	-40,0	-42,5	10	0,1351	36	0,4865
11	-40,0	-35,0	-37,5	7	0,0946	43	0,5811
12	-35,0	-30,0	-32,5	8	0,1081	51	0,6892
13	-30,0	-25,0	-27,5	15	0,2027	66	0,8919
14	-25,0	-20,0	-22,5	8	0,1081	74	1,0000
15	-20,0	-15,0	-17,5	0	0,0000	74	1,0000
16	-15,0	-10,0	-12,5	0	0,0000	74	1,0000
17	-10,0	-5,0	-7,5	0	0,0000	74	1,0000
18	-5,0	0	-2,5	0	0,0000	74	1,0000
	mayor de	0					

Tabla 23. Frecuencias distancia DIA en lomos extremos.

Tabla de Frecuencias para distancia DIA; moderador tipo Lomo + Paso Elevado extremo							
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	-80,0		0	0,0000	0	0,0000
1	-80,0	-75,0	-77,5	0	0,0000	0	0,0000
2	-75,0	-70,0	-72,5	2	0,0079	2	0,0079
3	-70,0	-65,0	-67,5	6	0,0236	8	0,0315
4	-65,0	-60,0	-62,5	11	0,0433	19	0,0748
5	-60,0	-55,0	-57,5	15	0,0591	34	0,1339
6	-55,0	-50,0	-52,5	24	0,0945	58	0,2283
7	-50,0	-45,0	-47,5	23	0,0906	81	0,3189
8	-45,0	-40,0	-42,5	31	0,1220	112	0,4409
9	-40,0	-35,0	-37,5	44	0,1732	156	0,6142
10	-35,0	-30,0	-32,5	34	0,1339	190	0,7480
11	-30,0	-25,0	-27,5	39	0,1535	229	0,9016
12	-25,0	-20,0	-22,5	13	0,0512	242	0,9528
13	-20,0	-15,0	-17,5	7	0,0276	249	0,9803
14	-15,0	-10,0	-12,5	4	0,0157	253	0,9961
15	-10,0	-5,0	-7,5	1	0,0039	254	1,0000
16	-5,0	0	-2,5	0	0,0000	254	1,0000
	mayor de	0		0	0,0000	254	1,0000

Tabla 24. Frecuencias distancia DIA en lomos y pasos elevados extremos.

Con los resultados anteriores y gracias al análisis de las gráficas de los perfiles de velocidad, se ha concluido que la distancia a la que se debe ubicar el micrófono o los micrófonos para medir mucho mejor el ruido de los vehículos antes de llegar al moderador de tráfico en moderadores extremos debe ser superior a los 60 m. Con esto se conseguiría que la velocidad de casi el 100% de los vehículos estudiados se encuentre aún en la meseta antes de empezar la maniobra de deceleración o que vendrán a velocidad de flujo libre que es lo

que se busca para garantizar que se estaría midiendo el ruido del vehículo a la mayor velocidad posible.

5.3.1.2 Determinación de la distancia para medir el ruido en aceleración

Según el análisis de los perfiles de velocidad y de los puntos más importantes en la maniobra después del paso de los vehículos sobre el moderador, existen dos puntos muy importantes que se deben tener en cuenta y estos son el punto de inflexión delante (PID) y el punto de máxima aceleración (Max Ace). En algunos perfiles estos dos puntos coinciden en la misma abscisa y por esto a continuación se mostrarán los resultados de los dos puntos para poder definir mucho mejor la distancia a tomar los datos de ruido y velocidad de los vehículos acelerando.

Para el caso del paso elevado se observa de la Tabla 25 y Tabla 26 que casi el 50% de los vehículos analizados presenta su máxima aceleración entre los 10 y 25 m después del dispositivo moderador y el punto de inflexión se encuentra entre los 5 y 20 m pasado el dispositivo moderador para el 55% de los vehículos. Para el caso del moderador tipo lomo se ha determinado que el 53% de los vehículos analizados presenta su máxima aceleración entre los 15 y 30 m después del dispositivo moderador y el punto de inflexión se encuentra entre los 5 y 20 m después del dispositivo moderador para el 67% de los vehículos, tal y como se aprecia en la Tabla 27 y Tabla 28.

Tabla de Frecuencias para distancia PID; moderador tipo Paso Elevado							
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	-20,0		0	0,0000	0	0,0000
1	-20,0	-15,0	-17,5	0	0,0000	0	0,0000
2	-15,0	-10,0	-12,5	1	0,0015	1	0,0015
3	-10,0	-5,0	-7,5	5	0,0074	6	0,0088
4	-5,0	0	-2,5	30	0,0442	36	0,0530
5	0	5,0	2,5	83	0,1222	119	0,1753
6	5,0	10,0	7,5	124	0,1826	243	0,3579
7	10,0	15,0	12,5	141	0,2077	384	0,5655
8	15,0	20,0	17,5	102	0,1502	486	0,7158
9	20,0	25,0	22,5	70	0,1031	556	0,8189
10	25,0	30,0	27,5	48	0,0707	604	0,8895
11	30,0	35,0	32,5	26	0,0383	630	0,9278
12	35,0	40,0	37,5	25	0,0368	655	0,9647
13	40,0	45,0	42,5	11	0,0162	666	0,9809
14	45,0	50,0	47,5	6	0,0088	672	0,9897
15	50,0	55,0	52,5	7	0,0103	679	1,0000
16	55,0	60,0	57,5	0	0,0000	679	1,0000
17	60,0	65,0	62,5	0	0,0000	679	1,0000
18	65,0	70,0	67,5	0	0,0000	679	1,0000
19	70,0	75,0	72,5	0	0,0000	679	1,0000
20	75,0	80,0	77,5	0	0,0000	679	1,0000
	mayor de	80,0		0	0,0000	679	1,0000

Tabla 25. Frecuencias distancia PID en pasos elevados.

Tabla de Frecuencias para distancia MaxAce; moderador tipo Paso Elevado							
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	-10,0		1	0,0015	1	0,0015
1	-10,0	-5,0	-7,5	0	0,0000	1	0,0015
2	-5,0	0	-2,5	4	0,0059	5	0,0074
3	0	5,0	2,5	14	0,0206	19	0,0280
4	5,0	10,0	7,5	34	0,0501	53	0,0781
5	10,0	15,0	12,5	96	0,1414	149	0,2194
6	15,0	20,0	17,5	104	0,1532	253	0,3726
7	20,0	25,0	22,5	83	0,1222	336	0,4948
8	25,0	30,0	27,5	89	0,1311	425	0,6259
9	30,0	35,0	32,5	75	0,1105	500	0,7364
10	35,0	40,0	37,5	48	0,0707	548	0,8071
11	40,0	45,0	42,5	31	0,0457	579	0,8527
12	45,0	50,0	47,5	27	0,0398	606	0,8925
13	50,0	55,0	52,5	19	0,0280	625	0,9205
14	55,0	60,0	57,5	21	0,0309	646	0,9514
15	60,0	65,0	62,5	12	0,0177	658	0,9691
16	65,0	70,0	67,5	21	0,0309	679	1,0000
17	70,0	75,0	72,5	0	0,0000	679	1,0000
18	75,0	80,0	77,5	0	0,0000	679	1,0000
	mayor de	80,0		0	0,0000	679	1,0000

Tabla 26. Frecuencias distancia MaxAce en pasos elevados.

Tabla de Frecuencias para distancia PID; moderador tipo Lomo							
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	-20,0		0	0,0000	0	0,0000
1	-20,0	-15,0	-17,5	0	0,0000	0	0,0000
2	-15,0	-10,0	-12,5	1	0,0018	1	0,0018
3	-10,0	-5,0	-7,5	4	0,0071	5	0,0089
4	-5,0	0	-2,5	13	0,0232	18	0,0321
5	0	5,0	2,5	45	0,0804	63	0,1125
6	5,0	10,0	7,5	116	0,2071	179	0,3196
7	10,0	15,0	12,5	167	0,2982	346	0,6179
8	15,0	20,0	17,5	97	0,1732	443	0,7911
9	20,0	25,0	22,5	48	0,0857	491	0,8768
10	25,0	30,0	27,5	39	0,0696	530	0,9464
11	30,0	35,0	32,5	12	0,0214	542	0,9679
12	35,0	40,0	37,5	11	0,0196	553	0,9875
13	40,0	45,0	42,5	4	0,0071	557	0,9946
14	45,0	50,0	47,5	1	0,0018	558	0,9964
15	50,0	55,0	52,5	1	0,0018	559	0,9982
16	55,0	60,0	57,5	1	0,0018	560	1,0000
17	60,0	65,0	62,5	0	0,0000	560	1,0000
18	65,0	70,0	67,5	0	0,0000	560	1,0000
19	70,0	75,0	72,5	0	0,0000	560	1,0000
20	75,0	80,0	77,5	0	0,0000	560	1,0000
	mayor de	80,0		0	0,0000	560	1,0000

Tabla 27. Frecuencias distancia PID en lomos.

Tabla de Frecuencias para distancia Max Ace; moderador tipo Lomo							
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	-10,0		0	0,0000	0	0,0000
1	-10,0	-5,0	-7,5	0	0,0000	0	0,0000
2	-5,0	0	-2,5	1	0,0018	1	0,0018
3	0	5,0	2,5	7	0,0125	8	0,0143
4	5,0	10,0	7,5	20	0,0357	28	0,0500
5	10,0	15,0	12,5	69	0,1232	97	0,1732
6	15,0	20,0	17,5	114	0,2036	211	0,3768
7	20,0	25,0	22,5	101	0,1804	312	0,5571
8	25,0	30,0	27,5	80	0,1429	392	0,7000
9	30,0	35,0	32,5	64	0,1143	456	0,8143
10	35,0	40,0	37,5	36	0,0643	492	0,8786
11	40,0	45,0	42,5	26	0,0464	518	0,9250
12	45,0	50,0	47,5	17	0,0304	535	0,9554
13	50,0	55,0	52,5	9	0,0161	544	0,9714
14	55,0	60,0	57,5	4	0,0071	548	0,9786
15	60,0	65,0	62,5	4	0,0071	552	0,9857
16	65,0	70,0	67,5	8	0,0143	560	1,0000
17	70,0	75,0	72,5	0	0,0000	560	1,0000
18	75,0	80,0	77,5	0	0,0000	560	1,0000
	mayor de	80,0		0	0,0000	560	1,0000

Tabla 28. Frecuencias distancia MaxAce en lomos.

Tabla de Frecuencias para distancia PID; moderador tipo Resalte							
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	-20,0		0	0,0000	0	0,0000
1	-20,0	-10,0	-15,0	1	0,0049	1	0,0049
2	-10,0	0	-5,0	4	0,0197	5	0,0246
3	0	10,0	5,0	52	0,2562	57	0,2808
4	10,0	20,0	15,0	63	0,3103	120	0,5911
5	20,0	30,0	25,0	47	0,2315	167	0,8227
6	30,0	40,0	35,0	21	0,1034	188	0,9261
7	40,0	50,0	45,0	14	0,0690	202	0,9951
8	50,0	60,0	55,0	1	0,0049	203	1,0000
9	60,0	70,0	65,0	0	0,0000	203	1,0000
10	70,0	80,0	75,0	0	0,0000	203	1,0000
	mayor de	80,0		0	0,0000	203	1,0000

Tabla 29. Frecuencias distancia PID en resaltes.

En el caso del moderador tipo resalte y con lo mostrado en la Tabla 29 y Tabla 30 se ha determinado que el 61% de los vehículos analizados presenta su máxima aceleración entre los 10 y 40 m después del dispositivo moderador y el punto de inflexión se encuentra entre los 10 y 30 m después del dispositivo moderador para el 54% de los vehículos.

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo que se ha dicho en el estado del arte, donde la velocidad mínima de los vehículos después de superados los dispositivos moderadores se ubica en torno a los 10 m, con los resultados de las pruebas de ruido realizadas en el desarrollo de la tesina de master en donde mediciones de ruido 10 m después del moderador no presentaron diferencias con respecto a las realizadas sobre el moderador y con base en los resultados obtenidos de todos los perfiles de velocidad sobre los distintos moderadores, se ha concluido que la distancia a la que se deben tomar los datos de ruido de los vehículos acelerando son 20 m. Con esto se podría decir con gran certeza que el vehículo analizado ya se encuentra en la maniobra de aceleración y en muchos casos estarían en su aceleración máxima

Tabla de Frecuencias para distancia Max Ace; moderador tipo Resalte							
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	-10,0		0	0,0000	0	0,0000
1	-10,0	0	-5,0	0	0,0000	0	0,0000
2	0	10,0	5,0	12	0,0591	12	0,0591
3	10,0	20,0	15,0	40	0,1970	52	0,2562
4	20,0	30,0	25,0	52	0,2562	104	0,5123
5	30,0	40,0	35,0	33	0,1626	137	0,6749
6	40,0	50,0	45,0	29	0,1429	166	0,8177
7	50,0	60,0	55,0	26	0,1281	192	0,9458
8	60,0	70,0	65,0	11	0,0542	203	1,0000
9	70,0	80,0	75,0	0	0,0000	203	1,0000
	mayor de	80,0		0	0,0000	203	1,0000

Tabla 30. Frecuencias distancia MaxAce en resaltes.

5.3.1.3 Determinación de la distancia de influencia delante

Los datos obtenidos del análisis de perfiles de velocidad también son la materia prima para definir a qué distancia se deben ubicar el o los micrófonos y calcular la velocidad, cuando lo que se desea medir es un vehículo que ya ha concluido su maniobra de aceleración y se encuentra en la meseta o a velocidad de flujo libre. Para esto de la Tabla 31 a la Tabla 33 se mostrarán los resultados obtenidos para la denominada distancia de influencia delante (DID).

Con base en los resultados mostrados de la Tabla 31 a la Tabla 33, se ha concluido que la distancia a la que se deben tomar los datos de ruido y velocidad de los vehículos que ya han concluido la maniobra de aceleración y se encuentra en la meseta o a velocidad de flujo libre debe ser de 40 a 50 m. Con esto se garantiza que se estarán tomando la mayoría de los vehículos, ya que en esta parte de la maniobra casi el 90% de los vehículos ya ha cumplido con la DID.

Tabla de Frecuencias para distancia DID; moderador tipo Paso Elevado							
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	0		0	0,0000	0	0,0000
1	0	5,0	2,5	4	0,0059	4	0,0059
2	5,0	10,0	7,5	4	0,0059	8	0,0118
3	10,0	15,0	12,5	20	0,0295	28	0,0412
4	15,0	20,0	17,5	41	0,0604	69	0,1016
5	20,0	25,0	22,5	73	0,1075	142	0,2091
6	25,0	30,0	27,5	91	0,1340	233	0,3432
7	30,0	35,0	32,5	96	0,1414	329	0,4845
8	35,0	40,0	37,5	86	0,1267	415	0,6112
9	40,0	45,0	42,5	113	0,1664	528	0,7776
10	45,0	50,0	47,5	60	0,0884	588	0,8660
11	50,0	55,0	52,5	36	0,0530	624	0,9190
12	55,0	60,0	57,5	28	0,0412	652	0,9602
13	60,0	65,0	62,5	11	0,0162	663	0,9764
14	65,0	70,0	67,5	4	0,0059	667	0,9823
15	70,0	75,0	72,5	5	0,0074	672	0,9897
16	75,0	80,0	77,5	4	0,0059	676	0,9956
17	80,0	85,0	82,5	3	0,0044	679	1,0000
18	85,0	90,0	87,5	0	0,0000	679	1,0000
19	90,0	95,0	92,5	0	0,0000	679	1,0000
20	95,0	100,0	97,5	0	0,0000	679	1,0000
	mayor de	100,0		0	0,0000	679	1,0000

Tabla 31. Frecuencias distancia DID en pasos elevados.

Tabla de Frecuencias para distancia DID;					moderador tipo Lomo		
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	0		0	0,0000	0	0,0000
1	0	5,0	2,5	1	0,0018	1	0,0018
2	5,0	10,0	7,5	3	0,0054	4	0,0071
3	10,0	15,0	12,5	11	0,0196	15	0,0268
4	15,0	20,0	17,5	21	0,0375	36	0,0643
5	20,0	25,0	22,5	55	0,0982	91	0,1625
6	25,0	30,0	27,5	74	0,1321	165	0,2946
7	30,0	35,0	32,5	75	0,1339	240	0,4286
8	35,0	40,0	37,5	100	0,1786	340	0,6071
9	40,0	45,0	42,5	88	0,1571	428	0,7643
10	45,0	50,0	47,5	61	0,1089	489	0,8732
11	50,0	55,0	52,5	42	0,0750	531	0,9482
12	55,0	60,0	57,5	17	0,0304	548	0,9786
13	60,0	65,0	62,5	9	0,0161	557	0,9946
14	65,0	70,0	67,5	2	0,0036	559	0,9982
15	70,0	75,0	72,5	0	0,0000	559	0,9982
16	75,0	80,0	77,5	0	0,0000	559	0,9982
17	80,0	85,0	82,5	1	0,0018	560	1,0000
18	85,0	90,0	87,5	0	0,0000	560	1,0000
19	90,0	95,0	92,5	0	0,0000	560	1,0000
20	95,0	100,0	97,5	0	0,0000	560	1,0000
	mayor de	100,0		0	0,0000	560	1,0000

Tabla 32. Frecuencias distancia DID en lomos.

Tabla de Frecuencias para distancia DID;					moderador tipo Resalte		
Clase	Límite Inf	Límite Sup	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	0		1	0,0049	1	0,0049
1	0	10,0	5,0	4	0,0197	5	0,0246
2	10,0	20,0	15,0	21	0,1034	26	0,1281
3	20,0	30,0	25,0	45	0,2217	71	0,3498
4	30,0	40,0	35,0	49	0,2414	120	0,5911
5	40,0	50,0	45,0	47	0,2315	167	0,8227
6	50,0	60,0	55,0	30	0,1478	197	0,9704
7	60,0	70,0	65,0	6	0,0296	203	1,0000
8	70,0	80,0	75,0	0	0,0000	203	1,0000
9	80,0	90,0	85,0	0	0,0000	203	1,0000
10	90,0	100,0	95,0	0	0,0000	203	1,0000
	mayor de	100,0		0	0,0000	203	1,0000

Tabla 33. Frecuencias distancia DID en resaltes.

5.4 Metodología específica para la investigación

Con todos los datos de los principales puntos del perfil de velocidad obtenidos del análisis de los perfiles (Capítulo 4), el análisis de los datos obtenidos de las distancias de referencia y la experiencia obtenida en pruebas de ruido y velocidades realizadas previas a la tesis doctoral; se mostrarán a continuación dos metodologías para realizar mediciones de ruido en moderadores de tráfico en los que se desee conocer el comportamiento del ruido a lo largo de toda la maniobra de aproximación y paso sobre moderadores de tráfico de la mejor manera. La primera de ellas sería la metodología en la que se cuenta con todos los equipos posibles y fue la primera metodología diseñada para ser usada en esta investigación. La segunda es una metodología más sencilla pero eficiente, que es la que se aplicará en definitiva a esta investigación debido a que este estudio no cuenta con financiación para adquirir o alquilar más equipos que los que posee el GIIC y los sonómetros facilitados por el Departamento de Física

de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Valencia.

5.4.1 Metodología 1

Con el fin de estimar y estudiar con riguroso detalle todos los puntos de la maniobra en estudio, es necesario el uso de 6 sonómetros e igual número de cámaras o medidores de velocidad distribuidos y ubicados como se muestra en la Figura 59. Esto claro está, sin olvidar que además se deben cumplir también todos los requisitos de los que se ha hablado anteriormente en el desarrollo de este capítulo.

Para el desarrollo de esta metodología se deben disponer dos sonómetros a 40 y 60 m antes de llegar al moderador, con esto se busca medir el ruido a la velocidad máxima posible a la que se desplaza el vehículo (VMA) y también poder determinar si el vehículo ya se encuentra en la primera parte de la maniobra de deceleración y evaluar el ruido en la zona donde se encuentra el punto de la distancia de influencia atrás (DIA). La velocidad en estos puntos se puede medir por medio de cámaras de video o preferiblemente ser medido con velocímetros, lo que se especificará mucho mejor más adelante.

El tercer sonómetro debe ser ubicado para medir el ruido sobre el moderador de tráfico a estudiar en línea con el mismo. Es recomendable usar en este punto el mejor sonómetro en cuanto a precisión o el que haya sido calibrado más recientemente con el fin de tener el menor error posible en este punto.

20 m delante del moderador se debe situar un cuarto sonómetro. Este lugar ha sido escogido con el fin de medir el vehículo en maniobra de aceleración, ya que según el análisis de los perfiles a esta distancia se conseguiría medir con certeza un vehículo que ya se encuentra en la maniobra de aceleración y en muchos casos estaría en su aceleración máxima (MaxAce).

Finalmente, los últimos dos sonómetros se dispondrán 40 y 60 m después del moderador, estas distancias han sido definidas para poder obtener valores de velocidad y ruido de los vehículos en la zona correspondiente al punto que determina la distancia de influencia delante del moderador (DID) y la velocidad máxima. Además, por medio de estos dos puntos se podrá determinar si el vehículo analizado ya ha concluido o no su maniobra de aceleración y se encuentra en la meseta de la velocidad máxima (VMD).

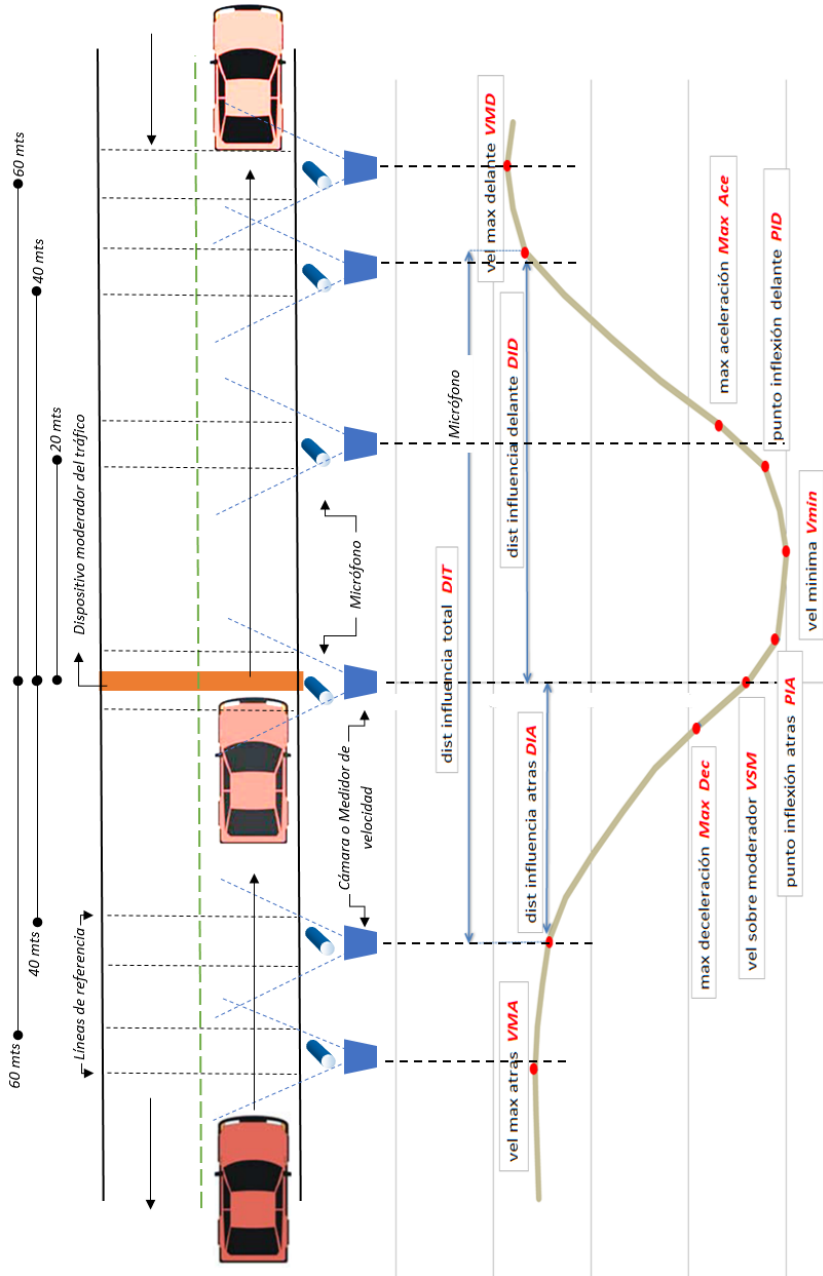


Figura 59. Esquema Metodología 1.

5.4.2 Metodología 2

Se ha desarrollado una nueva metodología que aunque es más sencilla, es también eficiente y suficiente en cuanto los puntos de la maniobra que se desean estimar y estudiar en esta investigación. Además se ha desarrollado acorde con los equipos con los que se ha contado para la investigación. Primero que todo es necesario el uso de 4 sonómetros e igual número de cámaras o medidores de velocidad distribuidos y ubicados como se muestra en la Figura 60. Esto sin olvidar que también se debe cumplir con todos los requisitos de los que se ha hablado anteriormente en el desarrollo de este capítulo para investigaciones de velocidad de vehículos y ruido.

Primero que todo se debe determinar si el moderador está entre otros dos moderadores de tráfico. Si es así se ha de ubicar un sonómetro 50 m antes del moderador a estudiar con el fin de determinar el ruido y la velocidad del vehículo en la maniobra de aproximación; el valor de 50 m es un valor intermedio a los valores encontrados para los puntos de la velocidad máxima atrás (VMA) y la distancia de influencia atrás (DIA). Si por el contrario el moderador a estudiar no se encuentra entre otros dos moderadores y es un moderador aislado o es el primero a la entrada de una travesía dicha distancia debe ser 70 m para así tomar el vehículo a la máxima velocidad posible antes de comenzar la maniobra de deceleración previa al paso sobre el moderador de tráfico.

Sobre la línea central al moderador de tráfico a estudiar debe ser ubicado el segundo sonómetro para medir el ruido y la velocidad de los vehículos sobre el mismo. Se recomienda usar en este punto el mejor sonómetro en cuanto a precisión o el que haya sido calibrado más recientemente con el fin de tener el menor error posible en las medidas sobre este punto.

20 m delante del moderador se debe situar un tercer sonómetro. De nuevo se aclara que esta distancia ha sido escogida con el fin de medir el vehículo en la maniobra de aceleración y a esta distancia se conseguiría medir con certeza un vehículo que ya se encuentra acelerando y en muchos casos estaría en su aceleración máxima (MaxAce) según el análisis realizado a los perfiles.

Por ultimo un cuarto sonómetro debe ser situado 50 m delante del moderador de tráfico. Esta distancia es un valor intermedio a los valores encontrados para los puntos de la velocidad máxima delante (VMD) y la distancia de influencia delante (DID) lo que mostraría velocidades y valores de ruido correspondientes a la finalización de la maniobra de aceleración y correspondientes a la meseta de la velocidad máxima.

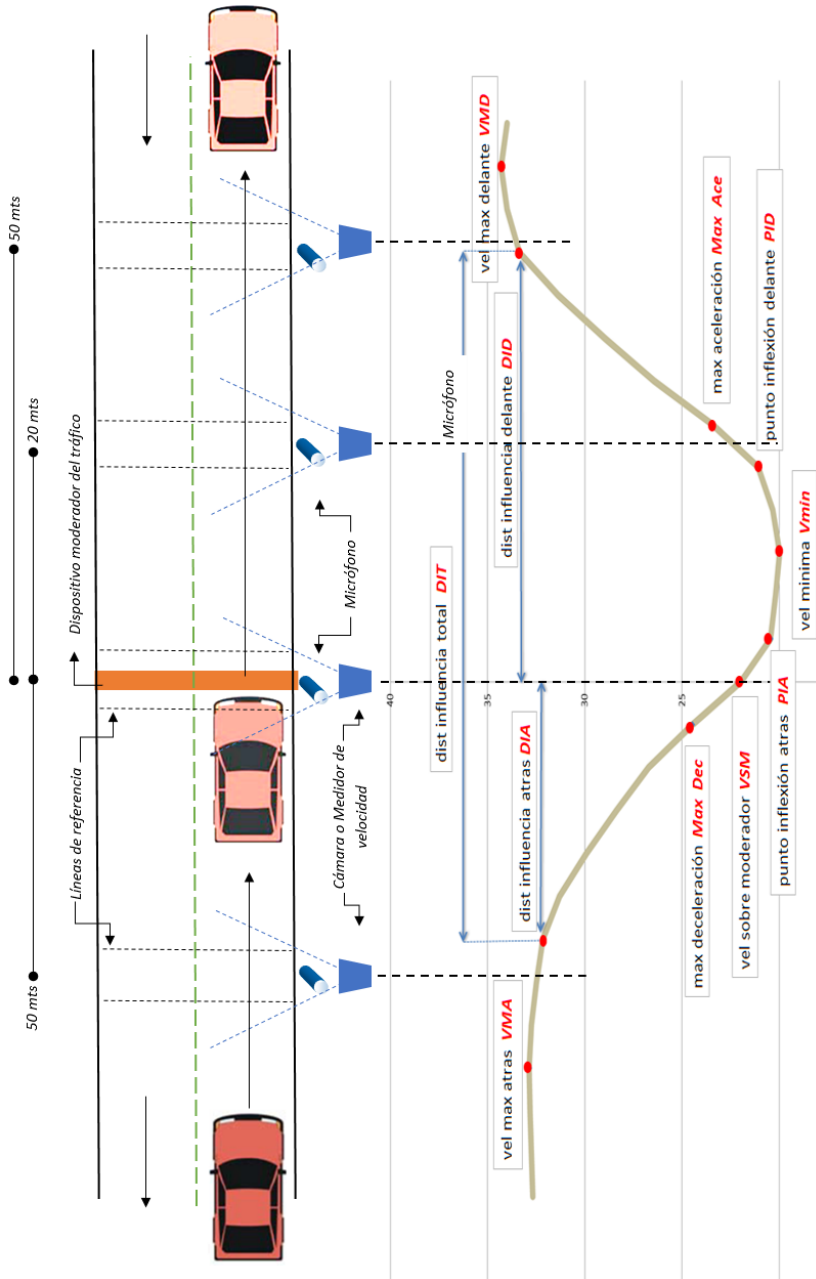


Figura 60. Esquema Metodología 2.

5.4.3 Recomendaciones finales para las pruebas de ruido

Con la experiencia obtenida en otras pruebas realizadas antes de la realización de la tesis doctoral se mostrarán a continuación algunas recomendaciones con respecto a las mediciones de velocidad y ruido de vehículos.

Se recomienda el uso de cinta de carroceros para las marcas viales que se han de usar para determinar la velocidad de los vehículos y dichas marcas no deben ocupar la totalidad del carril para no afectar el comportamiento de los conductores. En la Figura 61 se puede ver la marca vial usada en una prueba piloto y cómo se debe demarcar para no afectar la conducta en el momento de la realización de la prueba.



Figura 61. Marcas viales para determinar velocidad de los vehículos.

La distancia mínima de separación de las marcas viales debe ser de 3 m y se recomienda hacer una marca adicional por posibles problemas o interferencias de otros vehículos o personas en el momento de la grabación de las velocidades. La Figura 62 muestra el ejemplo de la forma correcta de ubicar las marcas viales en las que existen marcas en la línea del micrófono o sonómetro y 4 m adelante y atrás de la misma, para garantizar una mejor medición de las velocidades.



Figura 62. Marcas viales para medición de velocidad.

Es recomendable llegar con suficiente antelación a las pruebas debido a la cantidad de equipos que deben ser instalados antes de comenzar la misma y conocer muy bien el funcionamiento de todos los equipos a ser utilizados.

Para una correcta sincronización del video con los datos de ruido, las cámaras y los vehículos de la prueba se recomienda usar un reloj el cual se debe poner frente a la cámara en el momento de la toma de datos por lo menos cada 20 o 30 minutos, con el fin de facilitar el postproceso y de ser posible decir la hora a la cámara mientras se está efectuando esta acción para tener la referencia visual y auditiva del momento.

5.5 Dispositivos de moderación a analizar

Para el desarrollo de esta tesis doctoral se estudiarán 3 tipos de dispositivos moderadores de tráfico localizados en cuatro poblaciones de la Comunidad Valenciana que se describirán a continuación.

5.5.1 Descripción y localización de los dispositivos moderadores

Se ha decidido estudiar tres de los dispositivos moderadores más comunes y más usados en la moderación de tráfico como son el lomo transversal, el resalte prefabricado y el paso elevado. Además, todas las poblaciones escogidas para realizar la investigación pertenecen a la Comunidad Valenciana y son Massamagrell, Albalat de la Ribera, el Puig y la Pobla de Farnals.

Dispositivo en Massamagrell

Massamagrell es un municipio de la Comunidad Valenciana, perteneciente a la provincia de Valencia, en la comarca de L'Horta Nord y situado a aproximadamente 15 kilómetros al norte de la ciudad de Valencia. En este lugar sobre la carretera que comunica el pueblo con la playa se analizará un dispositivo moderador tipo resalte prefabricado. La Figura 63 muestra la ubicación del dispositivo y la Figura 64 el dispositivo a ser analizado.



Figura 63. Ubicación del dispositivo moderador en Massamagrell, Valencia.



Figura 64. Dispositivo tipo resalte prefabricado en Massamagrell, Valencia.

Dispositivo en la Poba de Farnals

La Poba de Farnals es un municipio de la Comunidad Valenciana, perteneciente a la provincia de Valencia, en la comarca de L'Horta Nord y situado a aproximadamente 15 kilómetros al norte de la ciudad de Valencia. En este lugar sobre la carretera que comunica el pueblo con la playa se analizará un dispositivo moderador tipo lomo. La Figura 65 muestra la ubicación del dispositivo y la Figura 66 el dispositivo a ser estudiado.



Figura 65. Ubicación del dispositivo moderador en La Poba de Farnals, Valencia.



Figura 66 Dispositivo tipo lomo en La Pobra de Farnals, Valencia.

Dispositivo en El Puig

El Puig de Santa María, también conocido simplemente como Puig es un municipio de la Comunidad Valenciana, perteneciente a la provincia de Valencia, en la comarca de L'Horta Nord y situado a aproximadamente 20 kilómetros al norte de la ciudad de Valencia. En este lugar en la vía conocida como camino a la playa A se analizará un dispositivo moderador tipo paso elevado. La Figura 67 muestra la ubicación del dispositivo y la Figura 68 el dispositivo a ser estudiado.



Figura 67. Ubicación del dispositivo moderador en El Puig, Valencia.



Figura 68. Dispositivo tipo paso elevado en El Puig, Valencia.

Dispositivo en Albalat de la Ribera

Albalat de la Ribera es un municipio de la Comunidad Valenciana. Situado en la provincia de Valencia, en la comarca de la Ribera Baja. Albalat se encuentra a 40 kilómetros al sur de Valencia. En la travesía que atraviesa el pueblo (CV-515) se analizan dos dispositivos moderadores de tráfico. La Figura 69 muestra la ubicación general de los dispositivos, la Figura 70 el dispositivo tipo lomo a ser estudiado y la Figura 71 el dispositivo tipo paso elevado.

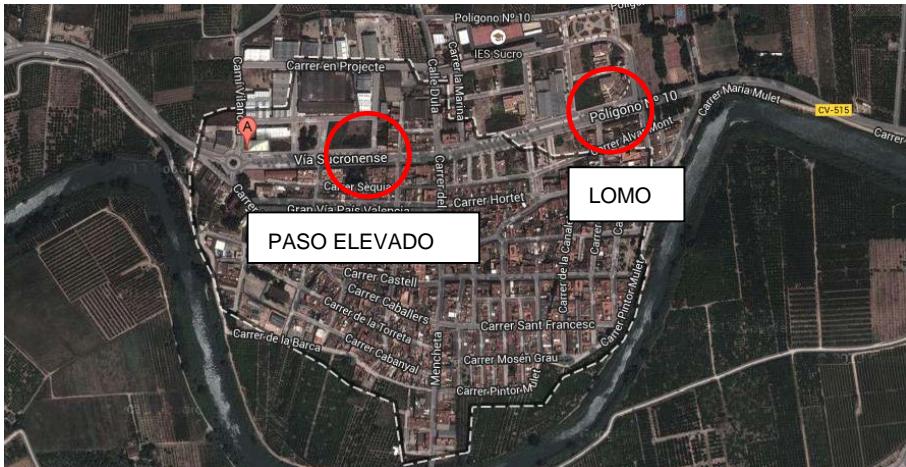


Figura 69. Ubicación de los dispositivos moderadores en Albalat de la Ribera, Valencia.



Figura 70. Dispositivo tipo lomo en Albalat de la Ribera, Valencia.



Figura 71. Dispositivo tipo paso elevado en Albalat de la Ribera, Valencia.

6. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Debido a que se dispone de cuatro municipios y tres dispositivos moderadores para la toma de datos de ruido, pero cada uno de ellos presenta distintas características de composición e intensidad de tráfico y algunos de los moderadores están asilados o entre otros dos dispositivos, el estudio se realizó de forma diferente pero complementaria en cada uno de ellos. También se muestran los valores generales de composición del tráfico, velocidades de los vehículos y niveles de ruido generales de cada una de las pruebas y de cada dispositivo moderador.

6.1 Toma de datos en Massamagrell

Como se ha dicho anteriormente, en este municipio y en la vía que comunica con la playa se ha escogido para el estudio un moderador de tráfico tipo resalte prefabricado. Dicho resalte no se encuentra en medio de ningún otro tipo de moderador de tráfico por lo cual se considera aislado o extremo. La composición vehicular en la vía se caracteriza por los bajos porcentajes de vehículos pesados (menos del 5%) y por intensidades de tráfico muy bajas. Por lo tanto para poder completar el número mínimo de vehículos se determinó hacer dos pruebas cada una con una duración aproximada de tres horas.

La prueba se realizó en el sentido W-E, es decir para tomar los vehículos que se dirigían desde el pueblo hacia la playa y en horas de la mañana con el fin de poder tener la mayor cantidad de vehículos posible en la prueba. La primera toma de datos se realizó el día 26 de junio de 2013 en el período comprendido entre las 08:50 y las 11:50 (Figura 72) y la segunda prueba el día 27 de junio de 2013 en el período comprendido entre las 9:25 y 12:00 (Figura 73).



Figura 72. Primera toma de datos para moderador tipo resalte en Massamagrell, Valencia.



Figura 73. Segunda toma de datos para moderador tipo resalte en Massamagrell, Valencia.

Todos los datos pertenecientes al dispositivo, el esquema general de la prueba, la ubicación de sonómetros, ubicación de las cámaras y sentido de la grabación y en general todos los datos de la prueba se anotaron en un formato como el que se muestra en la Figura 74. Esta información es vital y muy necesaria para el momento del procesamiento de la misma por medio de los videos.

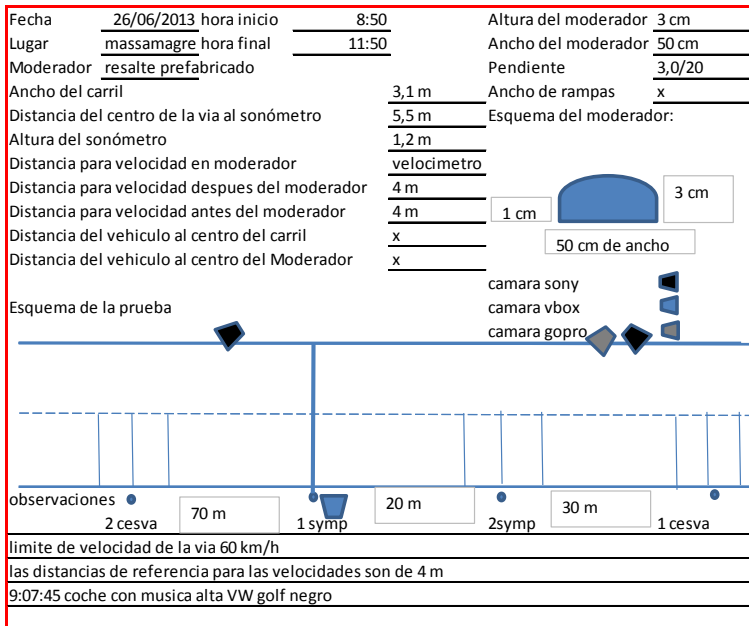


Figura 74. Esquema general de la primera prueba sobre el resalte.

6.2 Toma de datos en la Pobla de Farnals

Un lomo fue el dispositivo analizado en la Pobla de Farnals, pero según se ha podido determinar debido a sus condiciones geométricas presenta algunas características similares a un paso elevado, lo que hace pensar que los constructores del mismo no tenían muy claro que debían hacer al momento de implantarlo en este lugar.

El dispositivo moderador no se encuentra entre otros dos dispositivos moderadores y por lo tanto ha sido clasificado como aislado. Este dispositivo moderador se encuentra en la vía que comunica el pueblo con la playa y presenta sólo un 4% de vehículos pesados. En este dispositivo se realizó una sola prueba de ruido en el sentido W-E (pueblo-playa) el día 25 de junio de 2013 en horas de la mañana con el fin de poder tener la mayor cantidad de vehículos posible al momento de la toma de datos (Figura 75). La prueba tuvo una duración aproximada de tres horas desde las 9:05 hasta las 12:00 (Figura 76).



Figura 75. Toma de datos para moderador tipo lomo en la Pobla de Farnals, Valencia.

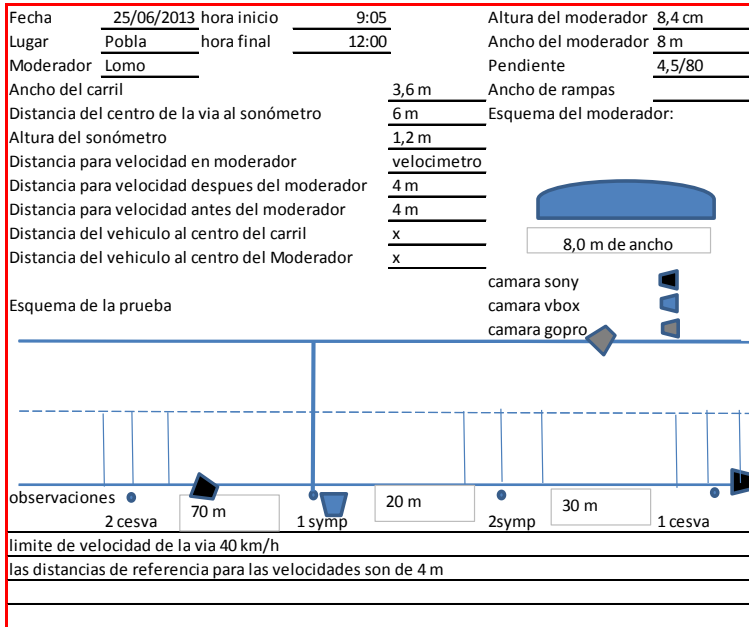


Figura 76. Esquema general de la prueba sobre el lomo en la Pobla de Farnals, Valencia.

6.3 Toma de datos en El Puig

Como se ha dicho con anterioridad, en este municipio en la vía conocida como camino a la playa A se ha escogido para el estudio un moderador de tráfico tipo paso peatonal elevado. Dicho moderador no se encuentra en medio de ningún otro tipo de moderadores de tráfico, por lo tanto se considera aislado o extremo.

La composición vehicular en la vía se caracteriza por los bajos porcentajes de vehículos pesados (menos del 3%) y la prueba fue realizada el día 9 de julio de 2013 con una duración aproximada de 3 horas en el horario de 8:50 a 11:45. Dicha prueba se realizó en el sentido N-S de la vía o sentido Puig-Valencia con el fin de poder ubicar mejor los equipos de medida por la presencia de una pared y un muro en el sentido contrario (Figura 77 y Figura 78).



Figura 77. Toma de datos para moderador tipo paso peatonal elevado en el Puig, Valencia.

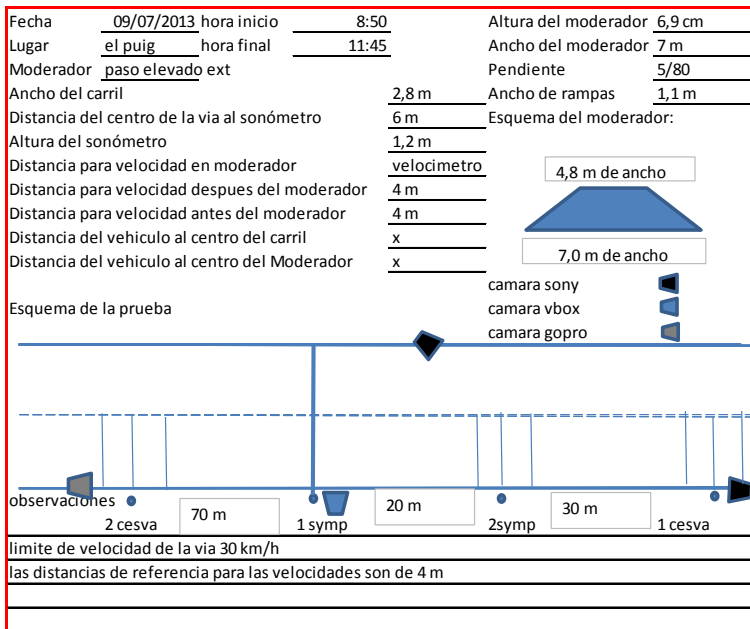


Figura 78. Esquema general de la prueba sobre el moderador tipo paso peatonal elevado en el Puig, Valencia.

6.4 Toma de datos en Albalat de la Ribera

En la población de Albalat se analizaron dos dispositivos moderadores de tráfico de los denominados intermedios, lo cual quiere decir que el dispositivo analizado se encuentra en medio de otros dos dispositivos moderadores. Las dos pruebas fueron realizadas sobre la carretera CV-515 que cruza la población. El sentido de la toma de datos ha sido E-W.

El primer dispositivo analizado en esta población corresponde a un lomo, en el cual se realizó la prueba el día 22 de junio de 2013 en el horario de 9:00 a 11:00 de la mañana. El segundo dispositivo corresponde a un paso elevado analizado el día 10 de julio de 2013 en el horario de 8:40 a 11:40 de la mañana. Al igual que en el resto de lugares de las pruebas los porcentajes de vehículos pesados son bajos, entorno al 5%. La Figura 79 y la Figura 80 muestran imágenes de las pruebas y los esquemas generales de las mismas se aprecian en la Figura 81 y Figura 82.



Figura 79. Toma de datos para moderador tipo lomo en Albalat de la Ribera, Valencia.



Figura 80. Toma de datos para moderador tipo paso peatonal elevado en Albalat de la Ribera, Valencia.

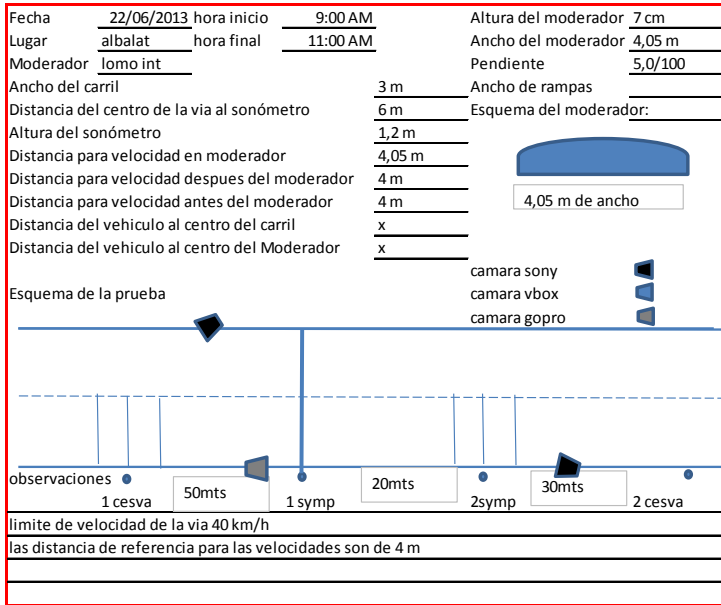


Figura 81. . Esquema general de la prueba sobre el moderador tipo lomo en Albalat de la Ribera, Valencia.

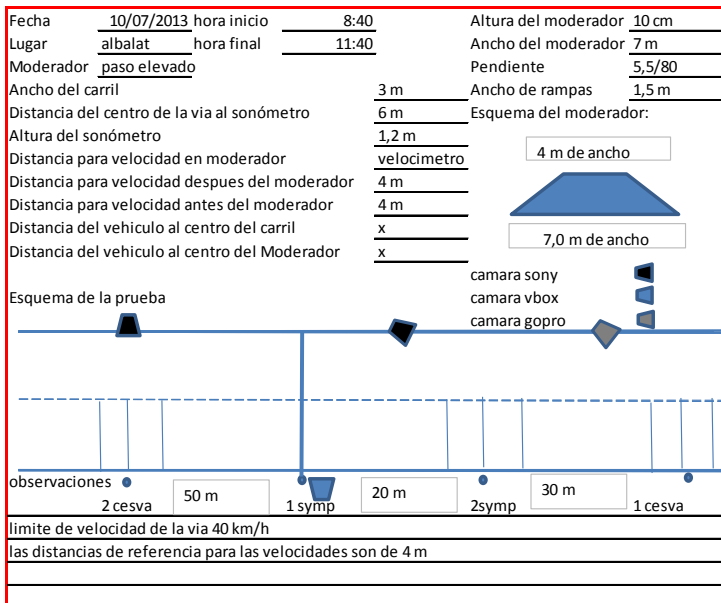


Figura 82. Esquema general de la prueba sobre el moderador tipo paso elevado en Albalat de la Ribera, Valencia.

6.5 Reducción de datos

Como se explicó con anterioridad en el apartado 5.3 metodología de medición de ruido, no todos los vehículos que pasan pueden ser tomados en cuenta ya que lo que se busca es la no interferencia de ningún agente externo al vehículo en el momento de la toma. Por lo anterior es necesaria una reducción de los datos para trabajar sólo con los que cumplan con todos los requisitos expuestos anteriormente.

La reducción y la correlación de los datos de ruido, las imágenes de las cámaras y las velocidades de los vehículos se coordinan por medio de un software de edición de imagen que permite poder tener dos videos a la vez y debido que en la prueba se tenían cuatro cámaras era necesario el uso de dos ordenadores simultáneamente para tomar todos los datos como lo muestra la Figura 83 en la que se aprecia el mismo vehículo tomado por las cuatro cámaras y en la Figura 84 la pantalla del programa utilizado.



Figura 83. Postproceso de videos tomados en las pruebas realizadas.

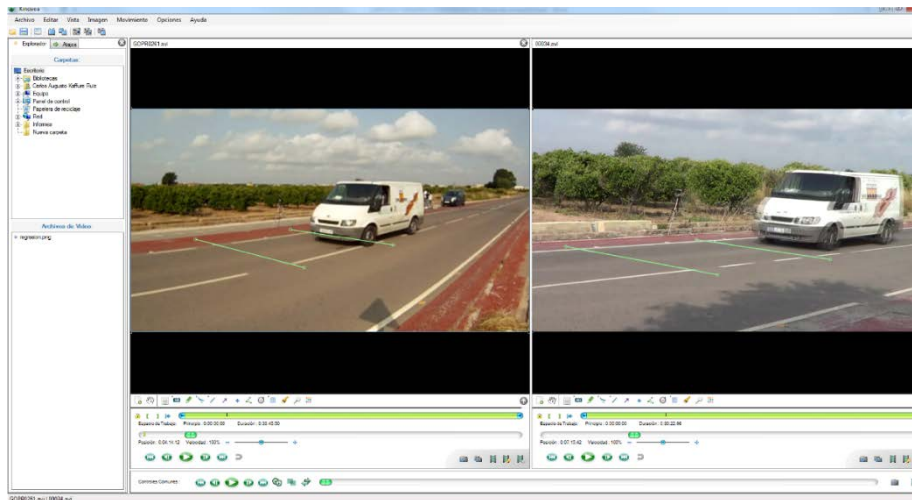


Figura 84. Pantalla de software de edición de imagen.

La primera toma de datos se realizó sobre el moderador de tráfico tipo lomo ubicado en Albalat de la Ribera el día 22 de junio de 2013. En dicha prueba se registró el paso de 129 vehículos de los cuales 120 corresponden a vehículos ligeros y 9 a vehículos pesados. De los 120 vehículos ligeros analizados, 72 de ellos cumplían los requisitos de validez expresados en la metodología.

Sobre un dispositivo moderador tipo lomo se realizó también la segunda prueba, pero esta vez en el municipio de La Pobla de Farnals el día 25 de junio de 2013. En dicha prueba se registró el paso de 465 vehículos (446 ligeros y 21 pesados). Del total de vehículos ligeros, 179 de ellos fueron tomados en cuenta en los análisis.

La tercera y cuarta pruebas fueron realizadas en el municipio de Massamagrell, los días 26 y 27 de junio de 2013, sobre el dispositivo moderador tipo resalte prefabricado. Como se explicó anteriormente se realizaron dos sobre este dispositivo y los resultados son 147 vehículos ligeros analizados y solo 9 vehículos pesados. De los 147 vehículos ligeros analizados, los que cumplían con todos los requisitos de validez expresados en la metodología fueron 134 vehículos ligeros.

La quinta prueba fue realizada en el municipio de El Puig sobre el dispositivo moderador paso peatonal elevado el día 9 de julio de 2013 y los vehículos analizados fueron un total de 222 vehículos (214 ligeros y 8 pesados). Del total de vehículos ligeros el número de vehículos válidos fue de 149 vehículos.

La sexta y última prueba fue realizada de nuevo en el municipio de Albalat de la Ribera el día 10 de julio de 2013, pero esta vez sobre el dispositivo moderador

tipo paso peatonal elevado. Se tomaron un total de 338 vehículos distribuidos en 317 vehículos ligeros y 21 vehículos pesados. De esta prueba resultaron un total de 180 que cumplían con los requisitos válidos planteados en la metodología.

Todas las pruebas realizadas resultaron válidas y se muestran a manera de resumen en la Tabla 34. Se aprecia cómo a medida que aumenta la intensidad de tráfico es mucho más difícil conseguir vehículos válidos de la prueba, por lo cual es importante escoger muy bien la hora de la prueba con el fin de evitar los periodos punta.

FECHA	LUGAR	DISPOSITIVO	Int/ext	VEH	VÁLIDOS	%
22-jun-13	Albalat	Lomo	intermedio	120	72	60%
25-jun-13	La Pobla	Lomo	extremo	446	179	40%
26-jun-13	Massamagrell	Resalte	extremo	89	80	90%
27-jun-13	Massamagrell	Resalte	extremo	58	54	93%
9-jul-13	El Puig	Paso elevado	extremo	214	149	70%
10-jul-13	Albalat	Paso elevado	intermedio	317	180	57%
TOTAL	4 Lugares	3 Dispositivos	6 Tomas	1244	714	57%

Tabla 34. Total de pruebas realizadas en el estudio.

6.6 Resultados

A continuación se detallarán los resultados generales obtenidos en la toma de datos de cada uno de los dispositivos moderadores, se mostrarán los porcentajes, cantidades y composición del tráfico y velocidades que se presentaron en cada dispositivo moderador, así mismo como los datos generales de ruido en cada uno de los puntos analizados.

6.6.1 Lomo

Como se ha especificado anteriormente, sobre este dispositivo moderador se realizaron 2 tomas de datos. La primera sobre un lomo del tipo intermedio y la segunda sobre un lomo del tipo extremo.

6.6.1.1 Lomo intermedio

Como se ha explicado en apartados anteriores, el lomo intermedio se encuentra en la población de Albalat de la Ribera y los porcentajes de vehículos en la toma realizada cumplieron lo esperado con aproximadamente 95% de vehículos ligeros y solo 5% de pesados (Figura 85). Además de esto se determinaron los porcentajes por tipo de vehículo ligero y los resultados de los porcentajes se observan en la Figura 86.

ALBALAT(E) - VALENCIA(W)



Figura 85. Porcentajes de vehículos en la toma de datos sobre el lomo intermedio.

LIGEROS

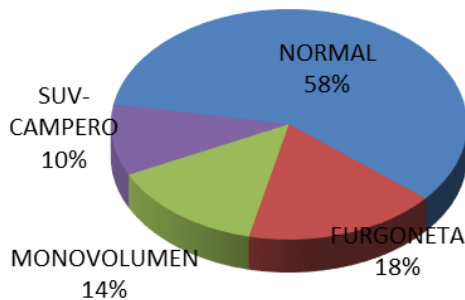


Figura 86. Porcentajes de vehículos ligeros en la toma de datos sobre el lomo intermedio.

Como se puede observar, la mayoría de los vehículos ligeros de la prueba fueron ligeros del tipo normales y furgonetas seguidos por el vehículo tipo monovolumen y por último los vehículos tipo campero-SUV.

Como se expuso anteriormente y según la metodología planteada, también se tomaron datos de velocidad para cada uno de los vehículos 50 m antes del dispositivo moderador, sobre el dispositivo y 20 m delante del lomo. No se pudieron medir las velocidades 50 m después del moderador por un fallo en la cámara de video el día de la prueba. Los resultados de las velocidades promedio se pueden observar en la Figura 87 a la Figura 89.

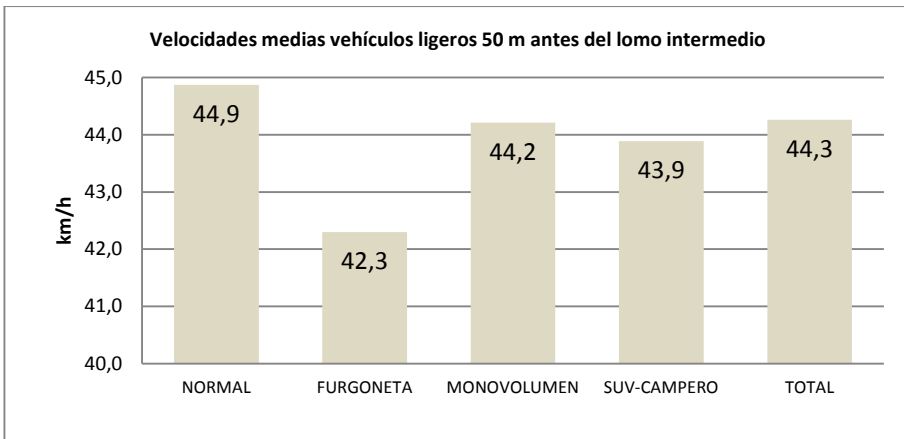


Figura 87. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m antes del lomo (int).

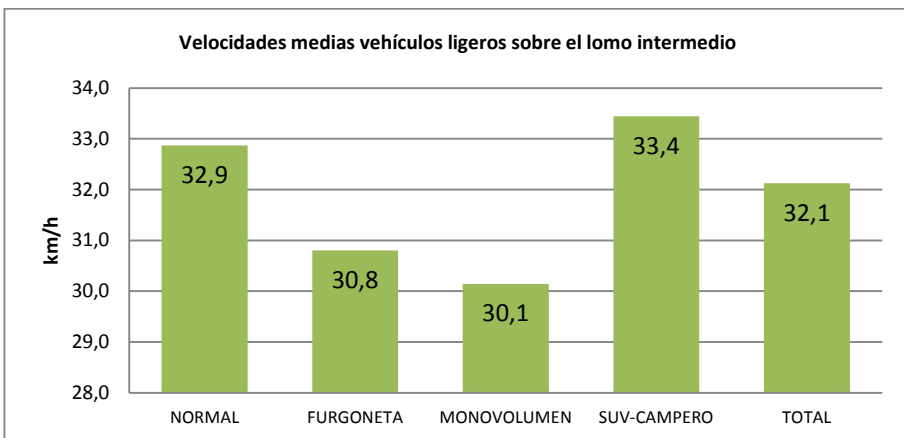


Figura 88. Velocidades medias de los vehículos ligeros sobre el lomo (int).

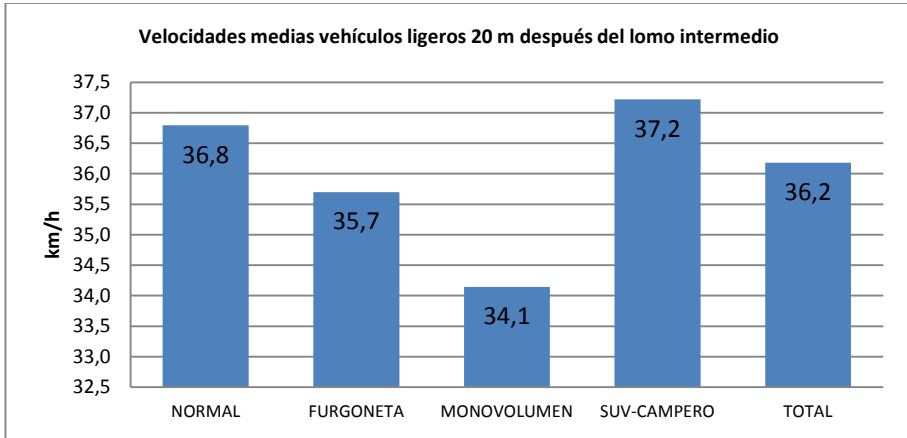


Figura 89. Velocidades medias de los vehículos ligeros 20 m después del lomo (int).

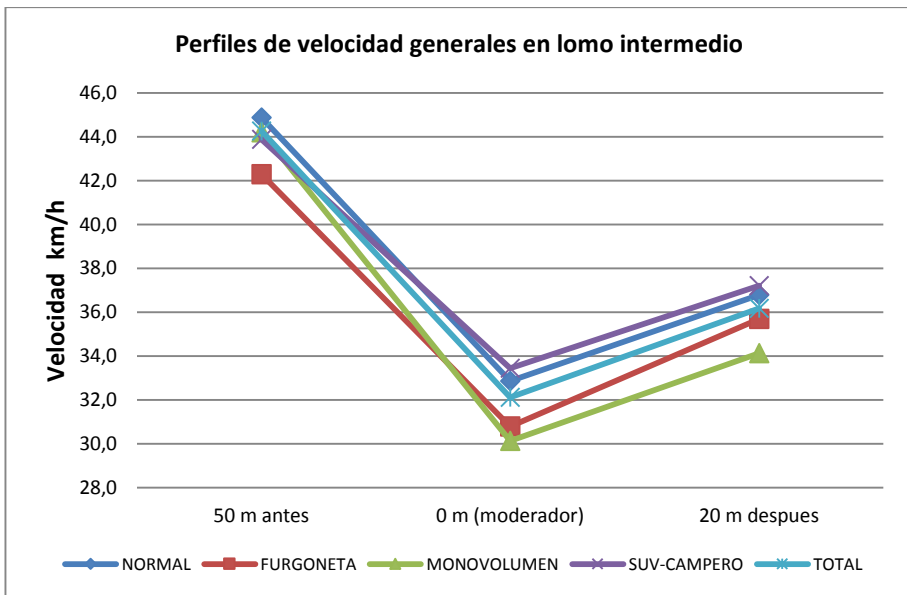


Figura 90. Perfiles de velocidad generales para lomo (int).

Como se puede ver en la Figura 90 las disminuciones de velocidad son del orden los 12 km/h ya que se desciende de 44 km/h, 50 m antes de llegar al moderador hasta los 32 km/h sobre el moderador, para después aumentar del orden de 4 km/h 20 m después de superado el dispositivo moderador. Este

resultado está muy acorde a lo planteado en el estudio de perfiles de velocidad y muestra que las distancias adoptadas para el estudio son correctas.

También se pudo determinar que las velocidades antes de llegar al lomo son superiores a los 40 km/h, que es el límite de velocidad de la travesía y sobre el moderador son inferiores a los 34 km/h, lo que muestra que el dispositivo moderador analizado está cumpliendo con su función principal de reducir significativamente la velocidad.

PERCENTILES VELOCIDAD			
Percentil	-50 m	0 m	+20 m
85	50,4	39,7	42,7
50	44,0	31,0	35,0
15	37,0	25,7	30,0

Tabla 35. Percentiles de velocidad en toma de datos sobre lomo (int).

En la Tabla 35 se puede observar la variación de las velocidades antes, en el momento del paso de los vehículos sobre el dispositivo moderador y 20 m después de superado el dispositivo moderador. De esta manera se puede observar el percentil 85 que se considera el valor estadístico más relevante desde el punto de vista de la seguridad vial, ya que muestra la velocidad que solo es superada por el 15% de los vehículos y es considerada la velocidad de operación segura de la vía. Además de esto se observa el percentil 15 que es considerado la velocidad mínima a la que deberían de circular los vehículos para no empezar a generar congestión. Por ejemplo se puede apreciar que los valores obtenidos 50 m antes del lomo son relativamente altos teniendo en cuenta que la velocidad en la vía está restringida a los 40 km/h.

Archivo albalat lomo int_130622_085836.cmg												
Comienzo 22/06/13 08:58:36:000 Fin 22/06/13 10:48:34:000												
Canal	Pond	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
-50 m	A	dB	66,1	37,4	90,1	44,5	46,5	47,9	55,1	68	70	72,6
0 m	A	dB	64,2	35,5	90,5	41,8	43,5	44,8	53,9	66,1	67,8	69,9
+20 m	A	dB	65,9	36,1	90,0	42,3	44,1	45,4	54	67,9	69,8	72,2

Tabla 36. Indices energéticos y percentiles de ruido en toma de datos sobre lomo (int).

Los niveles generales de ruido presentados en la toma de datos 50 m antes del dispositivo, sobre el dispositivo y 20 m después de superado el dispositivo moderador se aprecian en la Tabla 36 y de la Figura 91 a la Figura 93.

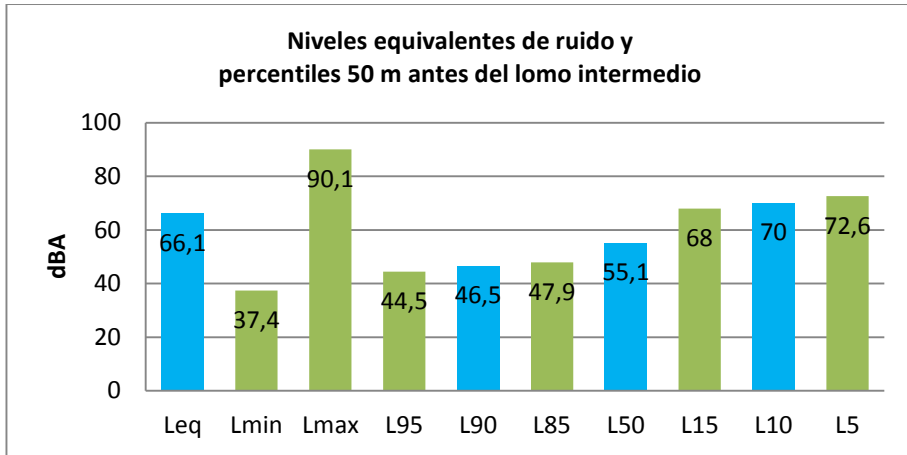


Figura 91. Índices energéticos y percentiles 50 m antes del lomo (int).

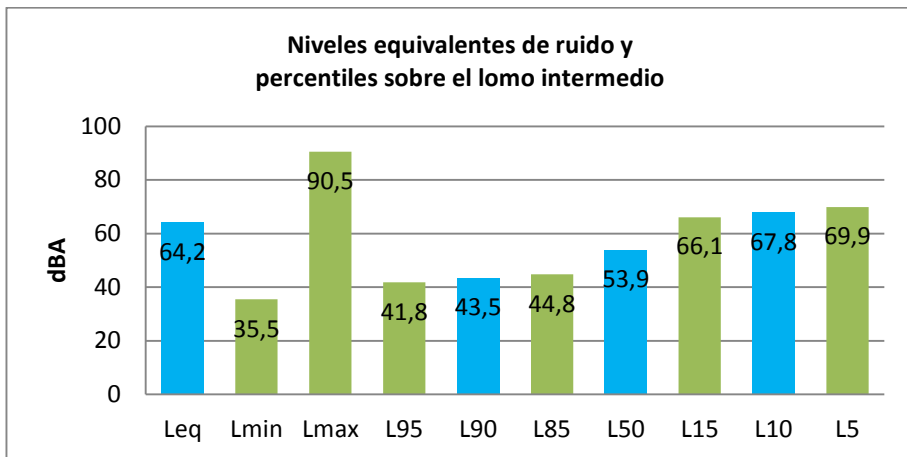


Figura 92. Índices energéticos y percentiles sobre el lomo (int).

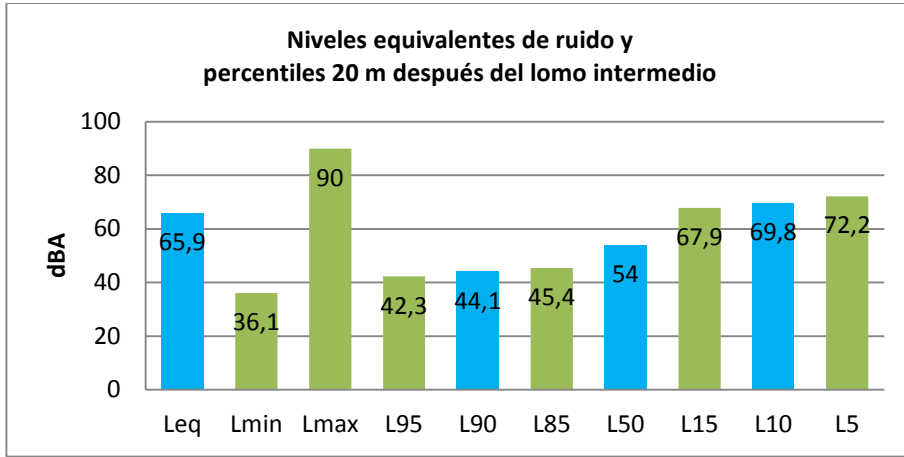


Figura 93. Índices energéticos y percentiles 20 m después del lomo (int).

Como se puede apreciar los niveles equivalentes son bastante cercanos y están entre los 64 y 66 dBA. El percentil L90 representa el nivel que sólo ha sido superado el 90% del tiempo de medida y este valor es indicativo de los valores bajos del ruido y también es llamado ruido de fondo, que para este caso se encuentra entre 43,5 y 46,5 dBA. El percentil L50 muestra el nivel que sólo ha sido superado el 50% del tiempo de medida que para este caso esta entre 54 y 55 dBA y este valor es indicativo de los valores medios del ruido. El percentil L10 significa el nivel que sólo ha sido superado el 10% del tiempo de medida y este valor es indicativo de los valores altos del ruido y también llamado ruido impulsional y para este se encuentra entre los 68 y 70 dBA. Hay que aclarar que estos valores solo representan la toma completa de datos y por esto las diferencias no son tan significativas. Además, los datos tienden a ser menores que los específicos por vehículos que se mostrarán en el capítulo siguiente por presentarse periodos de tiempo sin paso de vehículos.

6.6.1.2 Lomo extremo o aislado

Tal como se ha expuesto en apartados anteriores, el lomo extremo analizado se encuentra en la población de la Población de Farnals. Los porcentajes de vehículos en la toma realizada son de aproximadamente 96% de vehículos ligeros y solo 4% de pesados (Figura 94). Además de esto se determinaron los porcentajes por tipo de vehículo ligero y los resultados de los porcentajes se observan en la Figura 95.

La Pobla(W) - PLAYA(E)



Figura 94. Porcentajes de vehículos en la toma de datos sobre el lomo extremo.

LIGEROS

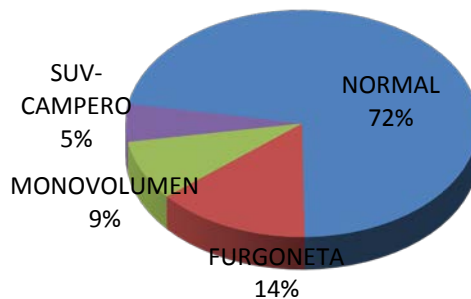


Figura 95. Porcentajes de vehículos ligeros en la toma de datos sobre el lomo extremo.

La gran mayoría de los vehículos ligeros tomados en la prueba fueron livianos normales y un porcentaje menor de furgonetas, vehículos tipo monovolumen y por último los vehículos tipo campero-SUV.

Como se expuso anteriormente en la metodología planteada, para el caso de moderadores extremos o aislados se tomaron datos de velocidad para cada uno de los vehículos 70 m antes del dispositivo moderador, sobre el dispositivo, 20 m delante del lomo y 50 m después del dispositivo. Los resultados de las velocidades promedio se pueden observar de la Figura 96 a la Figura 99.

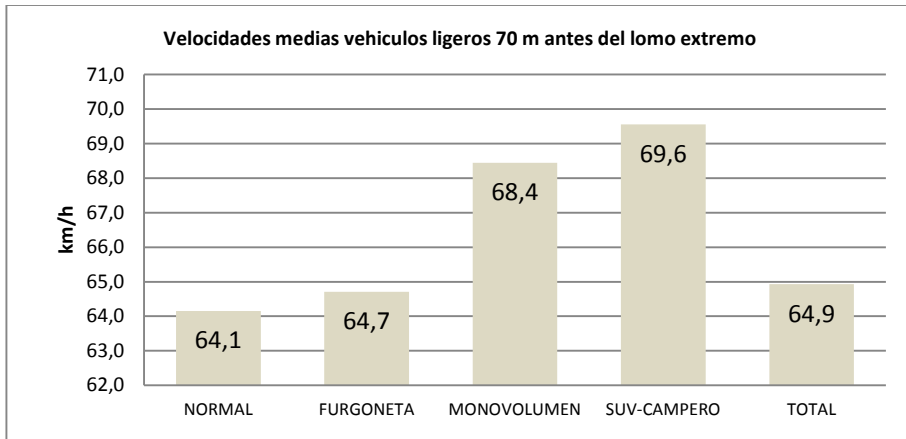


Figura 96. Velocidades medias de los vehículos ligeros 70 m antes del lomo (ext).

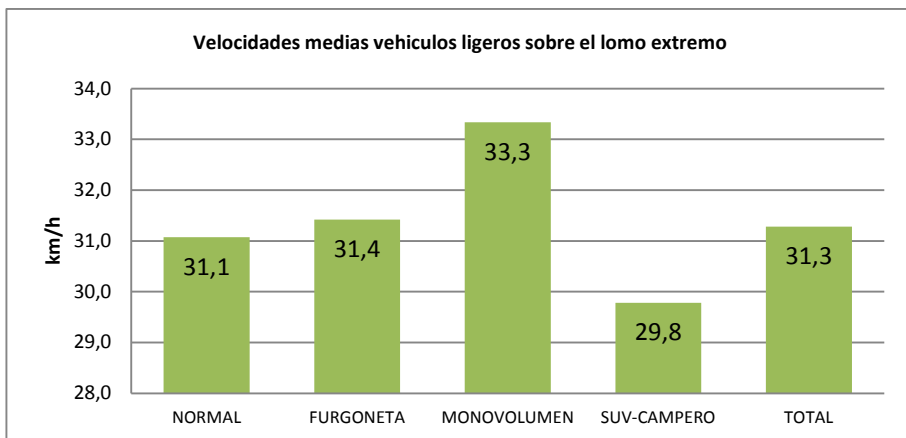


Figura 97. Velocidades medias de los vehículos ligeros sobre el lomo (ext).

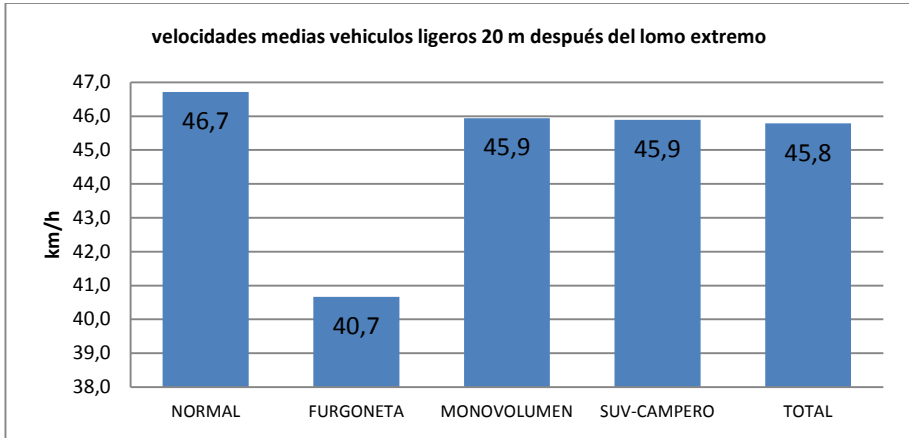


Figura 98. Velocidades medias de los vehículos ligeros 20 m después del lomo (ext).

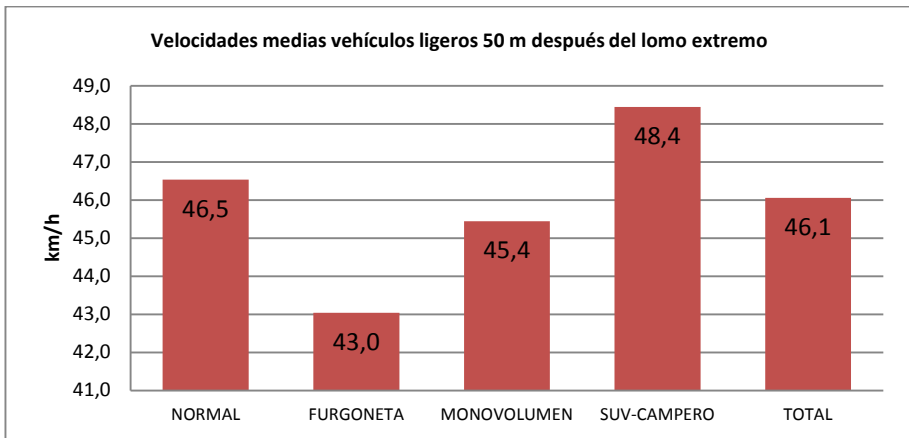


Figura 99. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m después del lomo (ext).

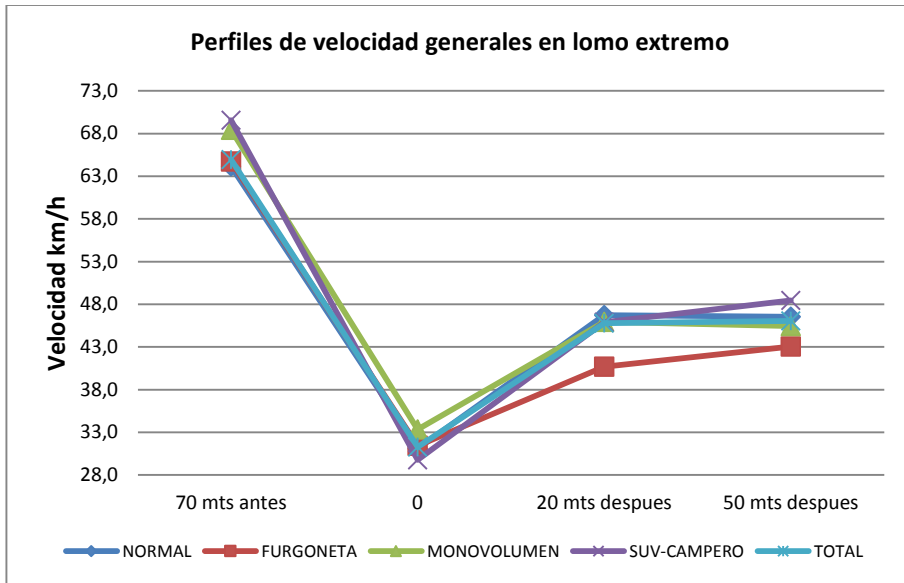


Figura 100. Perfiles de velocidad generales para lomo (ext)

Como se puede ver en la Figura 100 las disminuciones de velocidad para este caso son del orden de los 34 km/h ya que se desciende de 65 km/h, 70 m antes de llegar al moderador hasta los 31 km/h sobre el moderador, para después aumentar del orden de 15 km/h 20 m después de superado el dispositivo moderador. Este resultado está muy acorde a lo planteado en el estudio de perfiles de velocidad y muestra que las distancias adoptadas para el estudio de moderadores aislados o extremos son correctas.

PERCENTILES VELOCIDAD				
Percentil	-70 m	0 m	+20 m	+50 m
85	76,0	48,0	55,0	53,6
50	63,0	27,0	45,0	45,0
15	55,0	18,7	34,0	38,0

Tabla 37. Percentiles de velocidad en toma de datos sobre lomo (ext).

También se puede observar que las velocidades antes de llegar al lomo son superiores a los 60 km/h aunque el límite de velocidad de la travesía es 40 km/h. Sobre el moderador las velocidades son de aproximadamente 31 km/h, lo que muestra que el dispositivo moderador analizado está cumpliendo con su función principal de reducir significativamente la velocidad. Por otra parte, los

percentiles de velocidad de la toma realizada se pueden observar en la Tabla 37.

De la Tabla 37 se puede observar la variación de las velocidades antes (70 m), en el momento del paso de los vehículos sobre el dispositivo moderador, 20 m y 50 m después de superado el dispositivo moderador. De esta manera se puede observar el percentil 85 que se considera el valor estadístico más relevante desde el punto de vista de la seguridad vial, ya que muestra la velocidad que sólo es superada por el 15% de los vehículos y es considerada la velocidad de operación segura de la vía. Además de esto se observa el percentil 15 que es considerado la velocidad mínima a la que deberían de circular los vehículos para no empezar a generar congestión. Por ejemplo se puede apreciar que los valores obtenidos 70 m antes del moderador son altos teniendo en cuenta que la velocidad en la vía está restringida a los 40 km/h.

Los niveles generales de ruido presentados en la toma de datos 70 m antes del dispositivo, sobre el dispositivo, 20 m y 50 m después de superado el dispositivo moderador tipo lomo se aprecian en la Tabla 38 y de la Figura 101 a la Figura 104.

Archivo 130625_083945.cmg												
Comienzo 25/06/13 08:39:45:000 Fin 25/06/13 11:44:19:200												
Canal	Pond	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
-70 m	A	dB	69,6	34,4	100	41,1	42,9	44,3	55,7	71,1	73,9	76,9
0 m	A	dB	65,7	32,4	95,9	42,3	44,7	46,5	58,3	67,4	69,1	71,4
+20 m	A	dB	66,5	33,2	95,2	41,5	43,8	45,5	54,9	68,2	70,4	72,9
+50 m	A	dB	68,5	34,7	95,9	42,5	44,1	45,3	55,6	70,7	72,9	75,3

Tabla 38. Índices energéticos y percentiles de ruido en toma de datos sobre lomo (ext).

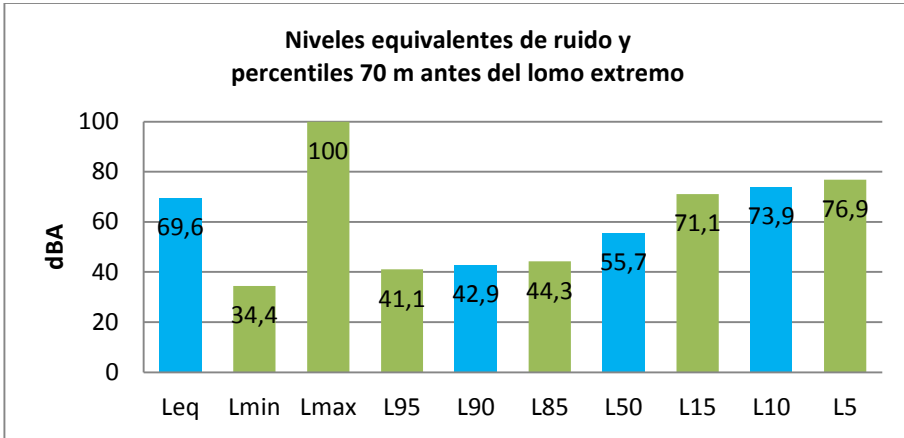


Figura 101. Índices energéticos y percentiles 70 m antes del lomo (ext).

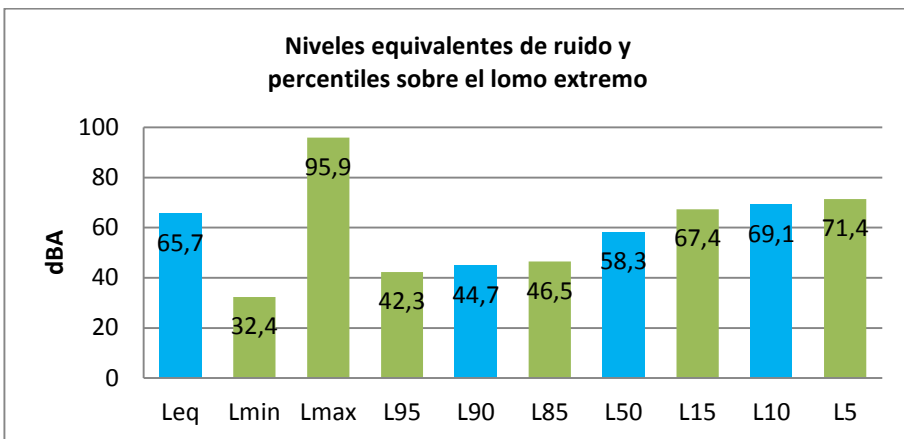


Figura 102. Índices energéticos y percentiles sobre el lomo (ext).

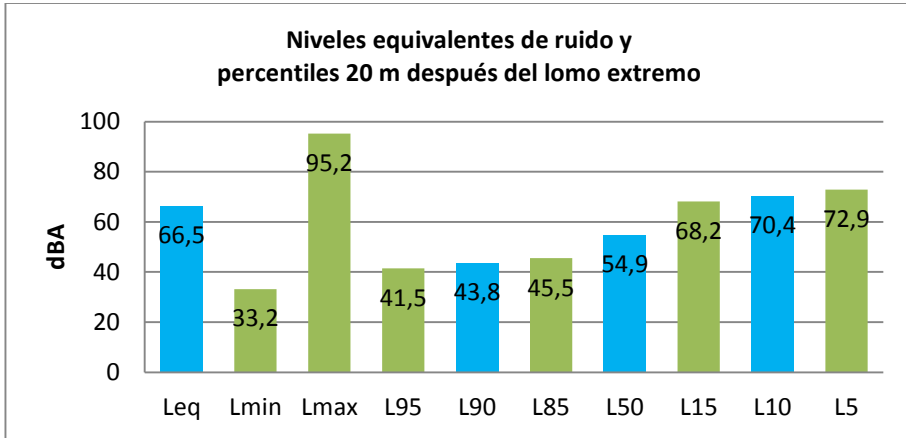


Figura 103. Índices energéticos y percentiles 20 m después del lomo (ext).

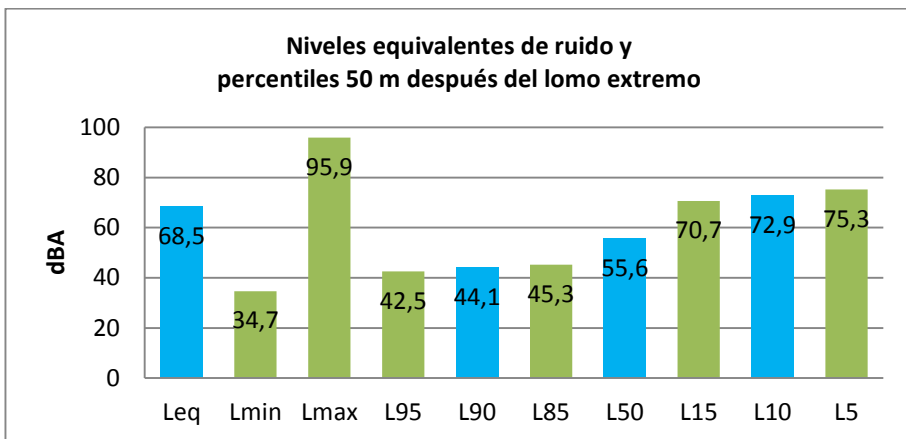


Figura 104. Índices energéticos y percentiles 50 m después del lomo (ext).

Como se puede apreciar los niveles equivalentes están entre los 65,7 y 69,6 dBA. El percentil L90 representa el nivel que sólo ha sido superado el 90% del tiempo de medida y este valor es indicativo de los valores bajos del ruido y también es llamado ruido de fondo que para este caso se encuentra entre 42,9 y 44,7 dBA. El percentil L50 muestra el nivel que sólo ha sido superado el 50% del tiempo de medida que para este caso está entre 54,9 y 58,3 dBA y este valor es indicativo de los valores medios del ruido. El percentil L10 corresponde al nivel que sólo ha sido superado el 10% del tiempo de medida y este valor es indicativo de los valores altos del ruido y también es llamado ruido impulsional. Para este caso se encuentra entre los 69,1 y 73,9 dBA. Hay que aclarar que estos valores sólo representan la toma completa de datos y por esto las

diferencias no son tan significativas, además los datos tienden a ser menores que los específicos por vehículos que se mostrarán en el capítulo siguiente por presentarse periodos de tiempo sin paso de vehículos.

6.6.2 Resalte

Sobre el dispositivo moderador se hicieron dos pruebas con el fin de completar más muestra por presentarse una intensidad muy baja de tráfico. Este dispositivo es del tipo extremo o aislado por no encontrarse en medio de ningún otro tipo de moderador de tráfico.

6.6.2.1 Resalte extremo primera prueba

Como se ha explicado en apartados anteriores, el resalte se encuentra en la población Massamagrell en la vía que comunica el pueblo con la playa y los porcentajes de vehículos en la toma realizada son de 95% de vehículos ligeros y solo 5% de pesados (Figura 105). Además de esto se determinaron los porcentajes por tipo de vehículo ligero y los resultados de los porcentajes se observan en la Figura 106.

MASSAMAGRELL(W) - PLAYA(E)



Figura 105. Porcentajes de vehículos en la primera toma de datos sobre el resalte prefabricado en primera prueba.

LIGEROS

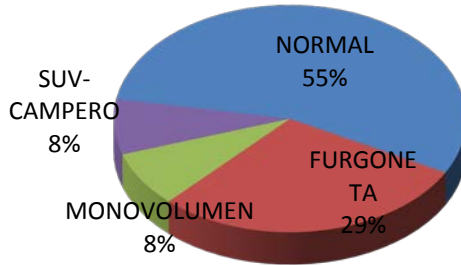


Figura 106. Porcentajes de vehículos ligeros en la primera toma de datos sobre el resalte prefabricado en primera prueba.

La mayoría de los vehículos ligeros de la prueba fueron vehículos ligeros normales y furgonetas y por último los vehículos monovolumen y tipo campero-SUV.

En la metodología planteada para el caso de moderadores extremos o aislados se tomaron datos de velocidad para cada uno de los vehículos 70 m antes del dispositivo moderador, sobre el dispositivo, 20 m delante del resalte y 50 m después del dispositivo. Los resultados de las velocidades promedio se pueden observar de la Figura 107 a la Figura 110.

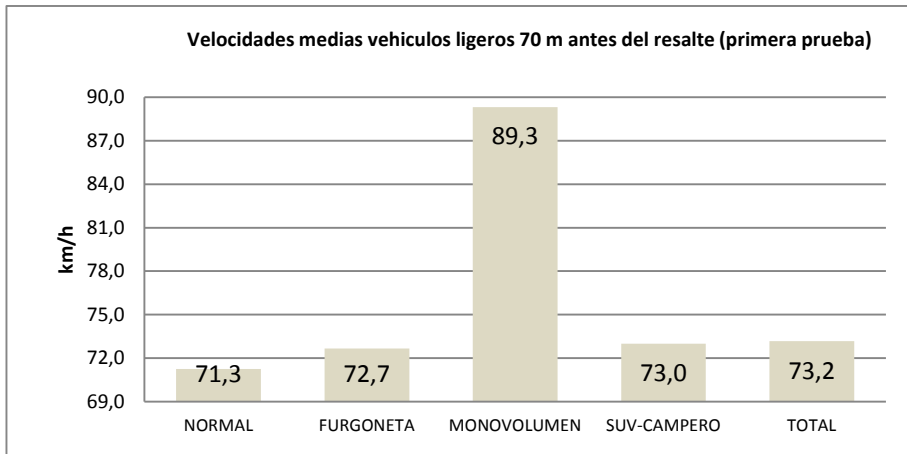


Figura 107. Velocidades medias de los vehículos ligeros 70 m antes del resalte (ext) en primera prueba.

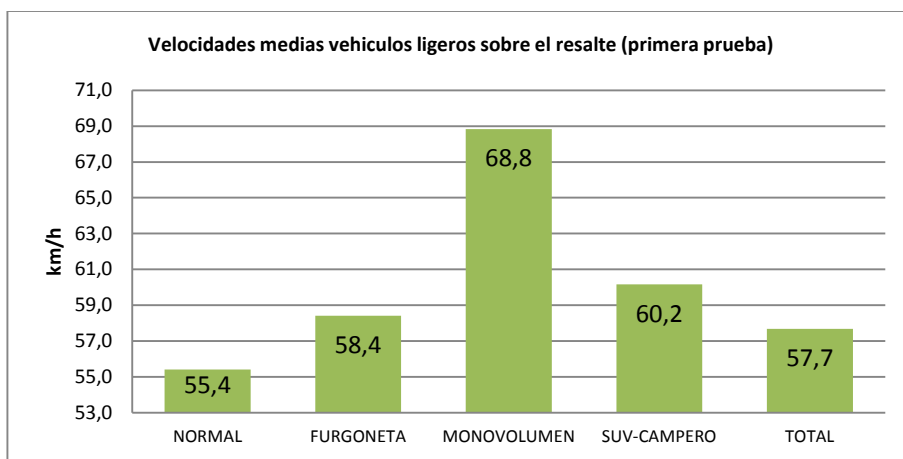


Figura 108. Velocidades medias de los vehículos ligeros sobre el resalte (ext) en primera prueba.

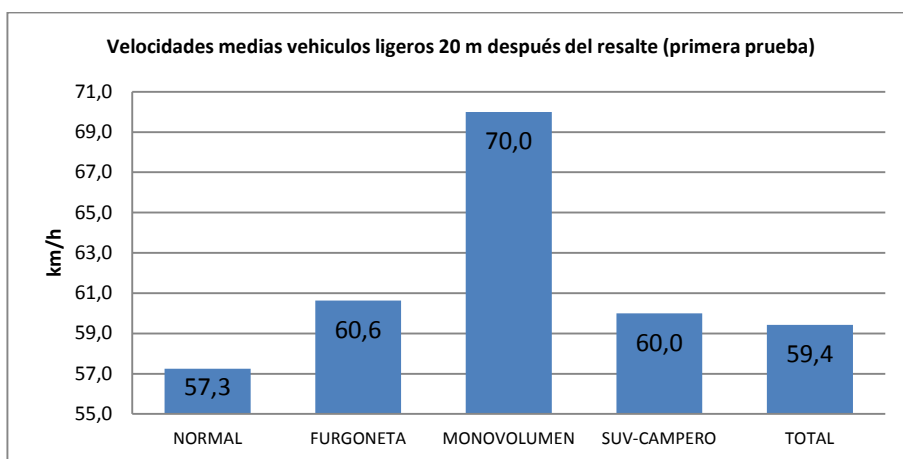


Figura 109. Velocidades medias de los vehículos ligeros 20 m después del resalte (ext) en primera prueba.

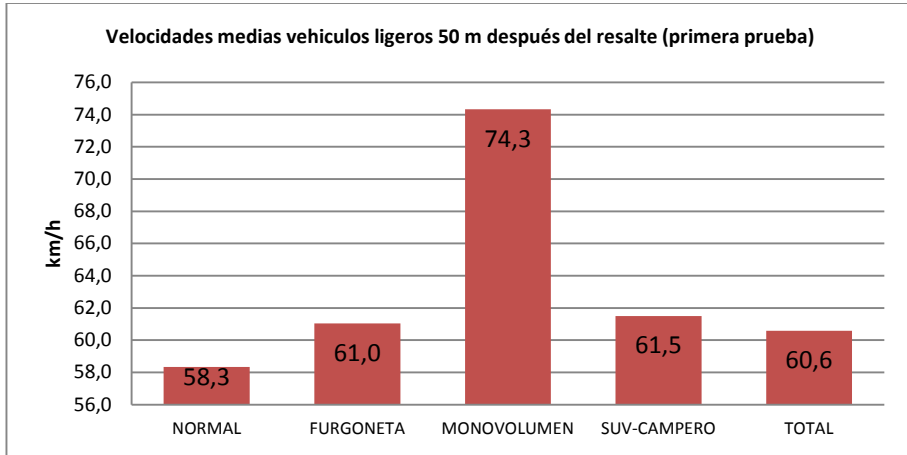


Figura 110. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m después del resalte (ext) en primera prueba.

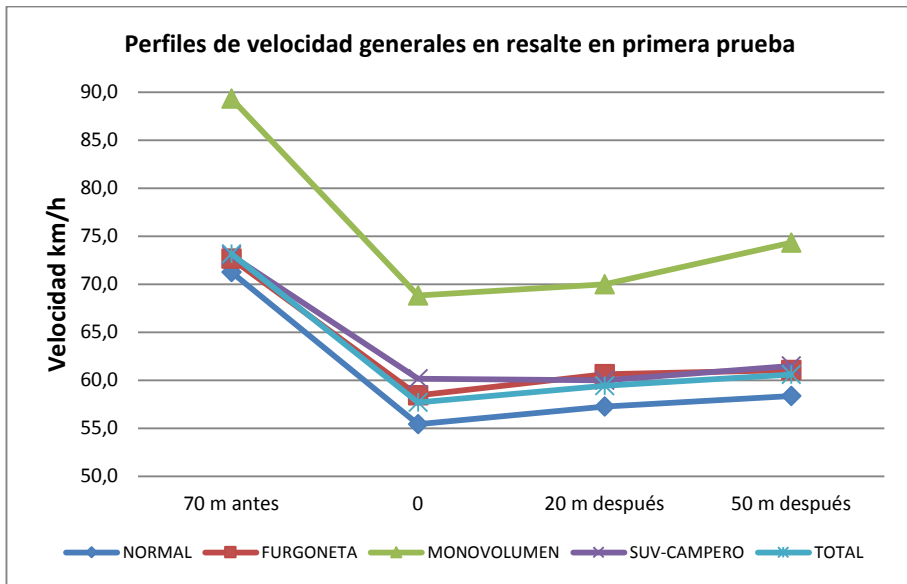


Figura 111. Perfiles de velocidad generales para resalte en primera prueba (ext)

Como se puede ver en la Figura 111 las disminuciones de velocidad para este caso son del orden los 15 km/h ya que se desciende de 73 km/h, 70 m antes de llegar al moderador hasta los 58 km/h sobre el moderador, para después aumentar del orden de 4 km/h 50 m después de superado el dispositivo moderador. Este resultado está muy acorde a lo planteado en el estudio de

perfiles de velocidad y muestra que las distancias adoptadas para el estudio de moderadores aislados o extremos son correctas. Aunque también se aprecia que las velocidades medidas en esta prueba son altas.

También se puede observar que las velocidades antes de llegar al resalte son todas superiores a los 70 km/h aunque el límite de velocidad de la travesía son 60 km/h. Sobre el moderador las velocidades son de algo menos de 60 km/h lo que muestra que aunque el dispositivo moderador analizado está cumpliendo con su función principal de reducir la velocidad, los vehículos aun pasan a una velocidad alta. Por otra parte, los percentiles de velocidad de la toma realizada se pueden observar en la Tabla 39.

PERCENTILES VELOCIDAD				
Percentil	-70 m	0 m	+20 m	+50 m
85	90,0	76,2	76,0	85,0
50	69,0	58,0	60,0	58,0
15	58,0	42,0	40,0	44,0

Tabla 39. Percentiles de velocidad en primera toma de datos sobre resalte (ext).

De esta manera se puede observar cómo el percentil 85 (90 km/h) que se considera el valor estadístico más relevante desde el punto de vista de la seguridad vial, ya que muestra la velocidad que sólo es superada por el 15% de los vehículos y es considerada la velocidad de operación segura de la vía está muy por encima del valor de la velocidad límite del tramo (60 km/h). Por ejemplo se puede apreciar que los valores obtenidos son altos teniendo en cuenta que la velocidad en la vía está restringida a los 60 km/h y la velocidad sobre el moderador es la más alta encontrada hasta ahora en el estudio.

Los niveles generales de ruido presentados en la toma de datos 70 m antes del dispositivo, sobre el dispositivo, 20 m y 50 m después de superado el dispositivo moderador tipo resalte se aprecian en la Tabla 40 y de la Figura 112 a la Figura 115.

Archivo massamagrelresalte1_130626_084504.cmg												
Comienzo 26/06/13 08:45:04:000 Fin 26/06/13 11:57:25:600												
Canal	Pond	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
-70 m	A	dB	63,9	35,1	92,1	37,7	38,4	39,0	43,5	56,4	60,2	66,7
0 m	A	dB	62,5	32,0	94,5	34,5	35,5	36,2	41,0	55,6	59,4	65,0
+20 m	A	dB	62,4	26,2	90,1	35,1	36,0	36,7	41,2	56,8	60,6	66,3
+50 m	A	dB	63,2	34,1	95,3	36,8	37,5	38,2	42,4	56,6	60,5	66,6

Tabla 40. Índices energéticos y percentiles de ruido en primera toma de datos sobre resalte (ext).

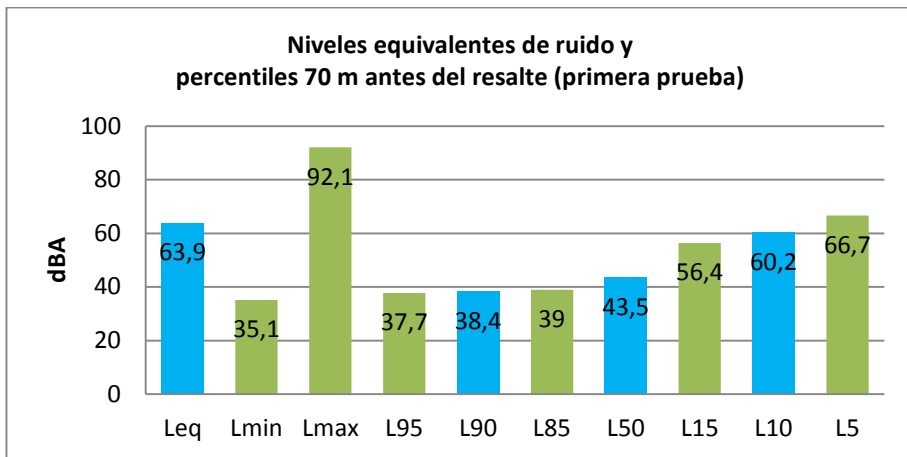


Figura 112. Índices energéticos y percentiles 70 m antes del resalte (ext) en primera prueba.

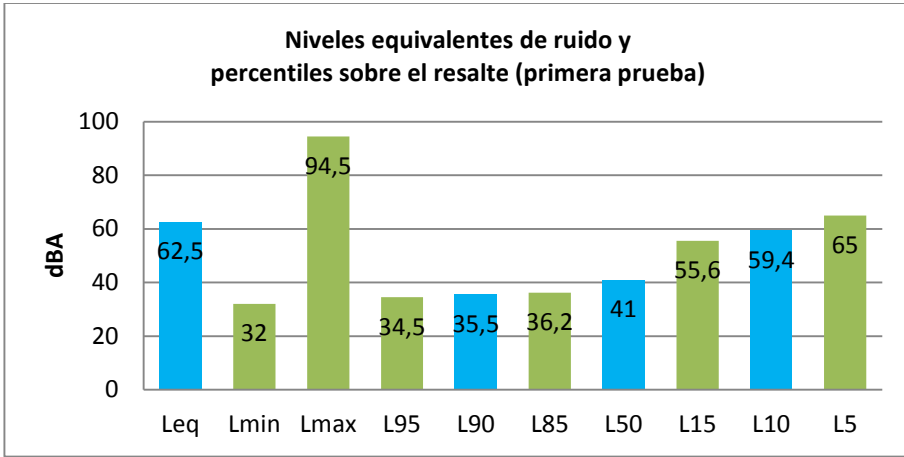


Figura 113. Índices energéticos y percentiles sobre el resalte (ext) en primera prueba.

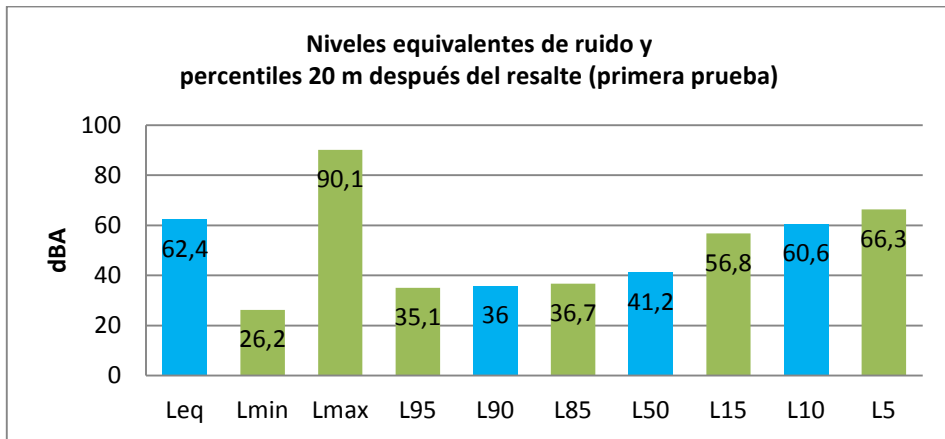


Figura 114. Índices energéticos y percentiles 20 m después del resalte (ext) en primera prueba.

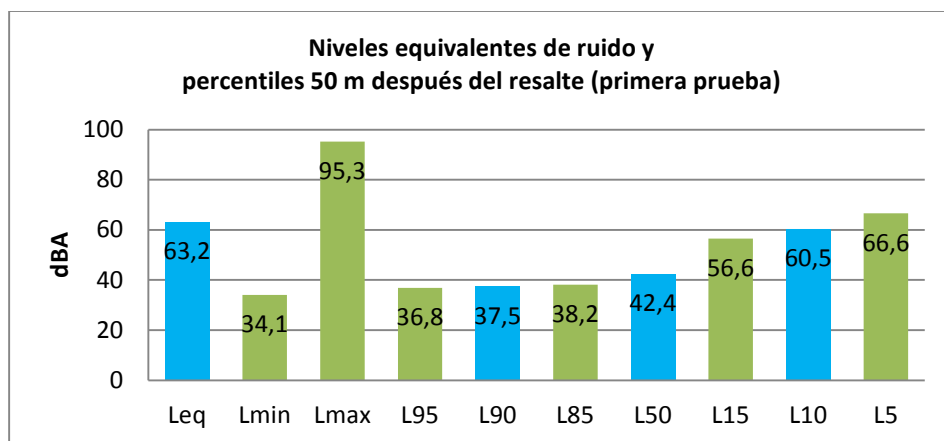


Figura 115. Índices energéticos y percentiles 50 m después del resalte (ext) en primera prueba.

Como se puede apreciar, los niveles equivalentes están entre los 62,4 y 63,9 dBA. El percentil L90 representa el nivel que sólo ha sido superado el 90% del tiempo de medida y este valor es indicativo de los valores bajos del ruido y también es llamado ruido de fondo que para este caso se encuentra entre 35,5 y 38,4 dBA. El percentil L50 muestra el nivel que sólo ha sido superado el 50% del tiempo de medida que para este caso está entre 41,0 y 43,5 dBA y este valor es indicativo de los valores medios del ruido. El percentil L10 corresponde al nivel que sólo ha sido superado el 10% del tiempo de medida y este valor es indicativo de los valores altos del ruido y también es llamado ruido impulsional, para este caso se encuentra entre los 59,4 y 60,6 dBA. Hay que aclarar que estos valores sólo representan la toma completa de datos y por esto las diferencias no son tan significativas, además los datos tienden a ser menores que los específicos por vehículos que se mostrarán en el capítulo siguiente por presentarse periodos de tiempo sin paso de vehículos.

6.6.2.2 Resalte extremo segunda prueba

Los porcentajes de vehículos en la segunda toma realizada son de 94% de vehículos ligeros y solo 6% de pesados, lo que muestra que se conservan igual a los de la primera prueba (Figura 116). Además de esto se determinaron los porcentajes por tipo de vehículo ligero y los resultados de los porcentajes se observan en la Figura 117.

MASSAMAGRELL(W) - PLAYA(E)



Figura 116. Porcentajes de vehículos en la segunda toma de datos sobre el resalte prefabricado en segunda prueba.

LIGEROS

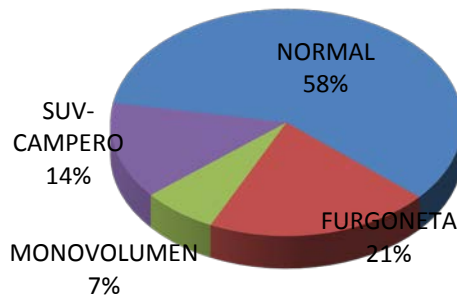


Figura 117. Porcentajes de vehículos ligeros en la segunda toma de datos sobre el resalte prefabricado en segunda prueba.

Como se puede observar, los porcentajes por tipo de vehículo se conservan muy similares con la excepción de vehículo tipo furgoneta que disminuyó un poco su porcentaje y el tipo campero-suv que aumentó. Pero se sigue cumpliendo que la mayoría de los vehículos ligeros de la prueba fueron vehículos ligeros normales y furgonetas y por último los vehículos tipo campero-SUV y monovolumen. Los resultados de los datos de velocidad para cada uno de los vehículos 70 m antes del dispositivo moderador, sobre el dispositivo, 20 m delante del resalte y 50 m después del dispositivo se pueden observar de la Figura 118 a la Figura 121.

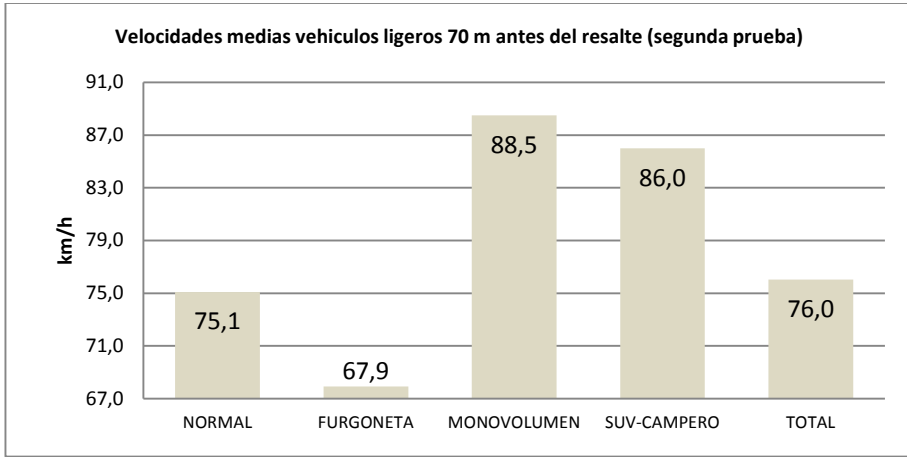


Figura 118. Velocidades medias de los vehículos ligeros 70 m antes del resalte (ext) en segunda prueba.

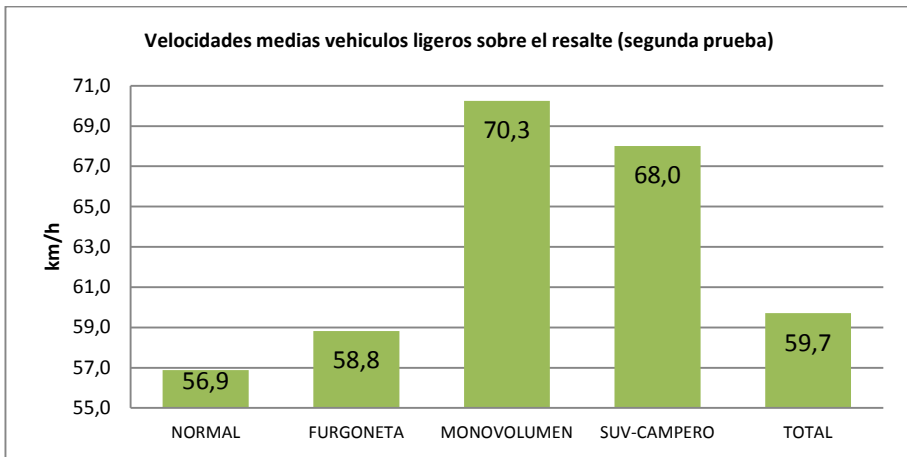


Figura 119. Velocidades medias de los vehículos ligeros sobre el resalte (ext) en segunda prueba.

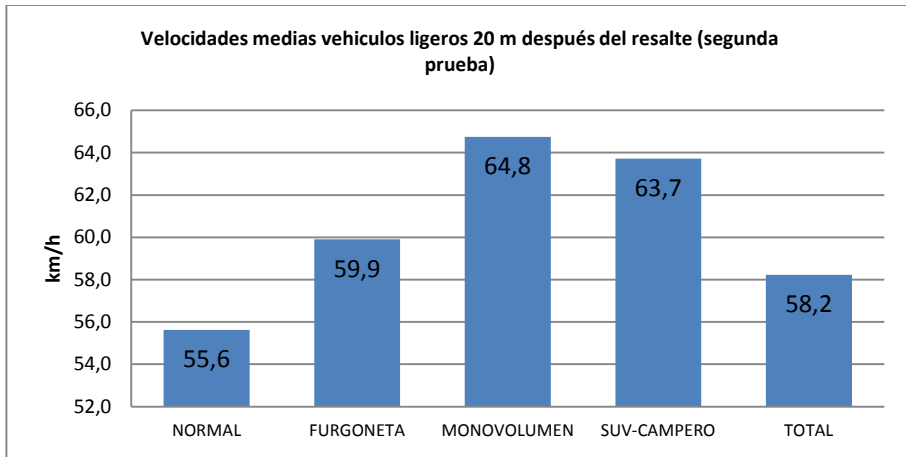


Figura 120. Velocidades medias de los vehículos ligeros 20 m después del resalte (ext) en segunda prueba.

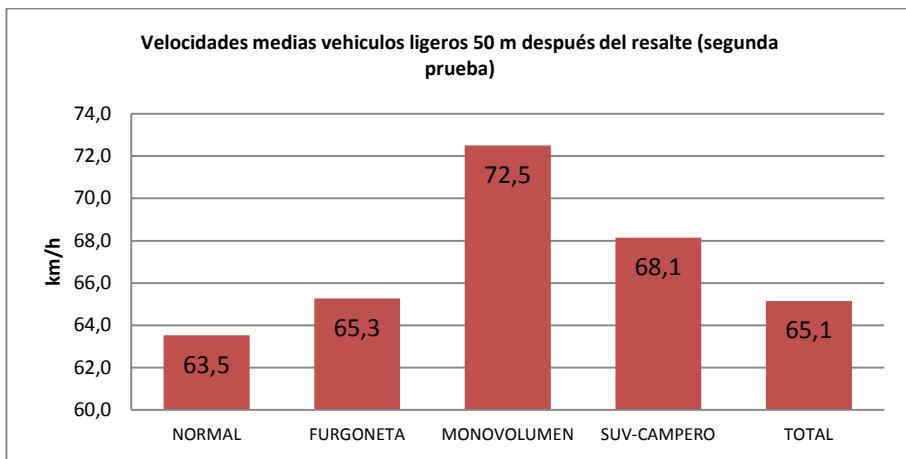


Figura 121. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m después del resalte (ext) en segunda prueba.

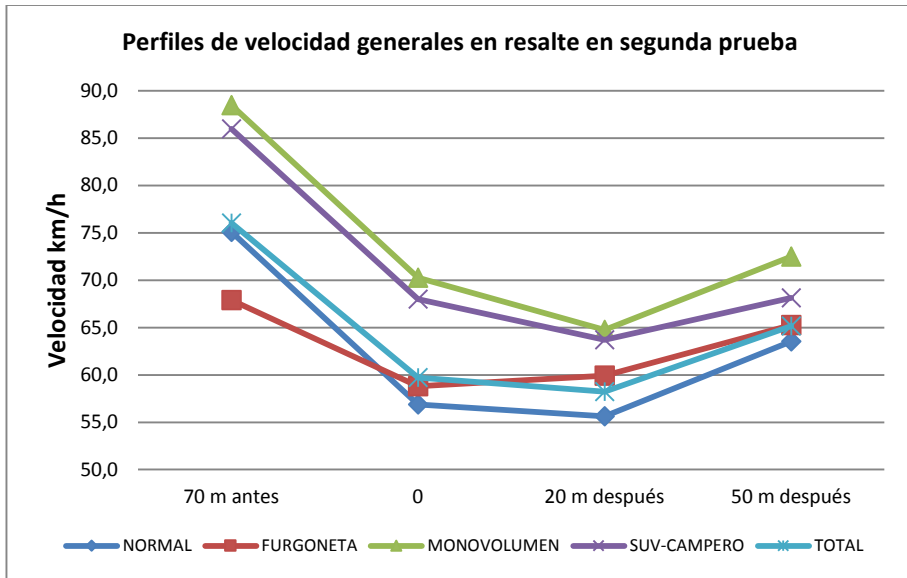


Figura 122. Perfiles de velocidad generales para resalte en segunda prueba (ext)

Como se puede ver en la Figura 122 las disminuciones de velocidad para este caso son del orden los 16 km/h, ya que se desciende de 76 km/h, 70 m antes de llegar al moderador hasta los 60 km/h sobre el moderador, para después aumentar del orden de 5 km/h 50 m después de superado el dispositivo moderador. Este resultado está muy acorde a lo planteado en el estudio de perfiles de velocidad y muestra que las distancias adoptadas para el estudio de moderadores aislados o extremos son correctas. Aunque también se aprecia que las velocidades medidas en esta prueba son altas y para algunos vehículos la velocidad más baja se presentó 20 m después del moderador.

También se destacan las velocidades del vehículo tipo monovolumen que son muy superiores a los otros vehículos, algo que también se había presentado en la primera prueba realizada sobre el dispositivo moderador.

También se aprecia cómo las velocidades antes de llegar al resalte son todas superiores a los 75 km/h aunque el límite de velocidad de la travesía son 60 km/h. Sobre el moderador las velocidades son de aproximadamente 60 km/h lo que muestra que aunque el dispositivo moderador analizado está cumpliendo con su función principal de reducir la velocidad los vehículos aún pasan a una velocidad alta. Por otra parte, los percentiles de velocidad de la toma realizada se pueden observar en la Tabla 41.

PERCENTILES VELOCIDAD				
Percentil	-70 m	0 m	+20 m	+50 m
85	96,0	77,1	72,0	76,5
50	69,0	59,5	58,0	61,5
15	58,0	45,0	40,0	47,9

Tabla 41. Percentiles de velocidad en segunda toma de datos sobre resalte (ext).

De esta manera se puede observar el percentil 85 que se considera el valor estadístico más relevante desde el punto de vista de la seguridad vial, ya que muestra la velocidad que solo es superada por el 15% de los vehículos y es considerada la velocidad de operación segura de la vía se encuentra en 96 km/h para una vía de 60 km/h. Lo anterior muestra las altas velocidades presentadas en el lugar de la prueba. Además de esto se observa el percentil 15 que es considerado la velocidad mínima a la que deberían de circular los vehículos para no empezar a generar congestión. Por ejemplo, se puede apreciar que los valores obtenidos son altos teniendo en cuenta que la velocidad en la vía está restringida a los 60 km/h y la velocidad sobre el moderador es la más alta encontrada en el estudio.

Los niveles generales de ruido presentados en la toma de datos 70 m antes del dispositivo, sobre el dispositivo, 20 m y 50 m después de superado el dispositivo moderador tipo resalte se aprecian en la Tabla 42 y de la Figura 123 a la Figura 126.

Archivo resalte2massamagrell_130627_090129.cmg												
Comienzo 27/06/13 09:01:29:000 Fin 27/06/13 11:42:44:200												
Canal	Pond	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
-70 m	A	dB	63,8	32,6	90,7	34,2	34,8	35,4	40,5	55,4	59,6	66,2
0 m	A	dB	62,1	28,2	94,1	31,4	32,5	33,4	39,3	55,7	59,2	64,4
+20 m	A	dB	62,2	28,6	88,2	31,5	32,4	33,3	39,0	56,9	60,4	65,8
+50 m	A	dB	63,2	30,9	90,7	33,0	33,8	34,5	39,6	57,1	61,0	66,7

Tabla 42. Indices energéticos y percentiles de ruido en segunda toma de datos sobre resalte (ext).

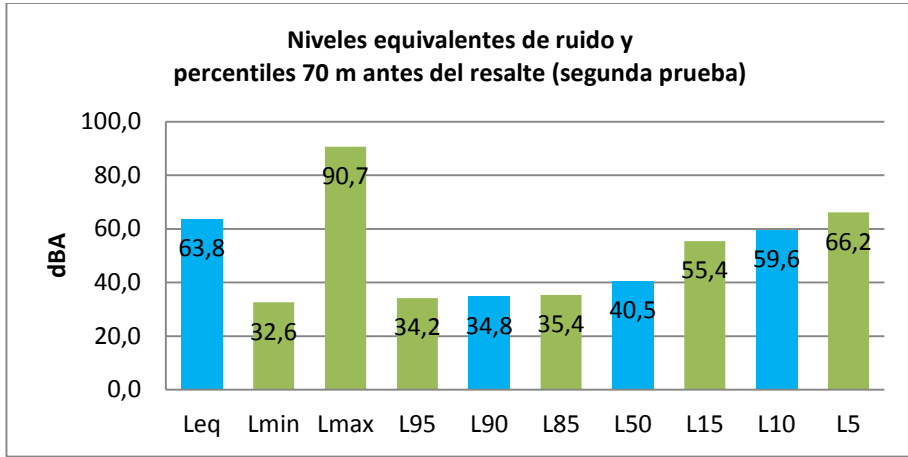


Figura 123. Índices energéticos y percentiles 70 m antes del resalte (ext) en segunda prueba

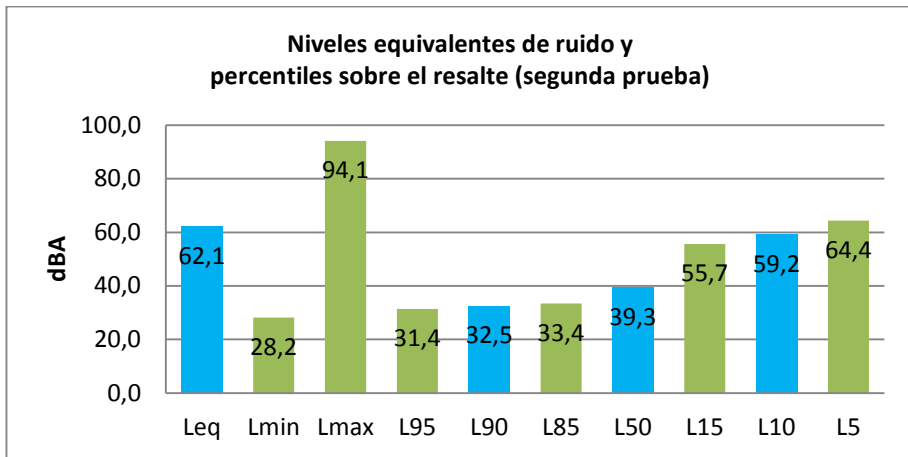


Figura 124. Índices energéticos y percentiles sobre el resalte (ext) en segunda prueba.

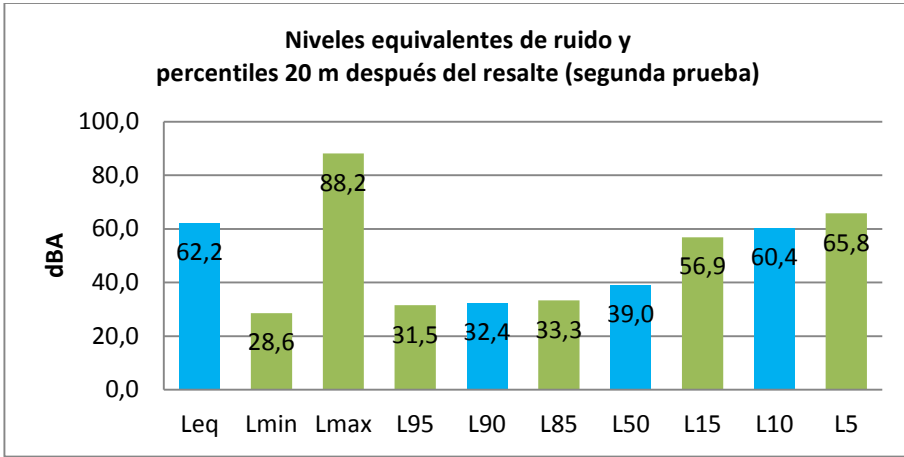


Figura 125. Índices energéticos y percentiles 20 m después del resalte (ext) en segunda prueba.

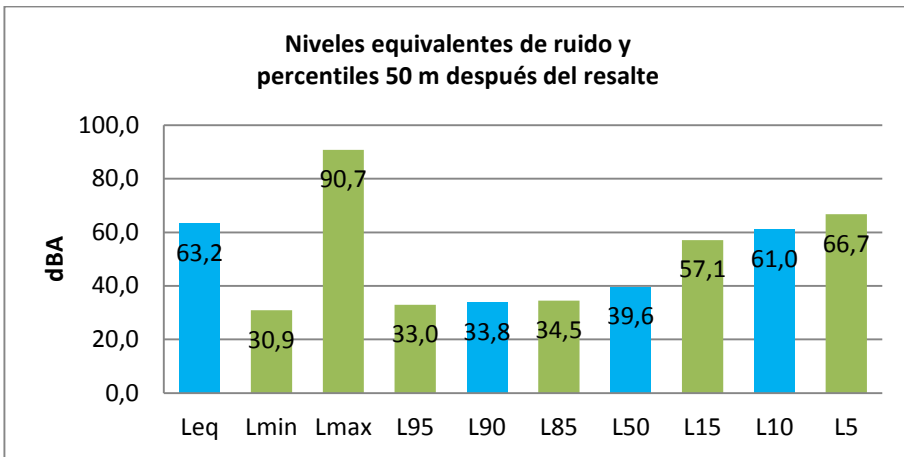


Figura 126. Índices energéticos y percentiles 50 m después del resalte (ext) en segunda prueba.

Como se puede apreciar los niveles equivalentes están entre los 62,1 y 63,8 dBA. El percentil L90 representa el nivel que sólo ha sido superado el 90% del tiempo de medida y este valor es indicativo de los valores bajos del ruido y también es llamado ruido de fondo, que para este caso, se encuentra entre 32,4 y 34,8 dBA. El percentil L50 muestra el nivel que sólo ha sido superado el 50% del tiempo de medida que para este caso está entre 39,0 y 40,5 dBA y este valor es indicativo de los valores medios del ruido. El percentil L10 corresponde al nivel que sólo ha sido superado el 10% del tiempo de medida y

este valor es indicativo de los valores altos del ruido y también es llamado ruido impulsional, para este caso se encuentra entre los 59,2 y 61,0 dBA. Hay que aclarar que estos valores sólo representan la toma completa de datos y por esto las diferencias no son tan significativas, además los datos tienden a ser menores que los específicos por vehículos que se mostrarán en el capítulo siguiente por presentarse períodos de tiempo sin paso de vehículos.

6.6.3 Paso peatonal elevado

Sobre este tipo de dispositivo moderador de tráfico se hicieron dos pruebas, la primera sobre un paso elevado extremo y la segunda sobre un paso elevado intermedio.

6.6.3.1 Paso elevado extremo

Este dispositivo se encuentra en la población de El Puig y los porcentajes de vehículos en la toma realizada son 95% de vehículos ligeros y solo 5% de pesados (Figura 127). Además de esto se determinaron los porcentajes por tipo de vehículo ligero y los resultados de los porcentajes se observan en la Figura 128.

PUIG(N) - VALENCIA(S)



Figura 127. Porcentajes de vehículos en la toma de datos sobre el paso elevado extremo.

LIGEROS

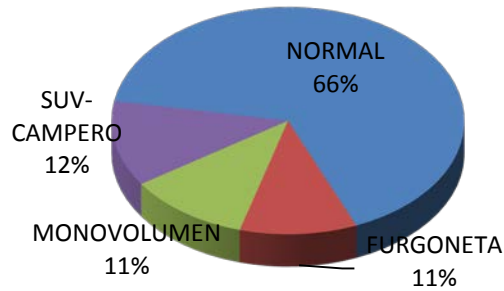


Figura 128. Porcentajes de vehículos ligeros en la toma de datos sobre el paso elevado extremo.

Como se puede observar, la mayoría de los vehículos ligeros de la prueba fueron del tipo normales y los porcentajes de furgonetas, vehículo tipo monovolumen y los vehículos tipo campero-SUV se conservan muy similares.

Sobre este dispositivo se tomaron datos de velocidad para cada uno de los vehículos 70 m antes del dispositivo moderador, sobre el dispositivo, 20 m delante del paso y 50 m después del dispositivo. Los resultados de las velocidades promedio se pueden observar de la Figura 129 a la Figura 132.

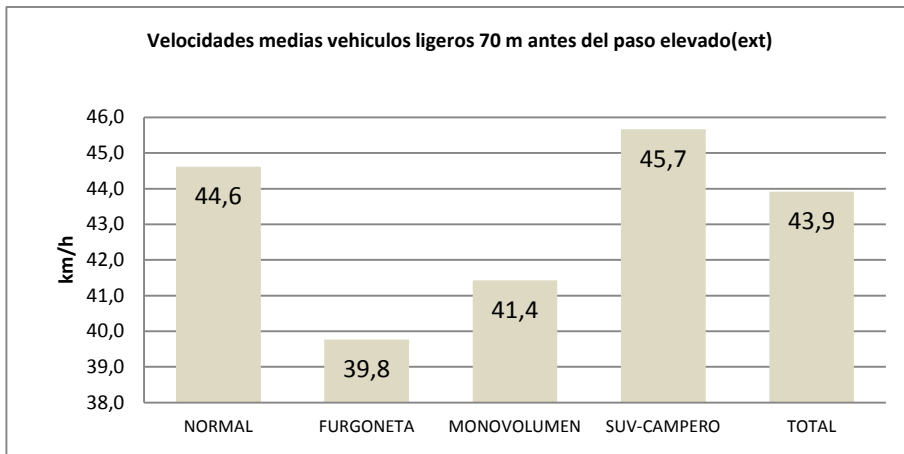


Figura 129. Velocidades medias de los vehículos ligeros 70 m antes del paso elevado (ext).

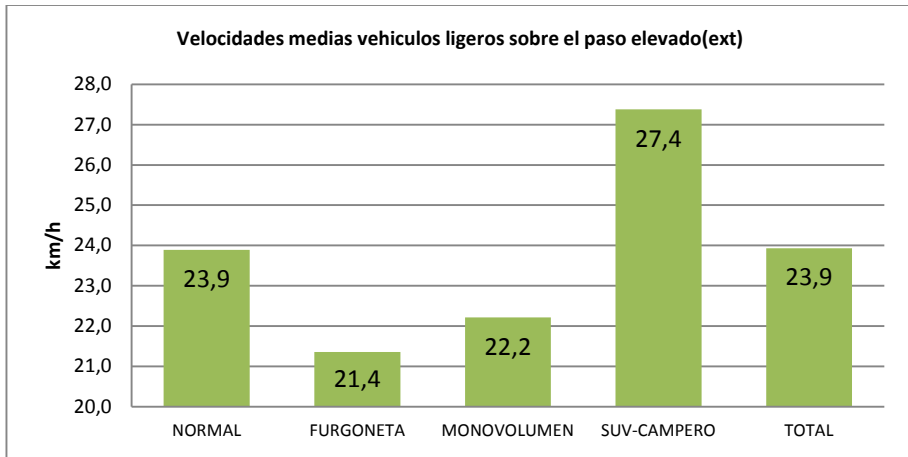


Figura 130. Velocidades medias de los vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext).

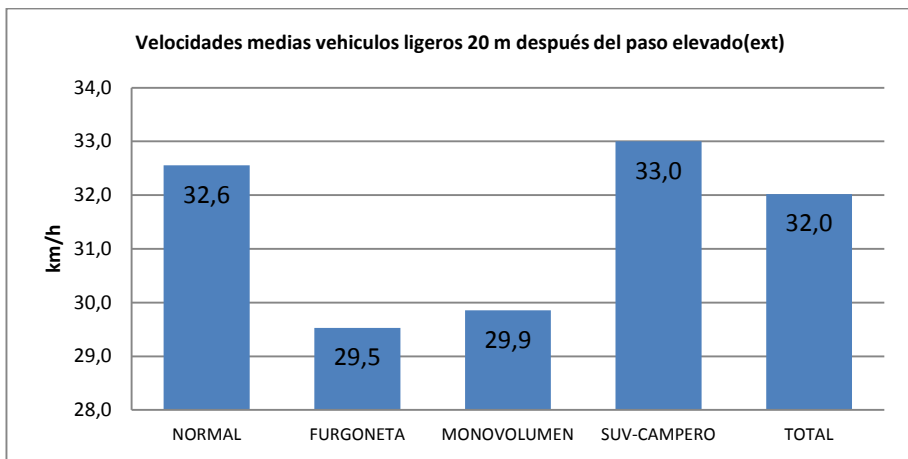


Figura 131. Velocidades medias de los vehículos ligeros 20 m después del paso elevado (ext).

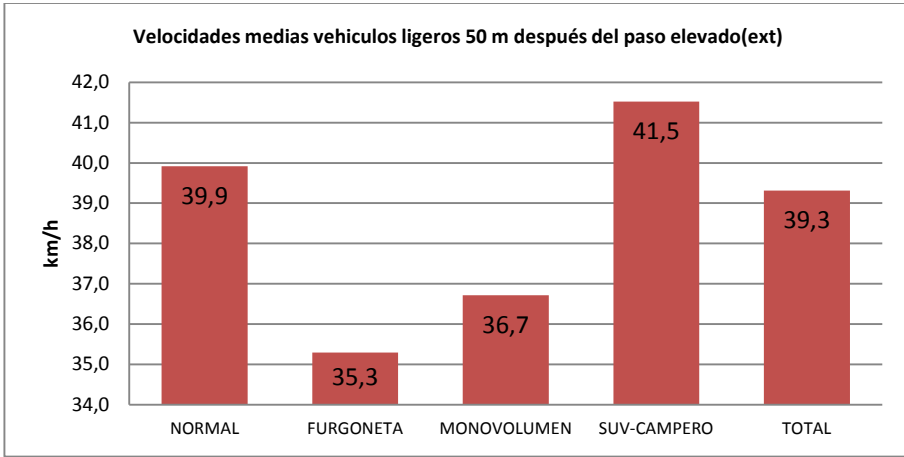


Figura 132. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (ext).

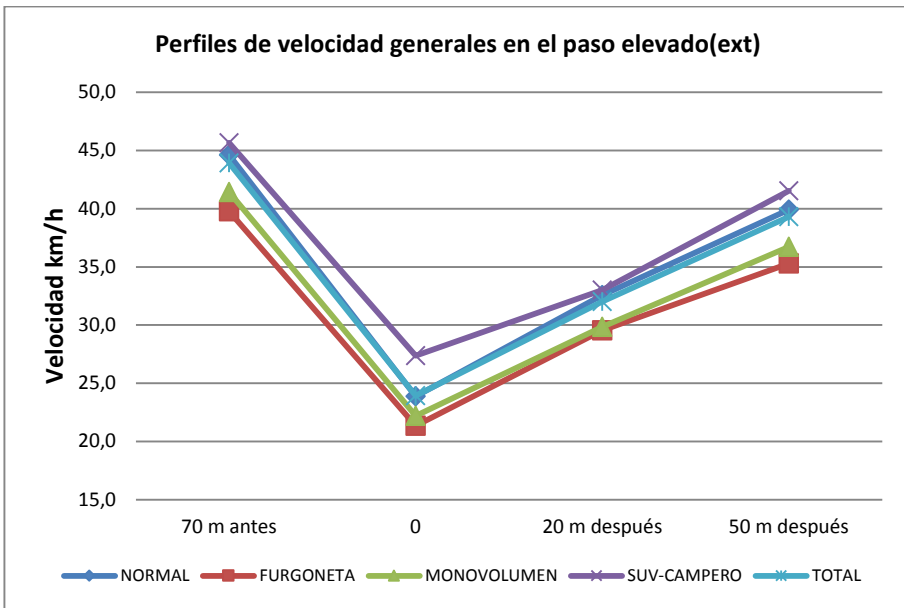


Figura 133. Perfiles de velocidad generales para paso elevado (ext)

Como se puede ver en la Figura 133 las disminuciones de velocidad son del orden de los 20 km/h ya que se desciende de 44 km/h, 70 m antes de llegar al moderador, hasta los 24 km/h sobre el moderador, para después aumentar del orden de 8 km/h 20 m después de superado el dispositivo moderador. Este

resultado está muy acorde a lo planteado en el estudio de perfiles de velocidad y muestra de nuevo que las distancias adoptadas para el estudio son correctas.

Como se observa las velocidades antes de llegar al moderador tipo paso peatonal elevado son superiores a los 40 km/h, que es una velocidad superior a la velocidad límite de la vía que son 30 km/h. Sobre el paso elevado las velocidades están entorno a los 25 km/h lo que muestra que el dispositivo moderador analizado está cumpliendo con su función principal de reducir significativamente la velocidad. Por otra parte, los percentiles de velocidad de la toma realizada se pueden observar en la Tabla 43.

PERCENTILES VELOCIDAD				
Percentil	-70 m	0 m	+20 m	+50 m
85	51,0	32,0	39,0	48,0
50	44,0	24,0	31,0	38,0
15	37,0	15,2	25,0	31,0

Tabla 43. Percentiles de velocidad en toma de datos sobre paso elevado (ext).

De esta tabla se puede observar la variación de las velocidades antes (70 m), en el momento del paso de los vehículos sobre el dispositivo moderador, 20 m y 50 m después de superado el dispositivo moderador. De esta manera se puede observar el percentil 85 que se considera el valor estadístico más relevante desde el punto de vista de la seguridad vial, ya que muestra la velocidad que sólo es superada por el 15% de los vehículos y es considerada la velocidad de operación segura de la vía. Además de esto se observa el percentil 15 que es considerado la velocidad mínima a la que deberían de circular los vehículos para no empezar a generar congestión. Por ejemplo, se puede apreciar que los valores obtenidos son altos teniendo en cuenta que la velocidad en la vía está restringida a los 30 km/h.

Los niveles generales de ruido presentados en la toma de datos 70 m antes del dispositivo, sobre el dispositivo, 20 m y 50 m después de superado el dispositivo moderador tipo lomo se aprecian en la Tabla 44 y de la Figura 134 a la Figura 137.

Archivo puigruidopaso_130709_085146.cmg												
Comienzo 09/07/13 08:51:46:000 Fin 09/07/13 11:45:23:200												
Canal	Pond	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
-70 m	A	dB	65,7	38,1	90,1	42,1	43,2	44,1	51,8	67,1	69,6	72,7
0 m	A	dB	62,0	37,0	88,6	42,1	44,4	46,1	54,2	63,0	64,7	66,8
+20 m	A	dB	64,7	37,8	92,1	43,1	44,8	46,2	54,3	65,3	67,6	70,5
+50 m	A	dB	66,1	38,2	96,9	42,9	44,1	45,1	53,4	67,3	69,5	72,2

Tabla 44. Índices energéticos y percentiles de ruido en toma de datos sobre paso elevado (ext).

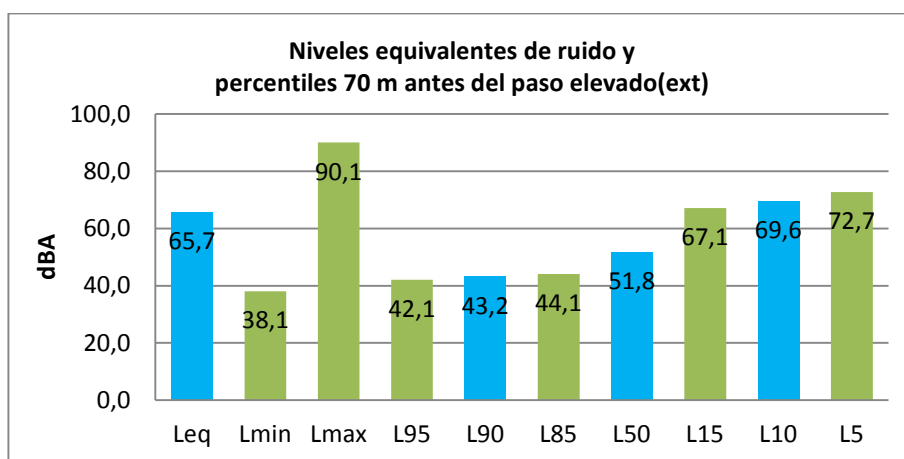


Figura 134. Índices energéticos y percentiles 70 m antes del paso elevado (ext).

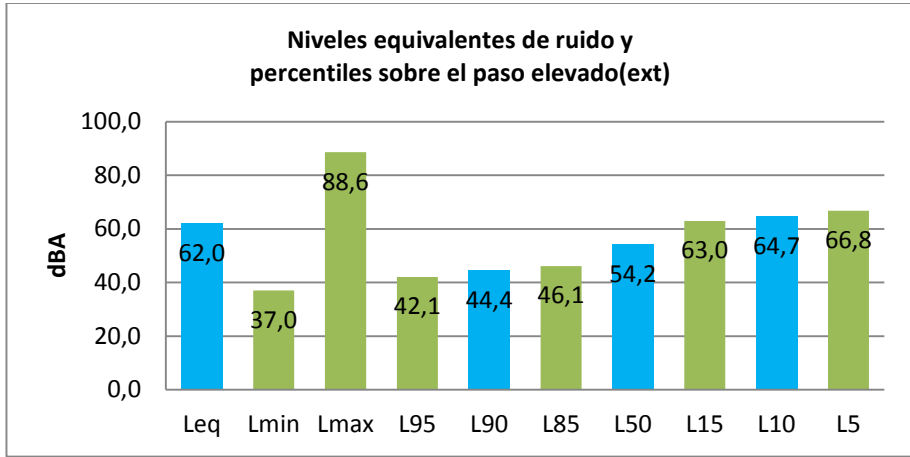


Figura 135. Índices energéticos y percentiles sobre el paso elevado (ext).

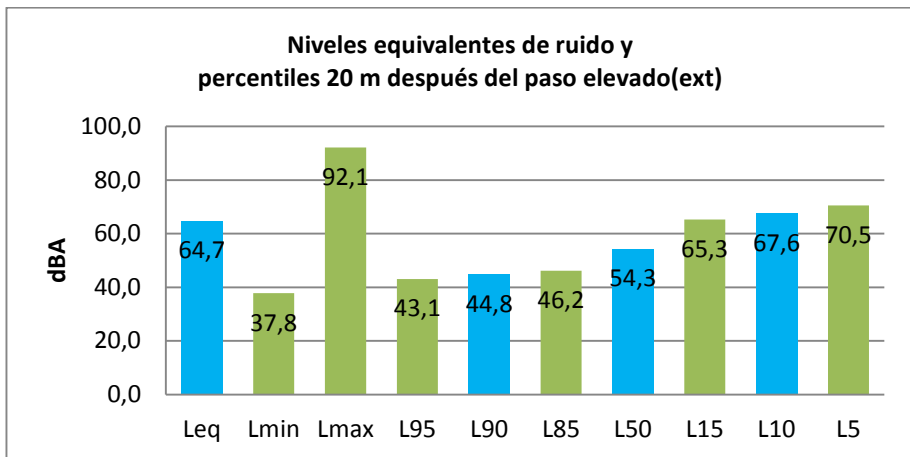


Figura 136. Índices energéticos y percentiles 20 m después del paso elevado (ext).

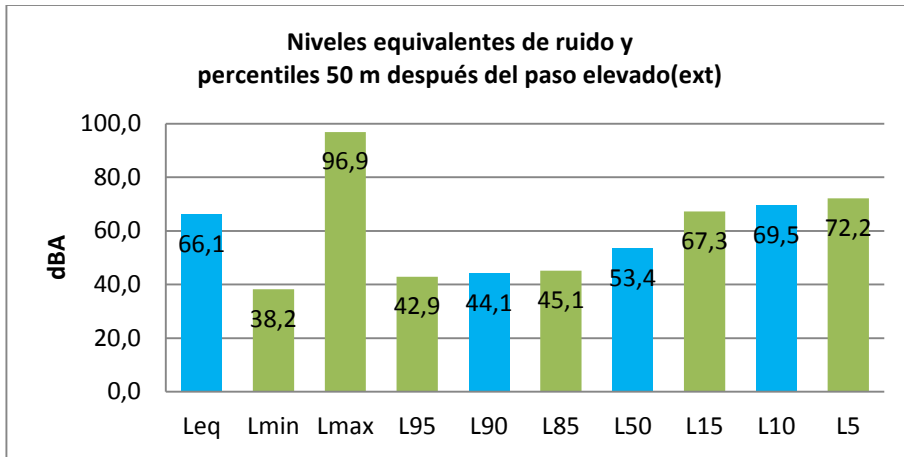


Figura 137. Índices energéticos y percentiles 50 m después del paso elevado (ext).

Como se puede apreciar los niveles equivalentes están entre los 62,0 y 66,1 dBA. El percentil L90 representa el nivel que sólo ha sido superado el 90% del tiempo de medida y este valor es indicativo de los valores bajos del ruido y también es llamado ruido de fondo que para este caso se encuentra entre 44,1 y 44,8 dBA. El percentil L50 muestra el nivel que sólo ha sido superado el 50% del tiempo de medida que para este caso está entre 51,8 y 54,3 dBA y este valor es indicativo de los valores medios del ruido. El percentil L10 corresponde al nivel que sólo ha sido superado el 10% del tiempo de medida y este valor es indicativo de los valores altos del ruido y también es llamado ruido impulsional, para este caso se encuentra entre los 64,7 y 69,5 dBA. Hay que aclarar que estos valores solo representan la toma completa de datos y por esto las diferencias no son tan significativas, además los datos tienden a ser menores que los específicos por vehículos que se mostrarán en el capítulo siguiente por presentarse períodos de tiempo sin paso de vehículos.

6.6.3.2 Paso elevado intermedio

El dispositivo moderador de tráfico paso elevado intermedio es el segundo dispositivo analizado en la población de Albalat de la Ribera y los porcentajes generales de vehículos en la toma realizada son 94% de vehículos ligeros y solo 6% de pesados (Figura 138). Además de esto se determinaron los porcentajes por tipo de vehículo ligero y los resultados de los porcentajes se observan en la Figura 139.

ALBALAT(E) - VALENCIA(W)



Figura 138. Porcentajes de vehículos en la toma de datos sobre el paso elevado intermedio.

LIGEROS

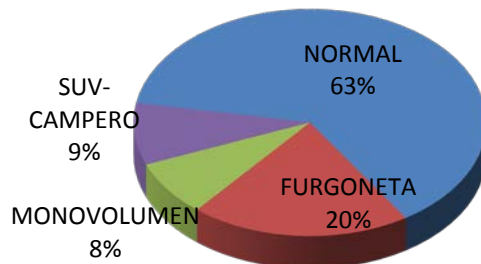


Figura 139. Porcentajes de vehículos ligeros en la toma de datos sobre el paso elevado intermedio.

Como se puede observar, la mayoría de los vehículos ligeros de la prueba fueron del tipo normales seguidos por las furgonetas y los porcentajes de vehículo tipo campero-SUV y los vehículos tipo monovolumen se conservan muy parejos.

Sobre este dispositivo se tomaron datos de velocidad para cada uno de los vehículos 50 m antes del dispositivo moderador, sobre el dispositivo, 20 m delante del paso y 50 m después del dispositivo. Los resultados de las velocidades promedio se pueden observar de la Figura 140 a la Figura 143.

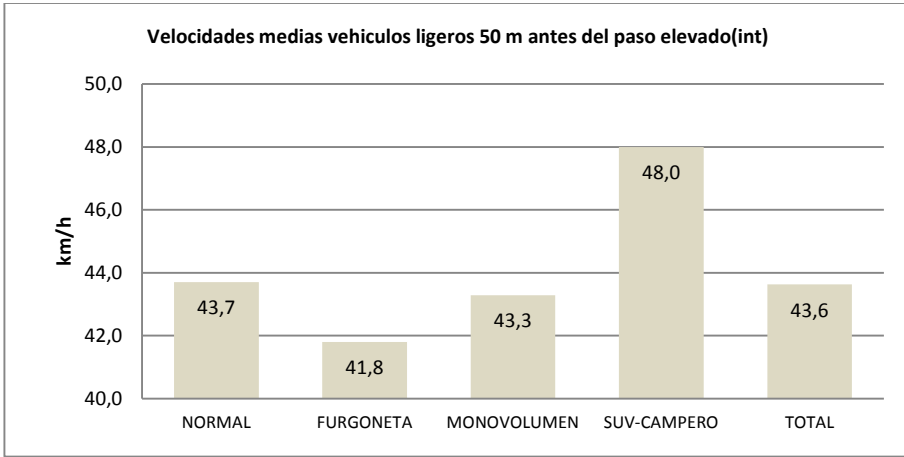


Figura 140. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m antes del paso elevado (int).

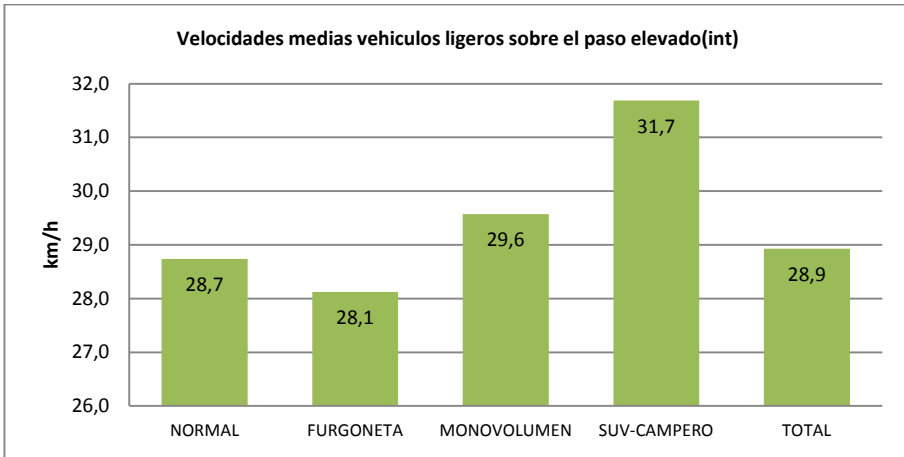


Figura 141. Velocidades medias de los vehículos ligeros sobre el paso elevado (int).

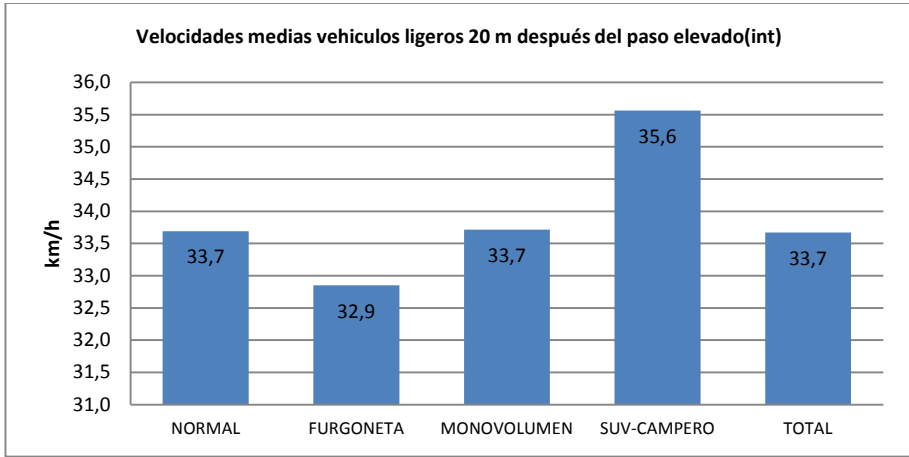


Figura 142. Velocidades medias de los vehículos ligeros 20 m después del paso elevado (int).

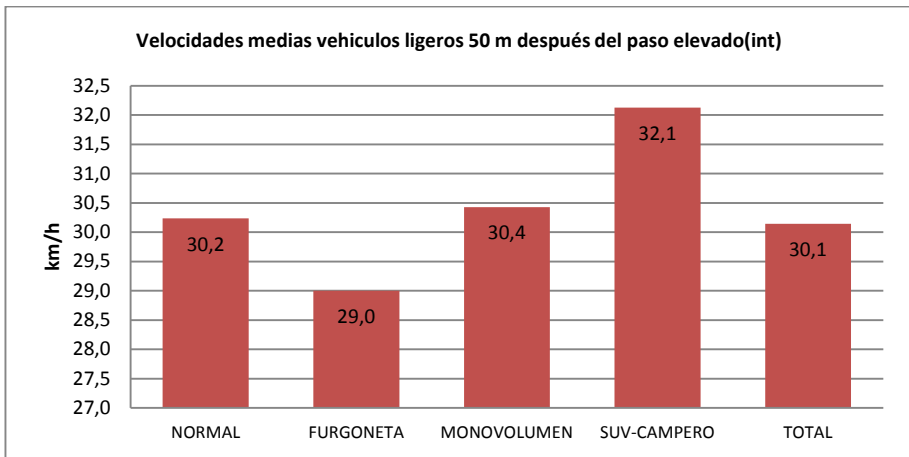


Figura 143. Velocidades medias de los vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (int).

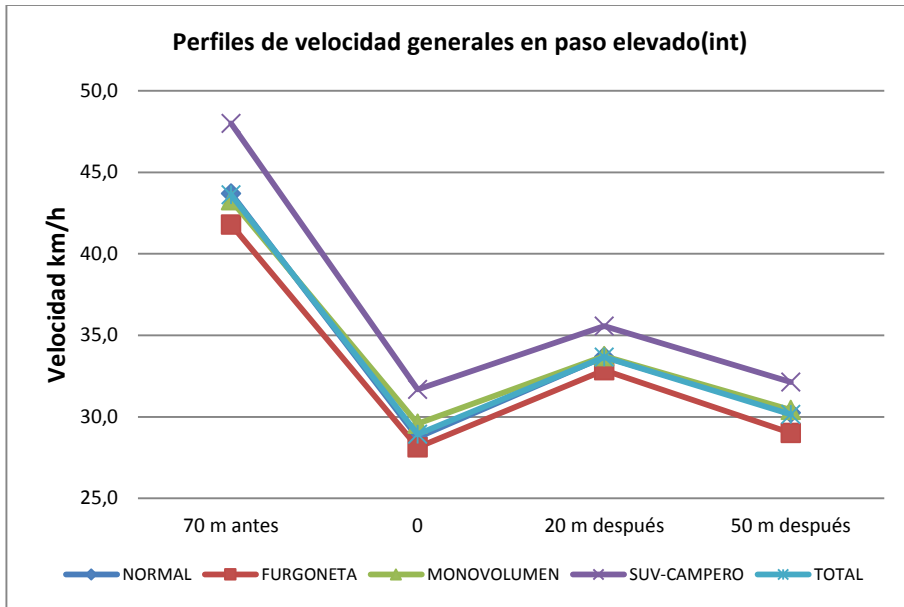


Figura 144. Perfiles de velocidad generales para paso elevado (int)

Como se puede ver en la Figura 144 las disminuciones de velocidad son del orden de los 15 km/h ya que se desciende de 44 km/h, 50 m antes de llegar al moderador hasta los 29 km/h sobre el moderador, para después aumentar del orden de 4 km/h 20 m después de superado el dispositivo moderador. Este resultado está muy acorde a lo planteado en el estudio de perfiles de velocidad y muestra de nuevo que las distancias adoptadas para el estudio son correctas aunque las velocidades 50 m después muestran que el vehículo ya está en proceso de deceleración antes del próximo dispositivo moderador.

Como se observa, las velocidades antes de llegar al moderador tipo paso peatonal elevado son superiores a los 40 km/h que es la velocidad límite de la vía. Sobre el paso elevado las velocidades están entorno a los 29 km/h, lo que muestra que el dispositivo moderador analizado está cumpliendo con su función principal de reducir significativamente la velocidad.

Por otra parte, los percentiles de velocidad de la toma realizada se pueden observar en la Tabla 45. De esta tabla se puede observar la variación de las velocidades antes (50 m), en el momento del paso de los vehículos sobre el dispositivo moderador, 20 m y 50 m después de superado el dispositivo moderador. Además también se puede observar el percentil 85 que se considera el valor estadístico más relevante desde el punto de vista de la seguridad vial, ya que muestra la velocidad que sólo es superada por el 15%

de los vehículos y es considerada la velocidad de operación segura de la vía. Además de esto se observa el percentil 15 que es considerado la velocidad mínima a la que deberían de circular los vehículos para no empezar a generar congestión.

PERCENTILES VELOCIDAD				
Percentil	-50 m	0 m	+20 m	+50 m
85	51,0	37,0	42,0	35,2
50	44,0	29,0	33,0	30,0
15	35,0	22,0	27,0	24,9

Tabla 45. Percentiles de velocidad en toma de datos sobre paso elevado (int).

Los niveles generales de ruido presentados en la toma de datos 50 m antes del dispositivo, sobre el dispositivo, 20 m y 50 m después de superado el dispositivo moderador tipo lomo se aprecian en la Tabla 46 y de la Figura 145 a la Figura 148.

Archivo lomoalbat2_130710_084250.cmg												
Comienzo 10/07/13 08:42:50:000 Fin 10/07/13 11:41:22:000												
Canal	Pond	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
-50 m	A	dB	68,4	41,3	102,0	47,3	49,0	50,4	58,5	69,8	71,9	75,0
0 m	A	dB	63,3	44,9	89,5	50,3	51,3	52,1	57,5	65,6	67,0	68,8
+20 m	A	dB	65,0	38,9	90,2	44,9	46,8	48,3	56,4	66,8	68,7	71,1
+50 m	A	dB	67,2	38,8	90,2	45,0	46,8	48,0	54,6	69,5	71,5	74,0

Tabla 46. Índices energéticos y percentiles de ruido en toma de datos sobre paso elevado (int).

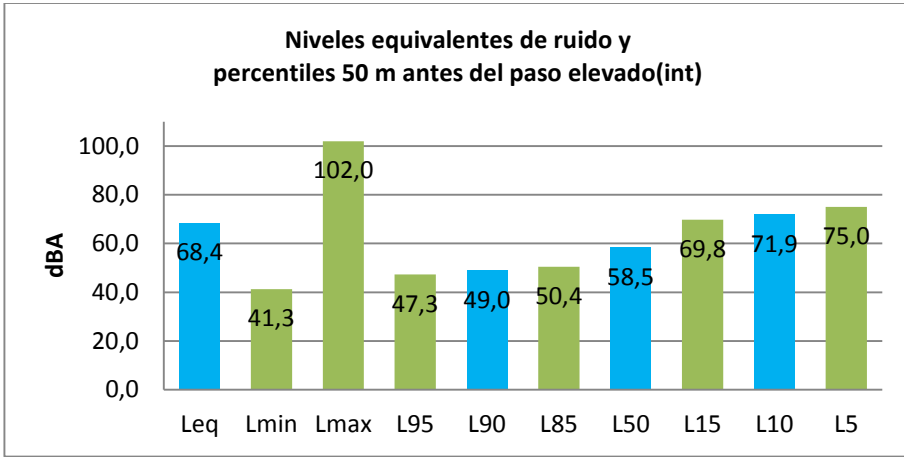


Figura 145. Índices energéticos y percentiles 50 m antes del paso elevado (int).

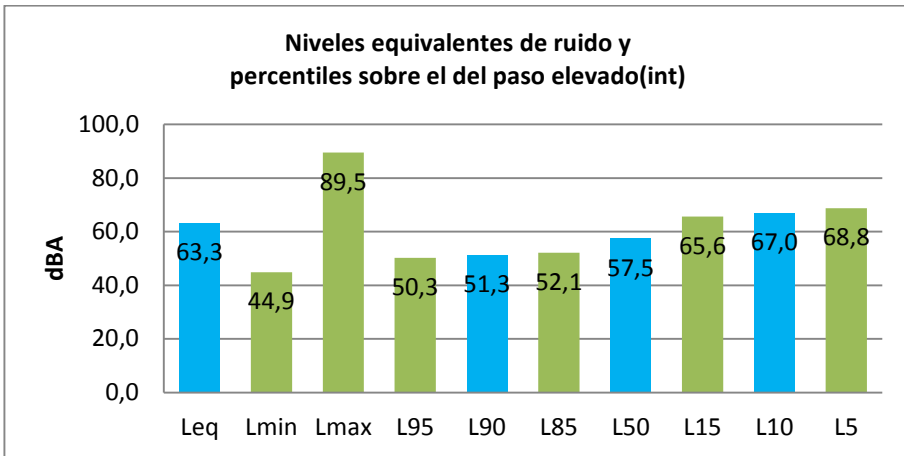


Figura 146. Índices energéticos y percentiles sobre el paso elevado (int).

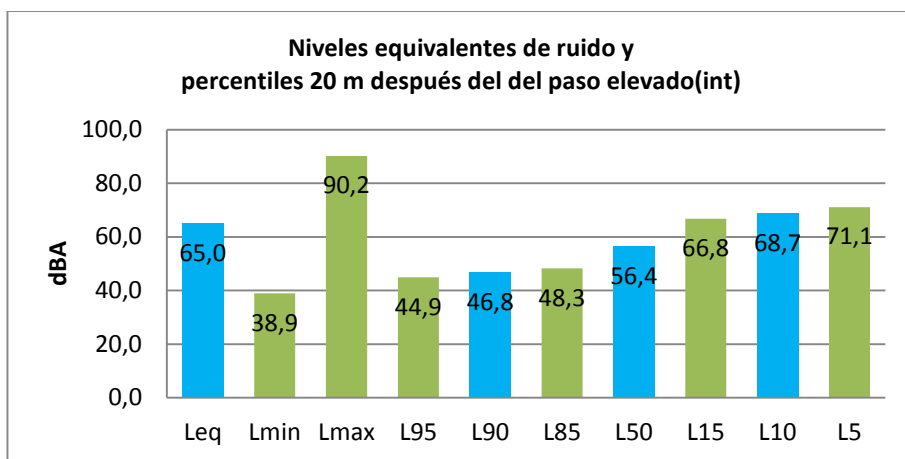


Figura 147. Índices energéticos y percentiles 20 m después del paso elevado (int).

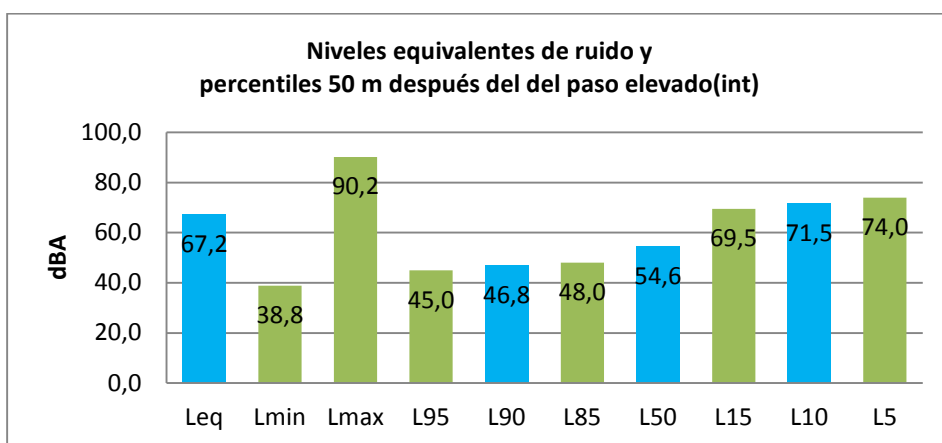


Figura 148. Índices energéticos y percentiles 50 m después del paso elevado (int).

Como se puede apreciar, los niveles equivalentes están entre los 63,3 y 68,4 dBA. El percentil L90 representa el nivel que sólo ha sido superado el 90% del tiempo de medida y este valor es indicativo de los valores bajos del ruido y también es llamado ruido de fondo que para este caso se encuentra entre 46,8 y 51,3 dBA. El percentil L50 muestra el nivel que sólo ha sido superado el 50% del tiempo de medida que para este caso está entre 54,6 y 58,5 dBA y este valor es indicativo de los valores medios del ruido. El percentil L10 corresponde al nivel que sólo ha sido superado el 10% del tiempo de medida y este valor es indicativo de los valores altos del ruido y también es llamado ruido impulsional, para este caso se encuentra entre los 67,0 y 71,9 dBA. Hay que aclarar que estos valores sólo representan la toma completa de datos y por esto las

diferencias no son tan significativas, además los datos tienden a ser menores que los específicos por vehículos que se mostrarán en el capítulo siguiente por presentarse períodos de tiempo sin paso de vehículos.

6.7 Examen previo de resultados

Debido a la validez de las tomas hechas en cada uno de los dispositivos moderadores y a la cantidad de datos válidos, se considera que los resultados previos están dentro de lo esperado y son efectivos para el análisis detallado del comportamiento del ruido de los vehículos y su relación con la velocidad, que se mostrará de forma pormenorizada en el capítulo 7 (Análisis) de esta tesis doctoral.

7. ANÁLISIS

En el siguiente capítulo se analizarán todos los dispositivos moderadores estudiados y se mostrarán con detalle los resultados obtenidos en todas las pruebas realizadas. Se mostrarán dos tipos de análisis realizados, el primero de ellos respecto a los índices energéticos principales y el segundo con respecto a las velocidades y ruido de los vehículos.

7.1 Análisis con respecto a índices energéticos principales

En el análisis de cada dispositivo se mostrarán los resultados más importantes de los índices energéticos. Además, se determinará el ruido producido por los distintos tipos de vehículos de manera individual, en maniobras de deceleración, paso y aceleración en todos los casos y se mostrarán los percentiles principales de ruido.

Gracias a la reducción de datos y a la información del postproceso de los videos se conocía el momento preciso del paso de cada vehículo sobre cada uno de los puntos determinados en la metodología de la prueba. Con esta información era posible saber el momento y hora exacta del paso del vehículo frente a los sonómetros y gracias a esto se pudo extraer la información de ruido correspondiente a cada vehículo, la cual fue almacenada en los archivos de memoria de los sonómetros.

La información obtenida de los archivos era el nivel continuo equivalente (L_{eq}), nivel sonoro máximo (L_{max}) y nivel sonoro mínimo (L_{min}) para cada vehículo válido. Una vez obtenidos estos datos se determinaron los valores promedio para todos los vehículos y valores promedio por tipo de vehículo, teniendo en cuenta el comportamiento logarítmico del ruido. Para esto fue necesario transformar cada valor según la fórmula de potencia acústica ((6) elevando 10 a la décima parte del valor del ruido (en decibelios), promediando con estos resultados.

Los valores de los percentiles por prueba y tipo de vehículo son determinados directamente de los niveles equivalentes de ruido, entre los cuales se destacan el percentil 90 que representa el nivel que ha sido superado por el 90% de los vehículos y es indicativo de los valores bajos del ruido. El percentil L50 muestra el nivel que ha sido superado el 50% de las veces y es indicativo de los valores medios del ruido; y el percentil L10 muestra el valor que sólo ha sido superado por el 10% de los vehículos y es indicativo de los valores altos del ruido.

7.1.1 Lomo transversal intermedio

Como se ha hablado en capítulos anteriores el lomo analizado se encuentra en Albalat de Ribera y sobre él se analizaron un total de 72 vehículos ligeros (39 normales, 14 monovolumen, 10 furgonetas y 9 camperos-SUV).

7.1.1.1 Análisis antes del dispositivo

Los resultados promedio de los 72 vehículos ligeros estudiados en las maniobras de deceleración 50 m antes del lomo se representan en la Tabla 47, donde se muestran los resultados más importantes de los índices energéticos como el nivel continuo equivalente (L_{eq}), nivel sonoro máximo (L_{max}) y nivel sonoro mínimo (L_{min}).

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN DECELERACIÓN (dBA)			
LIGEROS	L_{eq}	L_{min}	L_{max}
NORMAL	76,1	71,8	77,7
FURGONETA	76,2	71,0	77,8
MONOVOLUMEN	75,8	71,2	77,6
SUV-CAMPERO	74,4	70,4	76,1
TOTAL	75,9	71,4	77,5

Tabla 47. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de deceleración 50 m antes del lomo intermedio.

Para ilustrar esto, la Figura 149 muestra los índices energéticos (L_{max} , L_{eq} , L_{min}) por cada tipo de vehículo ligero analizado en maniobra de deceleración (39 normales, 14 monovolumen, 10 furgonetas, 9 camperos-SUV).

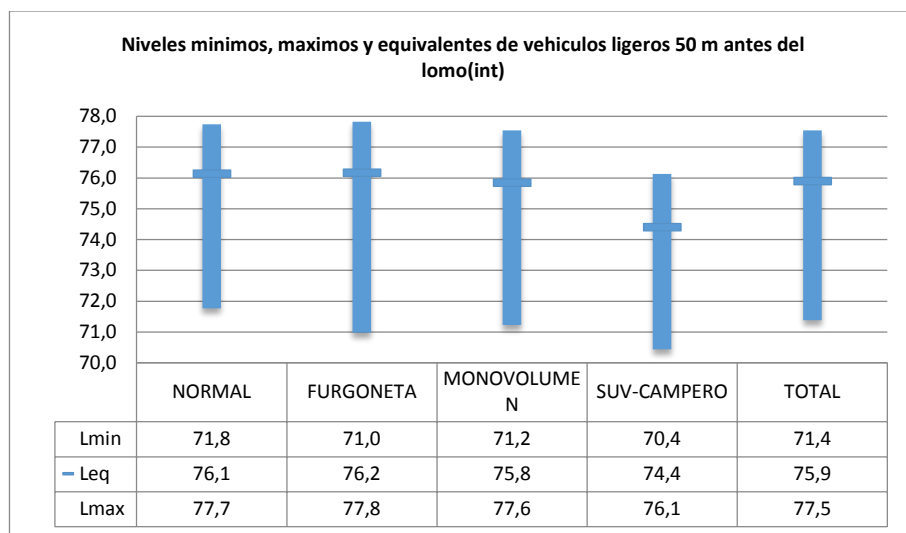


Figura 149. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del lomo (int).

Se puede ver que las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos ligeros, 50 m antes del lomo, es muy similar en todos los casos y los índices energéticos no presentan variaciones significativas por tipo de vehículo.

En la Tabla 48 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del lomo y la Figura 150 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	76,1	65,6	87,1	72,1	72,8	73,2	74,5	76,9	77,5	78,6
FURGONETA	76,2	68,4	84,7	71,2	71,3	71,5	73,7	76,0	76,9	80,0
MONOVOLUMEN	75,8	67,2	80,3	72,3	72,7	73,0	75,5	77,6	78,0	78,3
SUV-CAMPERO	74,4	66,4	80,4	70,4	71,4	71,9	73,2	77,0	77,8	77,9
TOTAL	75,9	65,6	87,1	71,6	72,0	72,6	74,4	77,1	77,8	78,6

Tabla 48. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del lomo (int).

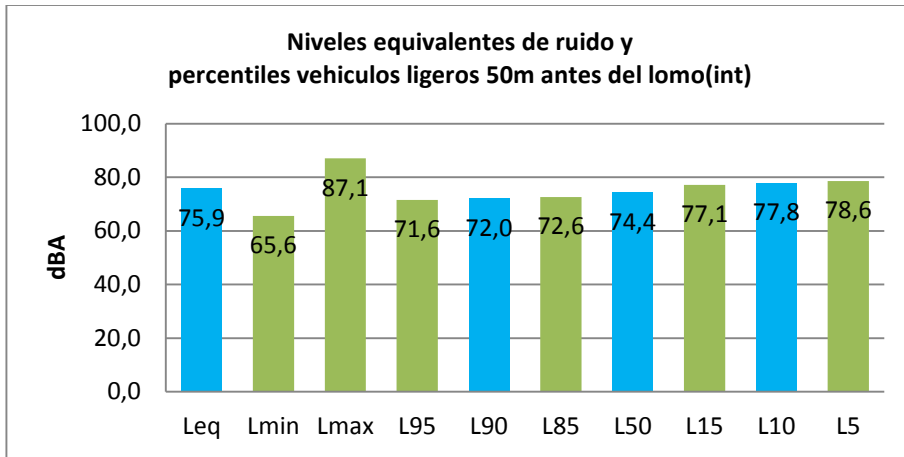


Figura 150. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del lomo (int).

En el capítulo anterior, correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos últimos, 50 m antes del lomo. Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 66,1 a 75,9 dBA, L90 aumenta de 46,5 a 72,0 dBA, L50 se amplía de 55,1 a 74,4 dBA y L10 pasa de 70,0 a 77,8 dBA respectivamente.

7.1.1.2 Análisis sobre el dispositivo

Para el análisis de los vehículos ligeros sobre el dispositivo moderador de tráfico los datos de Lmin, Lmax y Leq obtenidos se observan en la Tabla 49. y la Figura 151 muestra los índices energéticos (Lmax, Leq, Lmin) por cada tipo de vehículo ligero analizado pasando sobre el dispositivo moderador. Se observa como las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos ligeros sobre lomo, es muy similar en todos los casos. Además, los índices energéticos no presentan variaciones significativas por tipo de vehículo.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN PASO SOBRE EL DISPOSITIVO (dBA)			
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	72,2	69,1	73,4
FURGONETA	70,8	68,2	72,0
MONOVOLUMEN	70,9	68,1	72,2
SUV-CAMPERO	71,1	68,4	72,0
TOTAL	71,6	68,7	72,8

Tabla 49. Valores promedio de vehículos ligeros en paso sobre el lomo (int).

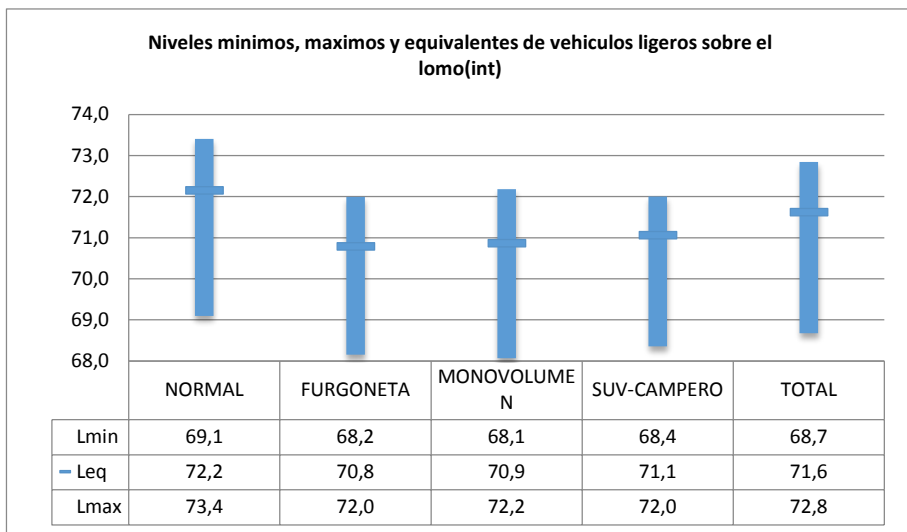


Figura 151. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros sobre el lomo (int).

En la Tabla 50 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros sobre el lomo y la Figura 152 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	72,2	64,7	82,3	67,3	67,4	68,1	71,1	73,1	73,5	74,5
FURGONETA	70,8	65,7	75,4	66,7	66,8	67,2	70,8	72,0	72,4	73,5
MONOVOLUMEN	70,9	63,8	76,6	65,3	66,0	67,1	69,8	73,4	73,6	73,9
SUV-CAMPERO	71,1	63,8	75,8	65,4	65,5	66,3	70,6	72,9	73,4	74,1
TOTAL	71,6	63,8	82,3	66,2	67,0	67,4	70,7	73,1	73,7	74,5

Tabla 50. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el lomo (int).

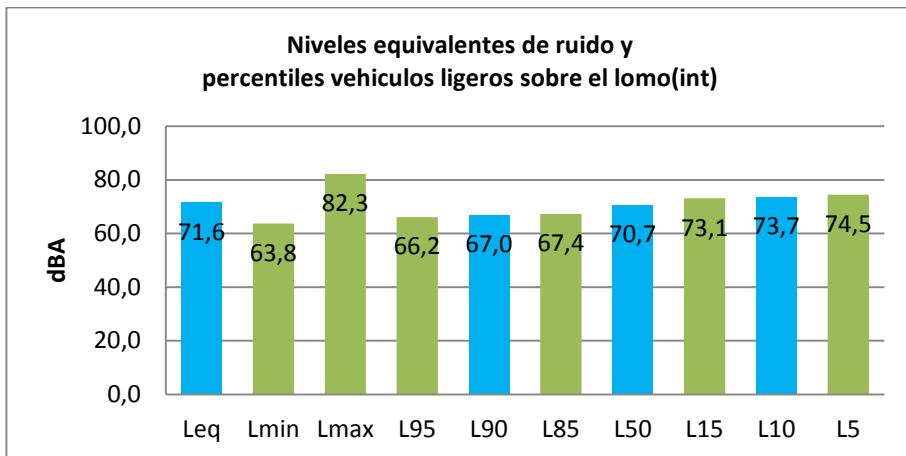


Figura 152. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el lomo (int).

En el capítulo anterior, correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos sobre el lomo. Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 64,2 a 71,6 dBA, L90 aumenta de 43,5 a 67,0 dBA, L50 se amplía de 53,9 a 70,7 dBA y L10 pasa de 67,8 a 73,7 dBA respectivamente.

Por otra parte si comparamos los datos obtenidos de los vehículos ligeros sobre el lomo con los datos 70 antes del mismo, se comprueba que existe una disminución en el nivel de ruido de los vehículos ligeros. Por ejemplo, el nivel

equivalente disminuye de 75,9 a 71,6 dBA, L90 reduce de 72,0 a 67,0 dBA, L50 merma de 74,4 a 70,7 dBA y L10 pasa de 77,8 a 73,7 dBA respectivamente.

7.1.1.3 Análisis 20 m después del dispositivo

Para el análisis de la aceleración de los vehículos ligeros 20 m después del dispositivo moderador los datos de L_{min} , L_{max} y L_{eq} obtenidos se observan en la Tabla 51. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de aceleración 20 m después del lomo (int)..

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN ACELERACIÓN (dBA)			
LIGEROS	L_{eq}	L_{min}	L_{max}
NORMAL	74,7	71,7	76,2
FURGONETA	74,6	71,1	76,2
MONOVOLUMEN	75,1	72,3	76,2
SUV-CAMPERO	74,2	71,0	75,2
TOTAL	74,7	71,6	76,1

Tabla 51. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de aceleración 20 m después del lomo (int).

La Figura 153 muestra los índices energéticos muestra los índices energéticos (L_{max} , L_{eq} , L_{min}) por cada tipo de vehículo ligero analizado 20 m después de superado el dispositivo moderador, donde se observa, que las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos 20 m adelante del lomo, es muy similar en todos los casos, igual que ocurrió sobre el dispositivo. Además, los índices energéticos no presentan variaciones significativas por tipo de vehículo.

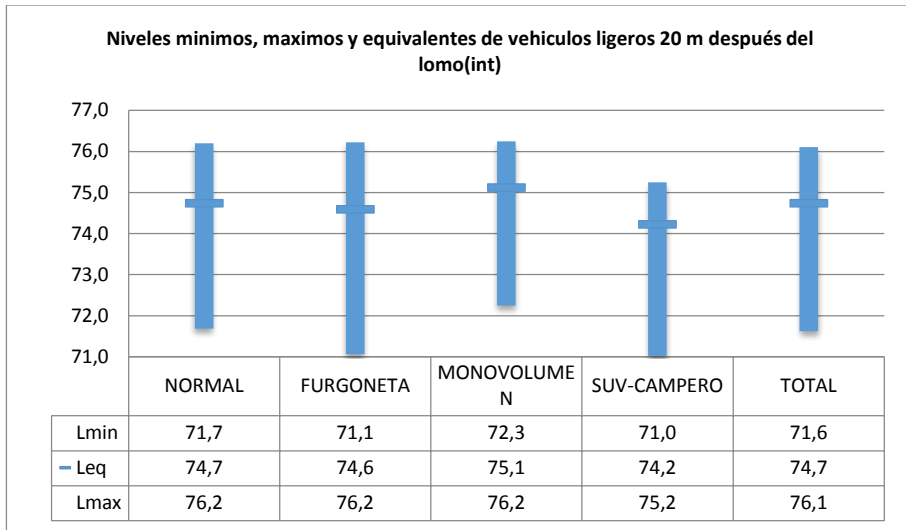


Figura 153. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del lomo (int).

Los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros 20 m después del lomo se observan en la Tabla 52 y la Figura 154 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	74,7	67,2	81,5	71,2	71,6	72,2	74,6	76,3	76,7	77,3
FURGONETA	74,6	68,6	81,2	70,7	70,9	71,2	73,9	75,9	76,4	77,5
MONOVOLUMEN	75,1	66,9	79,9	70,6	71,5	71,6	74,9	77,3	77,3	77,8
SUV-CAMPERO	74,2	66,1	77,9	69,2	69,3	69,6	74,6	76,0	76,4	76,8
TOTAL	74,7	66,1	81,5	70,5	71,0	71,5	74,6	76,3	77,2	77,4

Tabla 52. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 10 m después del lomo (int).

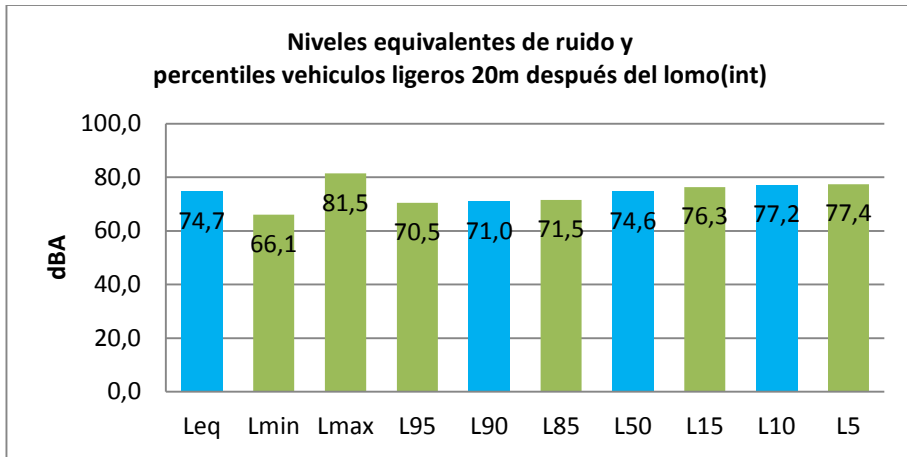


Figura 154. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del lomo (int).

En el capítulo anterior, correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba en este punto que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos sobre el lomo. Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 65,9 a 74,7 dBA, L90 aumenta de 44,1 a 71,0 dBA, L50 se amplía de 54,0 a 74,6 dBA y L10 pasa de 69,8 a 77,2 dBA respectivamente.

Anteriormente también se determinaron y mostraron los valores de ruido producidos por el paso de vehículos ligeros sobre el lomo. Ahora, al comparar estos datos con los obtenidos para vehículos ligeros 20 m adelante del dispositivo se observa lo siguiente: el nivel equivalente pasa de 71,6 a 74,7 dBA, L90 era de 67,0 y aumenta a 71 dBA, L50 era de 70,7 y pasa a 74,6 dBA y por ultimo L10 pasa de 73,7 a 77,2 dBA. Lo que muestra que sobre este punto se aumenta el ruido debido a la aceleración del vehículo ya que las velocidades son menores pero los niveles de ruido son similares a los presentados 50 m antes del dispositivo moderador.

Para concluir, la Tabla 53 muestra los valores promedio obtenidos en las todas las maniobras estudiadas sobre este dispositivo moderador de tráfico para todos los tipos de vehículos.

VALORES PROMEDIO EN dBA PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN TODAS LAS MANIOBRAS (LOMO INTERMEDIO)									
LIGEROS	50 m ANTES			SOBRE			20 m DESPUÉS		
	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	76,1	71,8	77,7	72,2	69,1	73,4	74,7	71,7	76,2
FURGONETA	76,2	71,0	77,8	70,8	68,2	72,0	74,6	71,1	76,2
MONOVOLUMEN	75,8	71,2	77,6	70,9	68,1	72,2	75,1	72,3	76,2
SUV-CAMPERO	74,4	70,4	76,1	71,1	68,4	72,0	74,2	71,0	75,2
TOTAL	75,9	71,4	77,5	71,6	68,7	72,8	74,7	71,6	76,1

Tabla 53. Valores promedio en todas las maniobras del lomo (int).

Se observa que los niveles de ruido producidos por los vehículos ligeros antes de llegar al lomo son superiores a los que se generan sobre el dispositivo. Se determinó que las variaciones de ruido son en promedio 4,5 dBA menores sobre el lomo que 50 m antes de él para los niveles sonoro Leq y Lmax. Con respecto al ruido de los vehículos ligeros sobre el lomo y 20 delante del mismo se observa como los niveles de ruido para los niveles sonoro Leq y Lmax aumentan en promedio 3 dBA.

Al comparar los valores obtenidos para vehículos ligeros mostrados anteriormente y los valores globales de la prueba, se observa la influencia del ruido producido por los vehículos en la travesía, ya que los niveles de ruido globales de la prueba 50 m antes, sobre el dispositivo y 20 m adelante del mismo para Leq son 66,1; 64,2 y 65,9 dBA y para vehículos ligeros sobre los mismos puntos son 75,9; 71,6 y 74,7, respectivamente.

7.1.2 Lomo transversal extremo

En este dispositivo ubicado en La Pobra de Farnals, se analizaron un total de 179 vehículos ligeros (128 normales, 18 monovolúmenes, 24 furgonetas y 9 camperos-SUV).

7.1.2.1 Análisis antes del dispositivo

Los resultados promedio de los 179 vehículos ligeros estudiados en las maniobras de deceleración 70 m antes del lomo se representan en la Tabla 54 donde se muestran los resultados más importantes de los índices energéticos

como el nivel continuo equivalente (L_{eq}), nivel sonoro máximo (L_{max}) y nivel sonoro mínimo (L_{min}).

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN DECELERACIÓN (dBA)			
LIGEROS	L_{eq}	L_{min}	L_{max}
NORMAL	78,7	74,1	80,8
FURGONETA	77,3	72,2	79,8
MONOVOLUMEN	79,5	75,6	81,3
SUV-CAMPERO	79,9	75,4	82,0
TOTAL	78,7	74,0	80,8

Tabla 54. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de deceleración 70 m antes del lomo extremo.

Para ilustrar esto, la Figura 155 muestra los índices energéticos (L_{max} , L_{eq} , L_{min}) por cada tipo de vehículo ligero analizado en maniobra de deceleración.

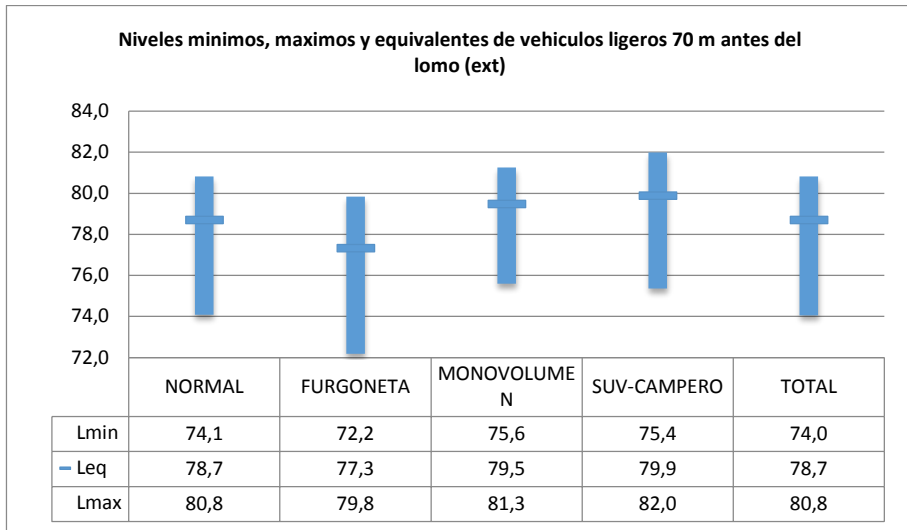


Figura 155. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del lomo (ext).

Se puede ver como las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos ligeros, 70 m antes del lomo, es muy similar en todos los casos y los índices energéticos no presentan variaciones significativas por tipo de vehículo.

En la Tabla 55 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del lomo y la Figura 156 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	78,7	67,0	86,4	74,8	75,2	76,2	78,4	80,5	80,9	81,4
FURGONETA	77,3	65,0	84,4	73,1	74,8	75,0	77,1	78,7	79,1	79,8
MONOVOLUMEN	79,5	68,0	83,7	75,1	75,6	76,9	79,3	80,8	81,4	82,0
SUV-CAMPERO	79,9	71,7	84,7	75,9	77,4	78,3	79,4	81,6	81,8	81,9
TOTAL	78,7	65,0	86,4	74,5	75,1	76,0	78,4	80,5	80,9	81,5

Tabla 55. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del lomo (ext).

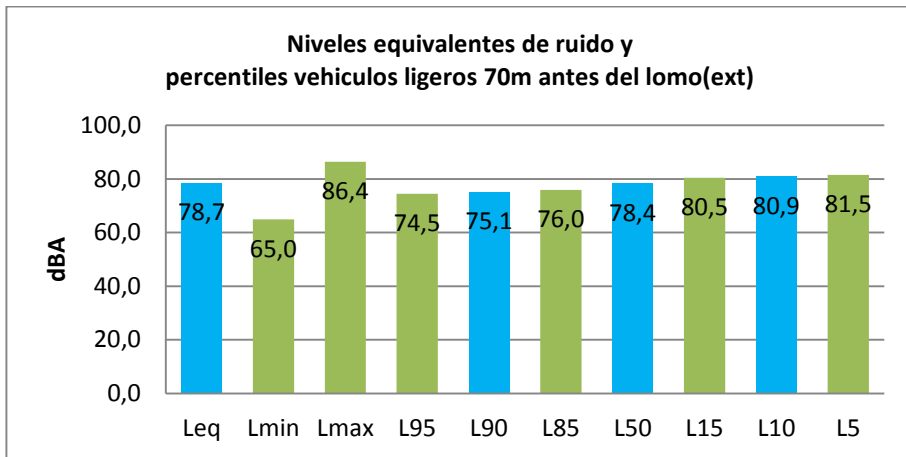


Figura 156. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del lomo (ext).

7.1.2.2 Análisis sobre el dispositivo

En la Tabla 56 se observan los datos de L_{min} , L_{max} y Leq obtenidos en el análisis de los vehículos ligeros sobre el dispositivo moderador de tráfico lomo extremo.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN PASO SOBRE EL DISPOSITIVO (dBA)			
LIGEROS	Leq	L_{min}	L_{max}
NORMAL	72,1	67,9	74,0
FURGONETA	70,5	66,7	72,2
MONOVOLUMEN	72,2	68,8	74,0
SUV-CAMPERO	71,5	68,2	73,5
TOTAL	71,9	67,8	73,7

Tabla 56. Valores promedio de vehículos ligeros en paso sobre el lomo (ext).

La Figura 157 muestra los índices energéticos (L_{max} , Leq , L_{min}) por cada tipo de vehículo ligero analizado pasando sobre el dispositivo moderador.

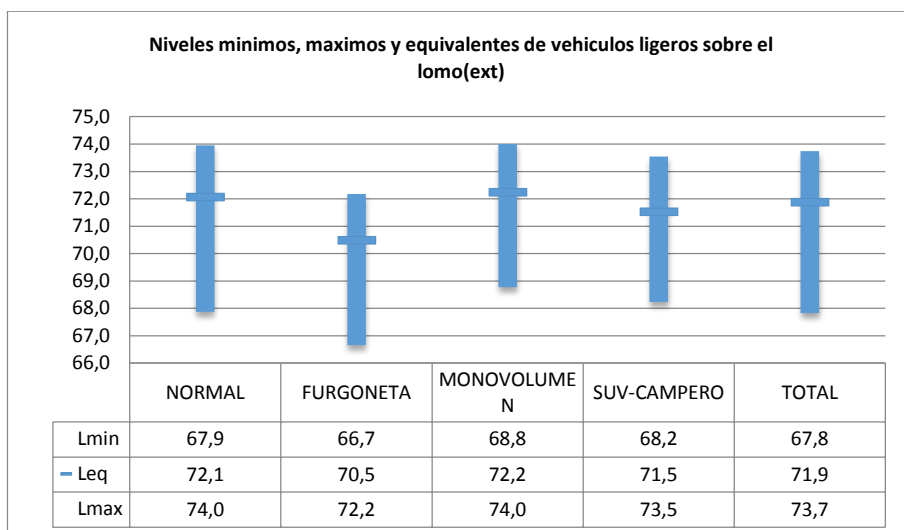


Figura 157. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros sobre el lomo (ext).

Se observa como las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos ligeros sobre lomo, es muy similar en todos los casos. Además, los índices energéticos no presentan variaciones significativas por tipo de vehículo.

En la Tabla 57 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros sobre el lomo y la Figura 158 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	72,1	60,1	84,3	64,5	66,6	67,1	70,5	74,4	75,1	75,6
FURGONETA	70,5	60,4	75,8	65,3	67,2	67,3	69,3	73,2	73,3	73,5
MONOVOLUMEN	72,2	64,2	77,2	67,8	68,1	68,3	72,0	73,7	74,1	74,9
SUV-CAMPERO	71,5	64,4	76,1	66,1	66,6	66,9	71,6	73,3	73,4	73,7
TOTAL	71,9	60,1	84,3	64,7	66,8	67,4	70,7	73,9	74,7	75,5

Tabla 57. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el lomo (ext).

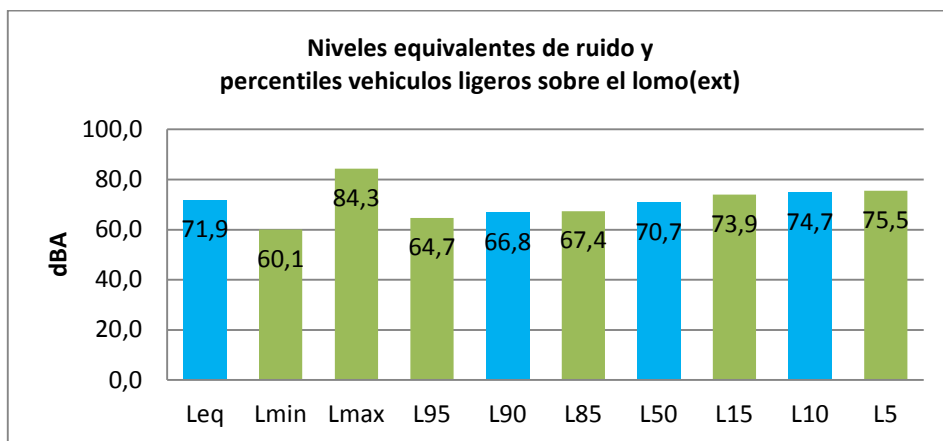


Figura 158. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el lomo (ext).

En el capítulo correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos sobre el lomo. Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 65,7 a 71,9 dBA, L90 aumenta de

44,7 a 66,8 dBA, L50 se amplía de 58,3 a 70,7 dBA y L10 pasa de 69,1 a 74,7 dBA respectivamente.

Por otra parte si comparamos los datos obtenidos de los vehículos ligeros sobre el lomo con los datos 70 antes del mismo, se comprueba que existe una disminución en el nivel de ruido de los vehículos ligeros. Por ejemplo, el nivel equivalente disminuye de 78,7 a 71,9 dBA, L90 reduce de 75,1 a 66,8 dBA, L50 merma de 78,4 a 70,7 dBA y L10 pasa de 80,9 a 74,7 dBA respectivamente.

7.1.2.3 Análisis 20 m después del dispositivo

Para el análisis de la aceleración de los vehículos ligeros 20 m después del dispositivo moderador los datos de Lmin, Lmax y Leq obtenidos se observan en la Tabla 58.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN ACCELERACIÓN (dBA)			
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	74,1	70,0	75,7
FURGONETA	73,6	70,0	74,9
MONOVOLUMEN	74,5	70,9	75,8
SUV-CAMPERO	74,7	70,7	76,6
TOTAL	74,1	70,2	75,7

Tabla 58. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de aceleración 20 m después del lomo (ext).

La Figura 159 muestra los índices energéticos (Lmax, Leq, Lmin) por cada tipo de vehículo ligero analizado 20 m después de superado el dispositivo moderador.

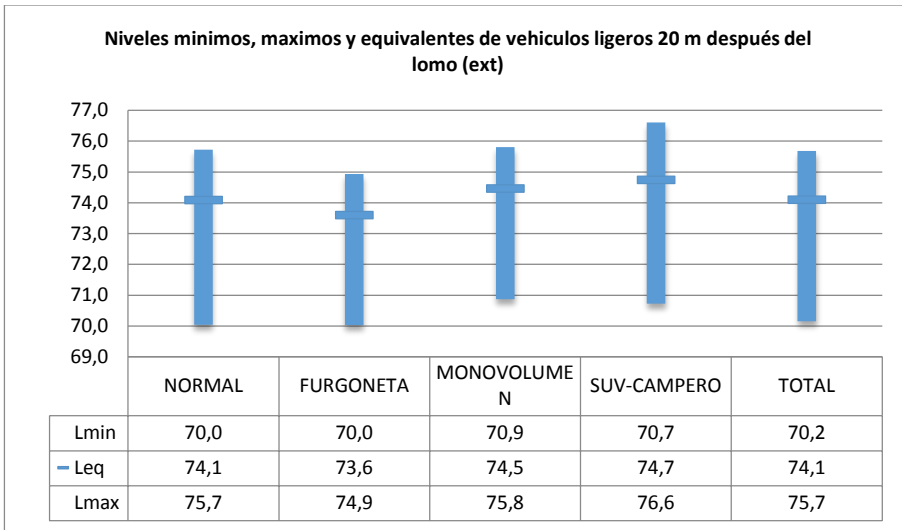


Figura 159. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del lomo (ext).

Se observa como las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos 20 m adelante del lomo, es muy similar en todos los casos, igual que ocurrió sobre el dispositivo. Además, los índices energéticos no presentan variaciones significativas fuertes por tipo de vehículo.

Los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros 20 m después del lomo se observan en la Tabla 59 y Figura 160 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dba)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	74,1	62,7	81,9	68,5	70,1	70,6	73,3	76,3	76,7	77,6
FURGONETA	73,6	64,2	78,3	69,0	69,3	70,1	73,6	75,3	75,9	76,1
MONOVOLUMEN	74,5	67,1	79,0	72,2	72,4	72,5	74,0	76,1	76,4	76,6
SUV-CAMPERO	74,7	67,2	79,3	71,5	71,6	71,7	74,0	77,0	77,3	77,4
TOTAL	74,1	62,7	81,9	69,1	70,1	70,8	73,4	76,2	76,5	77,4

Tabla 59. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del lomo (ext).

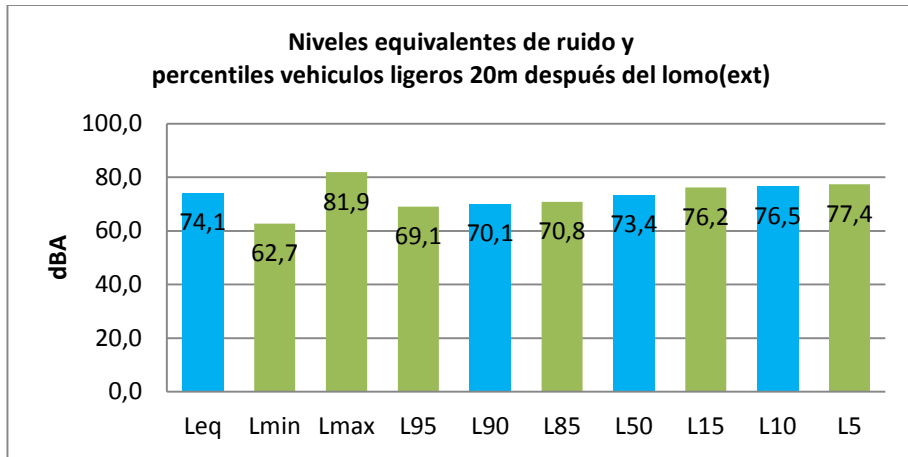


Figura 160. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del lomo (int).

En el capítulo anterior, correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba en este punto que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos sobre el lomo. Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 66,5 a 74,1 dBA, L90 aumenta de 43,8 a 70,1 dBA, L50 se amplía de 54,9 a 73,4 dBA y L10 pasa de 70,4 a 76,5 dBA respectivamente.

Anteriormente también se determinaron y mostraron los valores de ruido producidos por el paso de vehículos ligeros sobre el lomo. Ahora, al comparar estos datos con los obtenidos para vehículos ligeros 20 m adelante del dispositivo se observa lo siguiente. El nivel equivalente pasa de 71,9 a 74,1 dBA, L90 era de 66,8 y aumenta a 70,1 dBA, L50 era de 70,7 y pasa a 73,4 dBA y por ultimo L10 pasa de 74,7 a 76,5 dBA. Lo que muestra que sobre este punto se aumenta el ruido debido a la aceleración y velocidad del vehículo.

7.1.2.4 Análisis 50 m después del dispositivo

Para el análisis de los vehículos ligeros 50 m después del dispositivo moderador los datos de Lmin, Lmax y Leq obtenidos se observan en la Tabla 60.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS 50 METROS DESPUÉS (dBA)			
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	76,3	72,1	78,1
FURGONETA	75,7	71,5	77,5
MONOVOLUMEN	76,6	72,1	78,2
SUV-CAMPERO	77,8	72,7	80,3
TOTAL	76,4	72,0	78,1

Tabla 60. Valores promedio de vehículos ligeros 50 m después del lomo (ext).

Para ilustrar esto, la Figura 161 muestra los índices energéticos (Lmax, Leq, Lmin) por cada tipo de vehículo ligero analizado 50 m después del lomo.

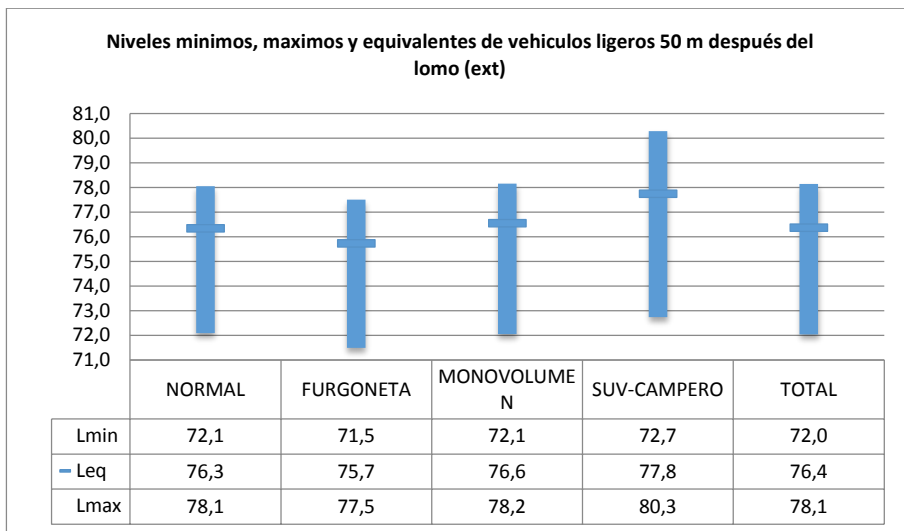


Figura 161. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros 50 m después del lomo (ext).

Se puede ver como las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos ligeros, 50 m después del lomo, es muy similar en todos los casos y los índices energéticos no presentan variaciones significativas por tipo de vehículo.

En la Tabla 61 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros en maniobras de aceleración 50 m después del lomo y la Figura 162 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	76,3	64,8	82,5	71,8	72,8	73,7	76,0	78,1	78,5	79,0
FURGONETA	75,7	64,7	81,0	71,1	72,4	73,1	74,9	77,5	78,2	78,6
MONOVOLUMEN	76,6	65,8	81,9	73,3	73,8	74,0	75,4	78,3	78,6	79,2
SUV-CAMPERO	77,8	70,3	85,0	74,3	74,6	75,0	76,7	79,3	79,9	80,5
TOTAL	76,4	64,7	85,0	71,8	72,8	73,7	75,7	78,3	78,5	79,1

Tabla 61. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del lomo (ext).

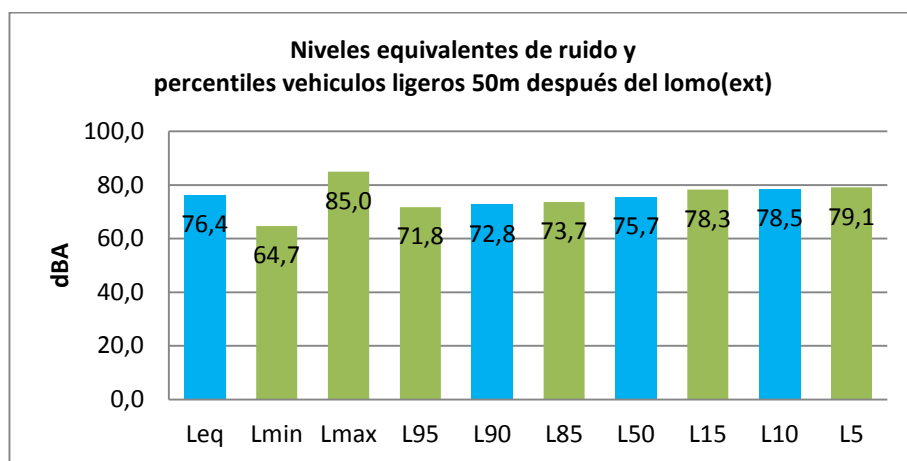


Figura 162. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del lomo (ext).

En el capítulo anterior, correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba

en este punto que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos sobre el lomo. Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 68,5 a 76,4 dBA, L90 aumenta de 44,1 a 72,8 dBA, L50 se amplía de 55,6 a 75,7 dBA y L10 pasa de 72,9 a 78,5 dBA respectivamente.

Anteriormente también se determinaron y mostraron los valores de ruido producidos por el paso de vehículos ligeros 20 m delante del lomo. Ahora, al comparar estos datos con los obtenidos para vehículos ligeros 50 m adelante del dispositivo se observa lo siguiente. El nivel equivalente pasa de 74,1 a 76,4 dBA, L90 era de 70,1 y aumenta a 72,8 dBA, L50 era de 73,4 y pasa a 75,7 dBA y por ultimo L10 pasa de 76,5 a 78,5 dBA. Lo que muestra que sobre este punto se aumenta el ruido debido a una mayor velocidad del vehículo.

Para concluir, la Tabla 62 nos muestra los valores promedio obtenidos en las todas las maniobras estudiadas sobre este dispositivo moderador de tráfico para todos los tipos de vehículos.

VALORES PROMEDIO EN dBA PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN TODAS LAS MANIOBRAS (LOMO EXTREMO)												
LIGEROS	-70 m			SOBRE			+20 m			+50 m		
	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	78,7	74,1	80,8	72,1	67,9	74,0	74,1	70,0	75,7	76,3	72,1	78,1
FURGONETA	77,3	72,2	79,8	70,5	66,7	72,2	73,6	70,0	74,9	75,7	71,5	77,5
MONOVOLU MEN	79,5	75,6	81,3	72,2	68,8	74,0	74,5	70,9	75,8	76,6	72,1	78,2
SUV- CAMPERO	79,9	75,4	82,0	71,5	68,2	73,5	74,7	70,7	76,6	77,8	72,7	80,3
TOTAL	78,7	74,0	80,8	71,9	67,8	73,7	74,1	70,2	75,7	76,4	72,0	78,1

Tabla 62. Valores promedio en todas las maniobras del lomo (ext).

Se observa que los niveles de ruido producidos por los vehículos ligeros antes de llegar al lomo son superiores a los que se generan sobre el dispositivo. Se determinó que las variaciones de ruido son en promedio 7,0 dBA menores sobre el lomo que 70 m antes de él para los niveles sonoro Leq y Lmax. Con respecto al ruido de los vehículos ligeros sobre el lomo y 20 delante del mismo se observa como los niveles de ruido para los niveles sonoro Leq y Lmax aumentan en promedio 2 dBA. Por ultimo las diferencias para los niveles

sonoros Leq y $Lmax$ entre los vehículos sobre el moderador y los vehículos 50 m delante del mismo son en promedio 4,5 dBA superiores.

Al comparar los valores obtenidos para vehículos ligeros mostrados anteriormente y los valores globales de la prueba, se observa la influencia del ruido producido por los vehículos en la travesía, ya que los niveles de ruido globales de la prueba 70 m antes, sobre el dispositivo, 20 m adelante del mismo y 50 m adelante del mismo para Leq son 69,6; 65,7; 66,5 y 68,5 dBA y para vehículos ligeros sobre los mismos puntos son 78,7; 71,9; 74,1 y 76,4, respectivamente.

7.1.3 Resalte extremo

En el resalte prefabricado ubicado en la vía que comunica el municipio de Massamagrell con la playa se realizaron dos pruebas para el total de 134 vehículos (76 normales, 10 monovolúmenes, 35 furgonetas y 13 camperos-SUV) en total de las dos pruebas y los resultados se muestran a continuación.

7.1.3.1 Análisis antes del dispositivo

Los resultados promedio de los 134 vehículos ligeros estudiados en las maniobras de deceleración 70 m antes del resalte prefabricado se representan en la Tabla 63 donde se muestran los resultados más importantes de los índices energéticos como el nivel continuo equivalente (Leq), nivel sonoro máximo ($Lmax$) y nivel sonoro mínimo ($Lmin$). Para ilustrar esto, la Figura 163 muestra los índices energéticos ($Lmax$, Leq , $Lmin$) por cada tipo de vehículo ligero analizado en maniobra de deceleración.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN DECELERACIÓN (dBA)			
LIGEROS	Leq	$Lmin$	$Lmax$
NORMAL	80,4	74,6	82,9
FURGONETA	80,3	73,7	83,1
MONOVOLUMEN	81,2	75,4	83,7
SUV-CAMPERO	80,7	75,3	83,3
TOTAL	80,5	74,5	83,1

Tabla 63. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de deceleración 70 m antes del resalte extremo.

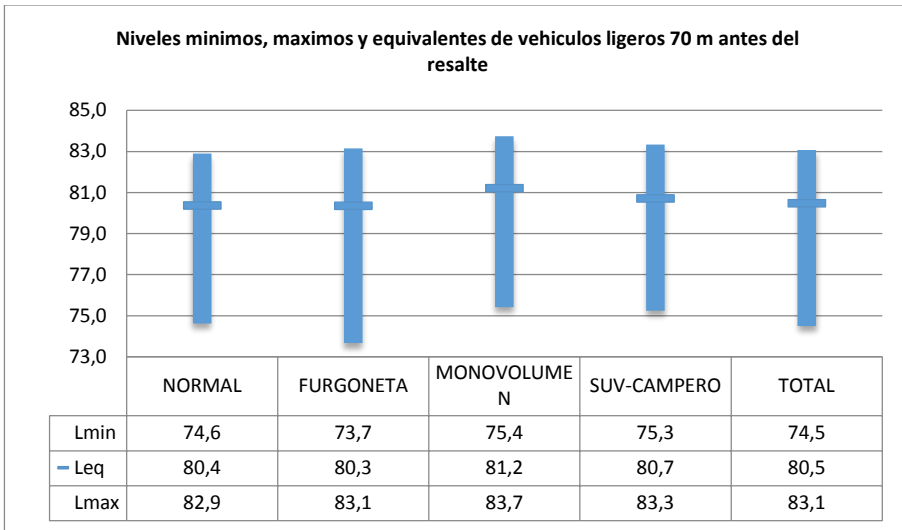


Figura 163. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del resalte (ext).

Se puede ver como las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos ligeros, 70 m antes del resalte, es muy similar en todos los casos y de nuevo los índices energéticos no presentan variaciones significativas por tipo de vehículo.

En la Tabla 64 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del resalte y la Figura 164 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	80,4	67,0	89,2	75,7	76,3	76,8	79,6	82,0	82,3	83,7
FURGONETA	80,3	69,3	90,7	75,7	76,0	76,3	78,5	82,8	83,8	84,8
MONOVOLUMEN	81,2	72,6	87,9	78,8	78,8	78,9	80,2	82,1	82,7	84,0
SUV-CAMPERO	80,7	70,7	86,9	78,5	78,6	78,8	80,2	81,8	82,4	83,1
TOTAL	80,5	67,0	90,7	75,7	76,3	76,9	79,3	82,1	82,7	84,2

Tabla 64. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del resalte (ext).

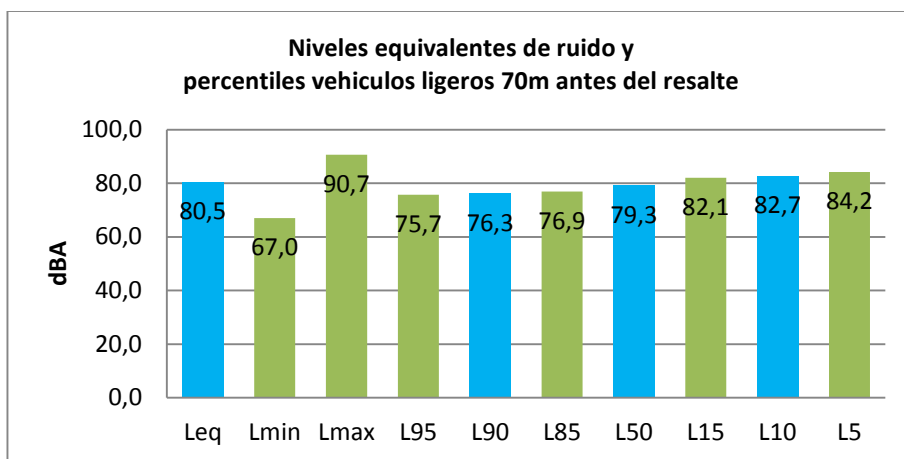


Figura 164. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del resalte (ext).

7.1.3.2 Análisis sobre el dispositivo

En la Tabla 65 se observan los datos de Lmin, Lmax y Leq obtenidos en el análisis de los vehículos ligeros sobre el dispositivo moderador de tráfico resalte prefabricado extremo.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN PASO SOBRE EL DISPOSITIVO (dBA)			
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	77,5	70,4	80,8
FURGONETA	79,0	70,8	82,8
MONOVOLUMEN	79,3	71,3	83,1
SUV-CAMPERO	79,9	72,2	83,5
TOTAL	78,4	70,7	81,9

Tabla 65. Valores promedio de vehículos ligeros en paso sobre el resalte (ext).

La Figura 165 muestra los índices energéticos (Lmax, Leq, Lmin) por cada tipo de vehículo ligero analizado pasando sobre el dispositivo moderador.

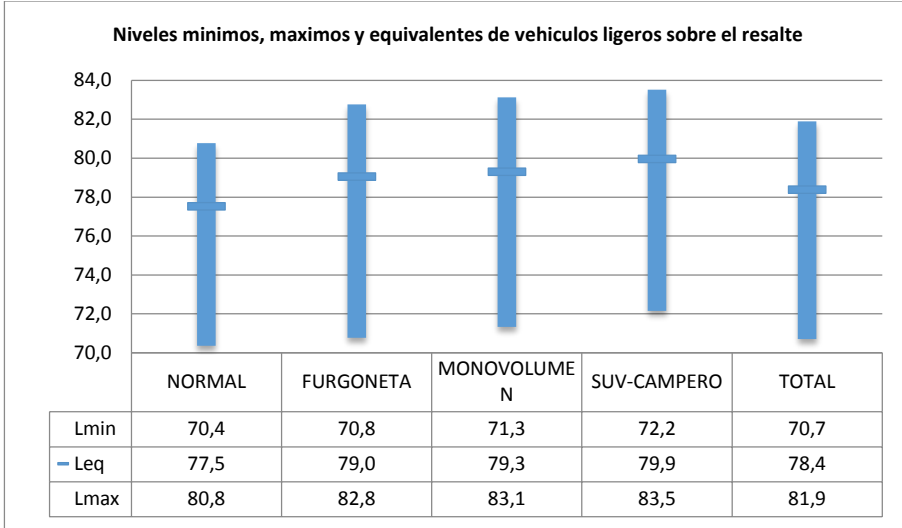


Figura 165. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros sobre el resalte (ext).

Se observa como las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos ligeros sobre el resalte prefabricado, es muy similar en todos los casos. Además, los índices energéticos no presentan variaciones significativas por tipo de vehículo.

La Tabla 66 muestra los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros sobre el resalte y la Figura 166 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	77,5	60,5	88,1	68,8	71,1	72,4	76,8	79,7	80,6	81,3
FURGONETA	79,0	61,3	90,7	71,5	72,0	73,7	76,7	81,2	81,5	83,2
MONOVOLUMEN	79,3	66,0	88,9	75,8	76,9	77,1	77,4	80,9	81,5	82,6
SUV-CAMPERO	79,9	68,1	89,0	73,8	74,8	76,1	78,2	81,8	81,9	83,4
TOTAL	78,4	60,5	90,7	70,0	71,8	73,0	77,1	80,7	81,3	82,1

Tabla 66. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el resalte (ext).

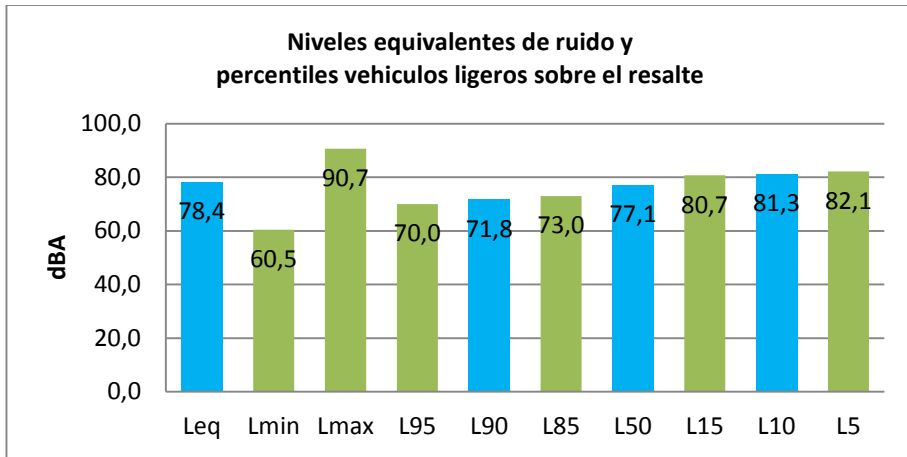


Figura 166. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el resalte (ext).

En el capítulo correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos sobre el resalte. Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 62,5 a 78,4 dBA, L90 aumenta de 35,5 a 71,8 dBA, L50 se amplía de 41,0 a 77,1 dBA y L10 pasa de 59,4 a 81,3 dBA, respectivamente.

Por otra parte si comparamos los datos obtenidos de los vehículos ligeros sobre el resalte prefabricado con los datos 70 m antes del mismo, se comprueba que existe una disminución en el nivel de ruido de los vehículos ligeros. Por ejemplo, el nivel equivalente disminuye de 80,5 a 78,4 dBA, L90 reduce de 76,3 a 71,8 dBA, L50 merma de 79,3 a 77,1 dBA y L10 pasa de 82,7 a 81,3 dBA respectivamente. Se aprecia de estos valores que a pesar de la reducción en la velocidad de los vehículos la reducción en los niveles de ruido no es significativa.

7.1.3.3 Análisis 20 m después del dispositivo

Los datos obtenidos de Lmin, Lmax y Leq en el análisis de la aceleración de los vehículos ligeros 20 m después del dispositivo moderador se observan en la Tabla 67.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN ACELERACIÓN (dBA)			
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	77,1	71,4	79,4
FURGONETA	78,2	71,8	80,9
MONOVOLUMEN	78,6	73,1	80,9
SUV-CAMPERO	78,6	73,2	80,6
TOTAL	77,7	71,8	80,1

Tabla 67. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de aceleración 20 m después del resalte (ext).

La Figura 167 muestra los índices energéticos (Lmax, Leq, Lmin) por cada tipo de vehículo ligero analizado 20 m después de superado el dispositivo moderador.

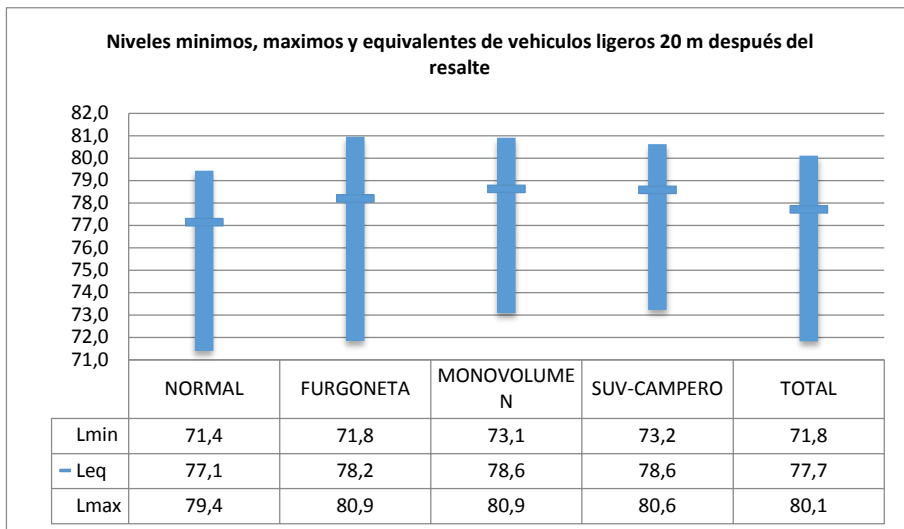


Figura 167. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del resalte (ext).

De nuevo las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos 20 m adelante del resalte, es muy similar en todos los casos, igual que ocurrió sobre el dispositivo. Además, los índices energéticos no presentan variaciones significativas fuertes por tipo de vehículo.

Los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros 20 m después del resalte se observan en la Tabla 68 y Figura 168 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	77,1	63,8	85,9	69,5	71,8	72,9	76,2	79,9	80,2	80,7
FURGONETA	78,2	66,7	88,2	71,4	71,9	72,4	76,9	80,1	81,2	82,9
MONOVOLUMEN	78,6	68,4	85,0	76,0	76,0	76,1	77,0	79,7	80,1	81,5
SUV-CAMPERO	78,6	65,9	85,6	73,7	74,2	75,0	77,7	79,5	80,2	81,8
TOTAL	77,7	63,8	88,2	71,0	72,1	73,3	76,8	80,0	80,5	81,4

Tabla 68. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del lomo resalte (ext).

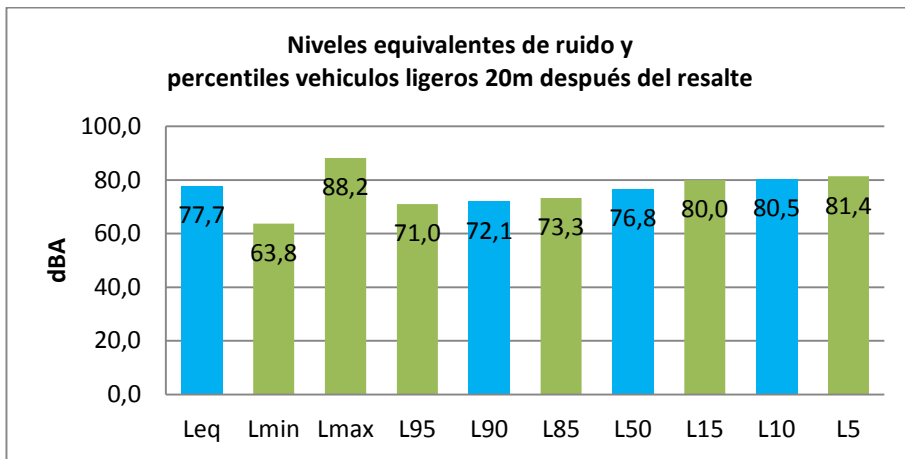


Figura 168. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del resalte (int).

En el capítulo correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba en este punto que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos sobre el resalte.

Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 62,4 a 77,7 dBA, L90 aumenta de 36,0 a 72,1 dBA, L50 se amplía de 41,2 a 76,8 dBA y L10 pasa de 60,6 a 80,5 dBA, respectivamente.

Anteriormente también se determinaron y mostraron los valores de ruido producidos por el paso de vehículos ligeros sobre el resalte. Ahora, al comparar estos datos con los obtenidos para vehículos ligeros 20 m adelante del dispositivo se observa lo siguiente. El nivel equivalente pasa de 78,4 a 77,7 dBA, L90 era de 71,8 y aumenta a 72,1 dBA, L50 era de 77,1 y pasa a 76,8 dBA y por ultimo L10 pasa de 81,3 a 80,5 dBA. Lo que muestra que sobre este punto se conservan los mismos niveles de ruido debido a la aceleración y a pesar de las disminuciones de velocidad del vehículo encontradas en este punto en esta toma de datos.

7.1.3.4 Análisis 50 m después del dispositivo

Para el análisis de los vehículos ligeros 50 m después del dispositivo moderador tipo resalte prefabricado los datos de Lmin, Lmax y Leq obtenidos se observan en la Tabla 69.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS 50 METROS DESPUÉS (dBA)			
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	78,4	73,0	80,7
FURGONETA	78,9	72,8	81,6
MONOVOLUMEN	79,0	73,8	81,3
SUV-CAMPERO	78,9	73,2	81,2
TOTAL	78,6	73,0	81,1

Tabla 69. Valores promedio de vehículos ligeros 50 m después del resalte (ext).

Para ilustrar esto, la Figura 169 muestra los índices energéticos (Lmax, Leq, Lmin) por cada tipo de vehículo ligero analizado 50 m después del resalte.

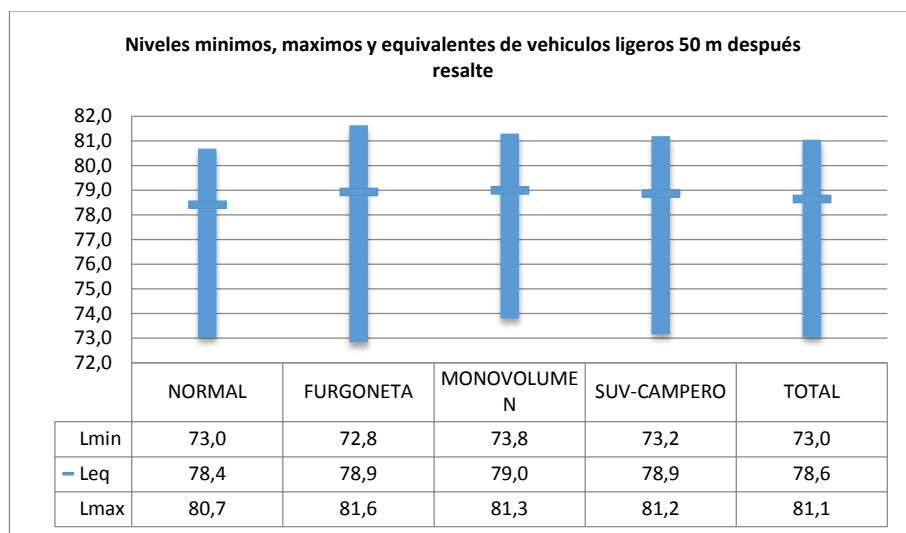


Figura 169. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros 50 m después del resalte (ext).

Se puede ver como las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos ligeros, 50 m después del resalte, es muy similar en todos los casos y los índices energéticos no presentan variaciones significativas por tipo de vehículo.

En la Tabla 70 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros en maniobras de aceleración 50 m después del resalte y la Figura 170 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	78,4	67,9	85,4	72,5	74,1	74,9	77,8	80,5	81,0	82,1
FURGONETA	78,9	66,0	88,1	72,8	74,7	75,0	78,3	80,9	81,8	82,8
MONOVOLUMEN	79,0	69,7	84,5	76,7	76,9	77,1	78,1	80,4	81,0	81,5
SUV-CAMPERO	78,9	69,5	85,6	74,9	75,2	75,7	78,0	80,2	80,4	81,4
TOTAL	78,6	66,0	88,1	73,2	74,6	75,0	77,8	80,5	81,3	82,5

Tabla 70. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del resalte (ext).

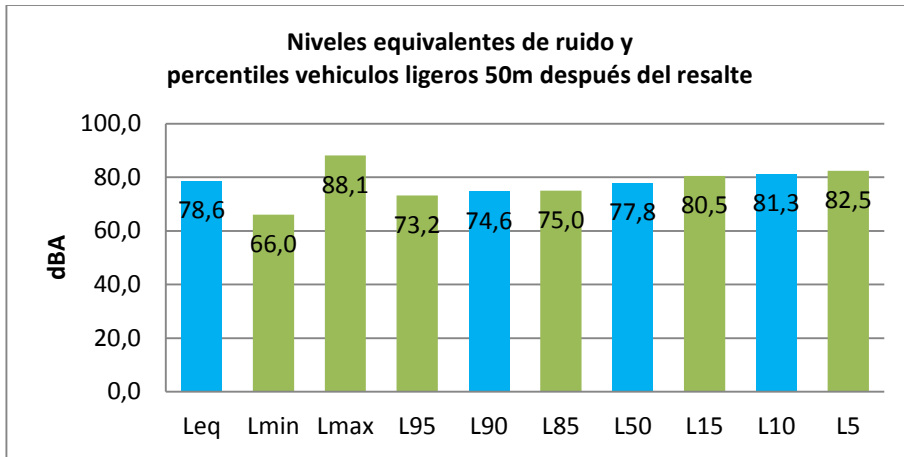


Figura 170. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del resalte (ext).

En el capítulo correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba en este punto que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos sobre el resalte. Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 63,2 a 78,6 dBA, L90 aumenta de 37,5 a 74,6 dBA, L50 se amplía de 42,4 a 77,8 dBA y L10 pasa de 60,5 a 81,3 dBA, respectivamente.

Anteriormente también se determinaron y mostraron los valores de ruido producidos por el paso de vehículos ligeros 20 m delante del resalte prefabricado. Ahora, al comparar estos datos con los obtenidos para vehículos ligeros 50 m adelante del dispositivo se observa lo siguiente. El nivel equivalente pasa de 77,7 a 78,6 dBA, L90 era de 72,1 y aumenta a 74,6 dBA, L50 era de 76,8 y pasa a 77,8 dBA y por último L10 pasa de 80,5 a 81,3 dBA. Lo que muestra que sobre este punto se aumenta el ruido debido a una mayor velocidad del vehículo.

Para concluir, la Tabla 71 muestra los valores promedio obtenidos en las todas las maniobras estudiadas sobre este dispositivo moderador de tráfico para todos los tipos de vehículos. Se observa como los niveles de ruido producidos por los vehículos ligeros antes de llegar al resalte son superiores a los que se generan sobre el dispositivo. Se determinó que las variaciones de ruido son en promedio 1,5 dBA menores sobre el resalte que 70 m antes de él para los niveles sonoros Leq y Lmax. Este valor es muy bajo y muestra que a pesar de la disminución en la velocidad los niveles de ruido sobre este moderador no disminuyen debido al golpe de los neumáticos sobre el mismo.

VALORES PROMEDIO EN dBA PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN TODAS LAS MANIOBRAS (RESALTE EXTREMO)												
LIGEROS	-70 m			SOBRE			+20 m			+50 m		
	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	80,4	74,6	82,9	77,5	70,4	80,8	77,1	71,4	79,4	78,4	73,0	80,7
FURGONETA	80,3	73,7	83,1	79,0	70,8	82,8	78,2	71,8	80,9	78,9	72,8	81,6
MONOVOLU MEN	81,2	75,4	83,7	79,3	71,3	83,1	78,6	73,1	80,9	79,0	73,8	81,3
SUV- CAMPERO	80,7	75,3	83,3	79,9	72,2	83,5	78,6	73,2	80,6	78,9	73,2	81,2
TOTAL	80,5	74,5	83,1	78,4	70,7	81,9	77,7	71,8	80,1	78,6	73,0	81,1

Tabla 71. Valores promedio en todas las maniobras del resalte (ext).

Con respecto al ruido de los vehículos ligeros sobre el resalte y 20 m delante del mismo se observa como los niveles de ruido para los niveles sonoro Leq y Lmax disminuyen en promedio 2 dBA. Esto se presenta debido a que en muchos casos la velocidad 20 m delante del moderador es inferior a la que existe sobre el moderador, pero los niveles no descienden notablemente debido a la aceleración y que los niveles sobre el moderador están afectados por el golpe de los neumáticos con el moderador de tráfico.

Por ultimo las diferencias para los niveles sonoro Leq y Lmax entre los vehículos sobre el moderador y los vehículos 50 m delante del mismo son en promedio menores a 1 dBA. De nuevo aunque los vehículos van a mayor velocidad en este punto los niveles de ruido se conservan debido a que sobre el moderador se produce un golpe entre los neumáticos y el propio dispositivo.

Al comparar los valores obtenidos para vehículos ligeros mostrados anteriormente y los valores globales de la prueba, se observa la influencia del ruido producido por los vehículos en la travesía, ya que los niveles de ruido globales de la prueba 70 m antes, sobre el dispositivo, 20 m adelante del mismo y 50 m adelante del mismo para Leq son 63,9; 62,5; 62,4 y 63,2 dBA y para vehículos ligeros sobre los mismos puntos son 80,5; 78,4; 77,7 y 78,6, respectivamente.

7.1.4 Paso peatonal elevado extremo

En este dispositivo ubicado en El Puig, se analizaron un total de 149 vehículos ligeros (97 normales, 14 monovolúmenes, 17 furgonetas y 21 camperos-SUV).

7.1.4.1 Análisis antes del dispositivo

Los resultados promedio de los 149 vehículos ligeros estudiados en las maniobras de deceleración 70 m antes del paso elevado se muestran en la Tabla 72 donde se muestran los resultados más importantes de los índices energéticos como el nivel continuo equivalente (Leq), nivel sonoro máximo (Lmax) y nivel sonoro mínimo (Lmin).

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN DECELERACIÓN (dBA)			
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	74,9	70,7	76,7
FURGONETA	74,8	70,4	76,4
MONOVOLUMEN	73,7	69,8	75,4
SUV-CAMPERO	75,0	71,0	76,8
TOTAL	74,8	70,6	76,6

Tabla 72. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de deceleración 70 m antes del paso elevado extremo.

Para ilustrar esto, la Figura 171 muestra los índices energéticos (Lmax, Leq, Lmin) por cada tipo de vehículo ligero analizado en maniobra de deceleración. Además, se puede ver como las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos ligeros, 70 m antes del paso peatonal elevado, es muy similar en todos los casos y los índices energéticos no presentan variaciones significativas por tipo de vehículo.

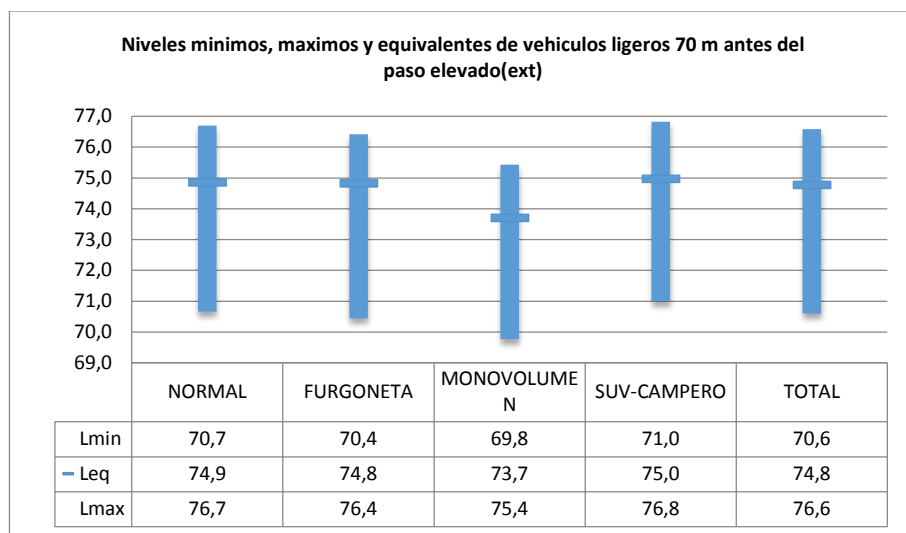


Figura 171. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del paso elevado (ext).

En la Tabla 73 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del paso elevado y la Figura 172 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	74,9	63,0	82,2	69,6	71,4	72,1	74,3	76,5	77,1	77,9
FURGONETA	74,8	66,8	82,5	70,1	70,2	70,7	73,1	76,5	78,3	80,0
MONOVOLUMEN	73,7	67,7	79,0	71,0	71,4	71,7	73,0	75,2	75,8	76,1
SUV-CAMPERO	75,0	67,7	80,3	71,3	71,4	71,5	74,4	76,6	77,9	77,9
TOTAL	74,8	63,0	82,5	69,9	71,2	71,8	74,1	76,5	77,2	78,0

Tabla 73. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del paso elevado (ext).

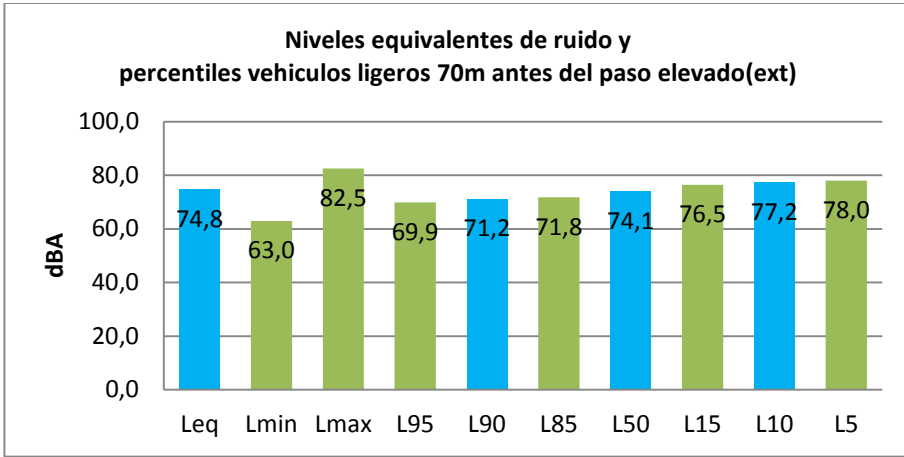


Figura 172. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del paso elevado (ext).

7.1.4.2 Análisis sobre el dispositivo

En la Tabla 74 se observan los datos de Lmin, Lmax y Leq obtenidos en el análisis de los vehículos ligeros sobre el dispositivo moderador de tráfico tipo paso peatonal elevado extremo.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN PASO SOBRE EL DISPOSITIVO (dBA)			
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	66,4	63,7	67,8
FURGONETA	67,5	64,8	68,7
MONOVOLUMEN	64,7	62,8	65,5
SUV-CAMPERO	67,2	64,4	68,7
TOTAL	66,6	63,8	67,9

Tabla 74. Valores promedio de vehículos ligeros en paso sobre el paso elevado (ext).

La Figura 173 muestra los índices energéticos (Lmax, Leq, Lmin) por cada tipo de vehículo ligero analizado pasando sobre el dispositivo moderador.

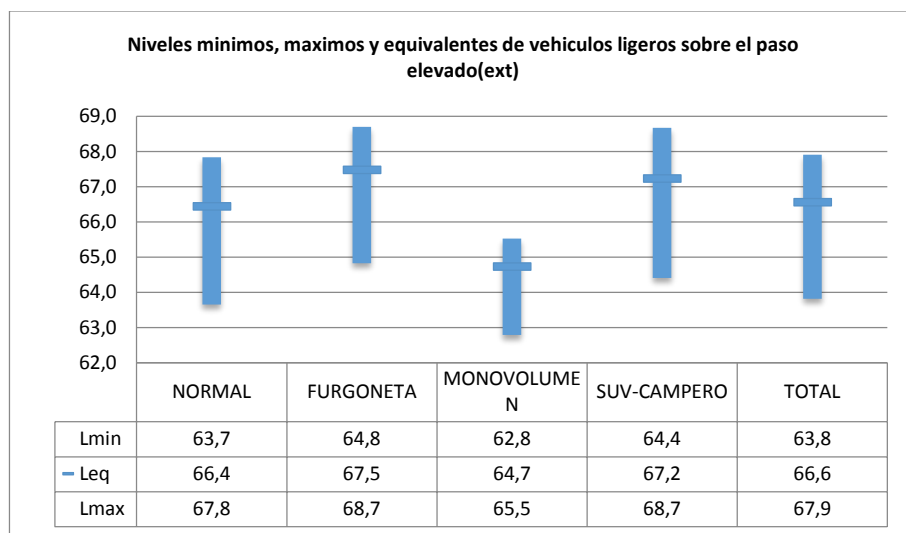


Figura 173. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext).

Se observa como las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos ligeros sobre el paso elevado, es muy similar en casi todos los casos con excepción del vehículo tipo monovolumen que presenta niveles entre 2 y 3 dBA menores. Además, los índices energéticos no presentan variaciones significativas para el resto de vehículos tipo.

En la Tabla 75 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros sobre el paso elevado y la Figura 174 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	66,4	55,4	76,2	59,9	61,4	62,0	65,2	68,8	69,5	70,3
FURGONETA	67,5	57,0	73,4	63,3	64,6	65,0	66,4	68,8	69,8	70,7
MONOVOLUMEN	64,7	55,3	69,9	58,2	59,7	61,0	64,8	65,8	66,2	67,4
SUV-CAMPERO	67,2	61,1	73,1	62,7	62,8	62,8	65,5	69,0	70,4	70,5
TOTAL	66,6	55,3	76,2	60,2	61,7	62,4	65,3	68,9	69,5	70,5

Tabla 75. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext).

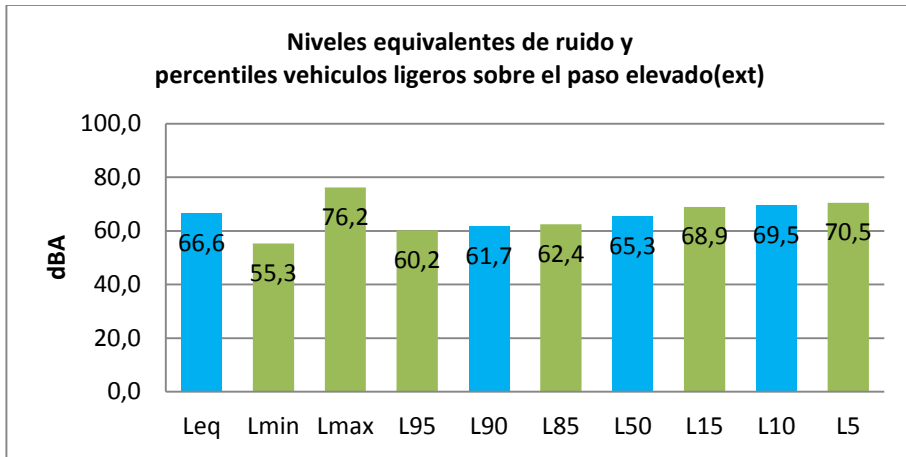


Figura 174. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext).

En el capítulo anterior correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos sobre el paso elevado. Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 62,0 a 66,6 dBA, L90 aumenta de 44,4 a 61,7 dBA, L50 se amplía de 54,2 a 65,3 dBA y L10 pasa de 64,7 a 69,5 dBA, respectivamente.

Por otra parte si comparamos los datos obtenidos de los vehículos ligeros sobre el paso elevado con los datos 70 m antes del mismo, se comprueba que existe una disminución en el nivel de ruido de los vehículos ligeros. Por ejemplo, el nivel equivalente disminuye de 74,8 a 66,6 dBA, L90 reduce de 71,2 a 61,7 dBA, L50 merma de 74,1 a 65,3 dBA y L10 pasa de 77,2 a 69,5 dBA, respectivamente. Esto muestra que para este caso las disminuciones de ruido son importantes pero de ello se hablará más adelante.

7.1.4.3 Análisis 20 m después del dispositivo

Para el análisis de la aceleración de los vehículos ligeros 20 m después del dispositivo moderador tipo paso elevado los datos de L_{min} , L_{max} y Leq obtenidos se observan en la Tabla 76.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN ACELERACIÓN (dBA)			
LIGEROS	Leq	L_{min}	L_{max}
NORMAL	71,2	67,6	72,7
FURGONETA	72,9	68,2	74,8
MONOVOLUMEN	70,2	66,8	71,3
SUV-CAMPERO	72,9	68,6	74,5
TOTAL	71,6	67,7	73,2

Tabla 76. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de aceleración 20 m después del paso elevado (ext).

La Figura 175 muestra los índices energéticos (L_{max} , Leq , L_{min}) por cada tipo de vehículo ligero analizado 20 m después de superado el dispositivo moderador. Se puede ver que las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos 20 m adelante del paso elevado, es muy similar en todos los casos, aunque destacan sobre los demás el ruido de los vehículos tipo furgoneta y campero-SUV. Además, también se aprecia como los vehículos tipo monovolumen presentan los valores más bajos algo que ya se había presentado sobre el dispositivo moderador.

Los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros 20 m después del paso elevado se observan en la Tabla 77 y la Figura 176 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

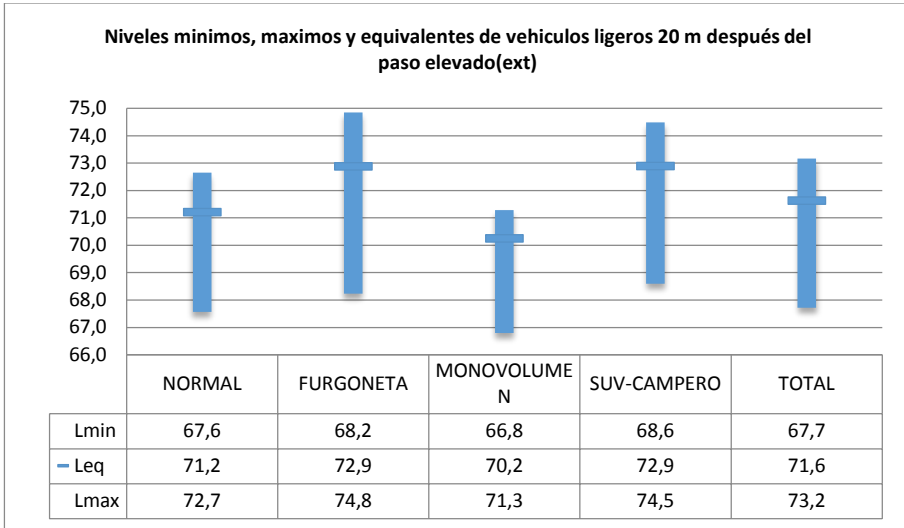


Figura 175. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del paso elevado (ext).

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	71,2	59,8	78,0	65,8	66,8	67,8	70,4	72,9	73,3	74,4
FURGONETA	72,9	64,3	83,5	68,4	69,1	69,1	70,6	72,7	74,0	76,8
MONOVOLUMEN	70,2	58,9	75,9	64,3	66,2	66,8	69,7	71,3	72,3	73,4
SUV-CAMPERO	72,9	63,8	78,9	67,1	67,8	68,4	73,3	74,4	74,6	75,0
TOTAL	71,6	58,9	83,5	65,9	66,8	68,0	70,6	73,3	73,9	75,1

Tabla 77. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del paso elevado (ext).

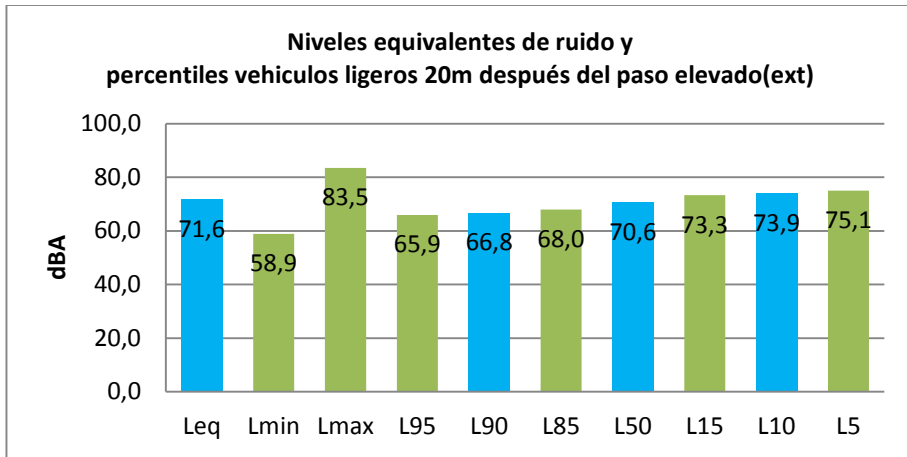


Figura 176. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del paso elevado (ext).

En el capítulo anterior, correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba en este punto que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos sobre el paso elevado. Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 64,7 a 71,6 dBA, L90 aumenta de 44,8 a 66,8 dBA, L50 se amplía de 54,3 a 70,6 dBA y L10 pasa de 67,6 a 73,9 dBA, respectivamente.

Al comparar los valores de ruido producidos por el paso de vehículos ligeros sobre el paso elevado con los obtenidos para vehículos ligeros 20 m adelante del dispositivo se observa lo siguiente: el nivel equivalente pasa de 66,6 a 71,6 dBA, L90 era de 61,7 y aumenta a 66,8 dBA, L50 era de 65,3 y pasa a 70,6 dBA y por ultimo L10 pasa de 69,5 a 73,9 dBA. Lo que muestra que sobre este punto se aumenta el ruido debido a la aceleración y velocidad de los vehículos.

7.1.4.4 Análisis 50 m después del dispositivo

Para el análisis de los vehículos ligeros 50 m después del dispositivo moderador los datos de Lmin, Lmax y Leq obtenidos se observan en la Tabla 78. La Figura 177 muestra los índices energéticos (Lmax, Leq, Lmin) por cada tipo de vehículo ligero analizado 50 m después del paso peatonal elevado.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS 50 METROS DESPUÉS (dBA)			
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	74,5	70,5	76,2
FURGONETA	75,2	70,6	77,0
MONOVOLUMEN	72,7	69,2	74,2
SUV-CAMPERO	75,7	71,5	77,4
TOTAL	74,6	70,6	76,4

Tabla 78. Valores promedio de vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (ext).

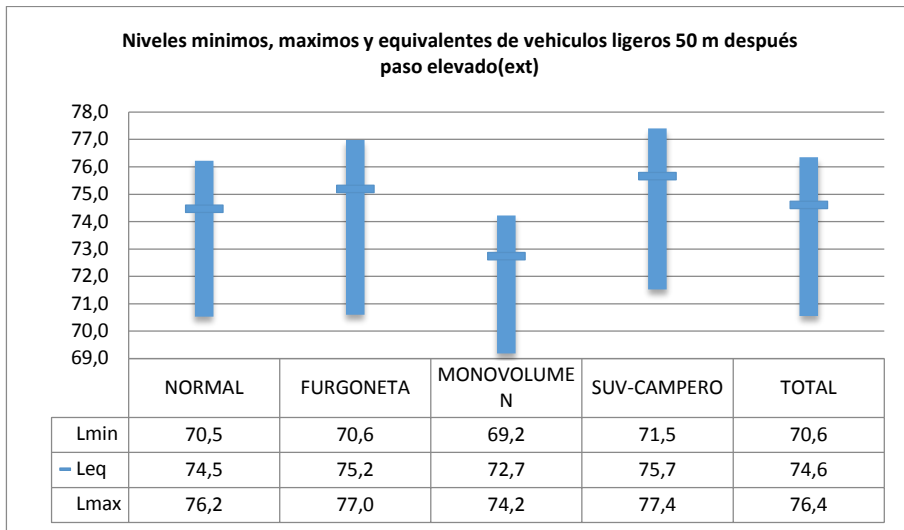


Figura 177. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (ext).

Se puede ver que las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos 50 m adelante del paso elevado, es muy similar en todos los casos, aunque destacan sobre los demás el ruido de los vehículos tipo furgoneta y campero-SUV. Además, también se aprecia como los vehículos tipo monovolumen presentan los valores más bajos algo que ya se había presentado sobre el dispositivo moderador y 20 m después del mismo.

En la Tabla 79 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros en maniobras de aceleración 50 m después del paso elevado.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	74,5	63,8	84,0	68,9	70,2	70,9	73,6	76,5	77,6	78,1
FURGONETA	75,2	63,5	82,4	68,7	70,0	70,9	73,3	78,1	78,2	78,7
MONOVOLUMEN	72,7	62,7	76,1	68,3	70,8	71,6	72,8	73,8	73,9	74,2
SUV-CAMPERO	75,7	67,0	82,9	69,8	71,0	72,7	75,5	76,6	76,7	77,1
TOTAL	74,6	62,7	84,0	69,0	70,2	71,0	73,6	76,6	77,6	78,2

Tabla 79. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del paso elevado (ext).

La Figura 178 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

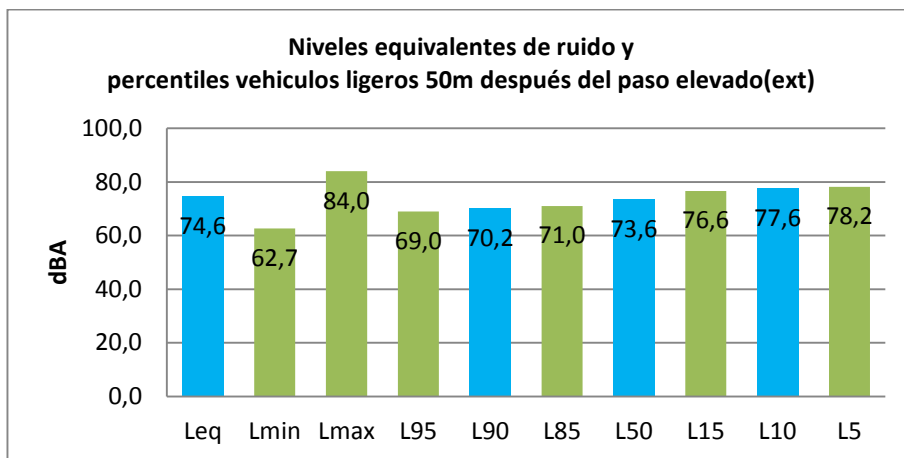


Figura 178. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del paso elevado (ext).

Anteriormente también se determinaron y mostraron los valores de ruido producidos por el paso de vehículos ligeros 20 m después del paso peatonal elevado. Ahora, al comparar estos datos con los obtenidos para vehículos ligeros 50 m adelante del dispositivo moderador se observa lo siguiente: el nivel equivalente pasa de 71,6 a 74,6 dBA, L90 era de 66,8 y aumenta a 70,2 dBA, L50 era de 70,6 y pasa a 73,6 dBA y por último L10 pasa de 73,9 a 77,6 dBA.

Lo que muestra que sobre este punto se aumenta el ruido debido a una mayor velocidad del vehículo.

Para concluir, la Tabla 80 muestra los valores promedio obtenidos en las todas las maniobras estudiadas sobre el dispositivo moderador de tráfico tipo paso peatonal elevado para todos los tipos de vehículos.

VALORES PROMEDIO EN dBA PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN TODAS LAS MANIOBRAS (PASO ELEVADO EXTREMO)												
LIGEROS	-70 m			SOBRE			+20 m			+50 m		
	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	74,9	70,7	76,7	66,4	63,7	67,8	71,2	67,6	72,7	74,5	70,5	76,2
FURGONETA	74,8	70,4	76,4	67,5	64,8	68,7	72,9	68,2	74,8	75,2	70,6	77,0
MONOVOLU MEN	73,7	69,8	75,4	64,7	62,8	65,5	70,2	66,8	71,3	72,7	69,2	74,2
SUV- CAMPERO	75,0	71,0	76,8	67,2	64,4	68,7	72,9	68,6	74,5	75,7	71,5	77,4
TOTAL	74,8	70,6	76,6	66,6	63,8	67,9	71,6	67,7	73,2	74,6	70,6	76,4

Tabla 80. Valores promedio en todas las maniobras del paso elevado (ext).

Se observa como los niveles de ruido producidos por los vehículos ligeros antes de llegar al paso elevado son muy superiores a los que se generan sobre el dispositivo. Se determinó que las variaciones de ruido son en promedio 8,5 dBA menores sobre el paso elevado que 70 m antes de él para los niveles sonoro Leq y Lmax que es un valor bastante alto.

Con respecto al ruido de los vehículos ligeros sobre el paso elevado y 20 m delante del mismo se observa como los niveles de ruido para los niveles sonoro Leq y Lmax aumentan en promedio 5,0 dBA. Además, los niveles de ruido presentados 50 m después del moderador alcanzan valores muy similares a los presentados 70 m antes del dispositivo aunque las velocidades son menores lo que muestra que la influencia de la aceleración en los niveles de ruido y los niveles son en promedio 8,5 dBA mayores a los presentados sobre el moderador.

Al comparar los valores obtenidos para vehículos ligeros mostrados anteriormente y los valores globales de la prueba, se observa la influencia del ruido producido por los vehículos en la travesía, ya que los niveles de ruido

globales de la prueba 70 m antes, sobre el dispositivo, 20 m y 50 m adelante del mismo para Leq son 65,7; 62,0; 64,7 y 66,1 dBA y para vehículos ligeros sobre los mismos puntos son 74,8; 66,6 y 71,6 y 74,6, respectivamente.

7.1.5 Paso peatonal elevado intermedio

En este dispositivo moderador ubicado en Albalat de la Ribera, se analizaron un total de 180 vehículos ligeros (110 normales, 14 monovolúmenes, 40 furgonetas y 16 camperos-SUV).

7.1.5.1 Análisis antes del dispositivo

Los resultados promedio de los 180 vehículos ligeros estudiados en las maniobras de deceleración 50 m antes del paso elevado se muestran en la Tabla 81 donde se muestran los resultados más importantes de los índices energéticos como el nivel continuo equivalente (Leq), nivel sonoro máximo ($Lmax$) y nivel sonoro mínimo ($Lmin$).

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN DECELERACIÓN (dBA)			
LIGEROS	Leq	$Lmin$	$Lmax$
NORMAL	76,7	72,8	78,5
FURGONETA	76,7	72,2	78,5
MONOVOLUMEN	77,1	73,4	78,6
SUV-CAMPERO	77,9	73,7	79,6
TOTAL	76,9	72,8	78,6

Tabla 81. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de deceleración 50 m antes del paso elevado intermedio.

Para ilustrar esto, la Figura 179 muestra los índices energéticos ($Lmax$, Leq , $Lmin$) por cada tipo de vehículo ligero analizado en maniobra de deceleración.

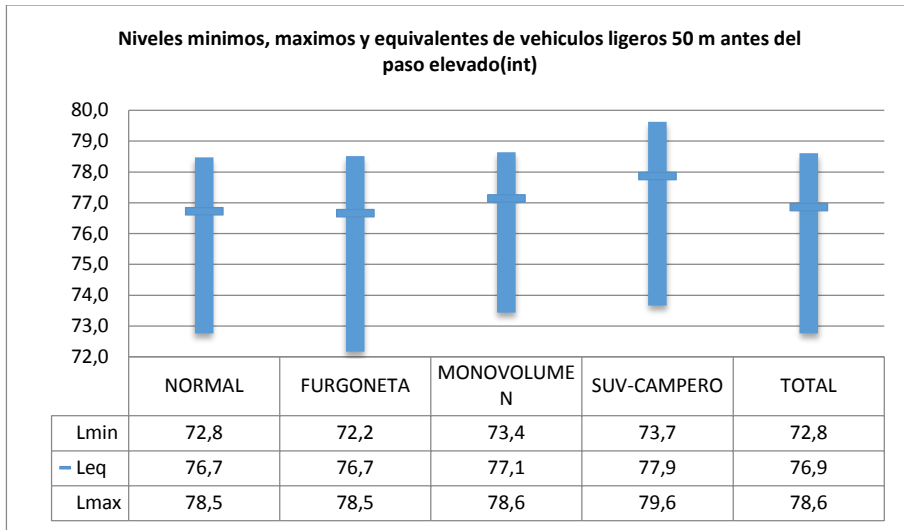


Figura 179. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del paso elevado (int).

Las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos ligeros, 50 m antes del paso peatonal elevado, es muy similar en todos los casos y los índices energéticos no presentan variaciones significativas por tipo de vehículo.

En la Tabla 82 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros en maniobras de deceleración 70 m antes del paso elevado y la Figura 180 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dba)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	76,7	64,8	84,2	71,9	72,9	73,3	76,7	78,6	78,9	79,3
FURGONETA	76,7	64,5	84,6	71,7	72,9	73,2	76,2	78,1	78,7	79,6
MONOVOLUMEN	77,1	66,4	81,9	71,3	72,7	73,0	76,7	79,6	79,9	80,0
SUV-CAMPERO	77,9	69,9	83,5	74,6	75,0	75,4	77,5	78,9	79,4	80,3
TOTAL	76,9	64,5	84,6	71,9	73,0	73,3	76,7	78,7	78,9	79,7

Tabla 82. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del paso elevado (int).

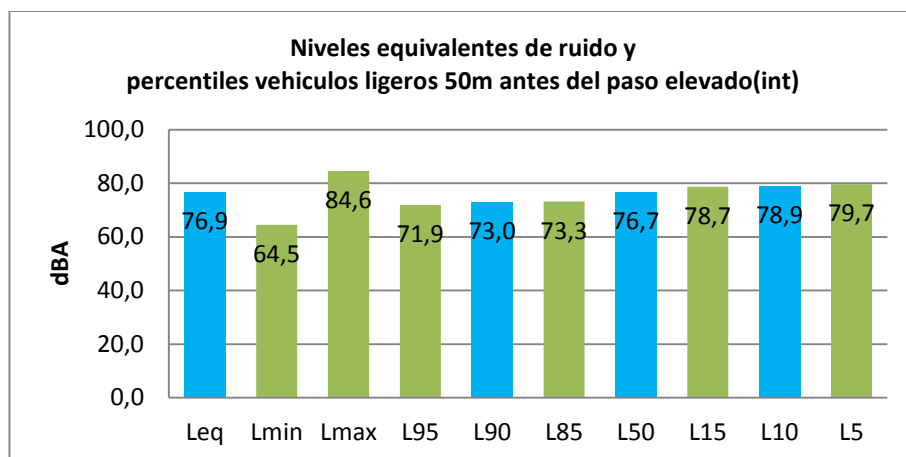


Figura 180. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m antes del paso elevado (int).

7.1.5.2 Análisis sobre el dispositivo

En la Tabla 83 se observan los datos de Lmin, Lmax y Leq obtenidos en el análisis de los vehículos ligeros sobre el dispositivo moderador de tráfico tipo paso peatonal elevado intermedio.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN PASO SOBRE EL DISPOSITIVO (dBA)			
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	68,2	66,3	69,1
FURGONETA	68,6	66,0	70,1
MONOVOLUMEN	67,4	65,6	68,4
SUV-CAMPERO	69,4	66,8	70,4
TOTAL	68,3	66,2	69,4

Tabla 83. Valores promedio de vehículos ligeros en paso sobre el paso elevado (int).

La Figura 181 muestra los índices energéticos (Lmax, Leq, Lmin) por cada tipo de vehículo ligero analizado pasando sobre el dispositivo moderador.

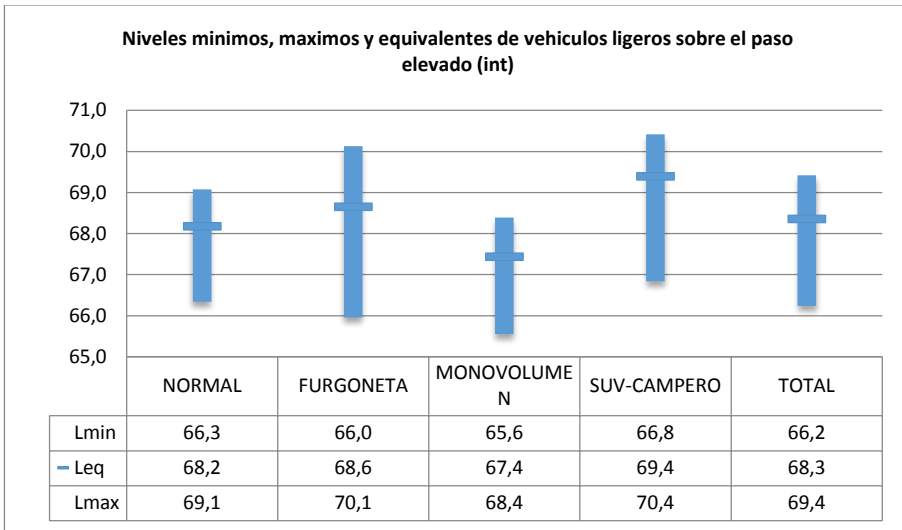


Figura 181. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros sobre el paso elevado (int).

Se observa como las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos ligeros sobre el paso elevado, es muy similar en casi todos los casos con excepción del vehículo tipo monovolumen que presenta niveles un poco menores. Además, los índices energéticos no presentan variaciones significativas para el resto de vehículos tipo.

En la Tabla 84 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros sobre el paso elevado y la Figura 182 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dba)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	68,2	59,8	75,6	63,6	64,1	64,6	67,2	70,3	70,9	72,3
FURGONETA	68,6	59,7	78,8	62,5	63,0	64,3	66,9	71,1	71,4	72,4
MONOVOLUMEN	67,4	62,4	72,1	63,7	64,2	64,3	66,4	69,4	70,2	70,8
SUV-CAMPERO	69,4	61,6	74,3	64,5	64,7	65,1	67,4	71,6	72,1	72,8
TOTAL	68,3	59,7	78,8	63,0	64,1	64,6	67,1	70,6	71,3	72,3

Tabla 84. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el paso elevado (int).

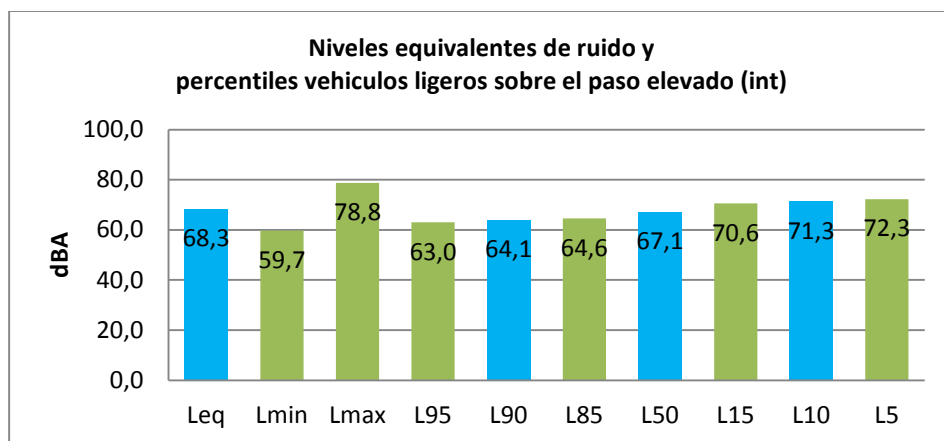


Figura 182. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros sobre el paso elevado (int).

En el capítulo anterior correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos sobre el paso elevado. Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 63,3 a 68,3 dBA, L90 aumenta de 51,3 a 64,1 dBA, L50 se amplía de 57,7 a 67,1 dBA y L10 pasa de 67,0 a 71,3 dBA, respectivamente.

Por otra parte si comparamos los datos obtenidos de los vehículos ligeros sobre el paso elevado con los datos 50 m antes del mismo, se comprueba que existe una disminución en el nivel de ruido de los vehículos ligeros. Por ejemplo, el nivel equivalente disminuye de 76,9 a 68,3 dBA, L90 reduce de 73,0 a 64,1 dBA, L50 merma de 76,7 a 67,1 dBA y L10 pasa de 78,9 a 73,1 dBA, respectivamente.

7.1.5.3 Análisis 20 m después del dispositivo

Para el análisis de la aceleración de los vehículos ligeros 20 m después del dispositivo moderador tipo paso elevado los datos de Lmin, Lmax y Leq obtenidos se observan en la Tabla 85.

La Figura 183 muestra los índices energéticos (Lmax, Leq, Lmin) por cada tipo de vehículo ligero analizado 20 m después de superado el dispositivo moderador.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN ACCELERACIÓN (dBA)			
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	72,4	68,7	73,8
FURGONETA	72,7	68,6	74,4
MONOVOLUMEN	72,4	69,0	73,9
SUV-CAMPERO	73,7	69,2	75,5
TOTAL	72,6	68,8	74,1

Tabla 85. Valores promedio de vehículos ligeros en maniobra de aceleración 20 m después del paso elevado (int).

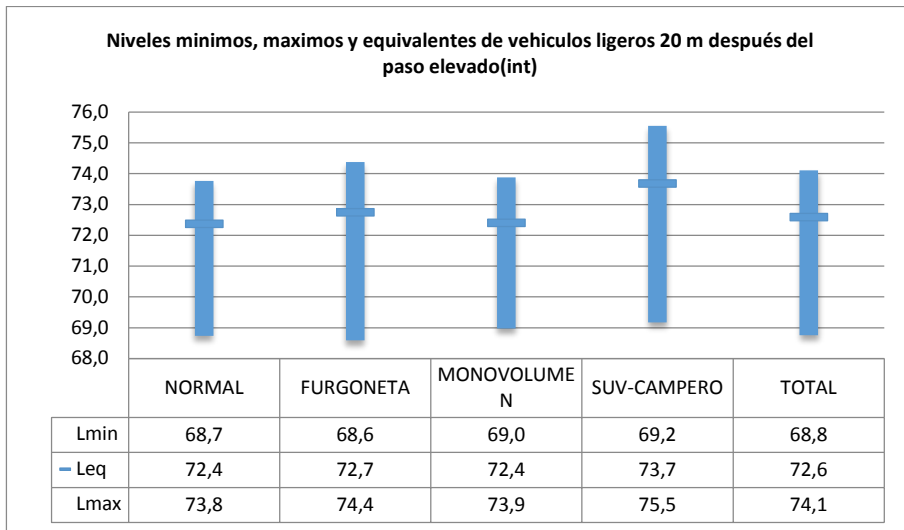


Figura 183. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del paso elevado (int).

Se puede ver que las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos 20 m adelante del paso elevado, es muy similar en todos los casos, aunque destacan sobre los demás el ruido de los vehículos tipo campero-SUV y los índices energéticos para el resto de vehículos no presentan variaciones significativas por tipo de vehículo.

Los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros 20 m después del paso elevado se observan en la Tabla 86 y la Figura 184 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	72,4	64,0	78,6	68,2	69,3	69,7	71,9	74,3	75,0	75,6
FURGONETA	72,7	63,6	78,7	69,0	69,8	70,0	72,3	74,5	75,2	76,1
MONOVOLUMEN	72,4	64,5	77,2	69,5	69,7	69,8	71,9	74,4	74,6	74,9
SUV-CAMPERO	73,7	65,3	79,8	68,9	69,6	70,3	72,7	76,0	76,3	76,9
TOTAL	72,6	63,6	79,8	68,4	69,3	69,8	72,1	74,5	75,2	76,0

Tabla 86. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del paso elevado (int).

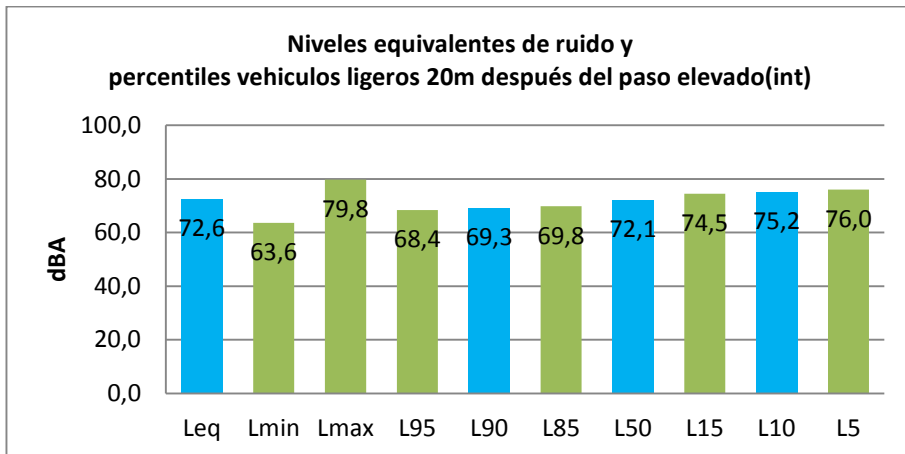


Figura 184. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de aceleración 20 m después del paso elevado (int).

En el capítulo anterior, correspondiente al desarrollo experimental del estudio se mostraron los índices energéticos y los percentiles generales de la prueba en este punto que al compararlos con los obtenidos para los vehículos ligeros, muestran la influencia en el ruido de la zona por parte de estos sobre el paso elevado. Por ejemplo, el nivel equivalente se ve incrementado de 65,0 a 72,6 dBA, L90 aumenta de 46,8 a 69,3 dBA, L50 se amplía de 56,4 a 72,1 dBA y L10 pasa de 68,7 a 75,2 dBA, respectivamente.

Al comparar los valores de ruido producidos por el paso de vehículos ligeros sobre el paso elevado con los obtenidos para vehículos ligeros 20 m adelante del dispositivo se observa lo siguiente. El nivel equivalente pasa de 68,3 a 72,6

dBA, L90 era de 64,1 y aumenta a 69,3 dBA, L50 era de 67,1 y pasa a 72,1 dBA y por ultimo L10 pasa de 71,3 a 75,2 dBA. Lo que muestra que sobre este punto se aumenta el ruido debido a la aceleración y velocidad de los vehículos.

7.1.5.4 Análisis 50 m después del dispositivo

Para el análisis de los vehículos ligeros 50 m después del dispositivo moderador los datos de Lmin, Lmax y Leq obtenidos se observan en la Tabla 87.

VALORES PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS 50 METROS DESPUÉS (dBA)			
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	75,5	71,4	77,1
FURGONETA	76,1	71,8	77,7
MONOVOLUMEN	75,7	71,7	77,3
SUV-CAMPERO	76,8	71,9	78,8
TOTAL	75,7	71,6	77,4

Tabla 87. Valores promedio de vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (int).

En la Figura 185 se puede ver que las variaciones del ruido producido por el paso de los vehículos 50 m adelante del paso elevado, es muy similar en todos los casos, aunque destacan sobre los demás el ruido de los vehículos tipo furgoneta y campero-SUV. Además, también se aprecia como los vehículos tipo campero-SUV presentan valores un poco más altos.

En la Tabla 88 se observan los índices energéticos de ruido absolutos y percentiles de ruido para los vehículos ligeros en maniobras de aceleración 50 m después del paso elevado y la Figura 186 muestra los valores para el total de vehículos ligeros.

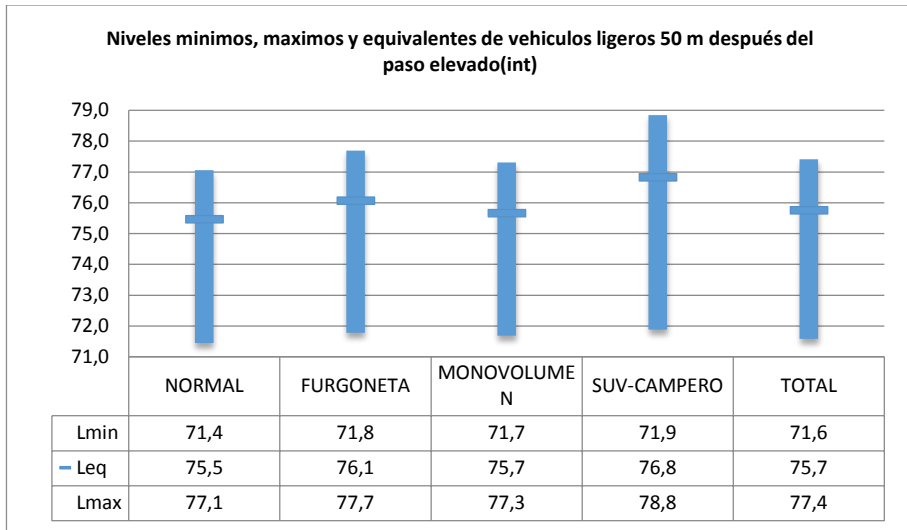


Figura 185. Índices energéticos promedio para vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (int).

ÍNDICES ENERGÉTICOS ABSOLUTOS Y PERCENTILES DE RUIDO DE VEHÍCULOS LIGEROS (dBA)										
LIGEROS	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L85	L50	L15	L10	L5
NORMAL	75,5	64,0	81,6	71,0	71,5	71,9	74,7	77,3	77,9	78,6
FURGONETA	76,1	66,7	82,5	71,5	72,4	72,8	75,6	77,9	78,8	79,4
MONOVOLUMEN	75,7	69,4	81,2	72,3	72,9	73,1	75,2	76,5	78,0	78,8
SUV-CAMPERO	76,8	68,0	82,2	72,3	73,2	73,8	75,6	78,9	79,1	79,2
TOTAL	75,7	64,0	82,5	71,2	71,7	72,4	74,9	77,7	78,6	79,1

Tabla 88. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del paso elevado (int).

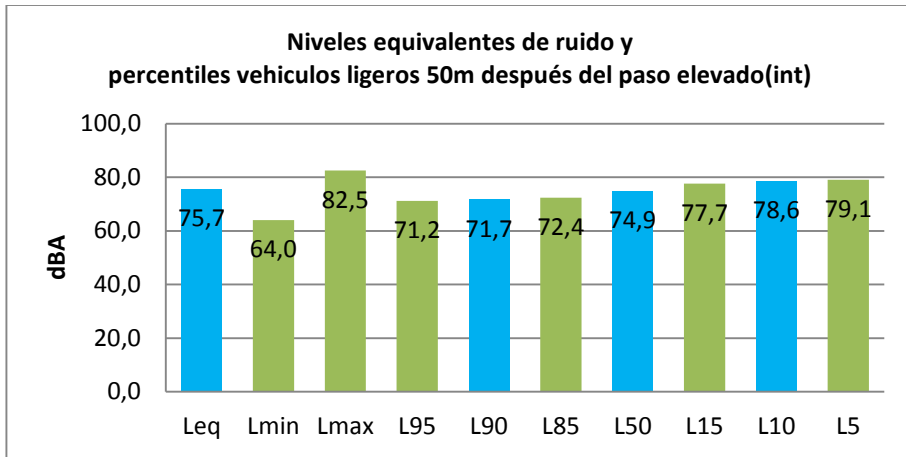


Figura 186. Índices energéticos absolutos y percentiles de ruido de vehículos ligeros en maniobras de deceleración 50 m después del paso elevado (int).

Anteriormente también se determinaron y mostraron los valores de ruido producidos por el paso de vehículos ligeros 50 m después del paso peatonal elevado. Ahora, al comparar estos datos con los obtenidos para vehículos ligeros 50 m adelante del dispositivo moderador se observa lo siguiente: el nivel equivalente pasa de 72,6 a 75,7 dBA, L90 era de 69,3 y aumenta a 71,7 dBA, L50 era de 72,1 y pasa a 74,9 dBA y por ultimo L10 pasa de 75,2 a 78,6 dBA. Lo que muestra que sobre este punto se aumenta el ruido debido a una mayor velocidad del vehículo.

Para concluir, la Tabla 89 muestra los valores promedio obtenidos en las todas las maniobras estudiadas sobre el dispositivo moderador de tráfico tipo paso peatonal elevado para todos los tipos de vehículos.

VALORES PROMEDIO EN dBA PARA VEHÍCULOS LIGEROS EN TODAS LAS MANIOBRAS (PASO ELEVADO INTERMEDIO)												
LIGEROS	-50 METROS			SOBRE			+20 m			+50 METROS		
	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax	Leq	Lmin	Lmax
NORMAL	76,7	72,8	78,5	68,2	66,3	69,1	72,4	68,7	73,8	75,5	71,4	77,1
FURGONETA	76,7	72,2	78,5	68,6	66,0	70,1	72,7	68,6	74,4	76,1	71,8	77,7
MONOVOLU	77,1	73,4	78,6	67,4	65,6	68,4	72,4	69,0	73,9	75,7	71,7	77,3

MEN												
SUV- CAMPERO	77,9	73,7	79,6	69,4	66,8	70,4	73,7	69,2	75,5	76,8	71,9	78,8
TOTAL	76,9	72,8	78,6	68,3	66,2	69,4	72,6	68,8	74,1	75,7	71,6	77,4

Tabla 89. Valores promedio en todas las maniobras del paso elevado (int).

Se observa como los niveles de ruido producidos por los vehículos ligeros antes de llegar al paso elevado son muy superiores a los que se generan sobre el dispositivo. Se determinó que las variaciones de ruido son en promedio 9,0 dBA menores sobre el paso elevado que 50 m antes de él para los niveles sonoro Leq y Lmax que es un valor bastante alto.

Con respecto al ruido de los vehículos ligeros sobre el paso elevado y 20 m delante del mismo se observa como los niveles de ruido para los niveles sonoro Leq y Lmax aumentan en promedio 4,5 dBA. Además los niveles de ruido presentados 50 m después del moderador alcanzan valores solo 1,0 dBA menores a los presentados 50 m antes del dispositivo aunque las velocidades son menores lo que muestra que la influencia de la aceleración en los niveles de ruido y los niveles son en promedio 8,0 dBA mayores a los presentados sobre el moderador.

Al comparar los valores obtenidos para vehículos ligeros mostrados anteriormente y los valores globales de la prueba, se observa la influencia del ruido producido por los vehículos en la travesía, ya que los niveles de ruido globales de la prueba 50 m antes, sobre el dispositivo, 20 m y 50 m adelante del mismo para Leq son 68,4; 63,3; 65,0 y 67,2 dBA y para vehículos ligeros sobre los mismos puntos son 76,9; 68,3 y 72,6 y 75,7, respectivamente.

7.2 Análisis con respecto a velocidades y ruido

En la siguiente sección se presentará el análisis de cada dispositivo con respecto a las velocidades instantáneas de los vehículos en toda la maniobra sobre el dispositivo moderador. Además, estas velocidades a su vez irán asociadas a los índices energéticos principales (Lmax, Lmin, Leq) para cada tipo de vehículo. También se asociará la reducción de velocidad a las diferencias de ruido producidas por la maniobra de aproximación o deceleración antes de llegar al dispositivo moderador.

7.2.1 Lomo transversal intermedio

Lo primero que se hizo para analizar las velocidades instantáneas de los vehículos ligeros, fue agruparlas con una amplitud de 10 km/h y determinar los índices energéticos promedio más importantes (L_{max} , L_{eq} y L_{min}) para cada una de las categorías. Como resultado de esto se obtuvo la Tabla 90 y la Figura 187, que muestran el número de vehículos y porcentaje en cada una de las categorías de velocidad 50 m antes del dispositivo moderador. Como se puede apreciar la mayoría de los vehículos ligeros viajan a velocidades entre los 40 y 50 Km/h y ninguno está por debajo de los 30 km/h antes de llegar al dispositivo moderador. Se observa que casi el 70% de los vehículos circulan por encima de la velocidad límite del tramo que es 40 km/h.

En la Figura 188 se pueden ver los rangos promedio de ruido en los que se encuentran los vehículos ligeros 50 m antes del lomo. Es muy claro que la relación entre la velocidad de los vehículos ligeros y el ruido producido por estos es una relación directa, pero se observa que su comportamiento tiende más a ser exponencial que lineal.

Para poder comparar estos valores, también se determinaron los mismos índices y porcentajes de vehículos en el caso de las velocidades sobre el dispositivo moderador. La Tabla 91 agrupa las velocidades instantáneas por amplitudes de 10 km/h, con la cantidad de vehículos en cada caso y los índices energéticos de ruido más importantes.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 50 m ANTES DEL LOMO (INT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	L_{eq}	L_{min}	L_{max}
20-29 km/h	0	0,0%	---	---	---
30-39 km/h	21	29,2%	73,4	70,2	75,0
40-49 km/h	29	40,3%	75,0	71,1	76,5
50-59 km/h	21	29,2%	77,2	72,5	78,9
60-69 km/h	0	0,0%	---	---	---
>70 km/h	1	1,4%	85,2	81,9	87,1

Tabla 90. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 50 m antes del lomo (int).

Velocidades vehículos ligeros 50 m antes del lomo(int)

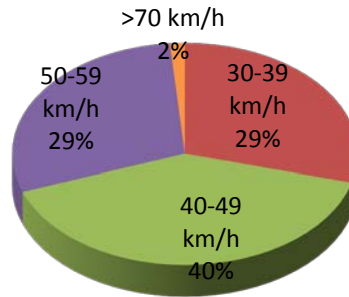


Figura 187. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 50 m antes del lomo (int)

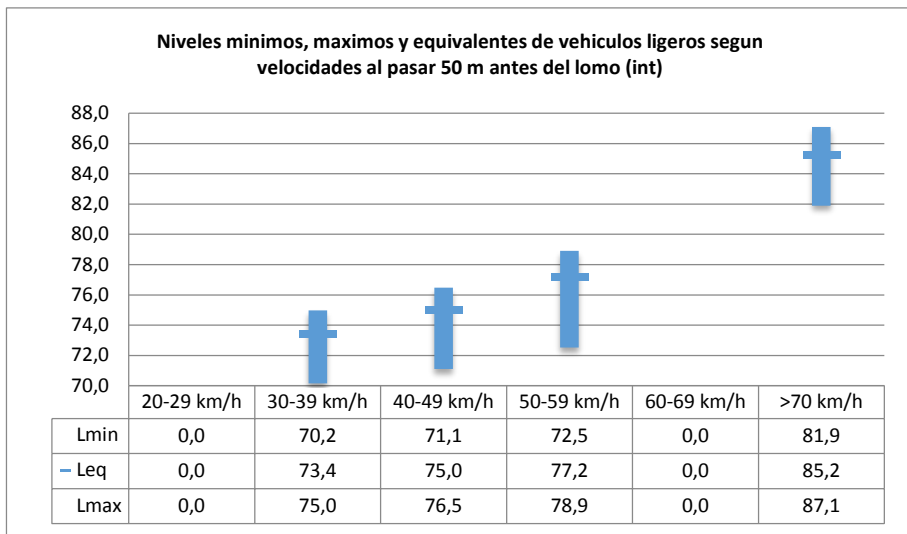


Figura 188. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 50 m antes del lomo (int).

En la Figura 189 se muestran los porcentajes de vehículos en cada una de las categorías de velocidad. Las diferencias de velocidades sobre el lomo son apreciables y muestran que se disminuyen con respecto a las obtenidas 50 m antes del mismo. Se determinó que la mayoría de los vehículos ligeros (83%) pasan a velocidades entre 20 y 40 Km/h, y el 16% de los vehículos pasan sobre el dispositivo a más de 40 km/h que es la velocidad límite del tramo.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS SOBRE EL LOMO (INT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
0-9 km/h	0	0,0%	---	---	---
10-19 km/h	1	1,4%	65,5	64,9	66,2
20-29 km/h	29	40,3%	69,3	67,2	70,6
30-39 km/h	31	43,1%	71,6	69,3	72,8
40-49 km/h	9	12,5%	73,1	70,2	74,2
>50 km/h	2	2,8%	79,1	74,7	80,3

Tabla 91. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros sobre lomo (int).

Velocidades vehículos ligeros sobre el lomo(int)

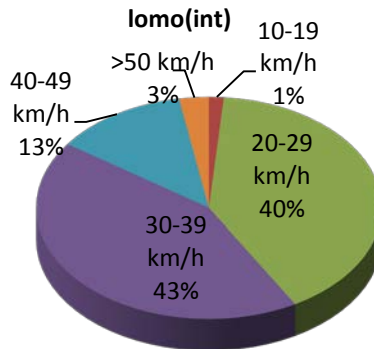


Figura 189. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros sobre el lomo (int).

La Figura 190 muestra los rangos promedio de ruido en los que se encuentran los vehículos ligeros al pasar sobre el dispositivo moderador donde se observa que la relación entre la velocidad de los vehículos y el ruido producido por estos es una relación directa y como los niveles de ruido debido a los vehículos son importantes pero son en promedio 2 dBA menores a los presentados 50 m antes a las mismas velocidades.

Para poder determinar mejor el comportamiento del ruido en la maniobra de aproximación y paso sobre el dispositivo, se establecieron las diferencias entre la velocidad 50 m antes del dispositivo y la velocidad sobre el dispositivo,

correlacionando estos valores con los índices energéticos Lmax y Leq de los vehículos ligeros. Los resultados se aprecian en la Tabla 92.

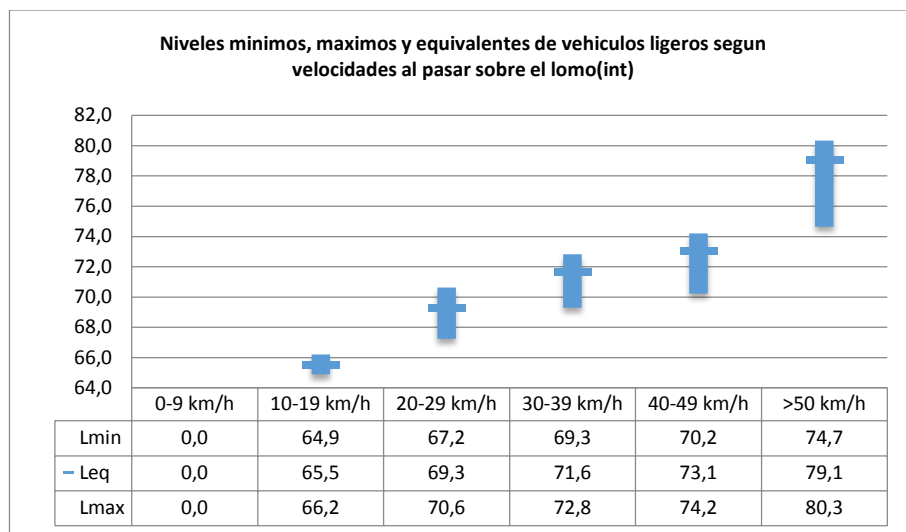


Figura 190. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar sobre el lomo (int).

REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS SOBRE EL LOMO E ÍNDICES ENERGÉTICOS				
REDUCCIÓN	LIGEROS	%	Leq	Lmax
0-4km/h	10	14,3%	-2,43	-3,42
5-9 km/h	16	22,9%	-3,11	-3,39
10-14km/h	20	28,6%	-5,70	-4,87
15-19 km/h	14	20,0%	-4,69	-3,51
20-24 km/h	5	7,1%	-5,97	-3,14
25-29 km/h	3	4,3%	-5,49	-3,80
30-35 km/h	0	0,0%	----	----
>35 km/h	2	2,9%	-6,48	-3,45

Tabla 92. Índices energéticos promedio por deducciones de velocidad de vehículos ligeros sobre el lomo (int).

Se puede observar que las reducciones de velocidad, para los vehículos ligeros, están repartidas entre 5 y 20 km/h y con un 14% de vehículos que

reduce entre 0 y 4 km/h y un 15% que reduce la velocidad más de 20 km/h. Es apreciable como a medida que el vehículo disminuye más su velocidad los valores promedio de Leq también disminuyen mientras los valores de Lmax se conservan.

La Figura 191 muestra de manera detallada la relación entre la reducción de velocidad y los índices energéticos principales (Leq, Lmax) y la relación entre la reducción de velocidad y la diferencia con respecto al ruido del entorno de la zona (Leq Entorno), que es el nivel equivalente de ruido de la zona de estudio.

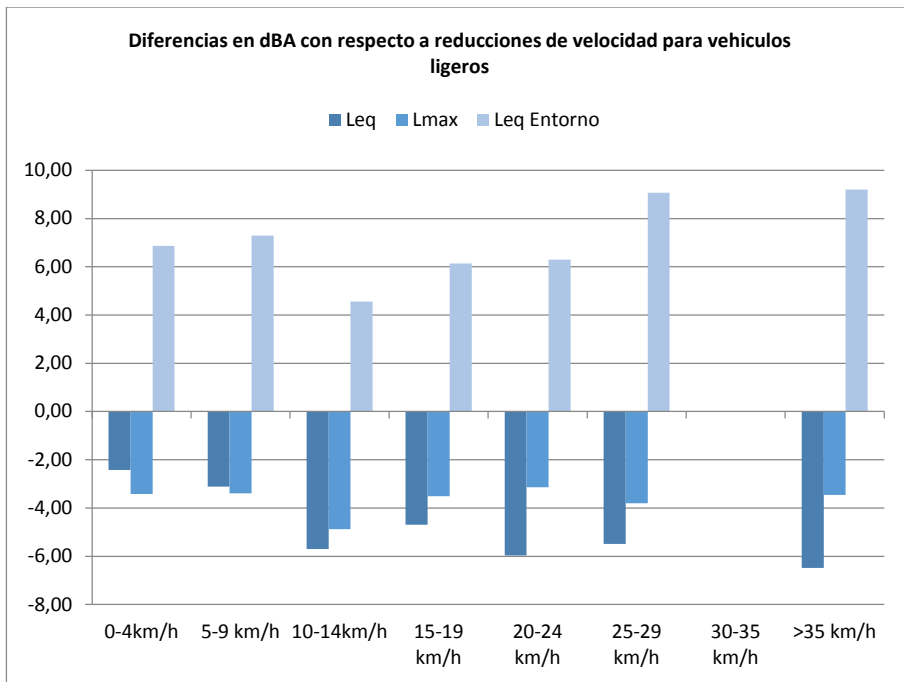


Figura 191. Reducciones de velocidad de vehículos ligeros en maniobras de aproximación al lomo (int).

Se puede observar que a medida que las reducciones de velocidad, en la maniobra de aproximación al dispositivo moderador se hacen más grandes, los niveles promedio de Leq disminuyen y los niveles de Lmax se mantienen relativamente constantes. También se aprecia como los niveles Leq se conservan más de 6 dBA por encima de los niveles equivalentes del entorno de la prueba. Esto se debe principalmente a que en la zona de estudio las intensidades de tráfico son bajas y por lo tanto los niveles de Leq de la zona son bajos y es más apreciable la diferencia de ruido con respecto al producido por los vehículos.

Se concluyó que a partir de 10 kilómetros por hora de reducción de velocidad hasta los 30 kilómetros de reducción, la reducción del ruido es muy similar, esto se debe principalmente a la forma del lomo estudiado ya que la pendiente de entrada es la más baja de todos los moderadores estudiados y no presenta cambios bruscos en la pendiente a lo largo del mismo lo que hace que no se presenten golpes fuertes de los neumáticos o ruidos fuertes en la amortiguación de los vehículos

También se determinaron los niveles de ruido en el resto de la maniobra, la Tabla 93 muestra los niveles de ruido según velocidades instantáneas 20 m delante del dispositivo moderador.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 20 m DESPUÉS DEL LOMO (INT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
10-19 km/h	0	0,0%	----	----	----
20-29 km/h	10	13,9%	71,8	69,5	72,9
30-39 km/h	41	56,9%	74,2	71,3	75,4
40-49 km/h	19	26,4%	76,5	73,3	78,0
50-60 km/h	2	2,8%	75,5	73,0	76,7
>60 km/h	0	0,0%	----	----	----

Tabla 93. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 20 m después del lomo (int).

Velocidades vehículos ligeros 20 m después del lomo(int)

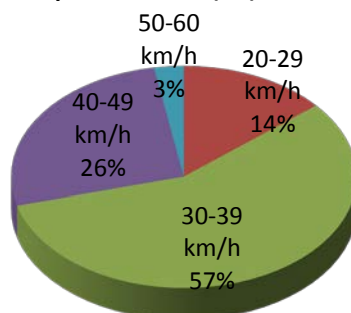


Figura 192. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 20 m después del lomo (int).

Según la Figura 192 es evidente que las velocidades de los vehículos ligeros 20 m después del moderador están entre los 30 y 40 km/h pero casi un 30% de los mismos ya está por encima del límite de velocidad de la zona que es de 40 km/h. En la Figura 193 se muestran gráficamente los rangos de ruido en los que se encuentran los vehículos según sus velocidades.

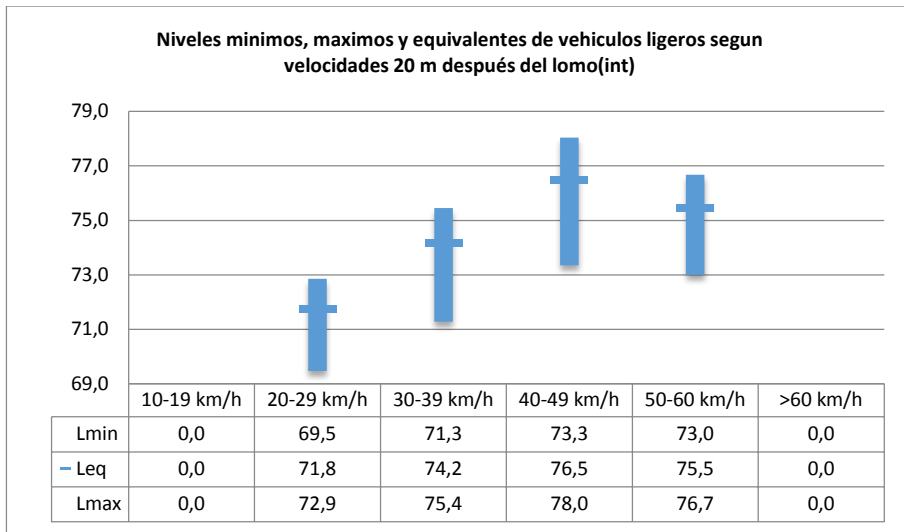


Figura 193. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 20 m después lomo (int).

De nuevo se observa como el nivel de ruido es directamente proporcional a la velocidad de los vehículos pero al comparar estos valores con los obtenidos de velocidades 50 m antes del moderador (Figura 188) a las mismas velocidades se observa como en este punto los niveles son superiores en aproximadamente 3 dBA para Leq y Lmax. Esto muestra la influencia del ruido del motor y la aceleración de los vehículos en los niveles de ruido en este punto que era lo que se buscaba con la metodología planteada.

7.2.2 Lomo transversal extremo

Los resultados de las velocidades instantáneas 70 m antes del dispositivo moderador y sus correspondientes índices de ruido más importantes se muestran en la tabla resumen de la prueba realizada para el moderador tipo lomo transversal extremo (Tabla 94).

Como se puede observar en la Figura 194 la mayoría de los vehículos ligeros 70 m antes del moderador se desplazan a velocidades entre los 50 y 70 Km/h y

muy pocos están por debajo de los 40 km/h que es la velocidad límite del tramo. Se aprecia que las distancias tomadas en la metodología son correctas ya que se buscaba que los vehículos se desplazaran a velocidad de flujo libre y en la Figura 195 se pueden ver los rangos promedio de ruido en los que se encuentran los vehículos ligeros 70 m antes del lomo.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 70 m ANTES DEL LOMO (EXT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
< 49 km/h	8	4,5%	75,9	73,1	77,2
50-59 km/h	60	33,5%	77,5	73,3	79,5
60-69 km/h	66	36,9%	78,9	74,1	81,2
70-79 km/h	22	12,3%	80,0	75,3	82,0
80-89 km/h	17	9,5%	80,2	75,4	82,2
> 90 km/h	6	3,4%	79,3	73,5	81,8

Tabla 94. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 70 m antes del lomo (ext).

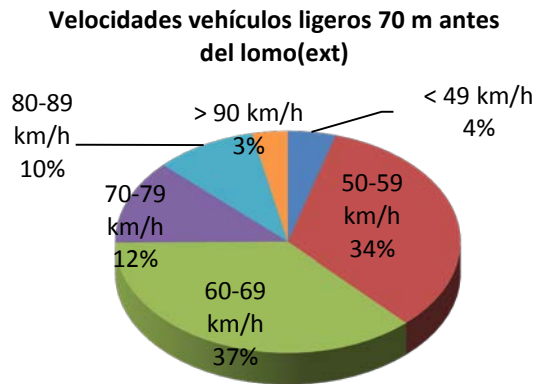


Figura 194. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 70 m antes del lomo (ext)

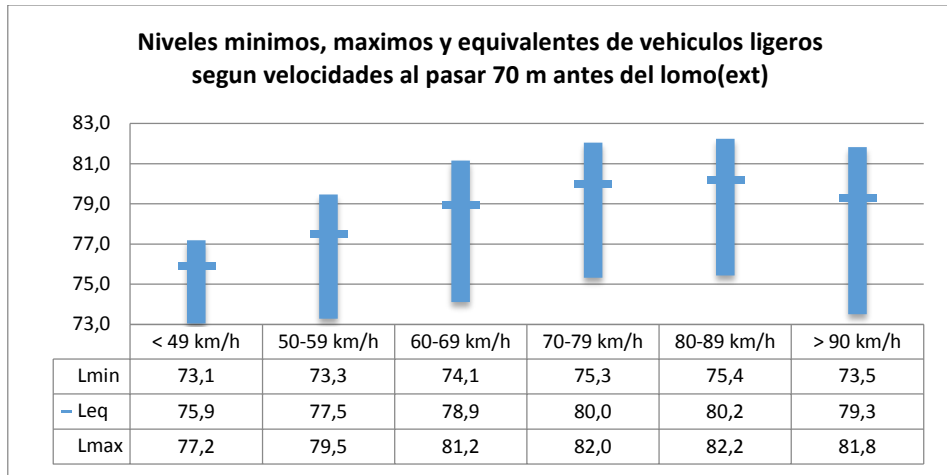


Figura 195. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 70 m antes del lomo (ext).

De nuevo está muy claro que la relación entre la velocidad de los vehículos ligeros y el ruido producido por estos es una relación directa, pero se observa también que su comportamiento también tiende a estabilizarse a partir de 70 km/h pero no se puede asegurar debido al tamaño de la muestra a estas velocidades.

Para poder comparar estos valores, también se determinaron los mismos índices y porcentajes de vehículos en el caso de las velocidades sobre el dispositivo moderador. La Tabla 95 agrupa las velocidades instantáneas por amplitudes de 10 km/h, con la cantidad de vehículos en cada caso y los índices energéticos de ruido más importantes.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS SOBRE EL LOMO (EXT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
10-19 km/h	39	22,0%	70,1	66,5	71,6
20-29 km/h	66	37,3%	71,3	67,4	73,0
30-39 km/h	31	17,5%	73,3	68,9	75,5
40-49 km/h	20	11,3%	73,1	69,1	75,2
50-59 km/h	13	7,3%	71,8	68,7	73,4
>60 km/h	8	4,5%	73,2	68,8	75,0

Tabla 95. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros sobre el lomo (ext).

En la Figura 196 se muestran los porcentajes de vehículos en cada una de las categorías de velocidad.

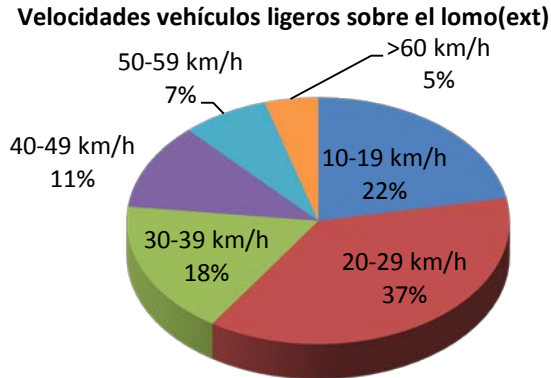


Figura 196. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros sobre el lomo (ext).

Las diferencias de velocidades sobre el lomo son apreciables y muestran cómo se disminuyen con respecto a las obtenidas 70 m antes del mismo. Se determinó que la mayoría de los vehículos ligeros (77%) pasan a velocidades entre 10 y 40 Km/h y el resto de los vehículos pasan sobre el dispositivo a más de 40 km/h que es la velocidad límite del tramo.

En la Figura 197 se muestran los rangos promedio de ruido en los que se encuentran los vehículos ligeros al pasar sobre el dispositivo moderador y de nuevo se aprecia que la relación entre la velocidad de los vehículos y el ruido producido por estos es una relación directa pero llama la atención el hecho de que se presente una disminución en los niveles a partir de los 50 km/h aunque puede ser atribuido a la poca muestra a estas velocidades.

Para poder determinar mejor el comportamiento del ruido en la maniobra de aproximación y paso sobre el dispositivo, se establecieron las diferencias entre la velocidad 70 m antes del dispositivo y la velocidad sobre el dispositivo, correlacionando estos valores con los índices energéticos Lmax y Leq de los vehículos ligeros. Los resultados se aprecian en la Tabla 96.

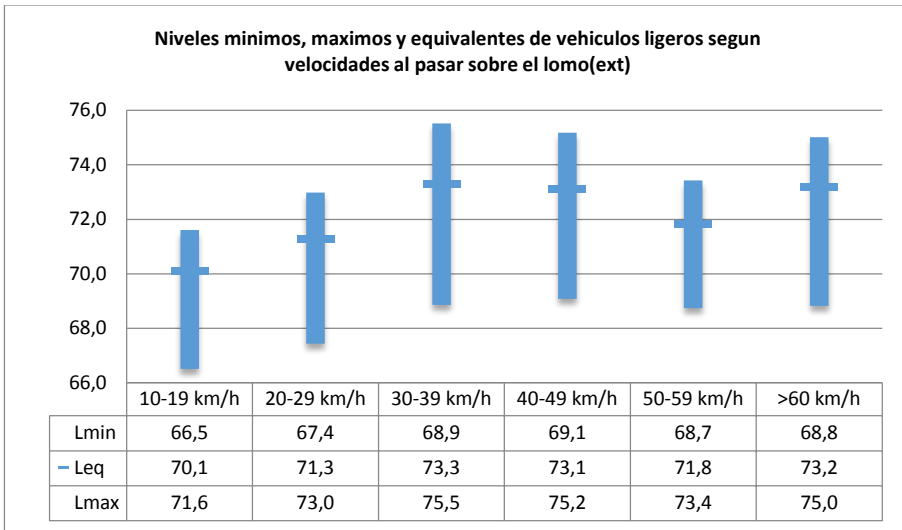


Figura 197. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar sobre el lomo (ext).

REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS SOBRE EL LOMO E ÍNDICES ENERGÉTICOS				
REDUCCIÓN	LIGEROS	%	Leq	Lmax
0-14km/h	17	9,9%	-6,17	-2,03
15-19 km/h	12	7,0%	-7,06	-2,31
20-24 km/h	17	9,9%	-6,08	-1,63
25-29 km/h	10	5,8%	-6,88	-1,44
30-34 km/h	24	14,0%	-8,10	-2,49
35-39 km/h	22	12,9%	-7,93	-3,20
40-44 km/h	25	14,6%	-8,05	-2,26
45-49 km/h	20	11,7%	-7,87	-2,74
>50 km/h	24	14,0%	-9,29	-3,44

Tabla 96. Índices energéticos promedio por deducciones de velocidad de vehículos ligeros sobre el lomo (ext).

Se puede observar como las mayores reducciones de velocidad se encuentran entre los 30 y 45 km/h y es apreciable como a medida que el vehículo disminuye más su velocidad los valores promedio de Leq también disminuyen

mientras los valores de L_{max} tienden a mantener los mismos niveles de reducción de ruido a pesar de reducción de la velocidad. La Figura 198 muestra de manera detallada la relación entre la reducción de velocidad y los índices energéticos principales (L_{eq} , L_{max}) y la relación entre la reducción de velocidad y la diferencia con respecto al ruido del entorno de la zona (L_{eq} Entorno), que es el nivel equivalente de ruido de la zona de estudio.

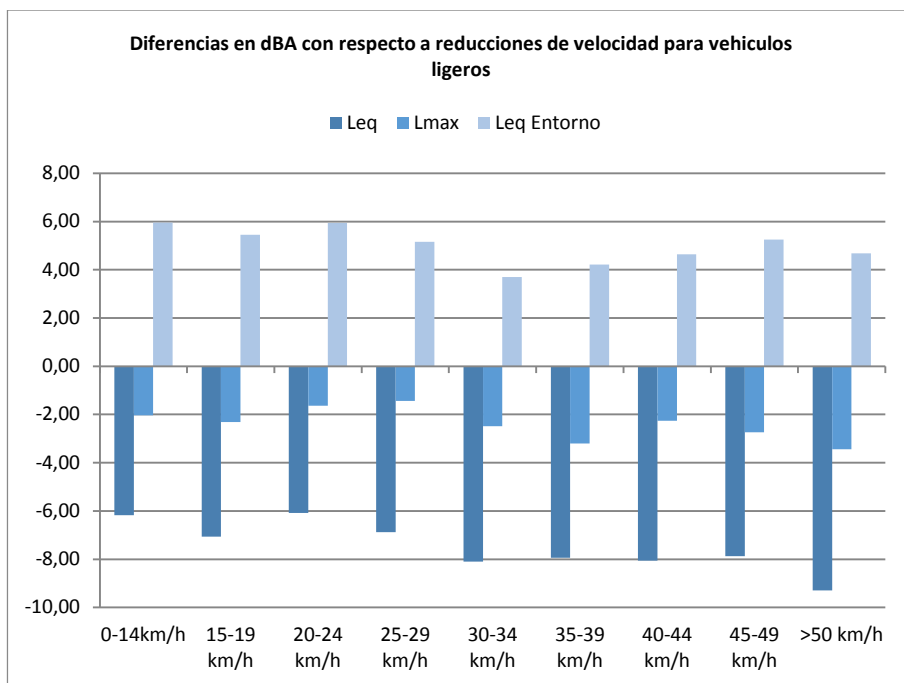


Figura 198. Reducciones de velocidad de vehículos ligeros en maniobras de aproximación al lomo (ext).

Se puede observar que a medida que las reducciones de velocidad, en la maniobra de aproximación al dispositivo moderador se hacen más grandes, los niveles promedio de L_{eq} y L_{max} disminuyen pero se mantienen relativamente constantes. También se aprecia como los niveles L_{eq} se conservan entre 4 y 5 dBA por encima de los niveles equivalentes del entorno de la prueba. Por lo tanto, se concluyó que a partir de 15 kilómetros por hora de reducción de velocidad hasta los 50 kilómetros de reducción, la reducción del ruido es muy similar.

También se determinaron los niveles de ruido en el resto de la maniobra. La Tabla 97 muestra los niveles de ruido según velocidades instantáneas 20 m delante del dispositivo moderador.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 20 m DESPUÉS DEL LOMO (EXT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
10-29 km/h	5	2,8%	68,7	66,4	70,0
30-39 km/h	50	28,2%	73,0	69,5	74,6
40-49 km/h	49	27,7%	73,3	69,6	75,0
50-59 km/h	65	36,7%	74,9	71,1	76,5
60-69 km/h	7	4,0%	77,2	73,1	79,0
>70 km/h	3	1,7%	75,3	70,6	77,5

Tabla 97. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 20 m después del lomo (ext).

Velocidades vehículos ligeros 20 m después del lomo(ext)

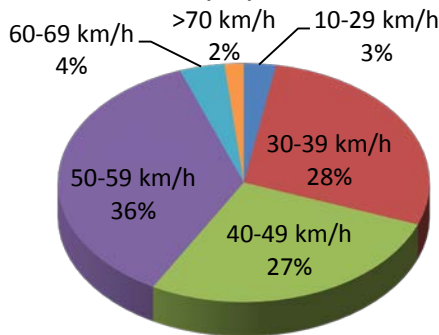


Figura 199. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 20 m después del lomo (ext).

Las velocidades de los vehículos ligeros 20 m después del moderador están entre los 30 y 60 km/h con mayoría entre 50 y 60 km/h, pero casi un 70% de los vehículos ya está por encima del límite de velocidad de la zona que es de 40 km/h (Figura 199). La Figura 200 muestra gráficamente los rangos de ruido en los que se encuentran los vehículos según sus velocidades.

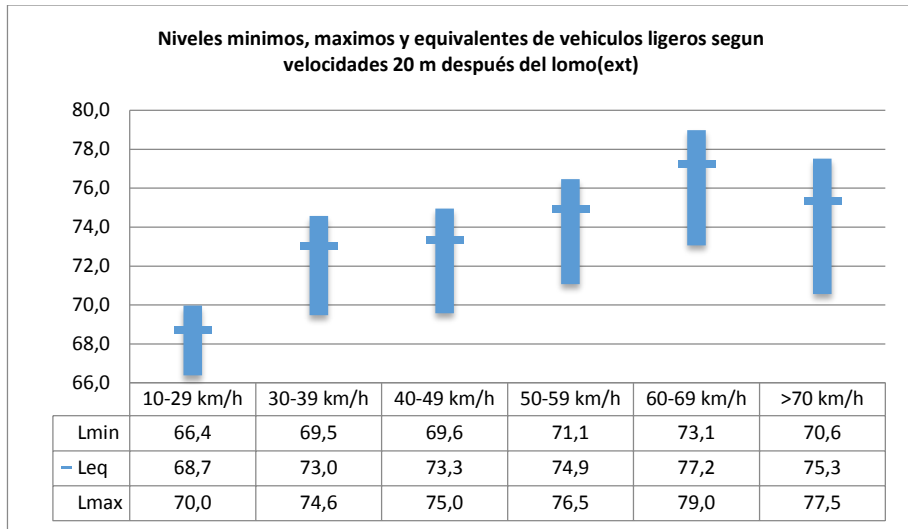


Figura 200. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades 20 m después del lomo (ext).

De nuevo se observa como el nivel de ruido es directamente proporcional a la velocidad de los vehículos pero al comparar estos valores con los obtenidos de velocidades 70 m antes del moderador a las mismas velocidades se observa como en este punto los niveles son inferiores en aproximadamente 2 dBA para Leq y Lmax. Esto puede ser debido a que los vehículos no aceleran lo suficiente en este punto ya que como se verá a continuación las velocidades 50 m después del moderador tienden a disminuir por la presencia de una curva en la vía. La Tabla 98 muestra los niveles de ruido según velocidades instantáneas 50 m delante del dispositivo moderador donde también se muestran el número de vehículos y porcentaje en cada una de las categorías de velocidad en este punto.

Según la Figura 201 las velocidades de los vehículos ligeros 50 m después del moderador están entre los 30 y 60 km/h con mayoría entre los 40 y 50 km/h y de nuevo casi un 70% de los vehículos ya está por encima del límite de velocidad de la zona que es de 40 km/h. La Figura 202 muestra gráficamente los rangos de ruido en los que se encuentran los vehículos según sus velocidades en este punto.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 50 m DESPUÉS DEL LOMO (INT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
20-29 km/h	0	0,0%	----	----	----
30-39 km/h	41	23,2%	74,4	70,8	75,9
40-49 km/h	67	37,9%	76,1	71,8	77,8
50-59 km/h	65	36,7%	77,3	72,9	79,2
60-69 km/h	5	2,8%	77,7	73,9	79,5
>70 km/h	1	0,6%	78,9	72,2	80,8

Tabla 98. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 50 m después del lomo (ext).

Velocidades vehículos ligeros 50 m después del lomo(ext)

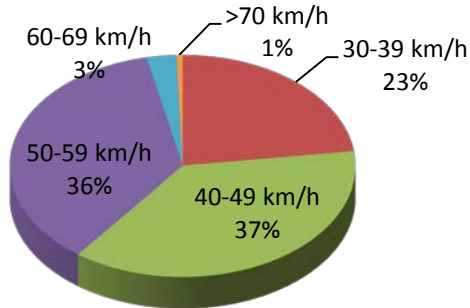


Figura 201. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 50 m después del lomo (ext).

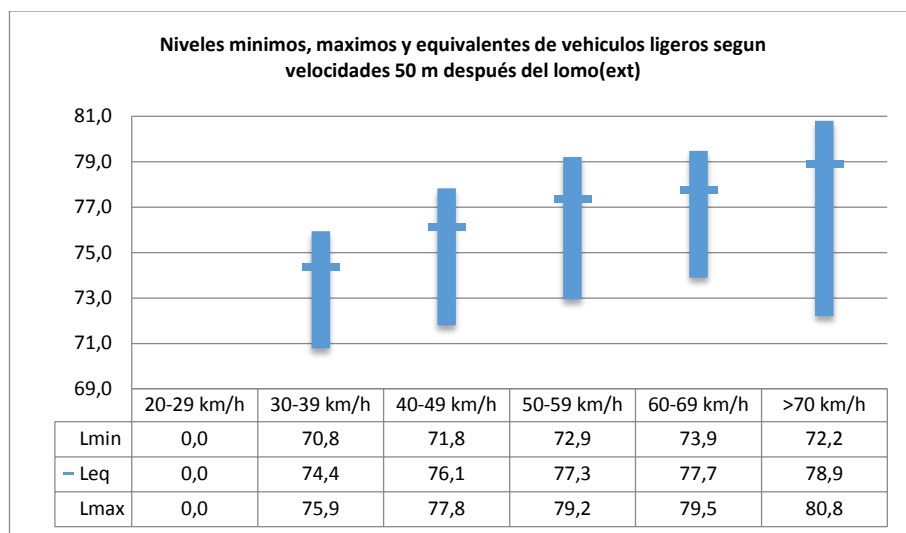


Figura 202. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 50 m después lomo (ext).

De nuevo se aprecia como el nivel de ruido es directamente proporcional a la velocidad de los vehículos y al comparar estos valores con los obtenidos de velocidades 70 m antes del moderador a las mismas velocidades se observa como en este punto los niveles se conservan similares.

7.2.3 Resalte prefabricado extremo

Lo primero que se hizo para analizar las velocidades instantáneas de los vehículos ligeros, fue agruparlas con una amplitud de 10 km/h y determinar los índices energéticos promedio más importantes (Lmax, Leq y Lmin) para cada una de las categorías. Como resultado de esto se obtuvo la Tabla 99 y la Figura 203, que muestran el número de vehículos y porcentaje en cada una de las categorías de velocidad 70 m antes del dispositivo moderador.

La mayoría de los vehículos ligeros 70 m antes del moderador se desplazan a velocidades superiores a los 60 Km/h y solo un 20% están por debajo de los 60 km/h que es la velocidad límite del tramo. Por los valores de velocidad encontrados se aprecia que las distancias tomadas en la metodología son correctas ya que se buscaba que los vehículos se desplazaran a velocidad de flujo libre en los moderadores extremos. En la Figura 204 se pueden ver los rangos promedio de ruido en los que se encuentran los vehículos ligeros 70 m antes del resalte.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 70 m ANTES DEL RESALTE (EXT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
<50 km/h	2	1,5%	76,8	71,3	79,0
50-59 km/h	23	17,2%	77,6	73,0	79,8
60-69 km/h	44	32,8%	78,7	73,5	81,2
70-79 km/h	20	14,9%	80,7	75,2	83,0
80-89 km/h	18	13,4%	81,5	76,0	84,1
90-99 km/h	15	11,2%	82,2	75,9	84,8
>100 km/h	12	9,0%	83,7	76,6	86,9

Tabla 99. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 70 m antes del resalte (ext).

Velocidades vehículos ligeros 70 m antes del resalte

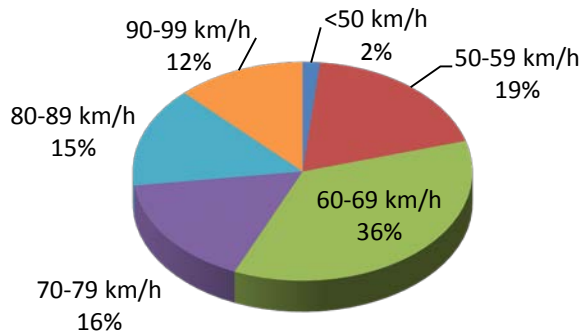


Figura 203. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 70 m antes del resalte (ext)

De nuevo está muy claro que la relación entre la velocidad de los vehículos ligeros y el ruido producido por estos es una relación directa como se observa en la Figura 204 y que los niveles pueden fácilmente superar los 80 dBA que es un nivel alto de ruido.

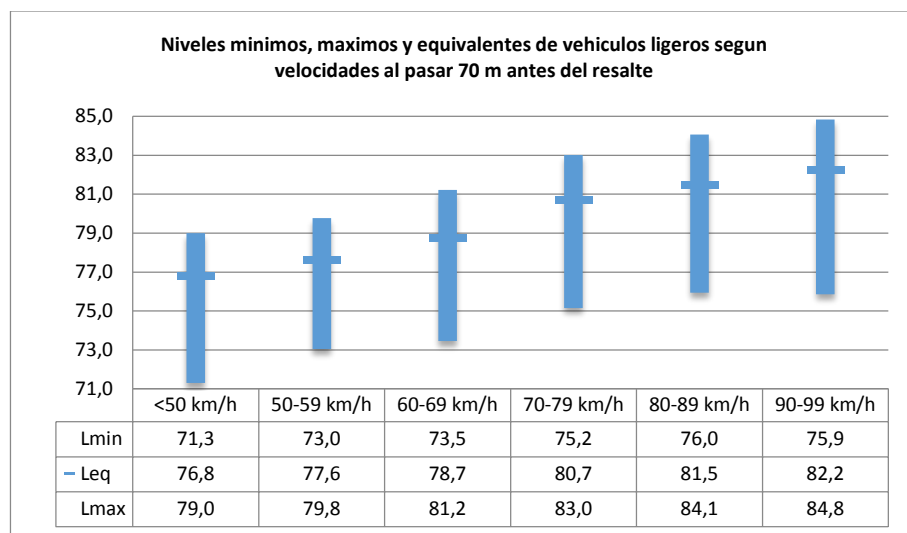


Figura 204. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 70 m antes del resalte (ext).

Para poder comparar estos valores, también se determinaron los mismos índices y porcentajes de vehículos en el caso de las velocidades sobre el dispositivo moderador tipo resalte prefabricado. La Tabla 100 agrupa las velocidades instantáneas por amplitudes de 10 km/h, con la cantidad de vehículos en cada caso y los índices energéticos de ruido más importantes.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS SOBRE EL RESALTE (EXT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
<40 km/h	15	11,2%	70,4	65,8	72,8
40-49 km/h	24	17,9%	74,6	69,2	77,3
50-59 km/h	30	22,4%	76,8	70,5	80,0
60-69 km/h	32	23,9%	78,3	71,8	81,5
70-79 km/h	18	13,4%	80,0	72,8	83,3
>80 km/h	15	11,2%	82,9	73,6	87,1

Tabla 100. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros sobre el resalte (ext).

En la Figura 205 se muestran los porcentajes de vehículos en cada una de las categorías de velocidad. Las diferencias de velocidades sobre el resalte son apreciables y muestran cómo se disminuyen con respecto a las obtenidas 70 m

antes del mismo aunque siguen siendo altas. Se determinó que el 50% de los vehículos pasan a velocidades superiores a los 60 km/h que es la velocidad límite en la travesía.

La Figura 206 muestra los rangos promedio de ruido en los que se encuentran los vehículos ligeros al pasar sobre el dispositivo moderador.

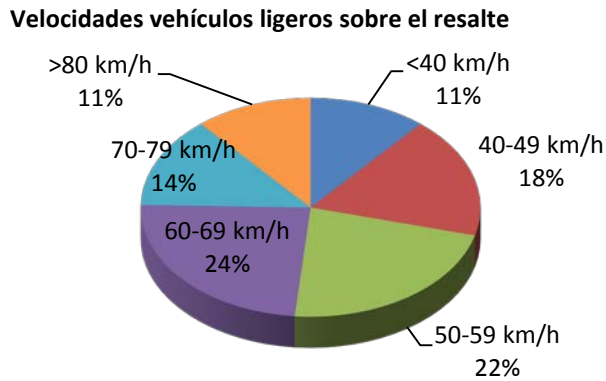


Figura 205. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros sobre el resalte (ext).

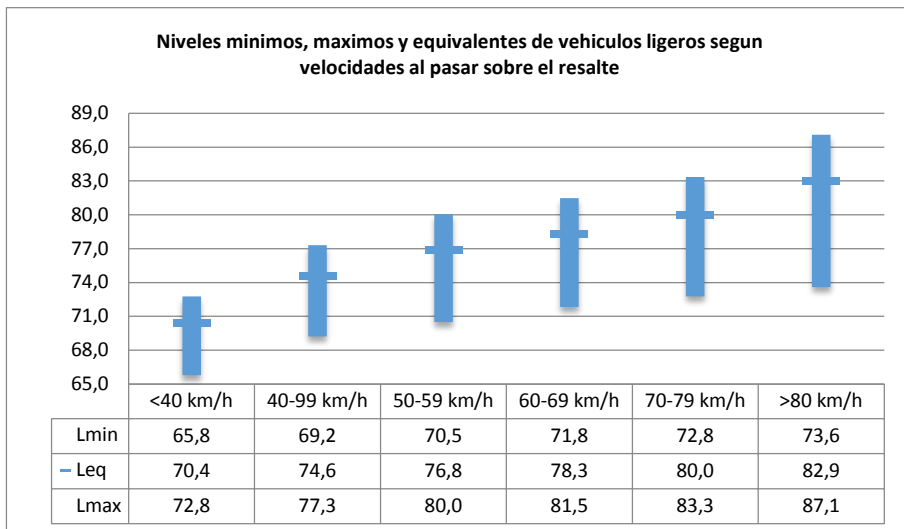


Figura 206. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar sobre el resalte (ext).

De nuevo se observa que la relación entre la velocidad de los vehículos y el ruido producido por estos es una relación directa pero llama la atención el hecho de que se presenten velocidades tan altas en este tipo de dispositivo moderador. Al comparar estos datos con las mismas velocidades de los obtenidos 70 m antes del moderador se aprecia un descenso en los valores Leq de aproximadamente 1 dBA pero los niveles de Lmax se conservan prácticamente iguales.

Para poder determinar mejor el comportamiento del ruido en la maniobra de aproximación y paso sobre el dispositivo, se establecieron las diferencias entre la velocidad 70 m antes del dispositivo y la velocidad sobre el dispositivo, correlacionando estos valores con los índices energéticos Lmax y Leq de los vehículos ligeros. Los resultados se aprecian en la Tabla 101.

REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS SOBRE EL RESALTE E ÍNDICES ENERGÉTICOS				
REDUCCIÓN	LIGEROS	%	Leq	Lmax
0-4km/h	21	15,8%	-0,96	1,22
5-9 km/h	27	20,3%	-2,30	1,27
10-14km/h	26	19,5%	-1,95	1,74
15-19 km/h	22	16,5%	-3,05	1,41
20-24 km/h	6	4,5%	-1,49	2,07
25-29 km/h	9	6,8%	-5,07	1,74
30-35 km/h	8	6,0%	-4,85	0,74
>35 km/h	14	10,5%	-6,65	-0,87

Tabla 101. Índices energéticos promedio por deducciones de velocidad de vehículos ligeros sobre el resalte (ext).

Las mayores reducciones de velocidad se encuentran entre los 0 y 20 km/h lo que reafirma que los vehículos pasan a velocidades altas y muchas veces no frenan antes de llegar al dispositivo. También es apreciable como a medida que el vehículo disminuye más su velocidad los valores promedio de Leq también disminuyen mientras los valores de Lmax tienden a aumentar a pesar de reducción de la velocidad debido al golpe de los neumáticos con el dispositivo moderador.

La Figura 207 muestra de manera detallada la relación entre la reducción de velocidad y los índices energéticos principales (Leq, Lmax) y la relación entre la reducción de velocidad y la diferencia con respecto al ruido del entorno de la zona (Leq Entorno), que es el nivel equivalente de ruido de la zona de estudio.

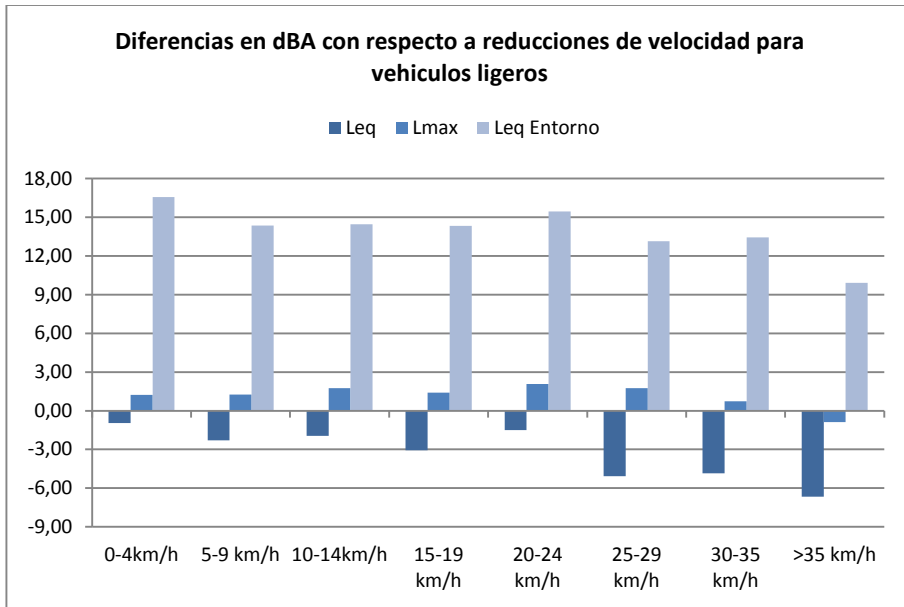


Figura 207. Reducciones de velocidad de vehículos ligeros en maniobras de aproximación al resalte (ext).

Se puede determinar que a medida que las reducciones de velocidad, en la maniobra de aproximación al dispositivo moderador se hacen más grandes, los niveles promedio de Leq disminuyen pero los niveles de Lmax aumentan en un valor relativamente constante entre 1 y 1.5 dBA debido al golpe de los neumáticos con el dispositivo. También se aprecia como los niveles Leq se conservan entre 12 y 15 dBA por encima de los niveles equivalentes del entorno de la prueba debido al poco tráfico de la zona que hace que los niveles generales de ruido de la prueba sean bajos y sea más notorio las diferencias cuando están los vehículos. También se determinaron los niveles de ruido en el resto de la maniobra, en la Tabla 102 se muestran los niveles de ruido según velocidades instantáneas 20 m delante del dispositivo moderador tipo resalte.

Las velocidades de los vehículos ligeros 20 m después del moderador están entre los 50 y 70 km/h, y aproximadamente un 50% de los vehículos ya está por encima del límite de velocidad de la zona que es de 60 km/h (Figura 208). La Figura 209 muestra gráficamente los rangos de ruido en los que se encuentran los vehículos según sus velocidades en este punto.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 20 m DESPUÉS DEL RESALTE (EXT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
<40 km/h	17	12,7%	72,5	68,6	74,0
40-49 km/h	19	14,2%	73,9	69,7	75,9
50-59 km/h	30	22,4%	76,3	71,9	78,2
60-69 km/h	35	26,1%	77,9	71,9	80,2
70-79 km/h	19	14,2%	79,4	73,9	81,7
>80 km/h	14	10,4%	81,7	75,2	84,8

Tabla 102. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 20 m después del resalte (ext).

Velocidades vehículos ligeros 20 m después del resalte

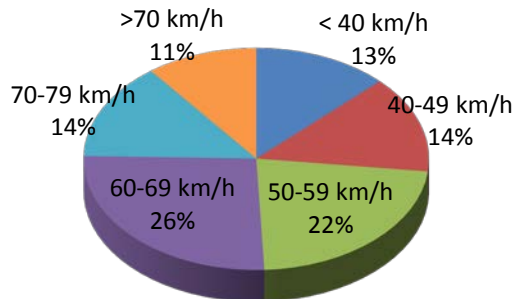


Figura 208. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 20 m después del resalte (ext).

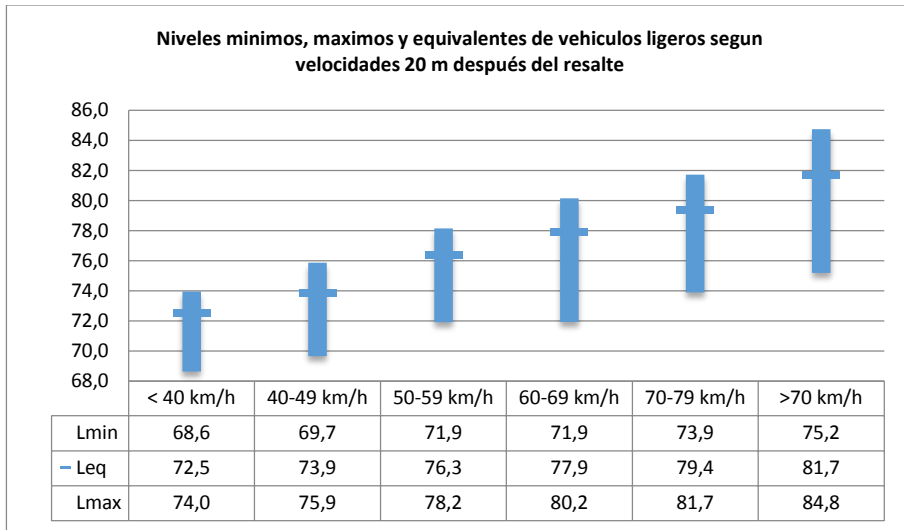


Figura 209. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 20 m después resalte (ext).

De nuevo se aprecia como el nivel de ruido es directamente proporcional a la velocidad de los vehículos y al comparar estos valores con los obtenidos de velocidades 70 m antes del moderador a las mismas velocidades se observa como en este punto los niveles son menos de 1 dBA más bajos. Ahora al compararlos con los obtenidos sobre el moderador se aprecia que llegan a ser menores en aproximadamente 0,5 dBA en Leq y 1, 5 dBA más bajos en Lmax. Esto es de nuevo una muestra que el golpe de los neumáticos sobre el dispositivo afecta de manera significativa a los niveles de ruido.

La Tabla 103 muestra los niveles de ruido según velocidades instantáneas 50 m delante del dispositivo moderador donde también se muestran el número de vehículos y porcentaje en cada una de las categorías de velocidad en este punto.

Como se aprecia en la Figura 210 las velocidades de los vehículos ligeros 50 m después del moderador están entre los 40 y 70 km/h, con mayoría entre los 60 y 70 km/h, y de nuevo casi un 50% de los vehículos ya está por encima del límite de velocidad de la zona que es de 60 km/h. La Figura 211 muestra gráficamente los rangos de ruido en los que se encuentran los vehículos según sus velocidades en este punto.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 50 m DESPUÉS DEL RESALTE (INT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
< 40 km/h	9	6,7%	72,7	69,0	74,5
40-49 km/h	22	16,4%	76,6	72,3	78,4
50-59 km/h	32	23,9%	76,9	72,3	78,8
60-69 km/h	41	30,6%	79,0	73,6	81,4
70-79 km/h	8	6,0%	80,1	75,1	82,3
80-89 km/h	11	8,2%	80,7	74,6	83,1
> 90 km/h	11	8,2%	81,9	74,8	85,1

Tabla 103. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 50 m después del resalte (ext).

Velocidades vehículos ligeros 50 m después del resalte

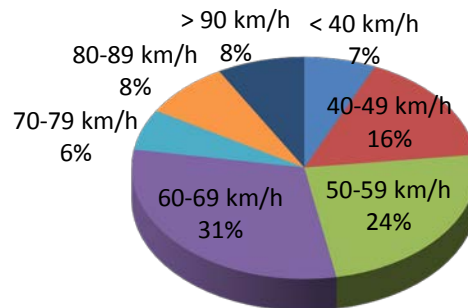


Figura 210. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 50 m después del resalte (ext).

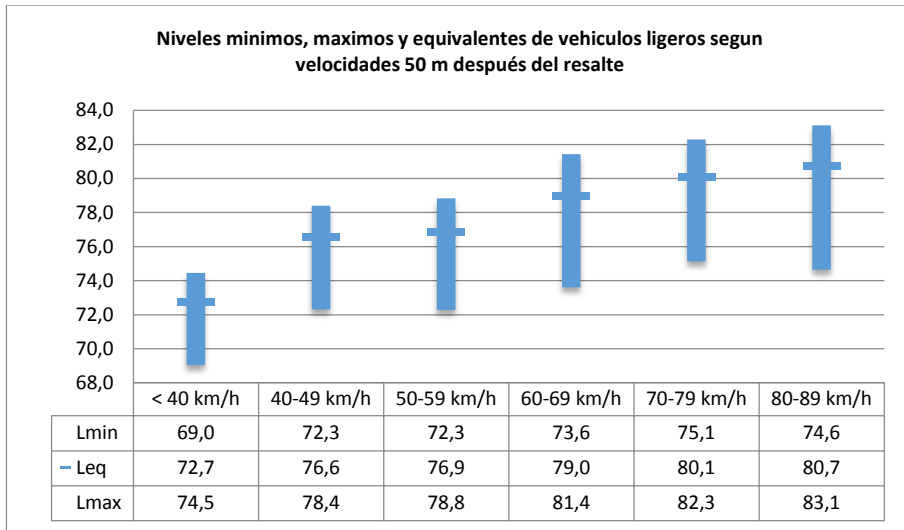


Figura 211. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 50 m después resalte (ext).

De nuevo se aprecia como el nivel de ruido es directamente proporcional a la velocidad de los vehículos y al comparar estos valores con los obtenidos de velocidades 20 m después del moderador. En este punto a las mismas velocidades se observa como los niveles aumentan en promedio 1 dBA, esto se puede deber a que este instante el vehículo está en etapa de aceleración ya que este dispositivo es del tipo aislado y no presenta ningún dispositivo moderador a menos de 300 m de distancia.

7.2.4 Paso peatonal elevado extremo

Los resultados de las velocidades instantáneas 70 m antes del dispositivo moderador tipo paso peatonal elevado y sus correspondientes índices de ruido más importantes se muestran en la tabla resumen de la prueba realizada para el moderador (Tabla 104).

La mayoría de los vehículos ligeros 70 m antes del moderador se desplazan a velocidades entre los 40 y 50 Km/h y tan solo el 6% de los mismos circulan por debajo de los 30 km/h que es la velocidad límite del tramo (Figura 212). Con esto de nuevo se demuestra que la distancia tomada en la metodología es correcta ya que se buscaba que los vehículos se desplazaran a velocidad de flujo libre en este punto.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 70 m ANTES DEL PASO ELEVADO (EXT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
20-29 km/h	9	6,0%	70,0	67,3	71,1
30-39 km/h	39	26,2%	72,8	69,9	74,1
40-49 km/h	58	38,9%	74,4	70,6	76,0
50-59 km/h	36	24,2%	76,3	71,6	78,4
60-69 km/h	6	4,0%	78,3	73,8	80,6
>70 km/h	1	0,7%	79,9	74,1	82,0

Tabla 104. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 70 m antes del paso elevado (ext).

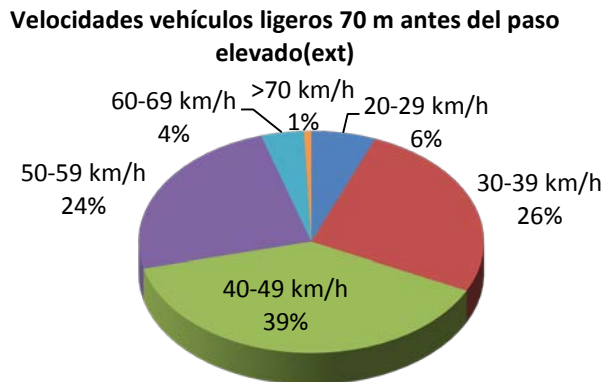


Figura 212. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 70 m antes del paso elevado (ext)

En la Figura 213 se pueden ver gráficamente los rangos promedio de ruido en los que se encuentran los vehículos ligeros 70 m antes del paso elevado. Una vez más está muy claro que la relación entre la velocidad de los vehículos ligeros y el ruido producido por estos es una relación directa, pero para poder comparar estos valores, también se determinaron los mismos índices y porcentajes de vehículos en el caso de las velocidades sobre el dispositivo moderador.

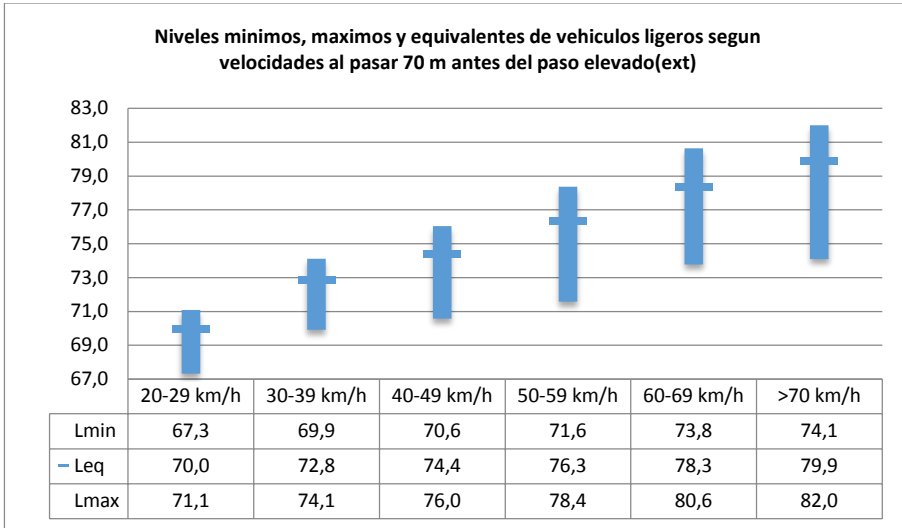


Figura 213. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 70 m antes del paso elevado (ext).

La Tabla 105 agrupa las velocidades instantáneas por amplitudes de 10 km/h, con la cantidad de vehículos en cada caso y los índices energéticos de ruido más importantes.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS SOBRE EL PASO ELEVADO (EXT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
<10 km/h	3	2,0%	64,6	61,5	65,7
10-19 km/h	46	30,9%	64,9	61,9	66,1
20-29 km/h	62	41,6%	65,5	63,6	67,1
30-39 km/h	35	23,5%	68,6	66,2	69,8
40-49 km/h	2	1,3%	72,7	71,4	73,8
>50 km/h	1	0,7%	71,3	70,0	72,1

Tabla 105. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext).

Velocidades vehículos ligeros sobre el paso elevado(ext)

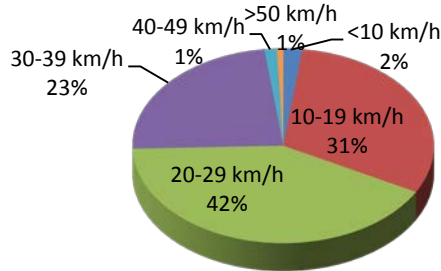


Figura 214. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext).

Según la Figura 214 las diferencias de velocidades sobre el paso elevado son apreciables y muestran cómo se disminuyen con respecto a las obtenidas 70 m antes del mismo. Se determinó que la mayoría de los vehículos ligeros (75%) pasan a velocidades entre 10 y 30 Km/h y el 25% los vehículos pasan sobre el dispositivo a más de 30 km/h que es la velocidad límite del tramo. La Figura 215 muestra los rangos promedio de ruido en los que se encuentran los vehículos ligeros al pasar sobre el dispositivo moderador.

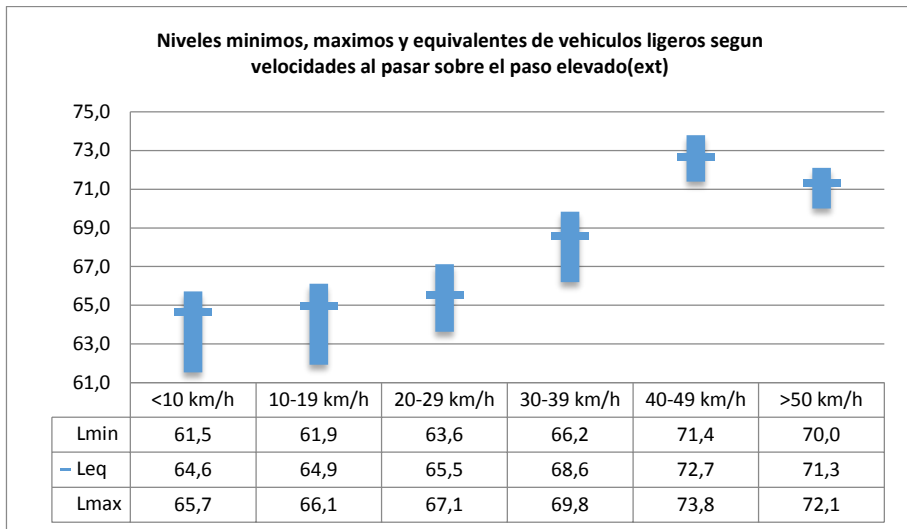


Figura 215. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar sobre el paso elevado (ext).

Una vez más se pone en evidencia la relación directa entre la velocidad de los vehículos y el ruido producido por estos. Llamen la atención los niveles a partir de 40 km/h pero no son significativos debido al tamaño de la muestra. Ahora bien al comparar estos valores con los obtenidos 70 m antes los valores de Leq y Lmax son hasta 4 dBA menores.

Para poder determinar mejor el comportamiento del ruido en la maniobra de aproximación y paso sobre el dispositivo, se establecieron las diferencias entre la velocidad 70 m antes del dispositivo y la velocidad sobre el dispositivo, correlacionando estos valores con los índices energéticos Lmax y Leq de los vehículos ligeros. Los resultados se aprecian en la Tabla 106.

REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS SOBRE EL PASO ELEVADO E ÍNDICES ENERGÉTICOS				
REDUCCIÓN	LIGEROS	%	Leq	Lmax
0-4 km/h	5	3,4%	-4,17	-2,78
5-9 km/h	13	8,9%	-4,87	-2,90
10-14 km/h	18	12,3%	-6,78	-4,65
15-19 km/h	26	17,8%	-8,16	-6,02
20-24 km/h	41	28,1%	-8,92	-5,58
25-29 km/h	25	17,1%	-10,85	-5,82
30-35 km/h	8	5,5%	-10,32	-5,53
>35 km/h	10	6,8%	-12,80	-6,97

Tabla 106. Índices energéticos promedio por deducciones de velocidad de vehículos ligeros sobre el paso elevado (ext).

Se puede ver como las mayores reducciones de velocidad se encuentran entre los 20 y 25 km/h y es apreciable como a medida que el vehículo disminuye más su velocidad los valores promedio de Leq y Lmax también disminuyen aunque estos últimos no disminuyen tanto como los valores de Leq. La Figura 216 muestra de manera detallada la relación entre la reducción de velocidad y los índices energéticos principales (Leq, Lmax) y la relación entre la reducción de velocidad y la diferencia con respecto al ruido del entorno de la zona (Leq Entorno), que es el nivel equivalente de ruido de la zona de estudio.

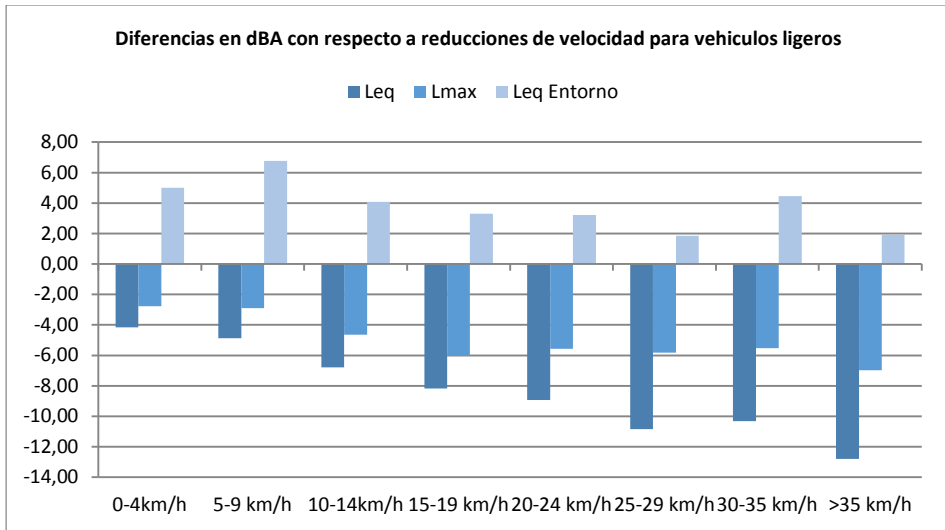


Figura 216. Reducciones de velocidad de vehículos ligeros en maniobras de aproximación al paso elevado (ext).

Se puede observar que a medida que las reducciones de velocidad, en la maniobra de aproximación al dispositivo moderador se hacen más grandes, los niveles promedio de Leq y Lmax disminuyen pero los niveles de Leq disminuyen mucho más que los de Lmax. También se aprecia como la disminución de los niveles Lmax se conservan entre 4 y 6 dBA entre los 15 y 35 km/h de reducción de velocidad. También se determinaron los niveles de ruido en el resto de la maniobra, la Tabla 107 muestra los niveles de ruido según velocidades instantáneas 20 m delante del dispositivo moderador tipo paso elevado.

La mayoría de las velocidades de los vehículos ligeros 20 m después del moderador están entre los 20 y 40 km/h, pero casi un 60% de los vehículos ya está por encima del límite de velocidad de la zona que es de 30 km/h (Figura 217). La Figura 218 muestra gráficamente los rangos de ruido en los que se encuentran los vehículos según sus velocidades.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 20 m DESPUÉS DEL PASO ELEVADO (EXT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
10-19 km/h	1	0,7%	69,5	67,4	70,5
20-29 km/h	59	39,6%	70,0	66,9	71,2
30-39 km/h	69	46,3%	72,2	67,9	73,9
40-49 km/h	18	12,1%	73,3	69,4	74,7
50-59 km/h	2	1,3%	73,6	71,0	75,3
>60 km/h	0	0,0%	----	----	----

Tabla 107. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 20 m después del paso elevado (ext).

Velocidades vehículos ligeros 20 m después del paso elevado(ext)

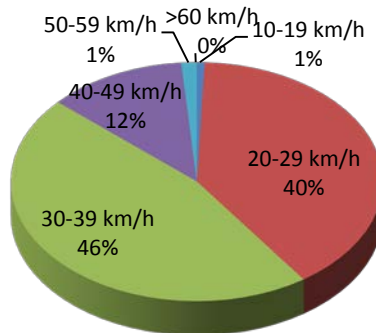


Figura 217. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 20 m después del paso elevado (ext).

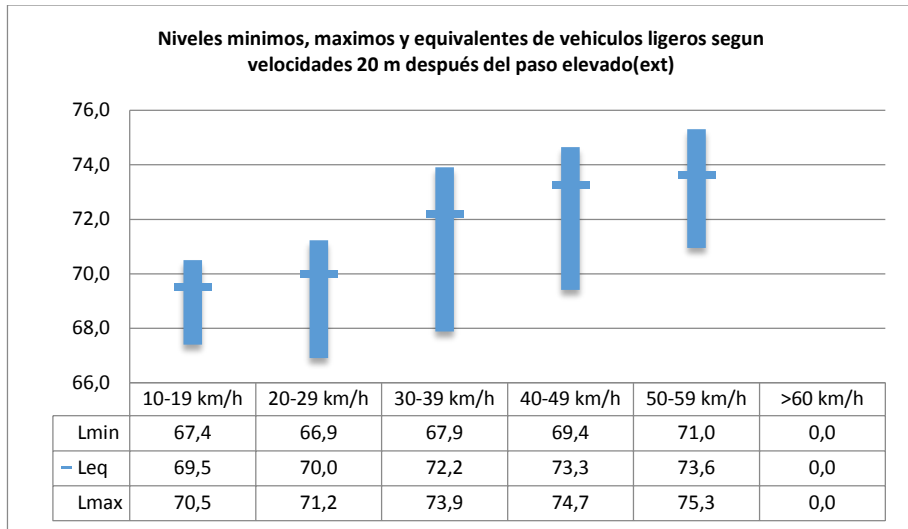


Figura 218. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 20 m después del paso elevado (ext).

De nuevo se observa como el nivel de ruido es directamente proporcional a la velocidad de los vehículos pero al comparar estos valores con los obtenidos de velocidades 70 m antes del moderador a las mismas velocidades se observa como en este punto los niveles para Leq y Lmax son muy similares. Ahora bien al compararlos con los presentados sobre el moderador se presentan incrementos de 4 dBA en promedio, lo que muestra la influencia de la aceleración en los niveles de ruido.

La Tabla 108 muestra los niveles de ruido según velocidades instantáneas 50 m delante del dispositivo moderador donde también se muestran el número de vehículos y porcentaje en cada una de las categorías de velocidad en este punto.

Según la Figura 219 las velocidades de los vehículos ligeros 50 m después del moderador están entre los 30 y 50 km/h, con mayoría entre los 30 y 40 km/h, y de nuevo casi un 87% de los vehículos ya está por encima del límite de velocidad de la zona que es de 30 km/h. La Figura 220 muestra gráficamente los rangos de ruido en los que se encuentran los vehículos según sus velocidades en este punto.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 50 m DESPUÉS DEL PASO ELEVADO (EXT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
20-29 km/h	19	12,8%	71,7	68,5	72,9
30-39 km/h	70	47,0%	73,6	70,1	75,1
40-49 km/h	38	25,5%	75,3	71,1	77,3
50-59 km/h	19	12,8%	77,1	72,7	78,9
60-69 km/h	3	2,0%	77,9	73,1	80,1
>70 km/h	0	0,0%	----	----	----

Tabla 108. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (ext).

Velocidades vehículos ligeros 50 m después del paso elevado(ext)

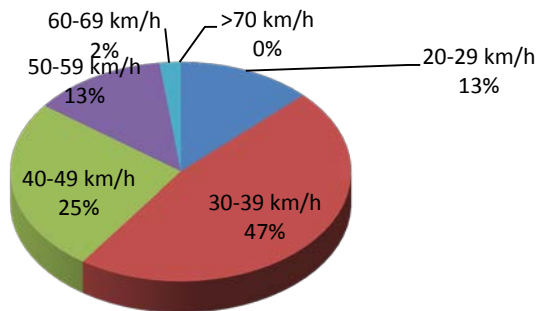


Figura 219. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (ext).

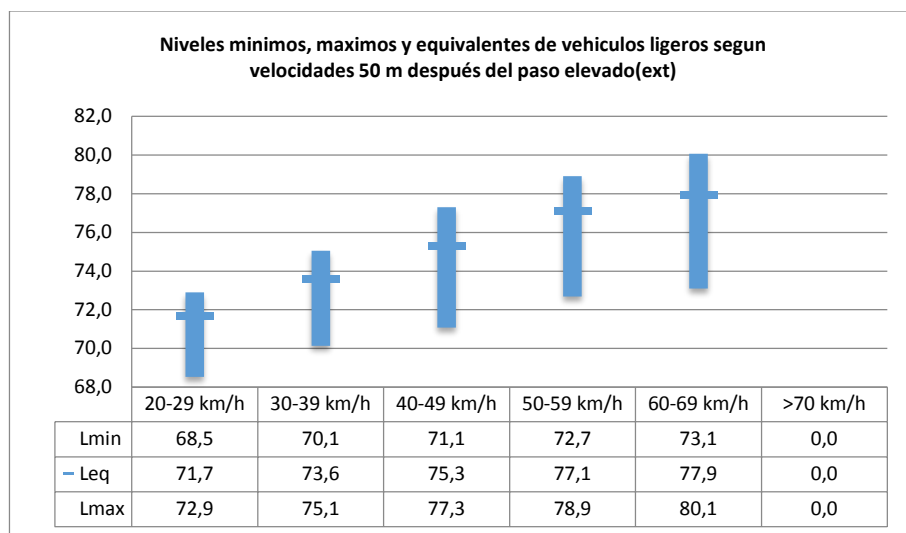


Figura 220. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 50 m después del paso elevado (ext).

De nuevo se aprecia como el nivel de ruido es directamente proporcional a la velocidad de los vehículos y al comparar estos valores con los obtenidos de las velocidades 70 m antes del moderador se observa como en este punto los niveles tiende a ser 1 dBA mayores a las mismas velocidades, lo cual puede deberse a que aún están en maniobra de aceleración.

7.2.5 Paso peatonal elevado intermedio

Los resultados de las velocidades instantáneas 50 m antes del dispositivo moderador tipo paso peatonal elevado y sus correspondientes índices de ruido más importantes se muestran en la tabla resumen de la prueba realizada para el moderador en Albalat de la Ribera (Tabla 109).

La mayoría de los vehículos ligeros 70 m antes del moderador se desplazan a velocidades entre los 40 y 50 Km/h y el 33% de los mismos circulan por debajo de los 40 km/h que es la velocidad límite del tramo (Figura 221).

En la Figura 222 se puede ver gráficamente los rangos promedio de ruido en los que se encuentran los vehículos ligeros 50 m antes del paso elevado.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 50 m ANTES DEL PASO ELEVADO (INT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
10-19 km/h	1	0,6%	68,6	67,0	69,3
20-29 km/h	7	3,9%	71,2	69,8	71,9
30-39 km/h	51	28,3%	75,3	72,0	76,8
40-49 km/h	76	42,2%	76,8	73,0	78,4
50-59 km/h	37	20,6%	78,5	73,9	80,5
>60 km/h	8	4,4%	79,1	73,6	81,6

Tabla 109. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 50 m antes del paso elevado (int).

Velocidades vehículos ligeros 50 m antes del paso elevado(int)

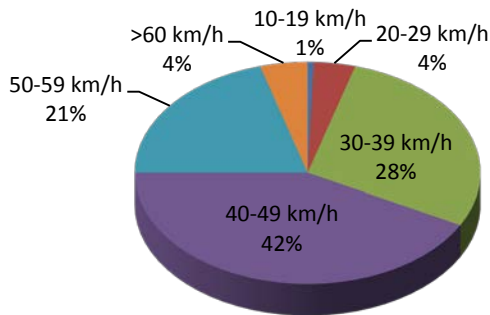


Figura 221. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 50 m antes del paso elevado (int)

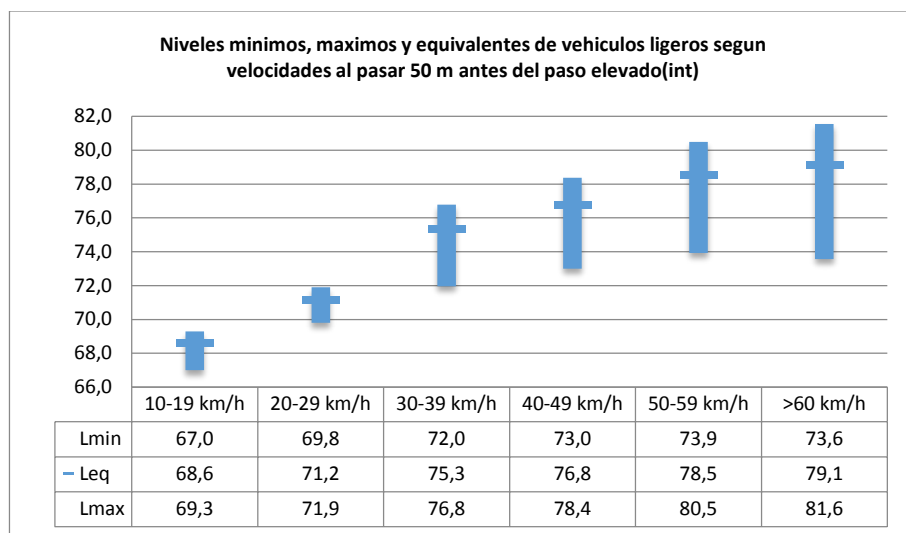


Figura 222. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 50 m antes del paso elevado (int).

Una vez más está muy claro que la relación entre la velocidad de los vehículos ligeros y el ruido producido por estos es una relación directa, pero para poder comparar estos valores, también se determinaron los mismos índices y porcentajes de vehículos en el caso de las velocidades sobre el dispositivo moderador.

La Tabla 110 agrupa las velocidades instantáneas por amplitudes de 10 km/h, con la cantidad de vehículos en cada caso y los índices energéticos de ruido más importantes.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS SOBRE EL PASO ELEVADO (INT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
0-9 km/h	1	0,6%	65,0	64,4	65,3
10-19 km/h	13	7,2%	63,5	62,3	64,4
20-29 km/h	88	48,9%	66,3	65,1	67,2
30-39 km/h	63	35,0%	69,8	68,0	70,9
40-49 km/h	15	8,3%	71,7	69,3	73,0
>50 km/h	0	0,0%	----	----	----

Tabla 110. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros sobre el paso elevado (int).

Velocidades vehículos ligeros sobre el paso elevado(int)

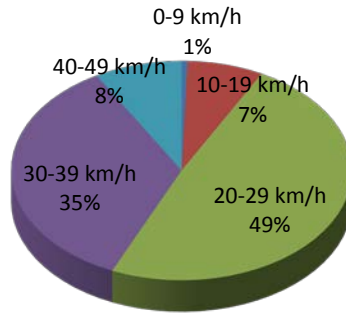


Figura 223. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros sobre el paso elevado (int).

Las diferencias de velocidades sobre el paso elevado son apreciables y muestran cómo se disminuyen con respecto a las obtenidas 50 m antes del mismo. Se determinó que la mayoría de los vehículos ligeros (49%) pasan a velocidades entre 20 y 30 Km/h y solo el 8% los vehículos pasan sobre el dispositivo a más de 40 km/h que es la velocidad límite del tramo (Figura 223). Los rangos promedio de ruido en los que se encuentran los vehículos ligeros al pasar sobre el dispositivo moderador se aprecian en la Figura 224.

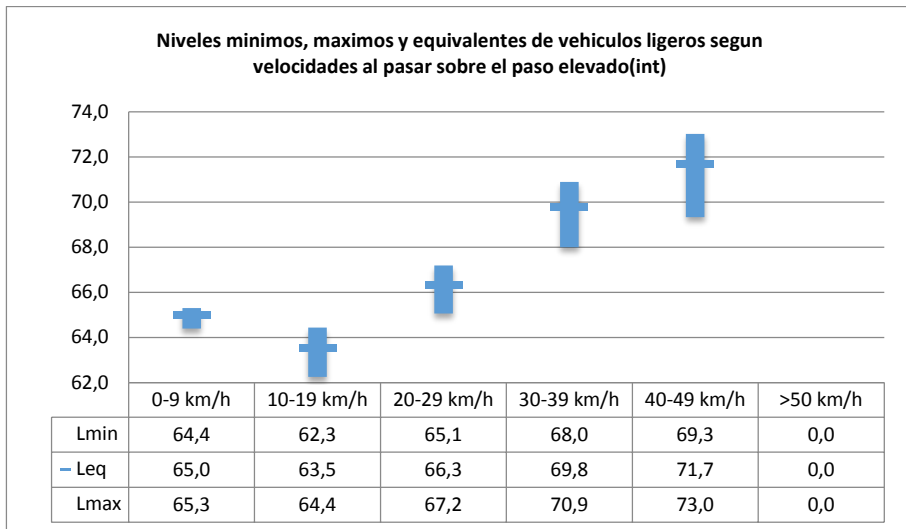


Figura 224. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar sobre el paso elevado (int).

Una vez más es indudable la relación directa entre la velocidad de los vehículos y el ruido producido por estos. Llamen la atención los niveles para velocidades menores a 10 km/h pero no son significativos debido al tamaño de la muestra. Ahora bien al comparar estos valores con los obtenidos 50 m antes los valores de Leq y Lmax son hasta 5 dBA menores a las mismas velocidades.

Para poder determinar mejor el comportamiento del ruido en la maniobra de aproximación y paso sobre el dispositivo, se establecieron las diferencias entre la velocidad 50 m antes del dispositivo y la velocidad sobre el dispositivo, correlacionando estos valores con los índices energéticos Lmax y Leq de los vehículos ligeros. Los resultados se aprecian en la Tabla 111.

REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS SOBRE EL PASO ELEVADO E ÍNDICES ENERGÉTICOS				
REDUCCIÓN	LIGEROS	%	Leq	Lmax
0-4km/h	13	7,5%	-5,98	-4,15
5-9 km/h	33	19,1%	-6,75	-5,09
10-14km/h	40	23,1%	-8,48	-4,77
15-19 km/h	37	21,4%	-9,70	-5,83
20-24 km/h	24	13,9%	-10,26	-5,61
25-29 km/h	16	9,2%	-11,65	-5,29
30-35 km/h	6	3,5%	-12,26	-6,77
>35 km/h	4	2,3%	-11,39	-5,28

Tabla 111. Índices energéticos promedio por deducciones de velocidad de vehículos ligeros sobre el paso elevado (int).

Se puede observar como las mayores reducciones de velocidad se encuentran entre los 5 y 20 km/h y es apreciable como a medida que el vehículo disminuye más su velocidad los valores promedio de Leq y Lmax también disminuyen aunque estos últimos no disminuyen tanto como los valores de Leq. La Figura 225 muestra de manera detallada la relación entre la reducción de velocidad y los índices energéticos principales (Leq, Lmax) y la relación entre la reducción de velocidad y la diferencia con respecto al ruido del entorno de la zona (Leq Entorno), que es el nivel equivalente de ruido de la zona de estudio.

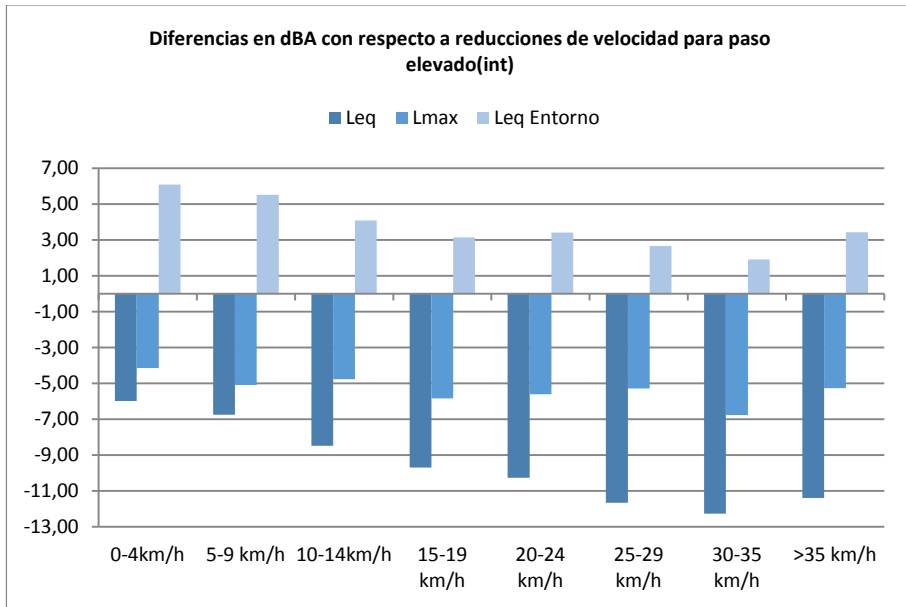


Figura 225. Reducciones de velocidad de vehículos ligeros en maniobras de aproximación al paso elevado (int).

Se puede observar que a medida que las reducciones de velocidad, en la maniobra de aproximación al dispositivo moderador se hacen más grandes, los niveles promedio de Leq y Lmax disminuyen pero los niveles de Leq disminuyen mucho más que los de Lmax. También se aprecia como la disminución de los niveles Lmax se conservan cercana a 5 dBA entre los 5 y 30 km/h de reducción de velocidad. También se determinaron los niveles de ruido en el resto de la maniobra, la Tabla 112 muestra los niveles de ruido según velocidades instantáneas 20 m delante del dispositivo moderador tipo paso elevado.

Según la Figura 226 la mayoría de las velocidades de los vehículos ligeros 20 m después del moderador están entre los 30 y 40 km/h y casi un 20% de los vehículos ya está por encima del límite de velocidad de la zona que es de 40 km/h. La Figura 227 muestra gráficamente los rangos de ruido en los que se encuentran los vehículos según sus velocidades.

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 20 m DESPUÉS DEL PASO ELEVADO (INT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
10-19 km/h	1	0,6%	71,5	68,0	72,7
20-29 km/h	55	30,6%	70,5	67,5	71,9
30-39 km/h	91	50,6%	72,6	68,9	74,1
40-49 km/h	29	16,1%	74,7	70,3	76,4
50-59 km/h	4	2,2%	75,0	71,2	76,6

Tabla 112. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 20 m después del paso elevado (int).

Velocidades vehículos ligeros 20 m después del paso elevado(int)

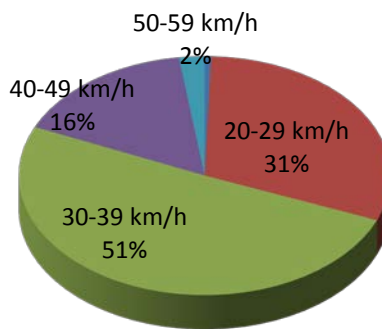


Figura 226. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 20 m después del paso elevado (int).

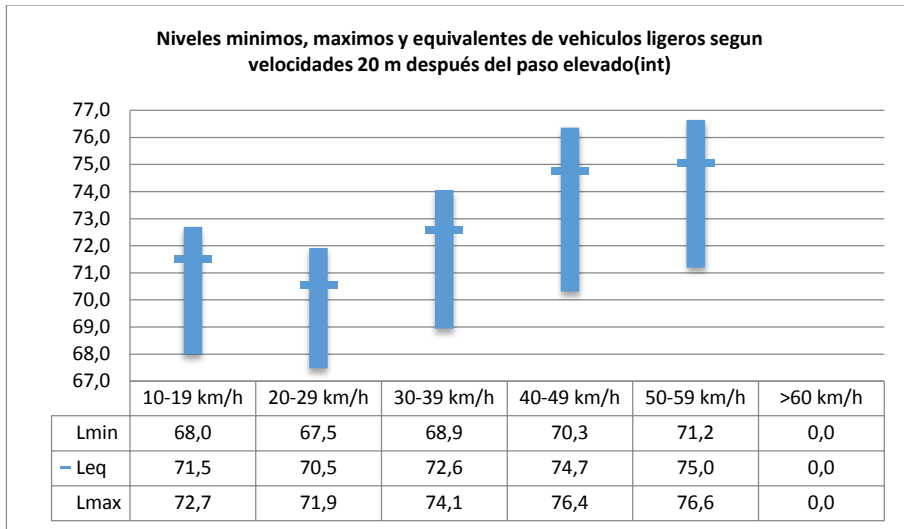


Figura 227. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades 20 m después del paso elevado (int).

Se aprecia como el nivel de ruido es directamente proporcional a la velocidad de los vehículos pero al comparar estos valores con los obtenidos de velocidades 50 m antes del moderador a las mismas velocidades se observa como en este punto los niveles para Leq y Lmax son inferiores en aproximadamente 2 dBA. Ahora bien al compararlos con los presentados sobre el moderador se presentan incrementos de 3,5 dBA en promedio, lo que muestra la influencia de la aceleración en los niveles de ruido.

La Tabla 113 muestra los niveles de ruido según velocidades instantáneas 50 m delante del dispositivo moderador donde también se muestran el número de vehículos y porcentaje en cada una de las categorías de velocidad en este punto. Las velocidades de los vehículos ligeros 50 m después del moderador están entre los 20 y 40 km/h y solo un 3% de los vehículos ya está por encima del límite de velocidad de la zona que es de 40 km/h (Figura 228). También se muestran gráficamente los rangos de ruido en los que se encuentran los vehículos según sus velocidades en este punto (Figura 229).

VELOCIDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS 50 m DESPUÉS DEL PASO ELEVADO (INT)					
VELOCIDAD	No LIGEROS	%	Leq	Lmin	Lmax
10-19 km/h	2	1,1%	71,6	69,6	72,5
20-29 km/h	86	47,8%	74,1	70,8	75,5
30-39 km/h	86	47,8%	76,9	72,4	78,6
40-49 km/h	6	3,3%	77,4	71,0	79,7
50-59 km/h	0	0,0%	----	----	----
>60 km/h	0	0,0%	----	----	----

Tabla 113. Índices energéticos promedio y porcentajes de vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (int).

Velocidades vehículos ligeros 50 m después del paso elevado(int)

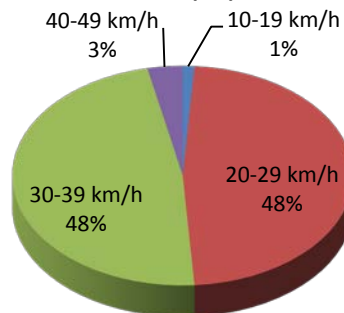


Figura 228. Porcentajes de velocidades de vehículos ligeros 50 m después del paso elevado (int).

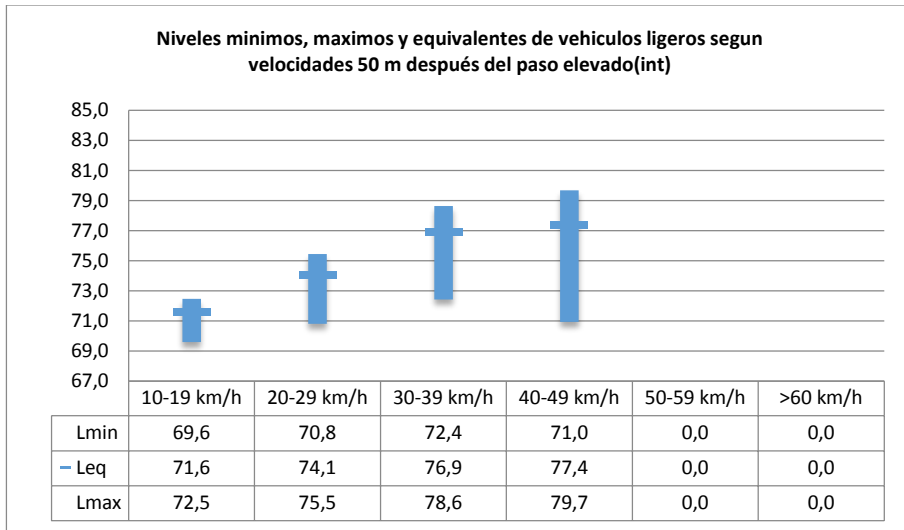


Figura 229. Niveles mínimos, máximos y equivalentes de vehículos ligeros según velocidades al pasar 50 m después del paso elevado (int).

De nuevo se aprecia como el nivel de ruido es directamente proporcional a la velocidad de los vehículos y al comparar estos valores con los obtenidos de las velocidades 50 m antes del moderador se observa como en este punto los niveles tiende a ser 1,5 dBA mayores a las mismas velocidades. Ahora al comparar estos niveles con los presentados 20 m después se aprecia que los niveles de ruido son 4 decibelios superiores en promedio.

Antes de pasar al análisis general de los datos es importante anotar como los dispositivos moderadores del tipo extremo o aislado cumplen su función de disminuir la velocidad en la mayoría de los casos pero las velocidades se recuperan rápidamente y se ha podido comprobar que la mayoría de los vehículos viajan a más de las velocidades límite establecidas en los tramos antes y después de los dispositivos moderadores. Por lo tanto dispositivos aislados no son una buena medida de controlar la velocidad si no están acompañados de otros dispositivos u otras medidas de control.

7.3 Análisis general

Para el análisis general de las pruebas realizadas sobre los distintos tipos de moderadores de tráfico, se elaboraron las tablas resumen con el fin de poder ver los valores más representativos para los vehículos ligeros en cada uno de los dispositivos estudiados. En la Tabla 114 los valores de la velocidad resultan

de los percentiles 50 de la prueba y los datos de Leq y Lmax son los obtenidos de los datos promedio del apartado 7.1 (Análisis con respecto a índices energéticos principales).

COMPARATIVA ANTES (50 O 70 m) Y SOBRE EL MODERADOR									
DISPOSITIVO MODERADOR	Vel -70-50	Vel 0	Delta vel	Leq -70-50	Leq 0	Delta Leq	Lmax -70-50	Lmax 0	Delta Lmax
Lomo int	44	31	-13	75,9	71,6	-4,3	77,5	72,8	-4,7
Lomo ext	63	27	-36	78,7	71,9	-6,8	80,8	73,7	-7,1
Resalte ext	69	59	-10	80,5	78,4	-2,1	83,1	81,9	-1,2
Paso ext	44	24	-20	74,8	66,6	-8,2	76,6	67,9	-8,7
Paso int	44	29	-15	76,9	68,3	-8,6	78,6	69,4	-9,2
COMPARATIVA SOBRE Y 20 m DESPUÉS DEL MODERADOR									
DISPOSITIVO MODERADOR	Vel 0	Vel +20	Delta vel	Leq 0	Leq +20	Delta Leq	Lmax 0	Lmax +20	Delta Lmax
Lomo int	31	35	4	71,6	74,7	3,1	72,8	76,1	3,3
Lomo ext	27	45	18	71,9	74,1	2,2	73,7	75,7	2
Resalte ext	59	60	1	78,4	77,7	-0,7	81,9	80,1	-1,8
Paso ext	24	31	7	66,6	71,6	5,0	67,9	73,2	5,3
Paso int	29	33	4	68,3	72,6	4,3	69,4	74,1	4,7
COMPARATIVA SOBRE Y 50 m DESPUÉS DEL MODERADOR									
DISPOSITIVO MODERADOR	Vel 0	Vel +50	Delta vel	Leq 0	Leq +50	Delta Leq	Lmax 0	Lmax +50	Delta Lmax
Lomo ext	27	45	18	71,9	76,4	4,5	73,7	78,1	4,4
Resalte ext	59	60	1	78,4	78,6	0,2	81,9	81,1	-0,8
Paso ext	24	38	14	66,6	74,6	8,0	67,9	76,4	8,5
Paso int	29	30	1	68,3	75,7	7,4	69,4	77,4	8,0

Tabla 114. Comparativa según índices energéticos principales en todos los moderadores.

En la Tabla 115 los valores de la velocidad y los datos de Leq y Lmax son los obtenidos del apartado 7.2 (Análisis con respecto a velocidades y ruido) y se tomaron los datos donde se presentan los mayores porcentajes de vehículos en cada punto según la velocidad y cada dispositivo moderador analizado.

COMPARATIVA ANTES (50 O 70 m) Y SOBRE EL MODERADOR								
DISPOSITIVO MODERADOR	Vel -70-50	Vel 0	Leq -70-50	Leq 0	Delta Leq	Lmax -70-50	Lmax 0	Delta Lmax
Lomo int	40-50	30-40	75,0	71,6	-3,4	76,5	72,8	-3,7
Lomo ext	60-70	20-30	78,9	71,3	-7,6	81,2	73,0	-8,2
Resalte ext	60-70	60-70	78,7	78,3	-0,4	81,2	81,5	0,3
Paso ext	40-50	20-30	74,4	65,5	-8,9	76,0	67,1	-8,9
Paso int	40-50	20-30	76,8	66,3	-10,5	78,4	67,2	-11,2
COMPARATIVA SOBRE Y 20 m DESPUÉS DEL MODERADOR								
DISPOSITIVO MODERADOR	Vel 0	Vel +20	Leq 0	Leq +20	Delta Leq	Lmax 0	Lmax +20	Delta Lmax
Lomo int	30-40	30-40	71,6	74,2	2,6	72,8	75,4	2,6
Lomo ext	20-30	50-60	71,3	74,9	3,6	73,0	76,5	3,5
Resalte ext	60-70	60-70	78,3	77,9	-0,4	81,5	80,2	-1,3
Paso ext	20-30	30-39	65,5	72,2	6,7	67,1	73,9	6,8
Paso int	20-30	30-40	66,3	72,6	6,3	67,2	74,1	6,9
COMPARATIVA SOBRE Y 50 m DESPUÉS DEL MODERADOR								
DISPOSITIVO MODERADOR	Vel 0	Vel +50	Leq 0	Leq +50	Delta Leq	Lmax 0	Lmax +50	Delta Lmax
Lomo ext	20-30	40-50	71,3	76,1	4,8	73,0	77,8	4,8
Resalte ext	60-70	60-70	78,3	79,0	0,7	81,5	81,4	-0,1
Paso ext	20-30	30-40	65,5	73,6	8,1	67,1	75,1	8
Paso int	20-30	20-30	66,3	74,1	7,8	67,2	75,5	8,3

Tabla 115. Comparativa según índices velocidades y ruido en todos los moderadores.

En general al comparar los resultados obtenidos de las dos formas se observa que los dos representan el comportamiento del ruido para cada uno de los dispositivos moderadores, en algunos casos los valores son cercanos pero se debe tener en cuenta que en la primera tabla se usan todos los valores promedio y en la segunda los específicos de donde se presentan los mayores porcentajes de vehículos. Los datos presentados en rojo muestran resultados de ruido que son iguales o superiores sobre el dispositivo moderador a los que se presentan en los otros lugares de la prueba, por lo tanto, no muestran reducciones sino que muestran aumento del ruido o muy poca diferencia entre el ruido en ese punto y el ruido en el dispositivo moderador.

Tomando primero el dispositivo moderador tipo lomo intermedio se determinó que la mayoría de los vehículos ligeros circulan entre 30 y 40 Km/h sobre el dispositivo y la velocidad media de los mismos al pasar sobre el dispositivo es de aproximadamente 31 km/h que es menor a la velocidad a la que está restringida la travesía (40 km/h). Este tipo de dispositivo genera en promedio una reducción de 13 km/h de los vehículos ligeros.

El nivel promedio de L_{eq} y L_{max} de los vehículos ligeros sobre el dispositivo es 71,6 y 72,8 dBA respectivamente. Para concluir la reducción promedio de los niveles de ruido L_{eq} y L_{max} , por la presencia del lomo y la disminución de velocidad de los vehículos ligeros, con respecto a los valores 50 m antes del mismo, es de cerca de 4,3 dBA para L_{eq} y 4,7 dBA para L_{max} . Esto cumple a cabalidad con lo encontrado en el estado del arte que habla de reducciones de hasta 4 dBA en L_{eq} y 7 dBA en L_{max} . (Hedstrom, 1999; Döldissen, 1988; Bendtsen, 1987); para reducciones de velocidad del orden de las encontradas sobre el lomo la reducción en los niveles de ruido L_{eq} serían del orden 6,4 dBA según Andersen (2003) pero dichos valores no se alcanzaron ni en las reducciones más fuertes.

La Figura 230 muestra en resumen el comportamiento de los vehículos ligeros en cuanto a la velocidad de los mismos, los principales índices energéticos en todas las pruebas realizadas sobre el lomo intermedio y las diferencia de estos con el nivel equivalente del entorno (L_{eq} ent), los percentiles de velocidad obtenidos y las velocidades obtenidas en cada punto.

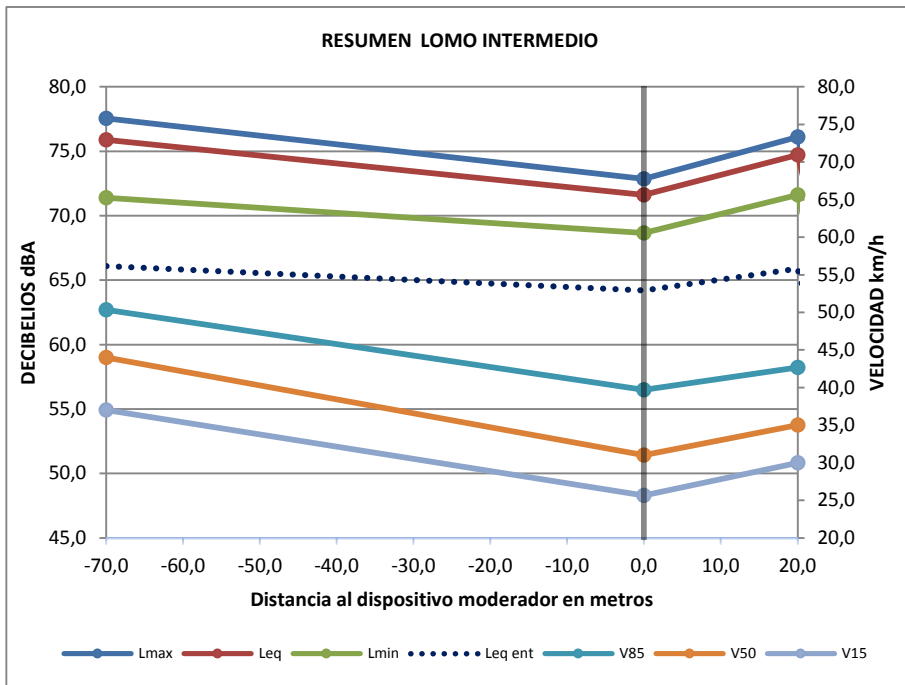


Figura 230. Resumen de velocidades y niveles de ruido para vehículos ligeros en maniobras de deceleración, paso y aceleración para el lomo intermedio.

Se subraya el hecho de que las diferencias de Lmax, Leq e incluso Lmin sobre el dispositivo moderador están más de 4 dBA por encima del nivel equivalente de la zona (Leq ent). Esto, como se ha dicho con anterioridad, se debe al bajo tráfico de la zona de estudio que hace que el ruido del paso de los vehículos sea más notable. Además, el hecho de que no exista gran presencia de vehículos pesados ayuda a conseguir las mayores reducciones en los niveles de Leq y Lmax (Kragh et al, 2006; Hedstrom, 1999; Döldissen, 1988; Bendtsen, 1987).

Según Abbott et al. (1995a) los lomos podrían producir reducciones de hasta 10 dBA, pero este valor no se ha alcanzado ni para las máximas reducciones de velocidad estudiadas sobre el lomo intermedio. De la misma forma, Bendtsen et al. (2001) hablan de niveles superiores en 2 dBA para los vehículos 10 m después del dispositivo moderador tipo lomo y en este estudio se han obtenido niveles 4 dBA superiores tanto en Leq como Lmax pero 20 m después del dispositivo.

Para el caso del lomo extremo o aislado se determinó que la mayoría de los vehículos ligeros circulan entre 20 y 30 Km/h sobre el dispositivo y la velocidad

media de los mismos al pasar sobre el dispositivo es de aproximadamente 27 km/h, que es menor a la velocidad a la que está restringida la travesía (40 km/h). Este tipo de dispositivo genera en promedio una reducción de 36 km/h de los vehículos ligeros lo que muestra que estos se desplazan a una velocidad aproximada de 63 km/h 70 m antes del lomo, muy por encima del límite establecido.

El nivel promedio de L_{eq} y L_{max} de los vehículos ligeros sobre el dispositivo lomo extremo es 71,9 y 73,7 dBA respectivamente. Para concluir la reducción promedio de los niveles de ruido L_{eq} y L_{max} , por la presencia del lomo y la disminución de velocidad de los vehículos ligeros, con respecto a los valores 70 m antes del mismo, es de cerca de 6,8 dBA para L_{eq} y 7,1 dBA para L_{max} . Esto cumple a cabalidad con lo encontrado en el estado del arte que habla de reducciones de hasta 4 dBA en L_{eq} y 7 dBA en L_{max} . (Hedstrom, 1999; Döldissen, 1988; Bendtsen, 1987). Para reducciones de velocidad del orden de las encontradas sobre el lomo la reducción en los niveles de ruido L_{eq} serían del orden 8,7 dBA según Andersen (2003), y para este caso este tipo de reducciones solo serían posibles en reducciones de velocidades superiores a los 40 km/h.

La Figura 231 muestra en resumen el comportamiento de los vehículos ligeros en cuanto a la velocidad de los mismos, los principales índices energéticos en todas las pruebas realizadas sobre el lomo extremo y las diferencia de estos con el nivel equivalente del entorno (L_{eq} ent), los percentiles de velocidad obtenidos y las velocidades obtenidas en cada punto. Se aprecia como las diferencias de L_{max} , L_{eq} sobre el dispositivo moderador están por encima del nivel equivalente de la zona (L_{eq} ent) más de 6 dBA, esto como se ha dicho con anterioridad muestra la influencia de los vehículos en los niveles de ruido. Además, el hecho de que no exista gran presencia de vehículos pesados ayuda a conseguir las mayores reducciones en los niveles de L_{eq} y L_{max} (Kragh et al, 2006; Hedstrom, 1999; Döldissen, 1988; Bendtsen, 1987).

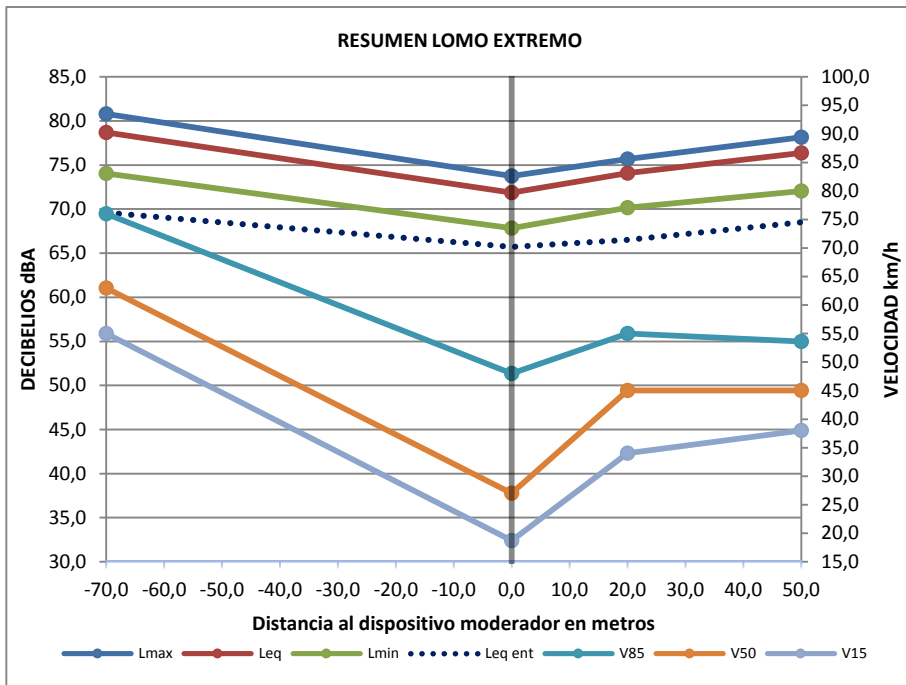


Figura 231. Resumen de velocidades y niveles de ruido para vehículos ligeros en maniobras de deceleración, paso y aceleración para el lomo extremo.

Según Abbott et al. (1995a) los lomos podrían producir reducciones de hasta 10 dBA, pero este valor no se ha alcanzado ni para las máximas reducciones de velocidad estudiadas sobre el lomo extremo, aunque en esta investigación se han alcanzado reducciones de hasta de 9 dBA en los niveles de Leq. De la misma forma, Bendtsen et al. (2001) hablan de niveles superiores en 2 dBA para los vehículos 10 m después del dispositivo moderador tipo lomo y en este estudio se han obtenido valores entre 2 y 3,5 dBA más altos en Leq como Lmax pero 20 m después del dispositivo. Para el caso de los niveles Leq y Lmax 50 m medidos después del moderador se han obtenido niveles entre 4,5 y 4,8 superiores.

Para el resalte prefabricado estudiado del tipo aislado o extremo, los resultados obtenidos del conjunto de datos son los siguientes: se determinó que la mayoría de los vehículos ligeros circulan entre 60 y 70 Km/h y la velocidad media de los mismos al pasar sobre el dispositivo es de aproximadamente 59 km/h. Este tipo de dispositivo genera en promedio una reducción de 10 km/h de los vehículos ligeros lo que muestra que estos se desplazan a una velocidad aproximada de 69 km/h 70 m antes del resalte, donde el límite establecido es de 60 km/h.

El nivel promedio de L_{eq} y L_{max} de los vehículos ligeros sobre el dispositivo tipo resalte prefabricado es 78,4 y 81,9 dBA, respectivamente. Para concluir la reducción promedio de los niveles de ruido L_{eq} y L_{max} , por la presencia del resalte y la disminución de velocidad de los vehículos ligeros, con respecto a los valores 70 m antes del mismo, es de cerca de 2,1 dBA para L_{eq} y tan solo 1,2 dBA para L_{max} . Aunque si se toman en cuenta solo los datos de la mayoría de los vehículos la reducción sería nula.

Según los datos, los niveles de L_{eq} y L_{max} sobre el resalte son superiores en 0,7 y 1,8 dBA respectivamente al compararlos con los presentados 20 m después del dispositivo a la misma velocidad, lo que concuerda con Bérengier (2006) que encontró incrementos de 1 a 5 dBA debido al golpe de los neumáticos contra el borde de los dispositivos moderadores. Estas diferencias en los niveles también se presentan 50 m después del moderador donde los niveles de L_{max} muestran que son menores en 1 dBA a los presentados sobre el dispositivo a la misma velocidad.

La Figura 232 muestra en resumen el comportamiento de los vehículos ligeros, en todas las pruebas realizadas sobre el resalte prefabricado, en cuanto a la velocidad de los mismos, los principales índices energéticos en todas las pruebas realizadas sobre el dispositivo y las diferencia de estos con el nivel equivalente del entorno ($L_{eq\ ent}$), los percentiles de velocidad obtenidos y las velocidades obtenidas en cada punto.

Es notable como los niveles de L_{max} y L_{eq} son muy superiores al nivel equivalente del entorno debido al poco flujo de vehículos en la zona (16 dBA aproximadamente). También se aprecia como el nivel L_{max} sobre el moderador es superior a los niveles 20 y 50 m después del moderador a pesar de que la velocidad en estos puntos es igual o mayor y como a pesar de la reducción de velocidad antes de llegar al moderador los niveles de L_{eq} y L_{max} no se ven afectados. Con respecto al aumento en el ruido, ya se ha dicho con anterioridad que es debido al golpe de los neumáticos de los vehículos sobre el dispositivo moderador, este mismo problema encontró MODETRA (2009) con niveles de L_{max} superiores a 5 dBA en un estudio en un cruce elevado.

Ahora tomando los vehículos ligeros sobre el dispositivo moderador, tipo paso peatonal elevado extremo, se tiene que gran parte de los vehículos circulan entre 20 y 30 Km/h y la velocidad media al pasar sobre el dispositivo es de aproximadamente 24 km/h. Este tipo de dispositivo genera en promedio una reducción de 20 km/h, y la velocidad promedio de los vehículos antes del dispositivo moderador es de 44 km/h que es superior a la velocidad límite del tramo que es de 30 km/h.

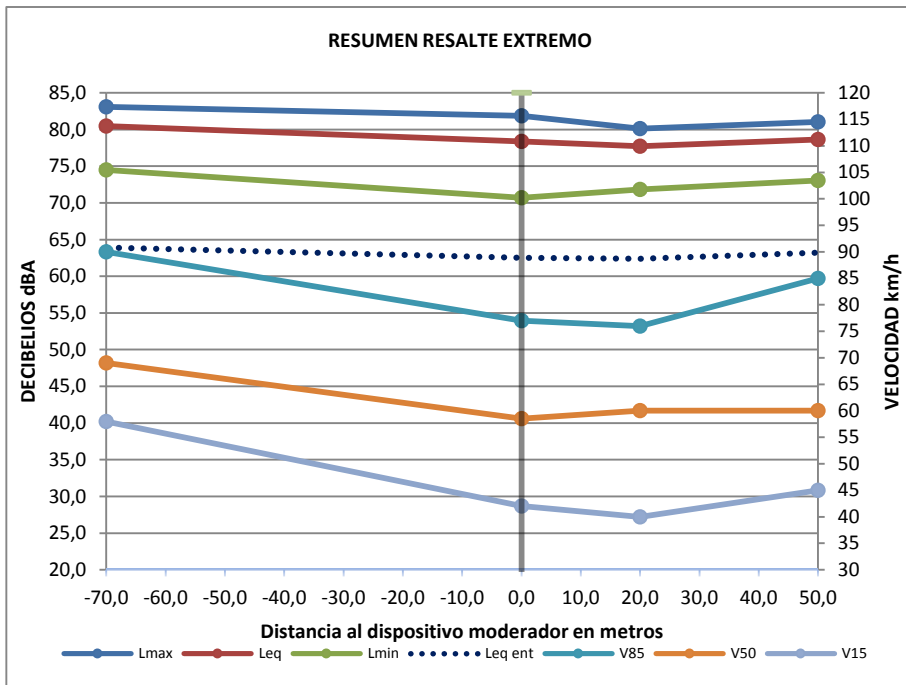


Figura 232. Resumen de velocidades y niveles de ruido para vehículos ligeros en maniobras de deceleración, paso y aceleración para el resalte.

El nivel promedio de Leq y Lmax de los vehículos ligeros sobre el dispositivo es 66,6 y 67,9 dBA respectivamente y en conclusión la reducción promedio de los niveles de ruido Leq y Lmax, por la presencia del paso peatonal elevado y la disminución de velocidad de los vehículos ligeros, con respecto a los valores 70 m antes del mismo, es de 8,2 y 8,7 dBA para Leq y Lmax respectivamente. Estos valores son superiores a los de Andersen (2003) que para este tipo de reducciones de velocidad habla de reducciones del orden de 6,4 dBA en Leq y Abbott et al. (2003) que hablan de reducciones de aproximadamente 6.6 dBA en el caso de Lmax para este tipo de dispositivo moderador.

Además concuerda con lo que se halló en el estado del arte donde moderadores correctamente diseñados e implementados, podrían reducir los niveles de ruido de 3 a 4 dBA en Leq y hasta 7 dBA en Lmax, siempre y cuando los porcentajes de vehículos pesados no sean altos o sean nulos (Hedstrom, 1999; Döldissen, 1988); Bendtsen, 1987).

Además, al comparar las velocidades y los niveles de ruido sobre el dispositivo con las obtenidas 20 m adelante del mismo, se determinó que las velocidades aumentan a 31 km/h (7 km/h más que sobre el moderador y 1 km/h más que la

velocidad limite) y los niveles Leq y Lmax aumentan en 5 dBA para ambos casos y al comparar los niveles sobre el moderador con los obtenidos 50 m delante del mismo se obtiene que los vehículos continúan acelerando y las velocidades aumentan hasta 38 km/h en promedio y los niveles en 8 y 8,5 para Leq y Lmax, respectivamente.

La Figura 233 muestra en resumen el comportamiento de los vehículos ligeros, en todas las pruebas realizadas sobre el paso peatonal elevado extremo, en cuanto a la velocidad de los mismos, los principales índices energéticos en todas las pruebas realizadas sobre el dispositivo y las diferencia de estos con el nivel equivalente del entorno (Leq ent), los percentiles de velocidad obtenidos y las velocidades obtenidas en cada punto.

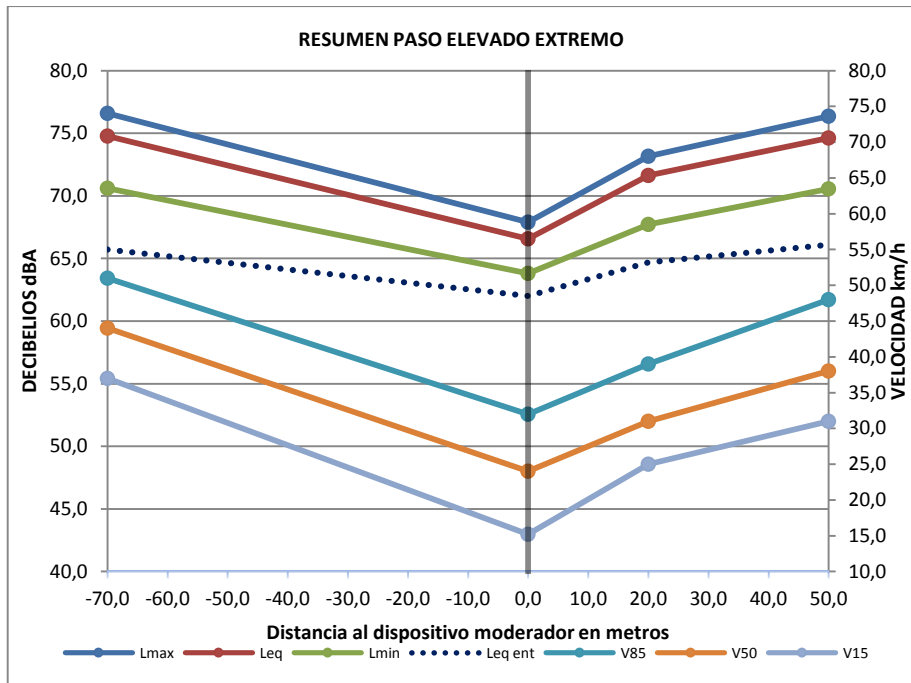


Figura 233. Resumen de velocidades y niveles de ruido para vehículos ligeros en maniobras de deceleración, paso y aceleración para el paso peatonal elevado extremo.

De la Figura 233 es notable todo lo que se ha explicado anteriormente y como los niveles de Lmax y Leq son superiores al nivel equivalente del entorno debido al flujo de vehículos en la zona (4,5 dBA aproximadamente). También se aprecia como los niveles de ruido Lmax, Leq e inclusive los niveles del entorno (Leq ent) se comportan muy similar al comportamiento de la velocidad

y como las medidas tomadas en la metodología son correctas para analizar el fenómeno.

Por último tomando los vehículos ligeros sobre el dispositivo moderador, tipo paso peatonal elevado intermedio, se tiene que gran parte de los vehículos circulan entre 20 y 30 Km/h y la velocidad media al pasar sobre el dispositivo es de aproximadamente 29 km/h. Este tipo de dispositivo genera en promedio una reducción de 15 km/h, y la velocidad promedio de los vehículos antes del dispositivo moderador es de 44 km/h que es superior a la velocidad límite del tramo que es de 40 km/h.

El nivel promedio de L_{eq} y L_{max} de los vehículos ligeros sobre el dispositivo es 68,3 y 69,4 dBA respectivamente y en conclusión la reducción promedio de los niveles de ruido L_{eq} y L_{max} , por la presencia del paso peatonal elevado y la disminución de velocidad de los vehículos ligeros, con respecto a los valores 50 m antes del mismo, es de 8,6 y 9,2 dBA para L_{eq} y L_{max} respectivamente. Estos valores son superiores a los de Andersen (2003) que para este tipo de reducciones de velocidad habla de reducciones del orden de 6,4 dBA en L_{eq} y Abbott et al. (2003) que hablan de reducciones de aproximadamente 6.6 dBA en el caso de L_{max} para este tipo de dispositivo moderador.

Además concuerda con lo que se halló en el estado del arte donde moderadores correctamente diseñados e implementados, podrían reducir los niveles hasta 7 dBA en L_{max} , siempre y cuando los porcentajes de vehículos pesados no sean altos o sean nulos (Hedstrom, 1999; Döldissen, 1988); Bendtsen, 1987).

Además, al comparar las velocidades y los niveles de ruido sobre el dispositivo con los obtenidos 20 m adelante del mismo, se determinó que las velocidades aumentan a 33 km/h (4 km/h más que sobre el moderador) y los niveles L_{eq} y L_{max} aumentan en 4,3 y 4,7, respectivamente. Ahora bien al comparar los niveles sobre el moderador con los obtenidos 50 m delante del mismo se obtiene que los vehículos disminuyen la velocidad hasta 30 km/h en promedio debido a la presencia de un próximo dispositivo moderador y los niveles en 7,4 y 8,0 para L_{eq} y L_{max} respectivamente.

La Figura 234 muestra en resumen el comportamiento de los vehículos ligeros, en todas las pruebas realizadas sobre el paso peatonal elevado intermedio, en cuanto a la velocidad de los mismos, los principales índices energéticos en todas las pruebas realizadas sobre el dispositivo y las diferencia de estos con el nivel equivalente del entorno ($L_{eq\ ent}$), los percentiles de velocidad obtenidos y las velocidades obtenidas en cada punto.

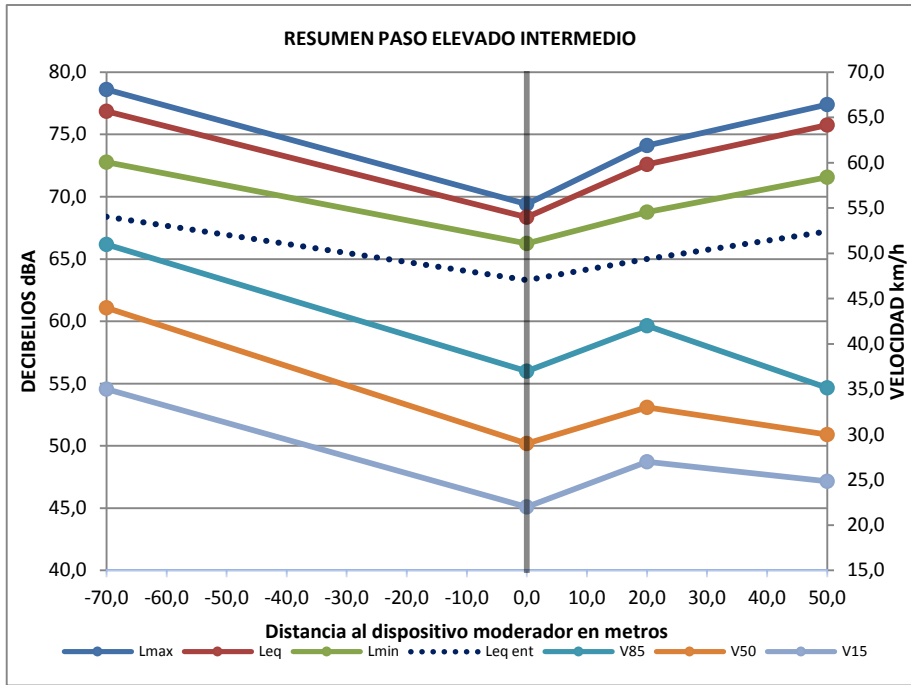


Figura 234. Resumen de velocidades y niveles de ruido para vehículos ligeros en maniobras de deceleración, paso y aceleración para el paso peatonal elevado intermedio.

En la Figura 234 es notable todo lo que se ha explicado anteriormente y como los niveles de Lmax y Leq son superiores al nivel equivalente del entorno (5 dBA aproximadamente) debido al flujo de vehículos en la zona. También se aprecia como los niveles de ruido Lmax, Leq e inclusive los niveles del entorno (Leq ent) se comportan muy similar al comportamiento de la velocidad aunque se aprecia un aumento en los niveles 50 m después del moderador a pesar de la reducción de velocidad, esto se debe principalmente a que los vehículos están en proceso de deceleración debido a la presencia de otro dispositivo moderador.

8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el desarrollo de este capítulo se analizarán todas las variables y los datos obtenidos en las pruebas realizadas, se harán regresiones simples con dichas variables para ver su comportamiento y por ultimo con esta información poder desarrollar modelos de regresión múltiple que representen el comportamiento del ruido en la maniobra de aproximación y paso sobre los diferentes dispositivos moderadores de tráfico.

Antes de proceder al análisis estadístico se han eliminado de la base de datos una serie de muestras por considerarse comportamientos totalmente atípicos. La razón principal son sus elevadas velocidades en toda la maniobra que no representan un comportamiento normal ante la presencia de dispositivos moderadores de tráfico. Los datos eliminados pertenecen todos al moderador tipo resalte prefabricado donde la velocidad máxima permitida es de 60 km/h y son los que aparecen en la Tabla 116.

TRAYECTORIA	TIPO	VEL-70	VEL 0	VEL+20	VEL+50
13	NORMAL	103	108	120	120
17	MONOVOLUMEN	90	86	80	103
28	FURGONETA	120	91	96	96
42	NORMAL	90	84	85	85
95	FURGONETA	111	93	96	85
101	MONOVOLUMEN	120	104	85	111
113	SUV	131	86	90	90
119	NORMAL	120	91	72	120
126	SUV	120	89	80	85
130	FURGONETA	120	117	120	120

Tabla 116. Trayectorias eliminadas del análisis por presentar comportamientos atípicos.

Se observa que los datos eliminados corresponden a comportamientos demasiado agresivos en toda la maniobra que sobrepasan mucho la velocidad límite del tramo y que en muchos de los casos la velocidad sobre el moderador (VEL 0) sobrepasa los 90 km/h y en uno de los casos casi llega a los 120 km/h. Cabe aclarar que para el desarrollo de los modelos se ha contado con el 90% de los datos totales de las pruebas y el restante 10% ha sido reservado para la

posterior validación de los mismos, la escogencia de estos valores se ha hecho de forma aleatoria con el fin de respetar el análisis estadístico.

8.1 Análisis de variables

Se ha realizado un primer análisis de las variables a modelar con el fin de saber su comportamiento, para esto se ha utilizado un programa estadístico y las variables analizadas son los valores principales de ruido (Leq, Lmin, Lmax) en los puntos donde se realizaron las pruebas (-70 m, -50 m, 0 m, +20m, +50m). Dichos valores de ruido han sido transformados con el fin de representar mucho mejor el comportamiento logarítmico del ruido. Dicha transformación se obtiene de elevar 10 a la décima parte del valor ruido en decibelios medido en las pruebas, los valores obtenidos provienen de la fórmula de potencia (Ecuación 27).

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{W_1}{W_0} (dB) \quad (27)$$

El procedimiento de comparación de varias muestras está diseñado para comparar dos o más muestras independientes de datos variables. Se han realizado pruebas para determinar si hay o no diferencias significativas entre las medias, varianzas y/o medianas de las poblaciones de las que se tomaron las muestras. Además, se han desplegado los datos gráficamente de varias maneras, incluyendo un gráfico de análisis de la varianza (ANOVA), un gráfico de medias y gráfico de caja y bigotes.

La tabla ANOVA determina si las medias de los grupos son significativamente diferentes entre sí o no, si el P-value de la prueba es menor que 0,05, significa que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las variables con un nivel del 95,0% de confianza. Además, la prueba de Kruskal-Wallis es una alternativa para el análisis estándar de varianzas que compara medianas de grupo en lugar de medias. Esta prueba es mucho menos sensible a la presencia de puntos lejanos que la prueba ANOVA, si el P-value de esta prueba es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

La Tabla 117 muestra un ejemplo de tabla ANOVA, la Tabla 118 un ejemplo de la tabla de medias que es la base para la construcción del gráfico de medias y la Tabla 119 que muestra el análisis de medianas de Kruskal-Wallis. Todas las tablas correspondientes a los análisis estadísticos de las muestras se encuentran en el Anexo 2.

Tabla ANOVA para Leq-70-50 por MODERADOR					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,7983E17	2	1,39915E17	89,01	0,0000
Intra grupos	9,91918E17	631	1,57198E15		
Total (Corr.)	1,27175E18	633			

Tabla 117. Ejemplo de resultados de análisis de varianzas ANOVA para el factor MODERADOR en la Variable Leq-70-50 m.

Tabla de Medias para Leq-70-50 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%					
MODERADOR	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
LOMO	224	6,44024E7 (78,9 dBA)	2,6491E6	6,0731E7 (77,8 dBA)	6,80738E7 (78,3 dBA)
PASO	299	4,09356E7 (76,1 dBA)	2,29291E6	3,77579E7 (75,8 dBA)	4,41134E7 (76,4 dBA)
RESALTE	111	9,87971E7 (79,9 dBA)	3,76324E6	9,35816E7 (79,7 dBA)	1,04013E8 (80,2 dBA)
Total	634	5,9357E7 (77,7 dBA)			

Tabla 118. Ejemplo de resultados en tabla de medias para el factor MODERADOR en la Variable Leq-70-50 m.

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq-70-50 por MODERADOR		
MODERADOR	Tamaño Muestra	Rango Promedio
LOMO	224	353,368
PASO	299	232,635
RESALTE	111	473,716
Estadístico = 153,54 Valor-P = 0		

Tabla 119. Ejemplo de resultados de análisis de medianas (Kruskal-Wallis) para el factor MODERADOR en la Variable Leq-70-50 m.

El gráfico de medias y el gráfico de caja y bigotes es una forma sencilla de ver directamente las relaciones entre las variables. Un par de intervalos que no se solapan en dirección vertical en el gráfico de medias indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias al nivel de confianza seleccionado (95% de confianza). Por otra parte en el gráfico de caja y bigotes si las muescas sobre la mediana de las variables no se solapan, las dos medianas son significativamente diferentes en el nivel de confianza del 95%.

La Figura 235 muestra el ejemplo de gráfico de medias en el que se aprecia que no existe solape entre las variables y la Figura 236 muestra el gráfico de caja y bigotes en el que se aprecia que no existe solape entre las muescas del gráfico. Además, este gráfico también muestra los valores atípicos y facilita su ubicación en tamaños de muestra elevados. Todas las gráficas de los análisis estadísticos de las muestras se encuentran en el Anexo 2.

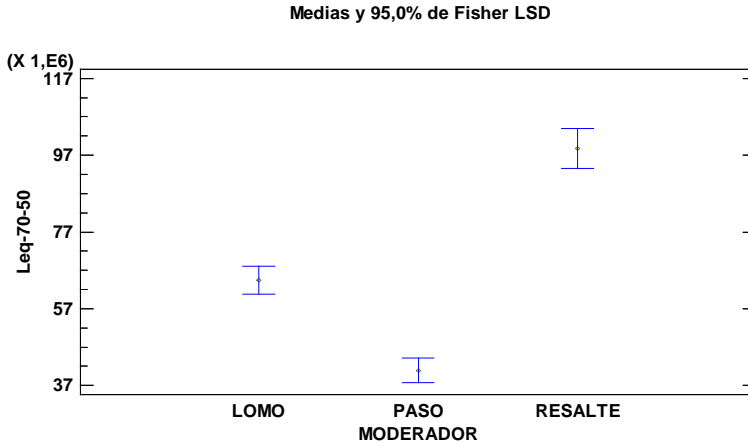


Figura 235. Ejemplo de gráfico de medias en relación al tipo de moderador con respecto a niveles Leq-70-50 m.

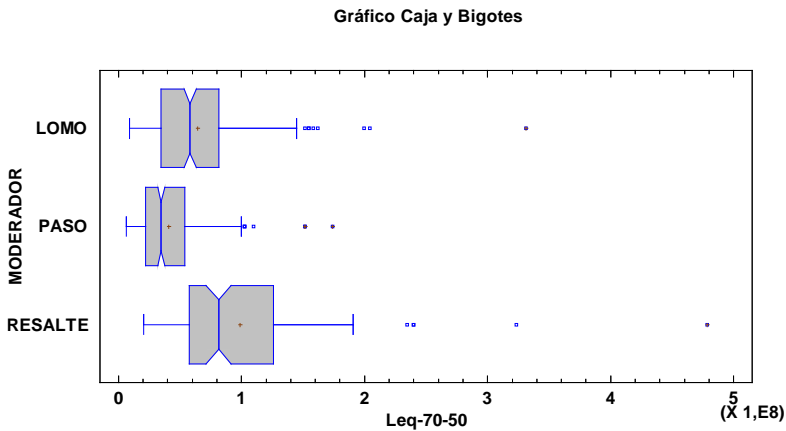


Figura 236. Ejemplo de gráfico de caja y bigotes en relación al tipo de moderador con respecto a niveles Leq-70-50 m.

En primer lugar se han tomado las variables de ruido antes de llegar al moderador (-70 y -50 m, según los casos) y con todos los datos y gráficas se ha elaborado las tablas que resumen los valores encontrados.

VARIABLE Leq -70-50	ANOVA	Kruskal-Wallis	Solape en gráfico de medias	Solape en gráfico caja y bigotes (medianas)
FACTOR	P-value	P-value		
Tipo de Moderador	0,00000	0,00000	NO	NO
Ancho Carril	0,00000	0,00000	NO	SI
Vel Límite	0,00000	0,00000	NO	NO
Extremo/Intermedio	0,00000	2,95241E-8	NO	NO
Tipo de vehículo	0,7031	0,388559	SI	SI
Vel 70-50	0,00000	0,00000		

Tabla 120. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Leq -70-50 m.

De la Tabla 120 se observa que todos los factores a excepción del tipo de vehículo pueden resultar significativos a la hora de elaborar un modelo que represente los niveles de ruido equivalente 70 o 50 m antes del moderador. Esto se concluye porque los P-value son menores a 0,05 y no existe solape en los gráficos de medias y cajas y bigotes. Para el caso del ancho del carril existe un pequeño solape entre el carril de 3.10 m y 3,60 pero no se tendrá en cuenta debido a que el solape es muy pequeño y no existe solape en el gráfico de medias para el mismo caso. En análisis posteriores se analizará de manera más profunda cada uno de estos factores pero es importante el hecho de que el tipo de vehículo no sea estadísticamente significativo al igual que se encontró en el análisis general.

Para el caso de los factores que influyen el nivel máximo de ruido (Lmax) 70 o 50 m antes del moderador, el comportamiento es muy similar al presentado en los niveles equivalentes (Leq) y de nuevo se aprecia que el tipo de vehículo se presenta como estadísticamente no significativo a la hora de efectuar el análisis (Tabla 121).

En la Tabla 122 se ha observado nuevamente que todos los factores a excepción del tipo de vehículo pueden resultar significativos a la hora de elaborar un modelo que represente los niveles mínimos de ruido 70 o 50 m antes del moderador. Esto se concluye porque los P-value son menores a 0,05 y no existe solape en los gráficos. Para el caso del ancho del carril se presenta solape entre los carriles de 3,10 y 3,60 m de ancho lo que podría indicar que a partir de cierto ancho la influencia sea igual, pero al tratarse de los niveles mínimos de ruido se ha decidido esperar a los resultados en los demás puntos de la prueba. En análisis posteriores se analizará de manera más profunda

cada uno de estos factores pero es importante el hecho de que el tipo de vehículo no sea significativo en ninguno de los casos 70 y 50 m antes del moderador.

VARIABLE Lmax -70-50	ANOVA	Kruskal-Wallis	Solape en gráfico de medias	Solape en gráfico caja y bigotes (medianas)
FACTOR	P-value	P-value		
Tipo de Moderador	0,00000	0,00000	NO	NO
Ancho Carril	0,00000	0,00000	NO	NO
Vel Límite	0,00000	0,00000	NO	NO
Extremo/Intermedio	0,00000	3,37539E-11	NO	NO
Tipo de vehículo	0,8717	0,536088	SI	SI
Vel 70-50	0,00000	0,00000		

Tabla 121. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmax -70-50 m.

VARIABLE Lmin -70-50	ANOVA	Kruskal-Wallis	Solape en gráfico de medias	Solape en gráfico caja y bigotes (medianas)
FACTOR	P-value	P-value		
Tipo de Moderador	0,00000	0,00000	NO	NO
Ancho Carril	0,00000	0,00000	SI	SI
Vel Límite	0,00000	0,00000	NO	NO
Extremo/Intermedio	0,00000	0,0309215	NO	SI
Tipo de vehículo	0,0428	0,0527528	SI	SI
Vel 70-50	0,00000	0,00000		

Tabla 122. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmin -70-50 m.

Ahora se mostrarán los resultados en las tablas resumen para los niveles de ruido 20 m delante del moderador.

VARIABLE Leq -20	ANOVA	Kruskal-Wallis	Solape en gráfico de medias	Solape en gráfico caja y bigotes (medianas)
FACTOR	P-value	P-value		
Tipo de Moderador	0,00000	0,00000	NO	NO
Ancho Carril	0,00000	0,00000	NO	NO
Vel Límite	0,00000	0,00000	NO	NO
Extremo/Intermedio	0,00000	0,0101753	NO	NO
Tipo de vehículo	0,3295	0,208669	SI	SI
Vel 20	0,00000	0,00000		

Tabla 123. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Leq 20 m.

Como se puede apreciar en la Tabla 123 todos los factores con excepción del tipo de vehículo resultan significativos a la hora de elaborar un modelo que represente el nivel equivalente de ruido (Leq) 20 m adelante del moderador, ya que los P-value de la tabla ANOVA y el análisis de Kruskal-Wallis son menores a 0,05. De nuevo se observa que el tipo de vehículo no resulta estadísticamente significativo a la hora del análisis, pero al analizar los resultados del gráfico de medias (Figura 237) se aprecia como los vehículos tipo Furgoneta y Campero-SUV presentan medias superiores a los vehículos tipo Monovolumen y Normal.

Para el caso del nivel máximo de ruido, 20 m después del moderador (Tabla 124) se aprecia que los factores son estadísticamente significativos con la ya encontrada excepción del tipo de vehículo, pero en este caso se aprecia más claramente en la Figura 238 como los vehículos de mayor volumen y en general con mayores cilindrada (furgoneta y campero-SUV) presentan diferencias con respecto a los vehículos más pequeños o de motores de menor cilindrada.

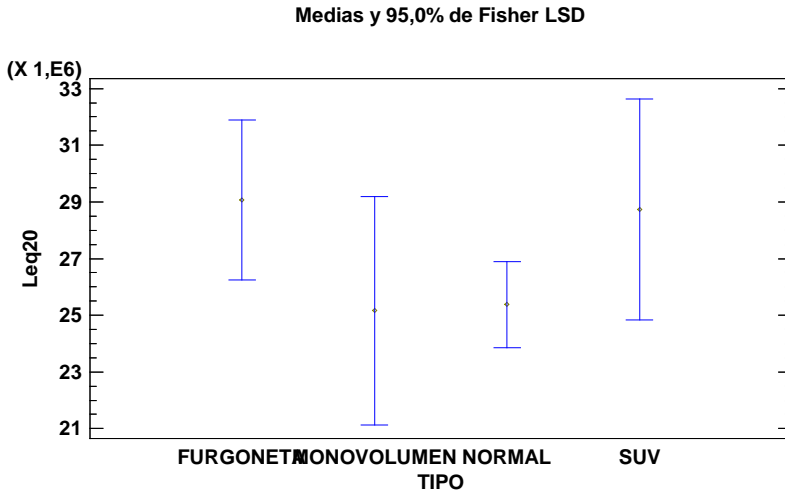


Figura 237. Gráfico de medias en relación al tipo de vehículo con respecto a niveles Leq 20 m.

VARIABLE Lmax -20	ANOVA	Kruskal-Wallis	Solape en gráfico de medias	Solape en gráfico caja y bigotes (medianas)
FACTOR	P-value	P-value		
Tipo de Moderador	0,00000	0,00000	NO	NO
Ancho Carril	0,00000	0,00000	NO	NO
Vel Límite	0,00000	0,00000	NO	NO
Extremo/Intermedio	0,00000	0,00333757	NO	NO
Tipo de vehículo	0,2002	0,102083	SI	SI
Vel 20	0,00000	0,00000		

Tabla 124. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmax 20 m.

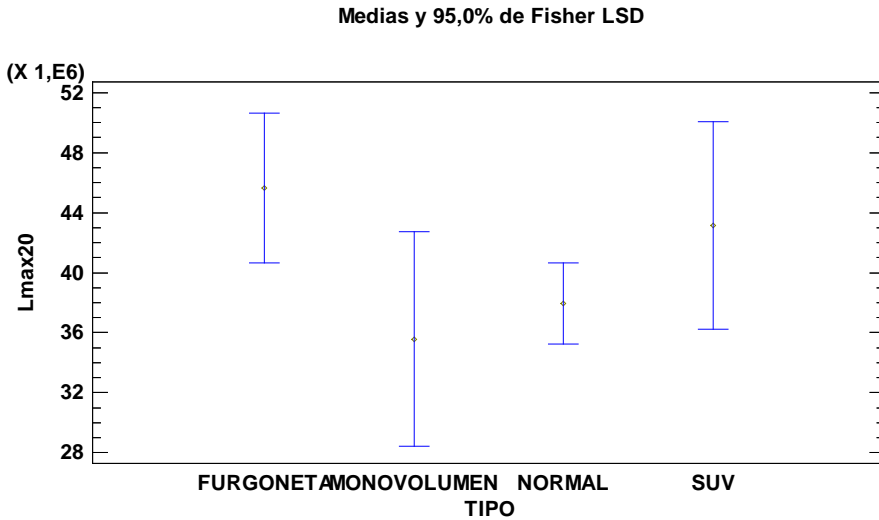


Figura 238. Gráfico de medias en relación al tipo de vehículo con respecto a niveles Lmax 20 m.

VARIABLE Lmin -20	ANOVA	Kruskal-Wallis	Solape en gráfico de medias	Solape en gráfico caja y bigotes (medianas)
FACTOR	P-value	P-value		
Tipo de Moderador	0,00000	0,00000	NO	NO
Ancho Carril	0,00000	0,00000	NO	NO
Vel Límite	0,00000	0,00000	NO	NO
Extremo/Intermedio	0,1167	0,443493	SI	SI
Tipo de vehículo	0,6338	0,508913	SI	SI
Vel 20	0,00000	0,00000		

Tabla 125. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmin 20 m.

Gracias a los resultados mostrados en la Tabla 125 se ha determinado que todos los factores a excepción del tipo de vehículo y si el moderador es extremo o no, pueden resultar significativos a la hora de elaborar un modelo que represente los niveles mínimos de ruido 20 m adelante del moderador ya que de nuevo los P-value son menores a 0,05 y no existe solape en los gráficos de medias y cajas y bigotes.

Las tablas que resumen los parámetros correspondientes a los niveles de ruido 50 m delante del moderador de la Tabla 126 a la Tabla 128 donde se ha podido determinar que todos los factores resultan significativos a la hora de elaborar modelos que representen los distintos niveles de ruido 50 m adelante del moderador ya que todos los P-value son menores a 0,05 y no existe solape en la mayoría de los gráficos de medias y cajas y bigotes.

VARIABLE Leq -50	ANOVA	Kruskal-Wallis	Solape en gráfico de medias	Solape en gráfico caja y bigotes (medianas)
FACTOR	P-value	P-value		
Tipo de Moderador	0,00000	0,00000	NO	NO
Ancho Carril	0,00000	0,00000	NO	NO
Vel Límite	0,00000	0,00000	NO	NO
Extremo/Intermedio	0,0058	0,0456976	NO	SI
Tipo de vehículo	0,2120	0,0989185	SI	SI
Vel 50	0,00000	0,00000		

Tabla 126. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Leq 50 m.

VARIABLE Lmax -50	ANOVA	Kruskal-Wallis	Solape en gráfico de medias	Solape en gráfico caja y bigotes (medianas)
FACTOR	P-value	P-value		
Tipo de Moderador	0,00000	0,00000	NO	NO
Ancho Carril	0,00000	0,00000	NO	NO
Vel Límite	0,00000	0,00000	NO	NO
Extremo/Intermedio	0,0007	0,0113545	NO	SI
Tipo de vehículo	0,0791	0,0486829	SI	SI
Vel 50	0,00000	0,00000		

Tabla 127. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmax 50 m.

Se ha destacado el caso del factor Tipo de vehículo donde los P-value son mayores a 0,05 pero también se presentan solapes entre los factores en las gráficas. También se debe tener en cuenta el solape presentado entre las

medianas para el caso de los moderadores extremos e intermedios en todos los casos.

VARIABLE Lmin -50	ANOVA	Kruskal-Wallis	Solape en gráfico de medias	Solape en gráfico caja y bigotes (medianas)
FACTOR	P-value	P-value		
Tipo de Moderador	0,00000	2,63728E-8	NO	NO
Ancho Carril	0,00000	1,79305E-9	NO	NO
Vel Límite	0,00000	8,06294E-10	NO	NO
Extremo/Intermedio	0,1995	0,378696	SI	SI
Tipo de vehículo	0,9123	0,440686	SI	SI
Vel 50	0,00000	0,00000		

Tabla 128. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmin 50 m.

Por último, se ha hecho un análisis de la muestras sobre los moderadores. En este punto existen más factores a tener en cuenta para el análisis. Todos estos nuevos factores son inherentes a la geometría propia de los moderadores de tráfico, como la altura, ancho, pendiente de entrada y la presencia o no de borde al comienzo del moderador.

De la Tabla 129 se destacan los P-value superiores a 0,05 y la presencia del solape existente en el factor Tipo de vehículo, pero también se aprecia como los vehículos ligeros tipo Furgoneta y en cierta medida los vehículos tipo Campero-SUV, muestran diferencias con respecto a la media de los vehículos más pequeños o de motores de menor cilindrada (Figura 239). Con respecto al solape presente en el factor Altura del moderador se puede ver que dicho solape corresponde a las dos alturas del moderador tipo paso elevado, lo que muestra que dicho factor no es fundamental a la hora de realizar un modelo que represente los niveles equivalentes de ruido sobre dicho tipo de moderador (Figura 240). Por último, se presenta un solape en la media para pendientes del 6 y 7% que de nuevo corresponden a los valores del moderador tipo paso elevado (Figura 241).

VARIABLE Leq -0	ANOVA	Kruskal-Wallis	Solape en gráfico de medias	Solape en gráfico caja y bigotes (medianas)
FACTOR	P-value	P-value		
Tipo de Moderador	0,0000	0,0000	NO	NO
Ancho Carril	0,0000	0,0000	NO	NO
Vel Límite	0,0000	0,0000	NO	NO
Extremo/Intermedio	0,0000	0,00109014	NO	NO
Tipo de vehículo	0,2302	0,104444	SI	SI
Ancho Moderador	0,0000	0,0000	NO	NO
Altura Moderador	0,0000	0,0000	SI	NO
Pendiente entrada	0,0000	0,0000	SI	NO
Borde	0,0000	0,0000	NO	NO
Vel 0	0,00000	0,00000		

Tabla 129. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Leq 0 m.

Medias y 95,0% de Fisher LSD

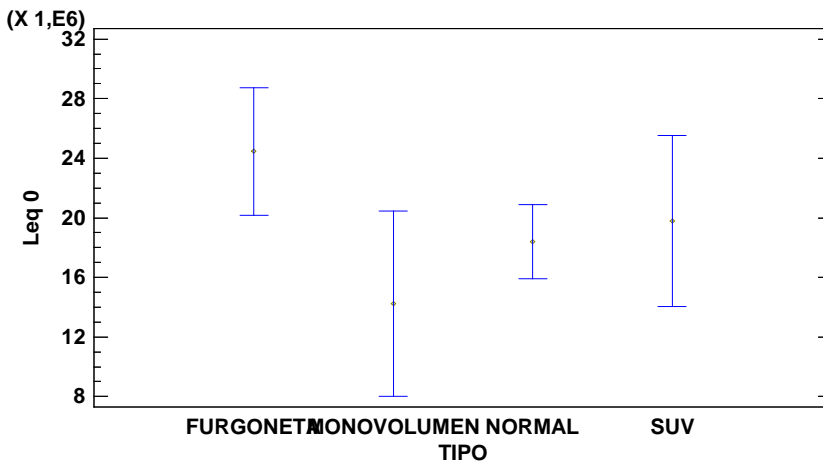


Figura 239. Gráfico de medias de Leq 0 m para la variable tipo de vehículo.

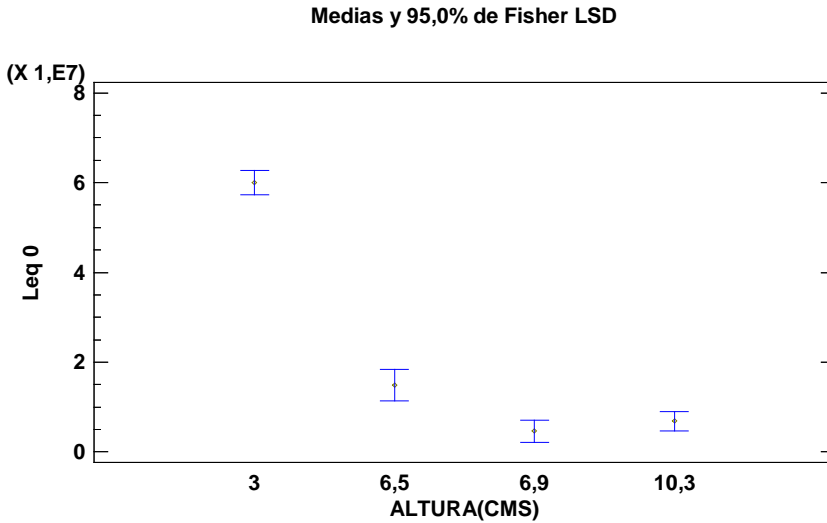


Figura 240. Gráfico de medias de Leq 0 m para la variable altura del moderador.

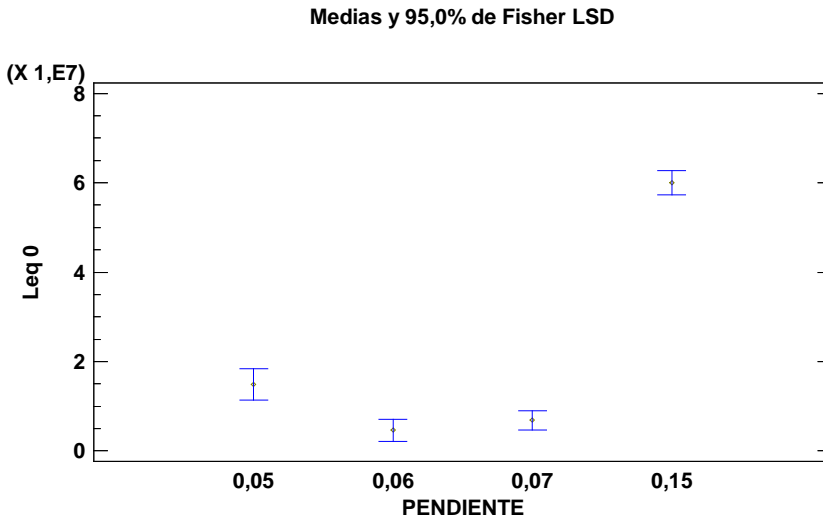


Figura 241. Gráfico de medias de Leq 0 m para la variable pendiente entrada.

VARIABLE Lmax -0	ANOVA	Kruskal-Wallis	Solape en gráfico de medias	Solape en gráfico caja y bigotes (medianas)
FACTOR	P-value	P-value		
Tipo de Moderador	0,0000	0,0000	NO	NO
Ancho Carril	0,0000	0,0000	SI	NO
Vel Límite	0,0000	0,0000	SI	NO
Extremo/Intermedio	0,0000	0,0000042	NO	NO
Tipo de vehículo	0,1306	0,0688442	SI	SI
Ancho Moderador	0,0000	0,0000	NO	NO
Altura Moderador	0,0000	0,0000	NO	NO
Pendiente entrada	0,0000	0,0000	SI	SI
Borde	0,0000	0,0000	NO	NO
Vel 0	0,0000	0,0000		

Tabla 130. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmax 0 m.

La tabla resumen correspondiente al nivel máximo de ruido sobre los moderadores (Tabla 130) de nuevo muestra que todos menos uno de los factores resulta estadísticamente significativo a la hora del análisis. Dicho factor que presenta P-value superiores a 0,05 es nuevamente el tipo de vehículo, pero al observar la Figura 242 se aprecia que el vehículo tipo furgoneta casi no presenta solape con los vehículos tipo Normal y Monovolumen. Aunque se presentan algunos solapes en los gráficos de medias y medianas en general dichos solapes son muy pequeños pero se tendrán en cuenta cuando se estén desarrollando los modelos con el fin de establecer mucho mejor el comportamiento del ruido en los moderadores de tráfico, como por ejemplo el solape presentado con respecto al factor Pendiente de entrada que presenta solape entre las pendientes del 6% y 7% pertenecientes al moderador tipo lomo (Figura 243).

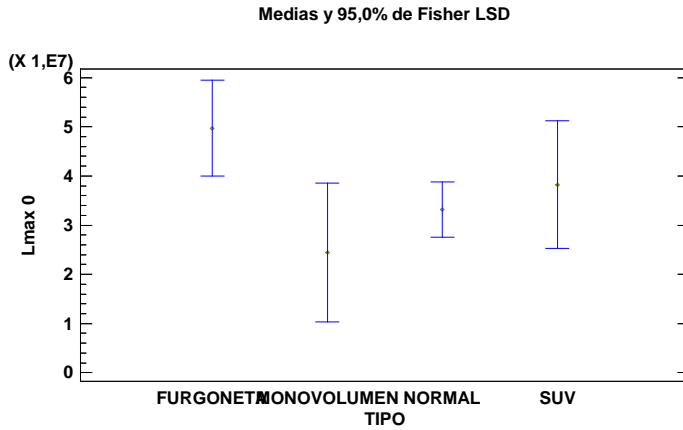


Figura 242. Gráfico de medias de Lmax 0 m para la variable tipo de vehículo

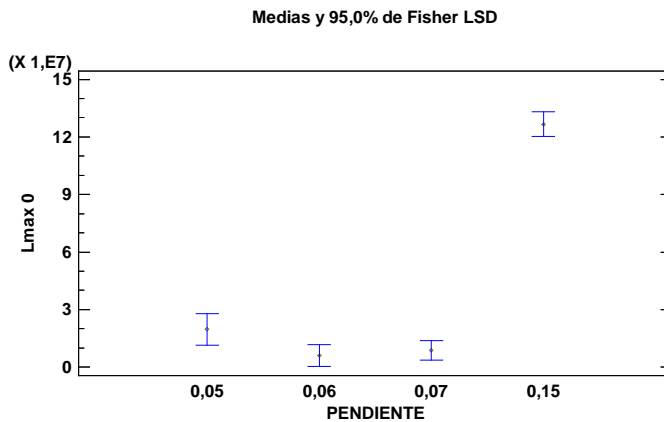


Figura 243. Gráfico de medias de Lmax 0 m para la variable pendiente de entrada.

Para el caso del nivel Lmin sobre el moderador, no se presenta como significativo el hecho que el dispositivo este entre otros dos (intermedio) o que no se encuentre otro dispositivo antes de él (extremo o aislado), lo cual es un resultado normal y esperado debido a que el nivel mínimo es solo un nivel de referencia. De nuevo resulta interesante que el tipo de vehículo resulte como no significativo (Tabla 131).

VARIABLE Lmin -0	ANOVA	Kruskal-Wallis	Solape en gráfico de medias	Solape en gráfico caja y bigotes (medianas)
FACTOR	P-value	P-value		
Tipo de Moderador	0,0000	0,0000	NO	NO
Ancho Carril	0,0000	0,0000	NO	NO
Vel Límite	0,0000	0,0000	NO	NO
Extremo/Intermedio	0,0162	0,790657	NO	SI
Tipo de vehículo	0,6495	0,366068	SI	SI
Ancho Moderador	0,0000	0,0000	NO	NO
Altura Moderador	0,0000	0,0000	NO	NO
Pendiente entrada	0,0000	0,0000	NO	NO
Borde	0,0000	0,0000	NO	NO
Vel 0	0,0000	0,0000		

Tabla 131. Resultados del análisis de los factores a intervenir en la modelación de la variable Lmin 0.m

8.2 Regresiones simples

La siguiente parte del análisis estadístico corresponde a las regresiones simples. El procedimiento consiste en encontrar la mejor transformación de los factores, es decir, construir un modelo estadístico que describa el impacto de un solo factor cuantitativo X sobre una variable dependiente Y.

Así pues, en el desarrollo de este análisis las variables Y corresponden a los niveles principales de ruido Leq, Lmax y Lmin en todos los puntos donde se realizaron las pruebas (-70 m, -50 m, 0 m, +20.m, +50.m) y las variables X corresponden a todos los factores cuantitativos como son Velocidad, Ancho del carril, Velocidad límite y los datos geométricos inherentes a cada moderador como lo son Altura, Ancho y Pendiente de entrada. Para el caso de factores no cuantitativos se utilizarán variables tipo “dummy” que son variables cualitativas, también conocidas como indicativas, binarias, categóricas y dicotómicas. Estas variables sólo pueden asumir los valores 0 y 1, indicando respectivamente ausencia o presencia de una cualidad o atributo. Cabe aclarar que el primer análisis se ha hecho en todos los casos como un modelo lineal y que las

variables dummy se añadirán en el momento de desarrollar el modelo de regresión múltiple.

La Figura 244 muestra un ejemplo del resumen de la regresión donde se aprecia toda la información acerca del modelo ajustado, la Tabla 132 muestra un ejemplo de comparación de modelos alternos con el modelo ajustado y la Tabla 133 muestra un ejemplo de los residuos atípicos en donde se lista las observaciones que tienen residuos estudentizados mayores a 2, en valor absoluto. Todas las tablas y gráficos correspondientes a esta parte del análisis se encuentran en el Anexo 2.

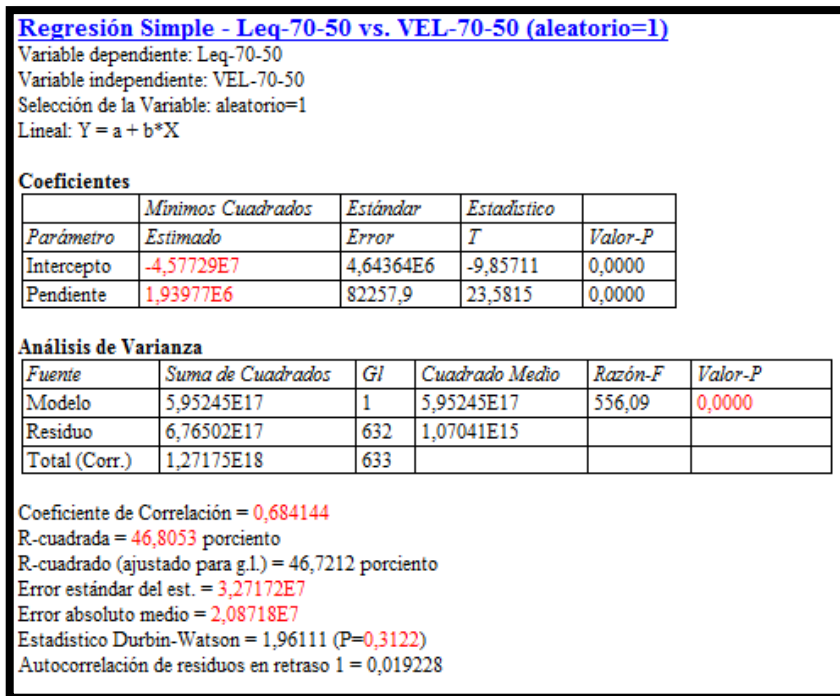


Figura 244. Ejemplo del cuadro resumen de la regresión simple sobre la variable Leq-70-50 m con el factor Velocidad.

Es muy importante tener en cuenta los siguientes resultados del análisis, el Intercepto que corresponde a la constante del modelo y la pendiente que corresponde a la constante por la que debe ser multiplicado el factor.

Si el P-value del análisis de la varianza es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Y y X con un nivel de confianza del 95,0%; el Coeficiente de correlación es el valor que mide el grado de asociación lineal

entre Y y X en un rango que va de -1 (perfecta correlación lineal negativa) a +1 (perfecta correlación lineal positiva); R-cuadrado representa el porcentaje de la variabilidad en Y que ha sido explicado por el modelo de regresión ajustado en un rango que va de 0 a 100%.

La Tabla 132 muestra un ejemplo de la lista de modelos alternativos, los modelos están ordenados en orden decreciente de R-cuadrado. Cuando se selecciona un modelo alternativo, debe considerarse primero los modelos que se encuentran en la parte superior de la lista. Sin embargo, debido a que el estadístico R-cuadrado es calculado después de transformar X y/o Y, el modelo con el más alto R-cuadrado puede no ser el mejor modelo. Siempre es recomendable representar el modelo ajustado para ver si hace un buen trabajo para los datos de la muestra.

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Multiplicativa	0,7588	57,57%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,7519	56,53%
Curva S	-0,7505	56,33%
Raíz Cuadrada Doble	0,7427	55,17%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,7397	54,71%
Raíz Cuadrada de Y	0,7390	54,61%
Exponencial	0,7385	54,54%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,7126	50,78%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,7116	50,64%
Doble Inverso	0,7079	50,11%
Log-Y Cuadrado-X	0,6951	48,32%
Lineal	0,6841	46,81%
Raíz Cuadrada de X	0,6793	46,14%
Cuadrado de X	0,6751	45,57%
Inversa-Y Log-X	-0,6745	45,50%
Logaritmo de X	0,6680	44,62%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,6498	42,22%
Inversa de X	-0,6261	39,20%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,5557	30,88%
Cuadrado Doble	0,4580	20,98%
Cuadrado de Y	0,4451	19,82%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,4322	18,68%
Cuadrado-Y Log-X	0,4153	17,24%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3712	13,78%
Inversa de Y	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Tabla 132. Ejemplo de lista de modelos alternativos de la regresión simple sobre la variable Leq-70-50 m con el factor Velocidad.

Es muy importante observar cuales son los modelos alternativos que mejor se ajustan a los datos y la diferencia de R-cuadrado que existe entre el modelo lineal y dicho modelo, ya que se debe tener en cuenta también la sencillez y la aplicabilidad de los modelos en diferentes configuraciones.

Una vez que el modelo ha sido ajustado, es útil estudiar los residuos para determinar si existe alguna observación atípica que debería ser removida de los datos. La tabla de los Residuos Atípicos muestra todas las observaciones que tienen residuos estudentizados iguales o mayores a 2 en valor absoluto. Lo que quiere decir que dichos puntos corresponden a más o menos dos desviaciones estándar del modelo ajustado.

Residuos Atípicos					
			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
75	96,0	6,45654E7	1,40445E8	-7,58794E7	-2,34
82	80,0	1,90546E8	1,09409E8	8,11375E7	2,50
89	72,0	2,39883E8	9,38904E7	1,45993E8	4,54
100	72,0	1,86209E8	9,38904E7	9,23183E7	2,84
106	90,0	2,39883E8	1,28806E8	1,11077E8	3,44

Tabla 133. Ejemplo de residuos atípicos de la regresión simple sobre la variable Leq-70-50 m con el factor Velocidad.

Leq 70 o 50 m antes del moderador			
	VELOCIDAD	ANCHO CARRIL	VEL LÍMITE
P-value	0,000000	0,000000	0,000000
Coefficiente correlación	0,684144	0,31368	0,470133
R2 lineal	46,81%	9,84%	22,10%
Modelo alternativo 1	Multiplicativa	Curva S	Curva S
R2 alternativo 1	57,57%	20,63%	28,26%
Modelo alternativo 2	Log-Y Raíz Cuadrada-X	Multiplicativa	Multiplicativa
R2 alternativo 2	56,53%	19,67%	27,44%
Modelo alternativo 3	Curva S	Log-Y Raíz Cuadrada-X	Raíz Cuadrada-Y Inversa de X
R2 alternativo 3	56,33%	19,19%	26,82

Tabla 134. Resultados de regresiones simples sobre la variable Leq-70-50 m.

Lmax 70 o 50 m antes del moderador			
	VELOCIDAD	ANCHO CARRIL	VEL LÍMITE
P-value	0,000000	0,000000	0,000000
Coefficiente correlación	0,70581	0,303379	0,498385
R2 lineal	49,82%	9,20%	24,84%
Modelo alternativo 1	Multiplicativa	Curva S	Curva S
R2 alternativo 1	63,90%	21,44%	30,24%
Modelo alternativo 2	Curva S	Multiplicativa	Multiplicativa
R2 alternativo 2	62,82%	20,46%	29,83%
Modelo alternativo 3	Log-Y Raíz Cuadrada-X	Log-Y Raíz Cuadrada-X	Raíz Cuadrada-Y Inversa de X
R2 alternativo 3	62,57%	19,97%	29,59%

Tabla 135. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmax-70-50 m.

Lmin 70 o 50 m antes del moderador			
	VELOCIDAD	ANCHO CARRIL	VEL LÍMITE
P-value	0,000000	0,000000	0,000000
Coefficiente correlación	0,491113	0,299536	0,305741
R2 lineal	24,12%	8,97%	9,34%
Modelo alternativo 1	Raíz Cuadrada Doble	Curva S	Curva S
R2 alternativo 1	25,78%	13,22%	14,61%
Modelo alternativo 2	Multiplicativa	Multiplicativa	Raíz Cuadrada-Y Inversa de X
R2 alternativo 2	25,60%	12,63%	13,42%
Modelo alternativo 3	Raíz Cuadrada-Y Log de X	Log-Y Raíz Cuadrada-X	Multiplicativa
R2 alternativo 3	25,55%	12,33%	13,37%

Tabla 136. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmin-70-50 m.

Los resultados de la Tabla 134 muestran que los P-value son menores a 0,05 y por lo tanto los factores velocidad, ancho del carril y velocidad límite podrían ser tomados en cuenta a la hora de elaborar un modelo de regresión múltiple que establezca el valor del nivel equivalente de ruido, el nivel máximo y el nivel mínimo de ruido 70 o 50 m antes del moderador.

Al observar los valores obtenidos para el nivel máximo Lmax (Tabla 135) y el nivel equivalente Leq (Tabla 134) El coeficiente de correlación y el R cuadrado para la velocidad en general es alto (0,70 y 50% aprox, respectivamente), esto muestra, como era de esperarse, que la velocidad de los vehículos es el factor más importante de los tres. Los coeficientes de correlación de los otros dos factores presentan relaciones débiles (menores a 0,5) lo que se debe tener en cuenta a la hora de determinar los modelos con regresiones múltiples.

Para el caso del nivel mínimo de ruido Lmin (Tabla 136) se observa que los coeficientes de correlación son menores a 0,5 en todos los casos, lo que muestra relaciones débiles que además están acompañadas por valores de R cuadrado bajos (menores al 30%) lo cual no es un problema ya que la variable Lmin es solo un valor de referencia y no tiene la misma importancia a nivel de ruido que los otros dos factores (Lmax y Leq).

Leq 20 m después del moderador			
	VELOCIDAD	ANCHO CARRIL	VEL LÍMITE
P-value	0,0000	0,0009	0,0000
Coefficiente correlación	0,734166	0,131276	0,533102
R2 lineal	53,90%	1,72%	28,42%
Modelo alternativo 1	Raíz Cuadrada Y	Curva S	Raíz Cuadrada Y
R2 alternativo 1	57,12%	6,06%	29,02%
Modelo alternativo 2	Cuadrado de X	Doble inverso	Cuadrado de X
R2 alternativo 2	56,45%	5,84%	28,98%
Modelo alternativo 3	Raíz cuadrada doble	Multiplicativa	Raíz cuadrada doble
R2 alternativo 3	56,19%	5,41%	28,41%

Tabla 137. Resultados de regresiones simples sobre la variable Leq 20 m.

Lmax 20 m después del moderador			
	VELOCIDAD	ANCHO CARRIL	VEL LÍMITE
P-value	0,0000	0,0057	0,0000
Coefficiente correlación	0,7247	0,109294	0,535791
R2 lineal	52,53%	1,19%	31,39%
Modelo alternativo 1	Raíz Cuadrada-Y Cuadrado-X	Doble inverso	Raíz Cuadrada-Y Cuadrado-X
R2 alternativo 1	58,88%	6,05%	31,39%
Modelo alternativo 2	Raíz Cuadrada Y	Curva S	Raíz Cuadrada Y
R2 alternativo 2	58,40%	5,74%	31,19%
Modelo alternativo 3	Cuadrado X	Inversa Y- Log X	Raíz cuadrada doble
R2 alternativo 3	57,36%	5,47%	30,76%

Tabla 138. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmax 20 m.

Lmin 20 m después del moderador			
	VELOCIDAD	ANCHO CARRIL	VEL LÍMITE
P-value	0,0000	0,0001	0,0000
Coefficiente correlación	0,528655	0,152338	0,353057
R2 lineal	27,95%	2,32%	12,47%
Modelo alternativo 1	Multiplicativa	Doble inverso	Curva S
R2 alternativo 1	31,15%	5,35%	14,99
Modelo alternativo 2	Raíz cuadrada doble	Curva S	Multiplicativa
R2 alternativo 2	30,81%	5,17%	14,39%
Modelo alternativo 3	Raíz Cuadrada-Y Log de X	Inversa Y- Log X	Raíz Cuadrada-Y Inversa de X
R2 alternativo 3	30,69%	4,90%	14,27%

Tabla 139. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmin 20 m.

Los resultados de la Tabla 137 y Tabla 138 para los niveles de ruido 20 m delante del moderador muestran que los P-value en todos los casos son menores a 0,05 y por lo tanto los factores velocidad, ancho del carril y velocidad límite podrían ser tomados en cuenta a la hora de elaborar un modelo de regresión múltiple aunque también se aprecia que los coeficientes de correlación son muy bajos para el caso del ancho del carril y la velocidad límite.

De nuevo la velocidad del vehículo presenta mayores coeficientes de relación y es el factor más importante de los tres analizados a la hora de elaborar un modelo de regresión que represente el nivel máximo y equivalente de ruido 20 delante del moderador. También se aprecia que los niveles de R cuadrado y los coeficientes de correlación son superiores a los obtenidos para los niveles de ruido 70 y 50 m antes del moderador, esto se debe principalmente a que existe menor dispersión en las velocidades en este punto.

De nuevo para el caso del nivel mínimo de ruido Lmin (Tabla 139) se ha observado que los coeficientes de correlación son bajos en todos los casos, lo que muestra relaciones débiles que además están acompañadas por valores de R cuadrado bajos (menores al 30%) lo cual no es un problema ya que la variable Lmin es solo un valor de referencia y como se ha dicho anteriormente no tiene la misma importancia a nivel de ruido que el nivel máximo y el nivel equivalente en esta investigación.

Leq 50 m después del moderador			
	VELOCIDAD	ANCHO CARRIL	VEL LÍMITE
P-value	0,0000	0,0015	0,0000
Coefficiente correlación	0,6318	0,132509	0,434445
R2 lineal	39,92%	1,76%	18,47
Modelo alternativo 1	Raíz cuadrada de Y	Doble inverso	Raíz cuadrada doble
R2 alternativo 1	39,92%	5,25%	19,27%
Modelo alternativo 2	Cuadrado de X	Inversa Y Log X	Raíz cuadrada de Y
R2 alternativo 2	39,60%	4,82%	19,21%
Modelo alternativo 3	Raíz cuadrada doble	Curva S	Raíz Cuadrada-Y Log de X
R2 alternativo 3	39,38%	4,78%	19,19

Tabla 140. Resultados de regresiones simples sobre la variable Leq 50 m.

Lmax 50 m después del moderador			
	VELOCIDAD	ANCHO CARRIL	VEL LÍMITE
P-value	0,0000	0,0076	0,0000
Coefficiente correlación	0,66147	0,111685	0,452514
R2 lineal	43,75%	1.25%	20,48%
Modelo alternativo 1	Raíz cuadrada de Y	Doble inverso	Raíz cuadrada de Y
R2 alternativo 1	45,33%	6,61%	21,74%
Modelo alternativo 2	Cuadrado de X	Inversa Y Log X	Raíz cuadrada doble
R2 alternativo 2	44,68%	6,13%	21,63%
Modelo alternativo 3	Raíz cuadrada doble	Inversa Y Raíz cuadrada X	Raíz Cuadrada-Y Cuadrado-X
R2 alternativo 3	44,39%	5,90%	21,54%

Tabla 141. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmax 50 m.

Lmin 50 m después del moderador			
	VELOCIDAD	ANCHO CARRIL	VEL LÍMITE
P-value	0,0000	0,0032	0,0000
Coefficiente correlación	0,352961	0,123136	0,243411
R2 lineal	12,46%	1,52%	5,93%
Modelo alternativo 1	Log Y Raíz cuadrada X	Curva S	Curva S
R2 alternativo 1	14,69%	2,36%	7,52%
Modelo alternativo 2	Multiplicativa	Raíz cuadrada Y inversa X	Multiplicativa
R2 alternativo 2	14,67%	2,17%	7,38%
Modelo alternativo 3	Exponencial	Multiplicativa	Log Y Raíz cuadrada X
R2 alternativo 3	14,31%	2,14%	7,22%

Tabla 142. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmin 50 m.

Los resultados para los niveles de ruido 50 m después del moderador muestran que los P-value son menores a 0,05 en todos los casos y por lo tanto los factores velocidad, ancho del carril y velocidad límite podrían ser tomados en cuenta a la hora de elaborar un modelo de regresión múltiple, aunque al observar detalladamente se aprecia que los coeficientes de correlación son bajos para el caso del ancho del carril y la velocidad límite (Tabla 140 y Tabla 141).

También se aprecia que existe una relación moderadamente fuerte (0,65 aprox) entre la velocidad y el ruido pero los valores de R cuadrado son menores a los presentados en otros puntos analizados anteriormente como 70-50 m antes del moderador y 20 m después del mismo.

Como en todo los casos anteriores en el nivel mínimo de ruido L_{min} (Tabla 142) es donde se observan los coeficientes de correlación más bajos, lo que muestra relaciones débiles que además están acompañadas por valores de R cuadrado muy bajos (menores al 15%) lo cual no es un problema ya que como se ha dicho con anterioridad la variable L_{min} es solo un valor de referencia y no tiene la misma importancia a nivel de ruido que tiene el nivel máximo y el nivel equivalente.

La Tabla 143 a la Tabla 145 muestran el análisis realizado para los datos de ruido sobre el moderador, el cual incluye los datos inherentes a la geometría del moderador de tráfico como son Altura, Ancho y Pendiente de entrada al mismo. Los resultados de la tablas muestran que los P-value son menores a 0,05 y por lo tanto los factores velocidad, ancho del carril, velocidad límite y los factores inherentes a la geometría del moderador como lo son el ancho, la altura y la pendiente de entrada podrían ser tenidos en cuenta a la hora de elaborar un modelo de regresión múltiple que establezca el valor del nivel equivalente de ruido, el nivel máximo y el nivel mínimo de ruido sobre los moderadores de tráfico.

Al observar los valores obtenidos para el nivel equivalente Leq (Tabla 143) el coeficiente de correlación y el R cuadrado para la velocidad en general es el más alto de todos (0,86 y 73,62% respectivamente), esto muestra que la velocidad de los vehículos es el factor más importante de todos los analizados. Pero a la hora de desarrollar un modelo de regresión múltiple el modelo se puede mejorar al usar los demás factores que tengan más correlación como el caso de la pendiente de entrada y el ancho del moderador que presentan valores altos de R cuadrado y coeficiente de correlación (50% y 0,7). Los coeficientes de correlación de los demás factores presentan relaciones más débiles y R cuadrados menores lo que se debe tener en cuenta a la hora de determinar los modelos con regresiones múltiples.

Leq sobre el moderador			
	VELOCIDAD	ANCHO CARRIL	VEL LÍMITE
P-value	0,0000	0,0000	0,0000
Coefficiente correlación	0,858022	0,529411	0,705309
R2 lineal	73,62%	28,03%	49,75%
Modelo alternativo 1	Raíz cuadrada Y cuadrado X	Log-Y Cuadrado-X	Raíz cuadrada Y cuadrado X
R2 alternativo 1	87,27%	45,58%	65,02%
Modelo alternativo 2	Cuadrado X	Exponencial	Log-Y Cuadrado-X
R2 alternativo 2	82,57%	44,72%	64,04%
Modelo alternativo 3	Exponencial	Log-Y Raíz cuadrada- X	Exponencial
R2 alternativo 3	82,43%	44,30%	63,11%
	ANCHO MODERADOR	ALTURA MODERADOR	PENDIENTE ENTRADA
P-value	0,0000	0,0000	0,0000
Coefficiente correlación	-0.724876	-0,623337	0,717614
R2 lineal	52,54%	38.85%	51,50%
Modelo alternativo 1	Raíz cuadrada Y Log X	Raíz cuadrada Y Inversa X	Raíz cuadrada Y cuadrado X
R2 alternativo 1	67,66%	61,95%	62,76%
Modelo alternativo 2	Raíz cuadrada doble	Curva S	Raíz cuadrada Y
R2 alternativo 2	67,50%	55,98%	60,25%
Modelo alternativo 3	Raíz cuadrada Y Inversa X	Raíz cuadrada Y Log X	Raíz cuadrada doble
R2 alternativo 3	65,94%	55,85%	58,16%

Tabla 143. Resultados de regresiones simples sobre la variable Leq en los moderadores.

Lmax sobre el moderador			
	VELOCIDAD	ANCHO CARRIL	VEL LÍMITE
P-value	0,0000	0,0000	0,0000
Coefficiente correlación	0,824804	0,498744	0,681003
R2 lineal	68,03%	24,87%	46,38%
Modelo alternativo 1	Raíz cuadrada Y cuadrado X	Log-Y Cuadrado-X	Log-Y Cuadrado-X
R2 alternativo 1	88,42%	44,93%	68,61%
Modelo alternativo 2	Exponencial	Exponencial	Exponencial
R2 alternativo 2	84,29%	43,96%	66,72%
Modelo alternativo 3	Log-Y Raíz cuadrada-X	Log-Y Raíz cuadrada- X	Raíz cuadrada Y cuadrado X
R2 alternativo 3	82,77%	43,48%	66,53%
	ANCHO MODERADOR	ALTURA MODERADOR	PENDIENTE ENTRADA
P-value	0,0000	0,0000	0,0000
Coefficiente correlación	-0,696263	-0,607204	0,707522
R2 lineal	48,48%	36,87%	50,06%
Modelo alternativo 1	Log-Y Raíz cuadrada-X	Raíz cuadrada Y Inversa X	Raíz cuadrada Y cuadrado X
R2 alternativo 1	71,04%	65,41%	66,57%
Modelo alternativo 2	Multiplicativa	Curva S	Raíz cuadrada Y
R2 alternativo 2	70,38%	63,08%	64,20%
Modelo alternativo 3	Exponencial	Raíz cuadrada Y Log X	Log-Y Cuadrado-X
R2 alternativo 3	70,20%	59,04%	63,68%

Tabla 144. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmax sobre los moderadores.

Lmin sobre el moderador			
	VELOCIDAD	ANCHO CARRIL	VEL LÍMITE
P-value	0,0000	0,0000	0,0000
Coefficiente correlación	0,646646	0,432827	0,499426
R2 lineal	41,82%	18,73%	24,94%
Modelo alternativo 1	Log-Y Raíz cuadrada-X	Log-Y Cuadrado-X	Multiplicativa
R2 alternativo 1	62,19%	38,42%	42,03%
Modelo alternativo 2	Multiplicativa	Exponencial	Curva S
R2 alternativo 2	61,99%	38,06%	41,75%
Modelo alternativo 3	Exponencial	Log-Y Raíz cuadrada-X	Log-Y Raíz cuadrada-X
R2 alternativo 3	59,28%	37,88%	41,74%
	ANCHO MODERADOR	ALTURA MODERADOR	PENDIENTE ENTRADA
P-value	0,0000	0,0000	0,0000
Coefficiente correlación	-0,520012	-0,403714	0,444817
R2 lineal	27,04%	16,30%	19,79%
Modelo alternativo 1	Log-Y Cuadrado-X	Raíz cuadrada Y Inversa X	Raíz cuadrada Y cuadrado X
R2 alternativo 1	39,75%	30,04%	30,63%
Modelo alternativo 2	Raíz cuadrada Y	Curva S	Log-Y Cuadrado-X
R2 alternativo 2	39,29%	27,40%	29,53%
Modelo alternativo 3	Exponencial	Multiplicativa	Raíz cuadrada Y
R2 alternativo 3	39,22%	23,32%	28,92%

Tabla 145. Resultados de regresiones simples sobre la variable Lmin sobre los moderadores.

Para el caso del nivel de ruido máximo Lmax (Tabla 144) de nuevo el coeficiente de correlación y el R cuadrado para la velocidad es el más alto de todos (0,82 y 68% respectivamente), esto muestra de nuevo que la velocidad

es el factor más importante de todos los factores analizados, aunque un futuro modelo de regresión múltiple se puede mejorar al usar los demás factores que tengan más correlación como en este caso la pendiente de entrada y el ancho del moderador que presentan valores representativos de R cuadrado y coeficiente de correlación (50% y 0,7 aproximadamente). Los coeficientes de correlación de los demás factores presentan relaciones más débiles y R cuadrados menores lo que se debe tener en cuenta a la hora de determinar los modelos con regresiones múltiples.

Para el caso del nivel mínimo de ruido L_{min} (Tabla 145) se observa que los coeficientes de correlación son relativamente bajos en todos los casos, lo que muestra relaciones débiles que además están acompañadas por valores de R cuadrado bajos. La única excepción a esto ha sido de nuevo la velocidad del vehículo que presenta un R cuadrado del 42% y coeficiente de correlación de 0,64 que es considerado como una relación modernamente fuerte entre los factores, además es la primera vez que se presentan este tipo de valores a la hora del análisis del nivel de ruido L_{min} .

Igual que en los otros lugares de las pruebas, las deducciones de las regresiones simples sobre los moderadores (P-value menor a 0,05) han dado como resultado que todos los factores pueden ser tomados en cuenta a la hora del siguiente paso a seguir en el análisis estadístico que es el desarrollo de una regresión múltiple, aunque se aprecia que la velocidad y los factores geométricos inherentes a cada moderador como el ancho y la pendiente de entrada son los que presentan los R cuadrado más altos sobre todo para valores de ruido equivalente L_{eq} y niveles máximos de ruido L_{max} . Es de destacar también que algunos de los modelos alternativos pueden llegar a aumentar significativamente los valores de R cuadrado, llegando en algunos casos a incrementos hasta de un 20%.

El factor ancho del moderador presenta un coeficiente de correlación negativo alto y la pendiente de entrada un coeficiente positivo alto lo que indica una relación moderadamente fuerte entre estos factores y el ruido. Todo esto va muy acorde con la hipótesis que moderadores más angostos y con pendientes de entrada mayores pueden presentar mayores niveles de ruido debido al golpe de los neumáticos contra el propio moderador.

8.3 Regresiones múltiples

De manera general el procedimiento de regresión múltiple está diseñado para construir un modelo estadístico describiendo el impacto de dos o más factores cuantitativos o cualitativos X sobre una variable dependiente Y. El modelo final puede ser usado para hacer predicciones, incluyendo límites de confianza y límites de predicción.

Para la comparación de modelos con diferente número de variables se ha recurrido al coeficiente R cuadrado ajustado que representa el porcentaje de variabilidad de Y que se ha explicado mediante el modelo ajustado de regresión, oscilando de 0% a 100%. Una vez calibrados los diferentes modelos para cada una de las variables de ruido se han de seleccionar aquellos que mejor ajuste presentan, no sólo a los datos de la muestra, a partir de los que han sido calibrados, sino también al fenómeno que describen.

Además, se ha tenido en cuenta también la sencillez y la aplicabilidad de los modelos en diferentes configuraciones y los resultados de los análisis de una variable, las distribuciones de mejor ajuste para cada factor y el comportamiento de los factores en la comparación de las muestras.

Así pues, en el desarrollo de las regresiones múltiples y los modelos, las variables Y corresponden a los niveles principales de ruido L_{eq} , L_{max} y L_{min} en todos los puntos donde se realizaron las pruebas (-70 m, -50 m, 0 m, +20 m, +50 m) y las variables X corresponden a todos los factores cuantitativos como son Velocidad, Ancho del carril, Velocidad límite y los datos geométricos inherentes a cada moderador como lo son Altura, Ancho y Pendiente de entrada.

Como normalmente los modelos se hacen en base a factores cuantitativos y en este caso se tienen también factores cualitativos, que se buscan incluir en el modelo, es necesario el uso de variables tipo "dummy" que son variables cualitativas, también conocidas como indicativas, binarias, categóricas y dicotómicas. Estas variables sólo pueden asumir los valores 0 y 1, indicando respectivamente ausencia o presencia de una cualidad o atributo. Los factores cualitativos a tener en cuenta en el análisis son el tipo de vehículo, la presencia de borde en el moderador, tipo de moderador y la localización del dispositivo (intermedio o extremo).

Para el caso del tipo de vehículo se ha recurrido a la ayuda de 3 variables tipo dummy d_1 , d_2 y d_3 ; en el caso del tipo de moderador se usaran las variables d_4 y d_5 ; para la localización del moderador d_6 y por último la presencia de borde no necesita de nombre auxiliar. Las combinaciones de dichas variables se muestran en la Tabla 146.

En primer lugar el desarrollo del modelo de ruido equivalente 70 o 50 m antes del moderador ha dado como resultado los siguientes modelos lineales simples y múltiples. Se muestra como resultado el R cuadrado y el R cuadrado ajustado. Todas las tablas y gráficos correspondientes al análisis de regresiones simples y las de regresiones múltiples que se muestran de aquí en adelante se encuentran en el Anexo 2.

<i>VARIABLE</i>	<i>d1</i>	<i>d2</i>	<i>d3</i>	<i>d4</i>	<i>d5</i>	<i>d6</i>	<i>Borde</i>
NORMAL	0	0	0	-	-	-	-
MONOVOLUMEN	1	0	0	-	-	-	-
FURGONETA	0	1	0	-	-	-	-
CAMPERO-SUV	0	0	1	-	-	-	-
LOMO	-	-	-	0	0	-	-
PASO ELEVADO	-	-	-	1	0	-	-
RESALTE	-	-	-	0	1	-	-
INTERMEDIO	-	-	-	-	-	0	-
EXTREMO	-	-	-	-	-	1	-
CON BORDE	-	-	-	-	-	-	1
SIN BORDE	-	-	-	-	-	-	0

Tabla 146. Combinaciones de variables dummy para las variables cualitativas.

MODELO Leq-70-50	EXPRESIÓN	R ²	R ² AJUSTADO
1	$Leq-70-50 = -4,57729E7 + 1,93977E6 * VEL$	46,81%	46,72%
2	$Leq-70-50 = -6,15341E7 + 1,72511E6 * VEL + 661404 * VEL LIMITE$	48,17%	48,00%
3	$Leq-70-50 = -4,44027E7 + 2,07425E6 * VEL - 1,44206E7 * d6$	48,77%	48,60%
4 NORMAL	$Leq-70-50 = -5,53668E7 + 2,29504E6 * VEL - 1,55897E7 * d6$	49,71%	49,45%
4 CAMPERO - SUV	$Leq-70-50 = -5,59574E7 + 2,16903E6 * VEL - 70-50$	57,52%	56,79%
4 FURGONETA	$Leq-70-50 = -3,05182E7 + 1,82435E6 * VEL - 70-50 - 1,72566E7 * d6$	36,38%	35,25%
4 MONOVOLUMEN	$Leq-70-50 = -3,86298E7 + 1,86226E6 * VEL - 70-50$	62,74%	62,06%

Tabla 147. Modelos de regresión para nivel equivalente 70 o 50 m antes del moderador

Para el caso de nivel de ruido equivalente Leq 70 a 50 m antes del moderador (Tabla 147), se han realizado 3 modelos generales y un modelo particular para cada tipo de vehículo. Entre los modelos generales realizados el que mejor comportamiento presenta es el modelo número 3 con un R cuadrado ajustado del 48,6%, dicho modelo tiene como factores la velocidad del vehículo y la variable dummy d6 que toma el valor de 1 si el vehículo se aproxima a la maniobra sobre un moderador aislado o toma el valor de 0 si se encuentra en el medio de otros dos moderadores. El modelo numero 1 es el más sencillo de todos y presenta un valor del R cuadrado ajustado de 46,72%, valor que no se aleja mucho del máximo obtenido para el caso del modelo 3. Aunque el modelo 2 presenta un R cuadrado superior al modelo 1, la mejora en el nivel de R cuadrado no es significativa.

Al momento de utilizar las variables tipo dummy para cada tipo de vehículo y con el fin de realizar un modelo general con dichos factores, los P-value eran superiores al 0,05 establecido como el límite que establece que dicho factor es estadísticamente significativo en el modelo. Por lo tanto, con el fin de determinar cuál de los modelos se adapta mejor a cada tipo de vehículo, se

han realizado modelos específicos para cada uno de ellos y se aprecian valores de R cuadrado superiores a los presentados para los modelos generales, con excepción del modelo realizado para el vehículo tipo furgoneta que presenta el valor de R cuadrado más bajo, esto se debe tener en cuenta ya que este tipo de vehículos presenta diferencias grandes en tamaño y motores. Se destaca el modelo para el vehículo tipo Monovolumen debido a que presenta un R2 ajustado de 62,06%, valor superior a todos los anteriores modelos y a los modelos específicos por tipo de vehículo. Aunque cabe anotar que en todas las regresiones realizadas por tipo de vehículo las muestras para los vehículos tipo campero-suv, furgoneta y monovolumen pueden ser débiles debido a que tienen tamaño de muestra mucho menor al de los vehículos tipo normal.

MODELO	EXPRESIÓN	R ²	R ² AJUSTADO
<i>Lmax-70-50</i>			
5	$L_{max-70-50} = -9,88678E7 + 3,59167E6 \cdot VEL$	49,82%	49,74%
6	$L_{max-70-50} = -1,31908E8 + 3,14167E6 \cdot VEL + 1,38652E6 \cdot VEL \text{ LIMITE}$	51,68%	51,52%
7	$L_{max-70-50} = -1,0251E8 + 3,91909E6 \cdot VEL - 2,20777E7 \cdot d6$	51,14%	50,99%
8 NORMAL	$L_{max-70-50} = -1,13159E8 + 4,10384E6 \cdot VEL - 2,20976E7 \cdot d6$	50,60%	50,35%
8 CAMPERO - SUV	$L_{max-70-50} = -1,13865E8 + 3,91804E6 \cdot VEL$	63,98%	63,37%
8 FURGONETA	$L_{max-70-50} = -8,28562E7 + 3,65806E6 \cdot VEL - 2,92184E7 \cdot d6$	42,41%	41,39%
8 MONOVOLUMEN	$L_{max-70-50} = -7,86839E7 + 3,19291E6 \cdot VEL$	67,99%	67,41%

Tabla 148. Modelos de regresión para nivel máximo 70 o 50 m antes del moderador.

Entre los modelos generales de la variable Lmax 70 o 50 m antes del moderador (Tabla 148) el que presenta un R cuadrado más alto respecto a los demás modelos de regresión lineal simple y regresión múltiple es el modelo número 6, con un 51,52 % de R2 ajustado. Este modelo tiene en cuenta la velocidad del vehículo y la velocidad límite del tramo, aunque no es el mejor

modelo a aplicar ya que la diferencia con respecto a los otros dos modelos generales es mínima y el modelo 7 si tiene en cuenta si el dispositivo es extremo (aislado) o intermedio por medio de la variable dummy d6 que como se ha dicho con anterioridad toma el valor de 1 si el vehículo se aproxima a la maniobra sobre un moderador aislado o toma el valor de 0 si se encuentra en el medio de otros dos moderadores de tráfico.

En cuanto a los modelos específicos que se adaptan mejor a cada tipo de vehículo para la variable Lmax (Tabla 148), se aprecia que el modelo realizado para el vehículo tipo Monovolumen es el que mejor R cuadrado ajustado presenta con un 67,41% y al igual que lo ocurrido con los modelos para el nivel equivalente, el vehículo tipo furgoneta presenta el menor R cuadrado ajustado de todos los tipos de vehículos. De nuevo se especifica que en todas las regresiones realizadas por tipo de vehículo las muestras para los vehículos tipo campero-suv, furgoneta y monovolumen pueden ser débiles debido a que tienen tamaño de muestra mucho menor al de los vehículos tipo normal.

MODELO	EXPRESIÓN	R ²	R ² AJUSTADO
Lmin-70-50			
9	$L_{min-70-50} = -5,9816E6 + 560297 \cdot VEL$	24,12%	24,00%
10	$L_{min-70-50} = -7,31382E6 + 652761 \cdot VEL - 6,13151E6 \cdot d6$	26,66%	26,45%

Tabla 149. Modelos de regresión para nivel mínimo 70 o 50 m antes del moderador.

Tal como se aprecia en la Tabla 149, los R cuadrados obtenidos en todos los modelos realizados del nivel mínimo de ruido Lmin son relativamente bajos (25% aproximadamente), este problema era de esperarse ya que dicho nivel presenta gran variación en los datos pero es el que menos peso tiene en la investigación por tratarse simplemente de un nivel de referencia. Los niveles importantes a la hora de estudiar este fenómeno son los niveles máximos (Lmax) y los niveles equivalentes (Leq) y por consiguiente tampoco se han buscado modelos específicos por tipo de vehículo para este tipo de nivel de ruido.

Los diferentes modelos de los niveles de ruido 20 m después del moderador se aprecian en las siguientes tablas resumen. Todas las tablas y gráficos correspondientes al análisis de regresiones simples y a las regresiones múltiples se encuentran en el Anexo 2.

Con el fin de conocer el efecto de las aceleraciones por tipo de vehículo se han introducido nuevas variables dummy para cada uno de los tipos de vehículos las cuales son N para el vehículo normal, M para el monovolumen, F para la

furgoneta y S para el vehículo tipo campero-suv que se han de multiplicar por el factor velocidad con el fin de representar el efecto de la aceleración o ruido del motor para cada uno de los tipos de vehículos.

MODELO Leq 20	EXPRESIÓN	R ²	R ² AJUSTADO
11	$Leq_{20} = -2,4693E7 + 1,25306E6 * VEL$	53,90%	53,83%
12	$Leq_{20} = 2,13809E6 + 13266,8 * VEL^2$	56,45%	56,38%
13	$Leq_{20} = -7,58713E6 + 11925,2 * VEL^2 + 293929 * VEL LIMITE$	57,47%	57,33%
14	$Leq_{20} = 4,25838E6 + 14045,6 * VEL^2 - 5,5446E6 * d6$	57,73%	57,59%
15	$Leq_{20} = -2,48498E7 + 1,2183E6 * (N * VEL) + 1,28159E6 * (M * VEL) + 1,33644E6 * (F * VEL) + 1,34456E6 * (S * VEL)$	54,98%	54,70%
16	$Leq_{20} = -2,61459E7 + 9,11314E6 * d1 + 2,48193E6 * d2 + 2,64359E6 * d3 + 1,33197E6 * (N * VEL) + 1,17742E6 * (M * VEL) + 1,38865E6 * (F * VEL) + 1,393E6 * (S * VEL) - 5,33308E6 * d6$	56,28%	55,72%
17	$Leq_{20} = 4,23788E6 + 13530,8 * (N * VEL^2) + 13692,9 * (M * VEL^2) + 14830,2 * (F * VEL^2) + 15857,1 * (S * VEL^2) - 5,36397E6 * d6$	58,30%	57,97%
18 NORMAL	$Leq_{20} = 2,70521E6 + 14358,9 * VEL^2 - 6,19455E6 * d6$	56,91%	56,69%
18 CAMPERO - SUV	$Leq_{20} = 3,50927E6 + 14627,4 * VEL^2$	63,39%	62,77%
18 FURGONETA	$Leq_{20} = 4,64614E6 + 13349,3 * VEL^2$	59,07%	58,71%
18 MONOVOLUMEN	$Leq_{20} = 9,90769E6 + 12539,0 * VEL^2 - 9,21441E6 * d6$	66,60%	65,36%

Tabla 150. Modelos de regresión para nivel equivalente 20 m después del moderador

Entre los modelos realizados para determinar el nivel equivalente de ruido 20 m después de los moderadores de tráfico (Tabla 150), se han realizado dos modelos de regresión simple que tienen como factor principal la velocidad del vehículo, el primero de ellos el modelo 11 que no presenta transformación alguna y presenta un R cuadrado de 53,83%. El segundo modelo de regresión simple es el modelo 12 en el cual se ha transformado el factor velocidad elevándolo al cuadrado con el fin de mejorar el ajuste de la función, esto se ha establecido gracias a los datos hallados anteriormente en los modelos alternativos y se aprecia que el valor de R cuadrado ajustado aumenta a 56,38%.

Para el caso de los modelos de regresión múltiple se han aumentado los factores con el fin de mejorar mucho más el modelo, en este caso se han utilizado las variables tipo dummy para cada tipo de vehículo y el factor que representa si el moderador de tráfico analizado es aislado o se encuentra entre otros dos por medio de la variable dummy d6. El modelo número 16 presentaba P-value mayores a 0,05 para la variables dummy que determinan el tipo de vehículo y por ello fueron eliminadas del modelo hasta obtener el modelo número 17 que busca mostrar el efecto de cada tipo de vehículo y la influencia de ser un moderador aislado o intermedio en una sola ecuación obteniendo un R cuadrado ajustado de 57,97%.

En cuanto a los modelos que se adaptan mejor a cada tipo de vehículo para la variable Leq 20 m después del moderador de tráfico, el modelo desarrollado para el vehículo tipo monovolumen es el que mejor R cuadrado ajustado presenta con 65,36% y el modelo para el vehículo tipo normal es el más bajo con un R cuadrado ajustado de 56,69%. Se destaca el hecho de que el modelo desarrollado para vehículo tipo furgoneta presenta un R cuadrado ajustado superior al obtenido para los valores de modelos lineales simples ya que en el anterior caso (70 o 50 m antes del moderador) era siempre el modelo con los valores más bajos de R cuadrado ajustado.

La Tabla 151 muestra los modelos realizados para determinar el nivel máximo de ruido (Lmax) 20 m después de los moderadores de tráfico. Se han realizado dos modelos de regresión simple que tienen como factor principal la velocidad del vehículo, el primero de ellos que no presenta transformación alguna (Modelo 19) presenta un R cuadrado ajustado de 52,45%. En el segundo modelo de regresión simple (Modelo 20) se ha transformado el factor velocidad elevándolo al cuadrado con el fin de mejorar el ajuste de la función, esto se ha establecido gracias a los datos hallados anteriormente en los modelos alternativos y se aprecia que el valor de R cuadrado ajustado aumenta a 57,29%.

MODELO <i>L</i> _{max 20}	EXPRESIÓN	R ²	R ² AJUSTADO
19	$L_{\max 20} = -4,9629E7 + 2,19107E6 \cdot VEL$	52,53%	52,45%
20	$L_{\max 20} = -3,60487E6 + 23686,8 \cdot VEL^2$	57,36%	57,29%
21	$L_{\max 20} = -2,06327E7 + 21337,7 \cdot VEL^2 + 514638 \cdot VEL \text{ LIMITE}$	58,34%	58,22%
22	$L_{\max 20} = -463515, + 24840,6 \cdot VEL^2 - 8,21469E6 \cdot d6$	58,25%	58,12%
23	$L_{\max 20} = -3,25558E6 + 22359,8 \cdot (N \cdot VEL^2) + 23000,6 \cdot (M \cdot VEL^2) + 26585,1 \cdot (F \cdot VEL^2) + 25760,3 \cdot (S \cdot VEL^2)$	58,39%	58,13%
24	$L_{\max 20} = -303687, + 23529,9 \cdot (N \cdot VEL^2) + 23958,2 \cdot (M \cdot VEL^2) + 27539,9 \cdot (F \cdot VEL^2) + 26760,0 \cdot (S \cdot VEL^2) - 7,75851E6 \cdot d6$	59,18%	58,86%
25 NORMAL	$L_{\max 20} = -1,72967E6 + 24310,7 \cdot VEL^2 - 8,56636E6 \cdot d6$	55,82%	55,59%
25 CAMPERO - SUV	$L_{\max 20} = 3,50568E6 + 22985,4 \cdot VEL^2$	62,49%	61,86%
25 FURGONETA	$L_{\max 20} = -2,56823E6 + 26354,7 \cdot VEL^2$	61,10	60,76%
25 MONOVOLUMEN	$L_{\max 20} = 4,99269E6 + 23704,7 \cdot VEL^2 - 1,43991E7 \cdot d6$	77,05%	76,20%

Tabla 151. Modelos de regresión para nivel máximo 20 m después del moderador.

Para el caso de los modelos de regresión múltiple se han aumentado los factores con el fin de mejorar mucho más el modelo, y al igual que el caso de los niveles equivalentes se han utilizado las variables tipo dummy para cada tipo de vehículo y el factor d6 que representa si el moderador de tráfico analizado es aislado o se encuentra entre otros dos. De todos los modelos de regresión múltiple se destaca el Modelo 22 y el Modelo 24, ambos con un 58% de R cuadrado ajustado, pero siendo más sencillo el primero y utilizando las variables dummy para tipo de vehículo en el segundo. Seguidamente en los modelos que se adaptan mejor a cada tipo de vehículo para el nivel máximo de ruido 20 m después del moderador de tráfico, el modelo 25 desarrollado para el

vehículo tipo monovolumen es el que mejor R cuadrado ajustado presenta con 76,20% y el modelo para el vehículo tipo normal es el más bajo con un R cuadrado ajustado de 55,59%.

MODELO	EXPRESIÓN	R ²	R ² AJUSTADO
<i>Lmin 20</i>			
26	$L_{min\ 20} = -2,8233E6 + 356541,*VEL$	27,95%	27,83%
27	$L_{min\ 20} = -2,61737E6 + 395740,*VEL - 2,82236E6*d6$	30,05%	29,83%

Tabla 152. Modelos de regresión para nivel mínimo 20 m después del moderador.

En el caso de los niveles mininos de ruido presentado 20 m después del moderador no se han mostrado modelos que tuvieran en cuenta el tipo de vehículos debido a que los P-value que se presentaban para estos factores en el análisis de la varianza eran superiores al 0,05 lo que muestra que no son representativos del modelo. De nuevo los valores de R2 ajustado de los niveles mínimos son los menores pero no son preocupantes por tratarse de un valor de referencia (Tabla 152).

Para el caso de nivel de ruido equivalente Leq 50 m después del moderador (Tabla 153), se han realizado 3 modelos generales y un modelo particular para cada tipo de vehículo. Entre los modelos generales realizados el que mejor comportamiento presenta es el modelo número 30 con un R cuadrado ajustado del 48,79%, dicho modelo tiene como factores la velocidad del vehículo en este punto y la variable dummy d6 que toma el valor de 1 si el vehículo se aproxima a la maniobra sobre un moderador aislado o toma el valor de 0 si se encuentra en el medio de otros dos moderadores. El modelo número 28 es el más sencillo de todos y presenta un valor del R cuadrado ajustado de 39,81%. Aunque el modelo 29 presenta un R cuadrado superior al modelo 28, la mejora en el nivel de R cuadrado no es significativa.

Al momento de utilizar las variables tipo dummy para cada tipo de vehículo y con el fin de realizar un modelo general con dichos factores, los P-value eran superiores al 0,05 establecido como el límite que establece que dicho factor es estadísticamente significativo en el modelo. Por lo tanto, con el fin de determinar cuál de los modelos se adapta mejor a cada tipo de vehículo, se han realizado modelos específicos para cada uno de ellos y se aprecian valores de R cuadrado ajustado cercano al 50%, con excepción del modelo realizado para el vehículo tipo furgoneta que presenta el valor de R cuadrado más bajo 40%, esto se debe tener en cuenta ya que este tipo de vehículos presenta diferencias grandes en tamaño y motores. Se destaca en todos los modelos específicos que se presenta como estadísticamente significativo el

hecho de que el vehículo se encuentre entre dos moderadores o que provenga de un moderador aislado.

MODELO Leq 50	EXPRESIÓN	R ²	R ² AJUSTADO
28	Leq 50 = -1,20511E7 + 1,29756E6*VEL	39,92%	39,81%
29	Leq 50 = -2,20091E7 + 1,14914E6*VEL + 391858,*VEL LIMITE	41,22%	41,01%
30	Leq 50 = -1,40899E7 + 1,72938E6*VEL - 2,31925E7*d6	48,97%	48,79%
31 NORMAL	Leq 50 = -1,85716E7 + 1,78806E6*VEL - 2,25266E7*d6	52,20%	51,94%
31 CAMPERO - SUV	Leq 50 = -3,17924E6 + 1,64932E6*VEL - 2,73121E7*d6	43,30%	40,98%
31 FURGONETA	Leq 50 = -4,35071E6 + 1,53294E6*VEL - 2,07306E7*d6	44,49%	43,43%
31 MONOVOLUMEN	Leq 50 = -2,19589E7 + 1,9463E6*VEL - 2,59374E7*d6	49,34%	46,93%

Tabla 153. Modelos de regresión para nivel equivalente 50 m después del moderador.

En la Tabla 154 se muestran los modelos realizados para determinar el nivel máximo de ruido (Lmax) 50 m después de ser superado el moderador. Se ha realizado un solo modelo de regresión simple que tienen como factor principal la velocidad del vehículo sin transformación alguna (Modelo 32), presentando un R cuadrado ajustado de 43,66%. En modelo 33 tiene además en cuenta la velocidad límite del tramo pero no presenta ningún aumento significativo en el R cuadrado ajustado, el modelo 34 además de la velocidad del vehículo, tiene también en cuenta si el moderador está aislado o se encuentra entre otros dos por medio de la variable dummy d6 y se aprecia como el valor del R cuadrado ajustado aumenta hasta casi el 52%.

MODELO <i>L_{max} 50</i>	EXPRESIÓN	R ²	R ² AJUSTADO
32	$L_{max\ 50} = -3,76188E7 + 2,45806E6 * VEL$	43,75%	43,66%
33	$L_{max\ 50} = -5,60469E7 + 2,18339E6 * VEL + 725161, * VEL\ LIMITE$	45,12%	44,92%
34	$L_{max\ 50} = -4,11635E7 + 3,20881E6 * VEL - 4,03215E7 * d6$	52,11%	51,94%
35 NORMAL	$L_{max\ 50} = -4,68588E7 + 3,23545E6 * VEL - 3,85202E7 * d6$	53,73%	53,48%
35 CAMPERO - SUV	$L_{max\ 50} = -1,68055E7 + 2,98746E6 * VEL - 4,70742E7 * d6$	37,80%	35,26%
35 FURGONETA	$L_{max\ 50} = -3,54722E7 + 3,24094E6 * VEL - 3,9569E7 * d6$	54,55%	53,69%
35 MONOVOLUMEN	$L_{max\ 50} = -3,72812E7 + 3,00791E6 * VEL - 3,83539E7 * d6$	61,50%	59,66%

Tabla 154. Modelos de regresión para nivel máximo 50 m después del moderador.

Seguidamente en los modelos que se adaptan mejor a cada tipo de vehículo para el nivel máximo de ruido 50 m después del moderador de tráfico, el modelo 35 desarrollado para el vehículo tipo monovolumen es el que mejor R cuadrado ajustado presenta con 59,66% y el modelo para el vehículo tipo Campero-SUV es el más bajo con un R cuadrado ajustado de 35,26%, valor notablemente más bajo que todo el resto de modelos.

MODELO <i>L_{min} 50</i>	EXPRESIÓN	R ²	R ² AJUSTADO
36	$L_{min\ 50} = 4,6563E6 + 320278, * VEL$	12,46%	12,30%
37	$L_{min\ 50} = 4,11412E6 + 435111, * VEL - 6,16742E6 * d6$	15,74%	15,44%

Tabla 155. Modelos de regresión para nivel Mínimo 50 m después del moderador.

De nuevo los modelos de regresión para el nivel mínimo son los que presentan los R2 más bajos, pero como se ha dicho anteriormente este es solo un valor

de referencia por lo cual no tiene gran importancia en la modelación de ruido (Tabla 155).

Para el caso de los modelos realizados sobre los niveles de ruido directamente sobre los moderadores, se han realizado tres tipos de modelos: modelos generales, modelos particulares para cada tipo de vehículo y modelos particulares para cada tipo moderador.

Para el caso de los modelos del nivel equivalente de ruido sobre los moderadores de tráfico (Tabla 156) se observa primero el comportamiento de los modelos con regresiones simples (modelos 38 a 40), los cuales solo tienen en cuenta el factor más importante del estudio que es la velocidad del vehículo y como por medio del uso de las transformaciones de las variables se puede lograr un mejor ajuste del modelo. En primer lugar se analizará el Modelo 38 que es el más sencillo de todos y presenta un valor de R cuadrado ajustado de 73,56%. En el gráfico de modelo ajustado (Figura 245) se observa que si bien presenta un comportamiento aceptable no refleja fielmente el comportamiento de la variable Leq y además al observar el comportamiento de los residuos en la Figura 246 se aprecia una tendencia a formar una parábola lo que indica que el factor principal del modelo se puede transformar en este sentido con el fin de lograr un mejor ajuste.

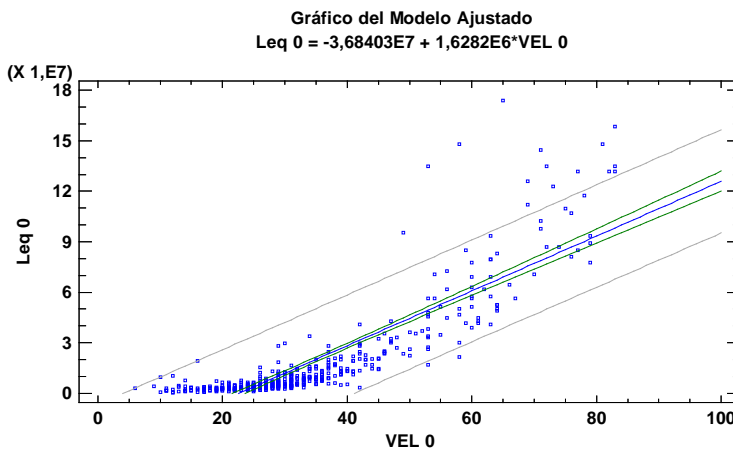


Figura 245. Gráfico del modelo 38 ajustado.

MODELO Leq 0	EXPRESIÓN	R ²	R ² AJUSTADO
38	$Leq_0 = -3,68403E7 + 1,6282E6*VEL$	73,62%	73,56%
39	$Leq_0 = -8,63416E6 + 19472,7*VEL^2$	82,57%	82,53%
40	$Leq_0 = (1161,42 + 1,69835*VEL^2)^2$	87,27%	87,24%
41	$Leq_0 = (2037,87 + 1,43353*VEL_0^2 - 880,61*d4 + 300,92*d5)^2$	89,40%	89,33%
42	$Leq_0 = (3495,88 + 1,42721*VEL^2 + 589882,*1/ANCHO(CMS) - 12746,6*1/ALTURA(CMS) - 385944,*PENDIENTE^2)^2$	89,43%	89,34%
43	$Leq_0 = (3382,9 + 1,4356*VEL^2 + 263,845*d2 + 580832,*1/ANCHO(CMS) - 12137,9*1/ALTURA(CMS) - 386410,*PENDIENTE^2)^2$	89,60%	89,49%
44 NORMAL	$Leq_0 = (3829,42 + 1,49048*VEL^2 + 662217,*1/ANCHO(CMS) - 14583,0*1/ALTURA(CMS) - 454597,*PENDIENTE^2)^2$	91,34%	91,21%
44 CAMPERO - SUV	$Leq_0 = (3507,98 + 1,38734*VEL^2 + 533796,*1/ANCHO(CMS) - 15247,9*1/ALTURA(CMS) - 279109,*PENDIENTE^2)^2$	88,24%	87,24%
44 FURGONETA	$Leq_0 = (1183,45 + 1,40065*VEL^2 + 68845,6*PENDIENTE^2)^2$	85,33%	85,02%
44 MONOVOLUMEN	$Leq_0 = (3666,19 + 1,25989*VEL^2 + 689090,*1/ANCHO(CMS) - 14226,9*1/ALTURA(CMS) - 445593,*PENDIENTE^2)^2$	93,44%	92,77%
45 PASO ELEVADO	$Leq_0 = (1074,21 + 1,50305*VEL^2 - 218,806*d1 + 234,853*d2 + 39,7959*d3)^2$	61,28%	60,75%
45 RESALTE	$Leq_0 = (2387,46 + 1,37433*VEL^2 - 161,238*d1 + 462,585*d2 + 484,698*d3)^2$	73,86%	72,81%
45 LOMO	$Leq_0 = (1365,91 + 2,15268*VEL^2 - 161,567*d1 - 94,4221*d2 - 451,011*d3)^2$	59,89%	57,07%

Tabla 156. Modelos de regresión para nivel equivalente sobre los moderadores

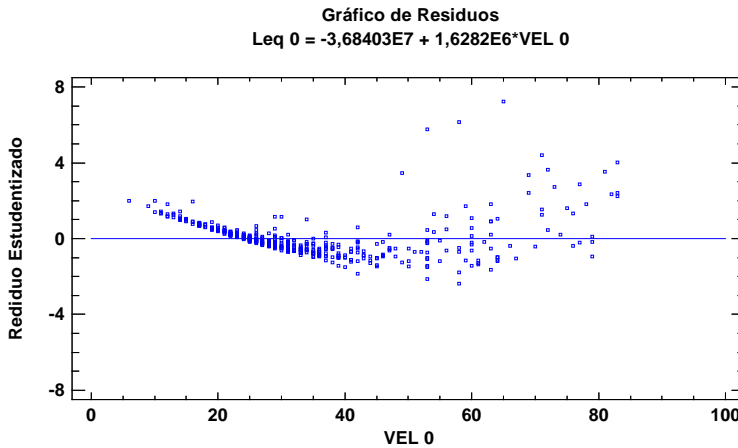


Figura 246. Gráfico de residuos del modelo 38.

Teniendo en cuenta las figuras mostradas y los resultados obtenidos en el análisis de regresiones sobre los distintos factores que pueden intervenir en los niveles de ruido sobre el moderador (Tabla 143), se ha procedido a calcular un modelo que tenga en cuenta la transformación del factor velocidad, elevando dicho factor al cuadrado y como resultado se ha obtenido el Modelo 39 cuyo comportamiento se describe en la Figura 247. Como se observa dicho comportamiento es mucho más representativo del fenómeno y este modelo presenta un R cuadrado ajustado de 82,53%. La Figura 248 muestra el comportamiento del modelo 40 que es el resultado de desarrollar un modelo que representa la raíz cuadrada de la variable Y y el cuadrado del factor X ($Y = (a + b \cdot X^2)^2$) que es el modelo alternativo que mejor se ajusta a los datos de velocidad según el análisis hecho con anterioridad y que se muestra en la Tabla 143, se aprecia gráficamente que este modelo también se ajusta muy bien a los datos de ruido y velocidad y además presenta un R cuadrado ajustado de 87,24% que es un valor muy alto.

El modelo 41 es el resultado de buscar un modelo que ajustara todas las variables dummy para tipo de vehículo y tipo de moderador, pero según los resultados obtenidos solo el vehículo tipo furgoneta (d2) y el moderador tipo paso elevado (d4) eran estadísticamente significativos en el modelo. Por lo tanto se decidió dejar solo las variables dummy correspondientes a tipo de moderador d4 y d5 y no tener en cuenta la del tipo de vehículo furgoneta (d2) por los tamaños reducidos de muestra. El resultado es un R cuadrado ajustado de 89,33%.

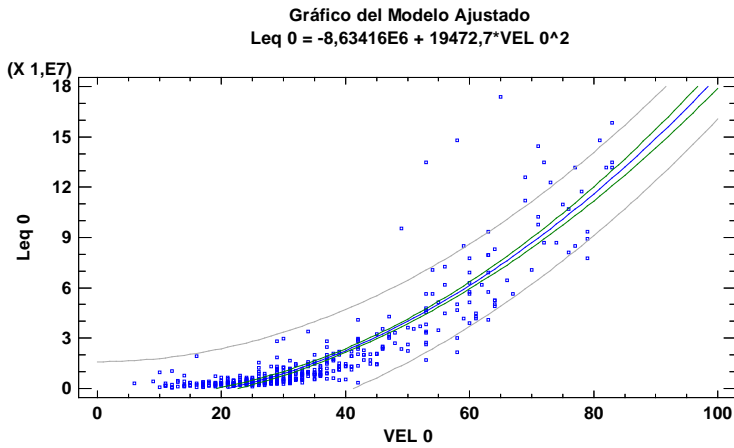


Figura 247. Gráfico del modelo 39 ajustado.

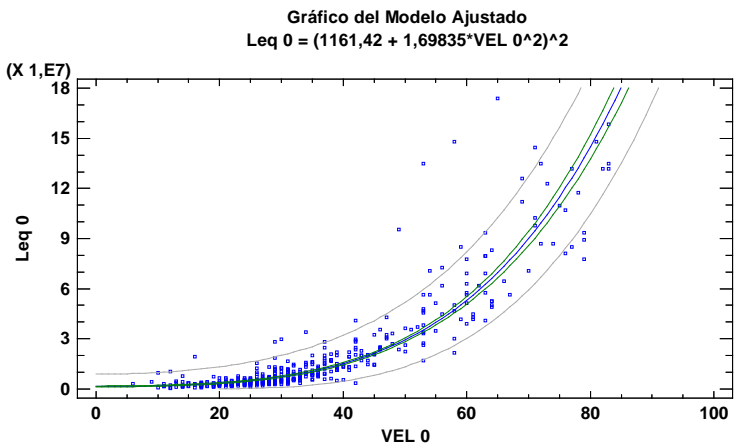


Figura 248. Gráfico del modelo 40 ajustado.

El modelo 42 es el resultado de buscar un modelo en el cual estén presentes todos los factores geométricos importantes inherentes al modelo como son el ancho, la altura y la pendiente de entrada. Dichos factores también se han transformado según los resultados encontrados obtenidos en el análisis de regresiones (Tabla 143), resultando todos estadísticamente significativos en el modelo y obteniendo un R cuadrado ajustado de 89,34%. El modelo 43 es la unión de estos dos últimos para obtener un modelo que tuviese en cuenta los factores geométricos del moderador y los distintos tipos de vehículos pero solo resulta significativo el tipo de vehículo tipo furgoneta y el valor del R cuadrado

ajustado para este modelo es de 87,49%, se aprecia que los valores de R cuadrado para estos tres modelos es muy similar.

Seguidamente en los modelos que se adaptan mejor a cada tipo de vehículo (modelos 44) se aprecia como para el tipo de vehículo furgoneta la única característica geométrica del moderador importante es la pendiente de entrada. En el resto de vehículos son estadísticamente significativos todos los factores geométricos del moderador y en general los valores de R cuadrado ajustado son altos con valores que oscilan entre el 86% y 93% aproximadamente.

Los modelos 45 son desarrollados específicamente para tipo de moderador y aunque en la mayoría de ellos se presentaban P-value mayores a 0,05 para las variables dummy que representan los tipos de vehículos, se ha decidido dejarlas en el modelo con el fin de tener todos los modelos de este tipo con los mismos factores y poder observar la influencia de cada tipo de vehículo en los dispositivos moderadores. Los vapores de R cuadrado ajustado para este tipo de modelos se encuentran entre el 57% y 73% aproximadamente, que continúan siendo valores altos de correlación.

En la Tabla 157 para el caso de los modelos para el nivel máximo de ruido sobre los moderadores de tráfico se observa primero el comportamiento de los modelos con regresiones simples (modelos 46 a 48), los cuales solo tienen en cuenta el factor más importante del estudio que es la velocidad del vehículo y como por medio del uso de las transformaciones de las variables se puede lograr un mejor ajuste del modelo. En primer lugar se analizará el Modelo 46 que es el más sencillo de todos y presenta un valor de R cuadrado ajustado de 67,96%. En el gráfico de modelo ajustado (Figura 249) se observa que si bien presenta un comportamiento aceptable no refleja fielmente el comportamiento de la variable L_{max} y asimismo al observar el comportamiento de los residuos en la Figura 250 se aprecia una tendencia a formar una parábola lo que indica nuevamente que el factor principal del modelo se puede transformar en este sentido con el fin de lograr un mejor ajuste como el realizado para los niveles equivalentes L_{eq} .

MODELO Lmax 0	EXPRESIÓN	R ²	R ² AJUSTADO
46	$L_{max\ 0} = -8,63969E7 + 3,55148E6*VEL$	68,03%	67,96%
47	$L_{max\ 0} = -2,57787E7 + 43104,1*VEL^2$	78,58%	78,53%
48	$L_{max\ 0} = (778,262 + 2,6424*VEL^2)^2$	88,42%	88,39%
49	$L_{max\ 0} = (1770,65 + 2,14501*VEL^0^2 - 879,657*d4 + 1261,27*d5)^2$	90,40%	90,33%
50	$L_{max\ 0} = (1376,62 + 2,16461*VEL^2 + 325226,*1/ANCHO(CMS) - 218412,*PENDIENTE^2)^2$	90,35%	90,28%
51	$L_{max\ 0} = (1324,71 + 2,17853*VEL^2 + 517,828*d2 + 338786,*1/ANCHO(CMS) - 236648,*PENDIENTE^2)^2$	90,62%	90,54%
52 NORMAL	$L_{max\ 0} = (2792,44 + 2,18379*VEL^2 + 599469,*1/ANCHO(CMS) - 9040,27*1/ALTURA(CMS) - 408863,*PENDIENTE^2)^2$	94,11%	94,03%
52 CAMPERO - SUV	$L_{max\ 0} = (488,57 + 1,95166*VEL^2 + 176037,*PENDIENTE^2)^2$	82,67%	81,96%
52 FURGONETA	$L_{max\ 0} = (713,575 + 2,32256*VEL^2 + 103249,*PENDIENTE^2)^2$	86,48%	86,18%
52 MONOVOLUMEN	$L_{max\ 0} = (1463,89 + 1,98627*VEL^2 + 422881,*1/ANCHO(CMS) - 311861,*PENDIENTE^2)^2$	96,43%	96,17%
53 PASO ELEVADO	$L_{max\ 0} = (1184,42 + 1,70737*VEL^2 - 263,16*d1 + 334,665*d2 + 83,1382*d3)^2$	56,66%	56,07%
53 RESALTE	$L_{max\ 0} = (2424,68 + 2,22537*VEL^2 - 476,846*d1 + 976,003*d2 + 1011,3*d3)^2$	71,00%	72,97%
53 LOMO	$L_{max\ 0} = (1439,51 + 2,57683*VEL^2 - 195,41*d1 - 78,0318*d2 - 629,941*d3)^2$	59,19%	56,32%

Tabla 157. Modelos de regresión para nivel máximo sobre los moderadores.

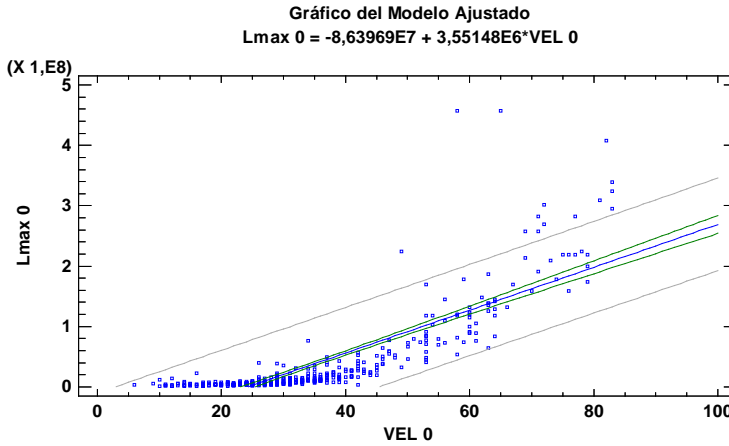


Figura 249. Gráfico del modelo 46 ajustado.

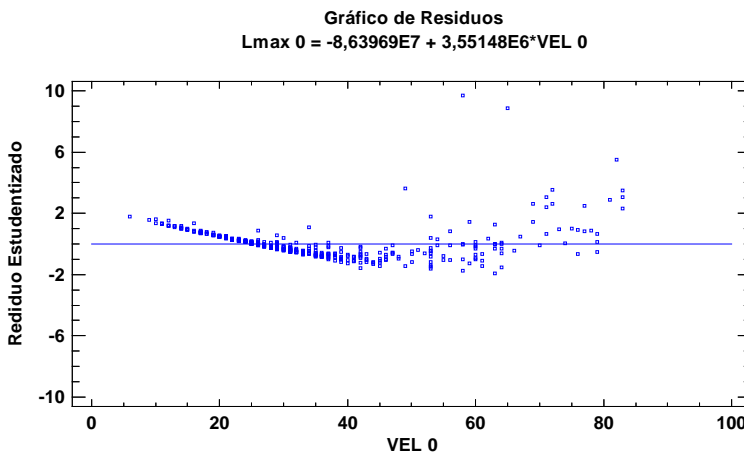


Figura 250. Gráfico de residuos del modelo 46.

Teniendo en cuenta las figuras anteriores y los resultados obtenidos en el análisis de regresiones sobre los distintos factores que pueden intervenir en los niveles de ruido sobre el moderador (Tabla 143), se ha procedido a calcular un modelo que tenga en cuenta la transformación del factor velocidad, elevando dicho factor al cuadrado y como resultado se ha obtenido el Modelo 47 cuyo comportamiento se describe en la Figura 251. Como se observa dicho comportamiento es mucho más representativo del fenómeno y este modelo presenta un R cuadrado ajustado de 78,53%. La Figura 252 muestra el comportamiento del modelo 48 que es el resultado de desarrollar un modelo que representa la raíz cuadrada de la variable Y y el cuadrado del factor X ($Y =$

$(a + b \cdot X^2)^2$ que es el modelo alternativo que mejor se ajusta a los datos de velocidad según el análisis hecho con anterioridad y que se muestra en la Tabla 143. Se aprecia gráficamente que este modelo también se ajusta muy bien a los datos de ruido y velocidad y además presenta un R cuadrado ajustado de 88,39% que es un valor muy alto.

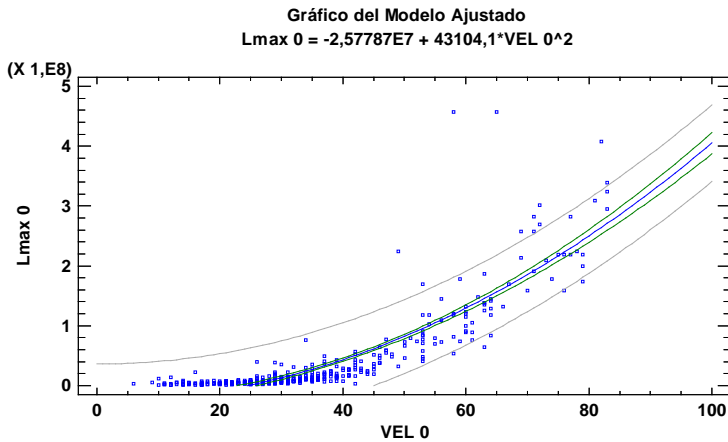


Figura 251. Gráfico del modelo 47 ajustado.

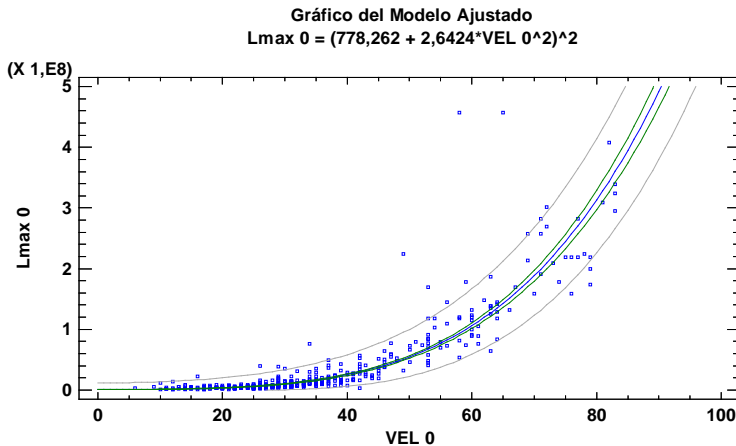


Figura 252. Gráfico del modelo 48 ajustado.

El modelo 49 es el resultado de buscar un modelo que ajustara todos las variables dummy para tipo de moderador, y según los resultados obtenidos los tipos de moderador son estadísticamente significativos en el modelo, el primero de ellos (d4) disminuyendo los valores de ruido y el segundo (d5) aumentando,

al igual que en el modelo homólogo para el nivel equivalente Leq. El resultado es un R cuadrado ajustado de 90,33%.

El resultado de buscar un modelo en el cual estén presentes todos los factores geométricos importantes inherentes al modelo como son el ancho, la altura y la pendiente de entrada es el modelo número 50, en el cual dichos factores también se han transformado según los resultados encontrados obtenidos en el análisis de regresiones de la Tabla 143 y como resultando se aprecia que solo el ancho y la pendiente de entrada son estadísticamente significativos en el modelo y el factor altura no resulta significativo en este caso obteniendo un R cuadrado ajustado del 90,28%.

El modelo 51 es el resultado de la unión de estos dos últimos para obtener un modelo que tuviese en cuenta los factores geométricos del moderador y los distintos tipos de vehículos pero solo resulta estadísticamente significativo el tipo de vehículo tipo furgoneta. El valor del R cuadrado ajustado para este modelo es de 90,54% y se aprecia que los valores de R cuadrado ajustado para los modelos 49, 50 y 51 son muy similares.

Seguidamente en los modelos que se adaptan mejor a cada tipo de vehículo (modelos 52) se aprecia como para el tipo de vehículo Furgoneta y Campero-SUV la única característica geométrica del moderador importante es la pendiente de entrada. En los vehículos tipo Normal son estadísticamente significativos todos los factores geométricos del moderador y en el vehículo tipo monovolumen solo la pendiente y el ancho del moderador son estadísticamente significativos. En general los valores de R cuadrado ajustado son altos con valores que oscilan entre el 82% y 96% aproximadamente.

Los modelos 53 son desarrollados específicamente para cada tipo de moderador y aunque en la mayoría de ellos se presentaban P-value mayores a 0,05 para las variables dummy que representan los tipos de vehículos, se ha decidido conservarlas en el modelo con el fin de tener todos los modelos de este tipo con los mismos factores y poder observar la influencia de cada tipo de vehículo en los dispositivos moderadores. Los valores de R cuadrado ajustado para este tipo de modelos se encuentran entre el 56% y 73% aproximadamente, que continúan siendo valores altos de correlación.

Los modelos para determinar el nivel mínimo de ruido sobre los moderadores de tráfico L_{min} presentan un R cuadrado ajustado con valores que oscilan entre el 42% y 63% (Tabla 158) Esta es la primera vez que los modelos de los niveles mínimos presentan R cuadrados ajustados altos pero como se ha dicho con anterioridad este es solo un valor de referencia. En la Figura 253 y Figura 254 se observa el comportamiento de los modelos 54 y 55. El modelo 56 resulta de buscar un modelo general que tuviese en cuenta las características geométricas del moderador con el tipo de moderador y el resultado es que solo

resulta estadísticamente significativo la pendiente de entrada al moderador. Este modelo presenta un R cuadrado ajustado de 63% aproximadamente.

MODELO <i>Lmin 0</i>	EXPRESIÓN	R ²	R ² AJUSTADO
54	$Lmin\ 0 = -4,62471E6 + 349541*VEL$	41,81%	41,69%
55	$Lmin\ 0 = (519,509 + 56,5208*VEL)^2$	58,82%	58,73%
56	$Lmin\ 0 = (617,791 + 58,3509*VEL + 166349,*PENDIENTE^2 - 949,388*d4 - 4049,42*d5) ^2$	63,19%	62,87%

Tabla 158. Modelos de regresión para nivel Mínimo sobre el moderador.

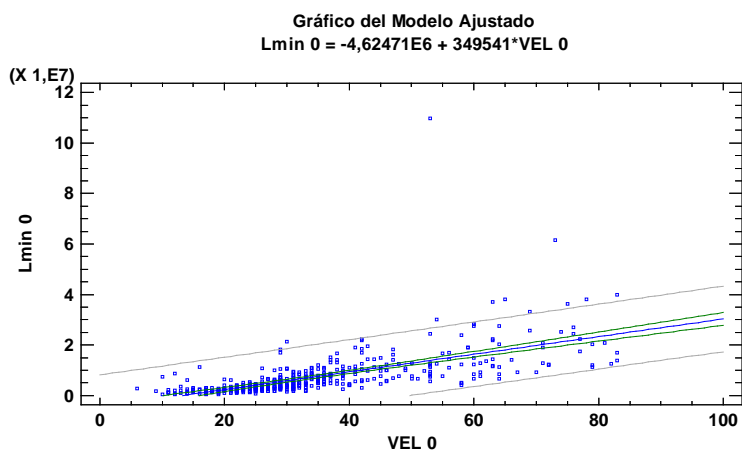


Figura 253. Gráfico del modelo 54 ajustado.

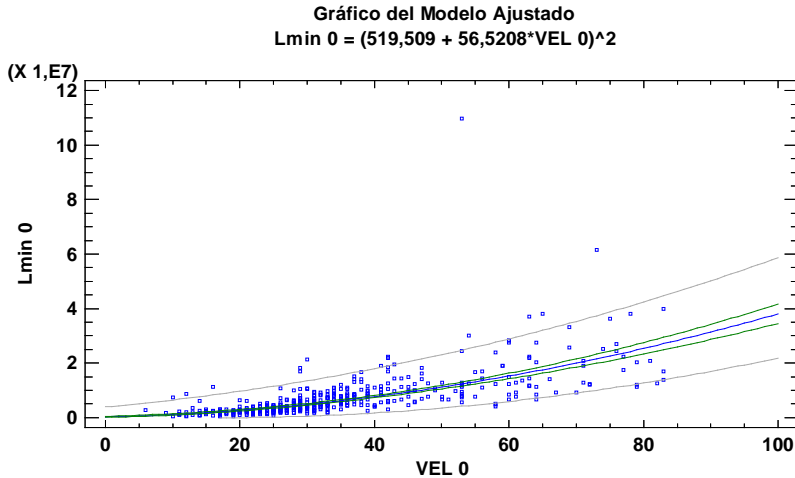


Figura 254. Gráfico del modelo 55 ajustado.

8.4 Comprobación y validación de los modelos

Una vez calibrados los diferentes modelos parciales y con el fin de poder comprobar y validar los modelos se ha procedido a calcular el Error Cuadrático Medio (ECM) aplicado al 10% de los valores reservados de manera aleatoria y a los datos para el desarrollo de los modelos. Se procederá a la validación por medio de la comparación y análisis de las diferencias en dichos valores y el valor de R cuadrado ajustado. Este resultado también ayuda a determinar mejor el modelo o los mejores modelos a ser usados en cada punto de la maniobra de aproximación y paso sobre los dispositivos moderadores ya que valores de ECM bajos también indican mejor correlación entre el modelo y los valores tomados en campo (Ecuación 28).

$$ECM = \frac{\sum_1^N (Ruido\ estimado - Ruido\ medido)^2}{N} \quad (28)$$

Donde:

ECM: Error cuadrático medio

Ruido estimado: Valor de Leq, Lmax o Lmin determinado por el modelo

Ruido medido: Valor de Leq, Lmax o Lmin medido en las pruebas

N: número total de eventos

Con el fin de obtener valores con un orden de magnitud más comprensible, se ha utilizado en lugar del ECM su raíz, es decir, la raíz cuadrática media (RCM). Por lo tanto, se mostrarán en las tablas realizadas para cada uno de los modelos los resultados de la Raíz Cuadrática Media (RCM) obtenida para los datos de la validación y para los datos con los se han desarrollado cada uno de los modelos.

MODELO Leq-70-50	EXPRESIÓN	R ² AJUSTADO	RCM Validación	RCM Modelo
1	$Leq-70-50 = -4,57729E7 + 1,93977E6 * VEL$	46,72%	2,5	2,0
2	$Leq-70-50 = -6,15341E7 + 1,72511E6 * VEL + 661404 * VEL$ LIMITE	48,00%	2,1	2,0
3	$Leq-70-50 = -4,44027E7 + 2,07425E6 * VEL - 1,44206E7 * d6$	48,60%	2,1	2,0
4 NORMAL	$Leq-70-50 = -5,53668E7 + 2,29504E6 * VEL - 1,55897E7 * d6$	48,45%	2,3	2,0
4 CAMPERO - SUV	$Leq-70-50 = -5,59574E7 + 2,16903E6 * VEL - 70-50$	56,79%	1,5	3,1
4 FURGONETA	$Leq-70-50 = -3,05182E7 + 1,82435E6 * VEL - 70-50 - 1,72566E7 * d6$	35,25%	3,8	3,6
4 MONOVOLUMEN	$Leq-70-50 = -3,86298E7 + 1,86226E6 * VEL - 70-50$	62,06%	3,4	2,3

Tabla 159. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Leq 70 o 50 m antes del moderador.

De la Tabla 159 se concluye que el modelo a utilizar en este punto debe ser el modelo número 3 que es el que presenta un mejor R cuadrado ajustado (48,60%) y los valores de RCM entre los datos de validación y los usados en la calibración del modelo no presenta variaciones altas, además este modelo tiene en cuenta si el moderador a estudiar se encuentra aislado o entre dos moderadores por medio de la variable dummy d6. Es muy importante tener en cuenta que este modelo no funciona para valores de velocidad menores a 28

km/h en moderadores extremos o aislados y para velocidades menores a 23 km/h en moderadores intermedios.

Se aprecia como en el caso de los modelos específicos por tipo de vehículo, los valores de RCM son en general más altos y por lo tanto se ha determinado no usar dichos modelos aunque en algunos casos estos modelos presentaran mejores valores de R cuadrado.

MODELO <i>Lmax-70-50</i>	EXPRESIÓN	R ² AJUSTADO	RCM Validación	RCM Modelo
5	$L_{max-70-50} = -9,88678E7 + 3,59167E6 \cdot VEL$	49,74%	2,2	2,1
6	$L_{max-70-50} = -1,31908E8 + 3,14167E6 \cdot VEL + 1,38652E6 \cdot VEL$ LIMITE	51,52%	2,2	2,1
7	$L_{max-70-50} = -1,0251E8 + 3,91909E6 \cdot VEL - 2,20777E7 \cdot d6$	50,99%	2,2	2,1
8 NORMAL	$L_{max-70-50} = -1,13159E8 + 4,10384E6 \cdot VEL - 2,20976E7 \cdot d6$	50,35%	2,2	1,9
8 CAMPERO - SUV	$L_{max-70-50} = -1,13865E8 + 3,91804E6 \cdot VEL$	63,37%	1,3	2,4
8 FURGONETA	$L_{max-70-50} = -8,28562E7 + 3,65806E6 \cdot VEL - 2,92184E7 \cdot d6$	41,39%	2,9	2,2
8 MONOVOLUMEN	$L_{max-70-50} = -7,86839E7 + 3,19291E6 \cdot VEL$	67,41%	2,1	2,2

Tabla 160. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmax 70 o 50 m antes del moderador.

Al igual que para el caso del nivel equivalente de ruido, el modelo escogido para en nivel Máximo de ruido Lmax 50 o 70 m antes del moderador, es el modelo número 7 (Tabla 160) que tiene en cuenta la velocidad del vehículo y si el moderador se encuentra aislado o entre dos moderadores por medio de la variable dummy d6, este modelo presenta un R cuadrado ajustado del 51% que aunque no es el más alto de todos es muy cercano al más alto y los valores de las raíces cuadráticas medias (RCM) no presentan variaciones altas. Es muy importante tener en cuenta que este modelo no funciona para valores de

velocidad menores a 32 km/h en moderadores aislados y velocidades de 28 km/h para moderadores intermedios.

Se aprecia también en la Tabla 160 que para el caso de los niveles máximos de ruido los valores de R cuadrado ajustado son un poco más altos que los presentados que para el nivel equivalente y los valores de RCM son más bajos y similares entre los utilizados para la elaboración del modelo y los utilizados para la validación. Esto muestra que prácticamente cualquiera de los modelos podría ser utilizado, incluyendo los modelos realizados para cada tipo de vehículo pero se ha decidido dejar únicamente el modelo 7 por ser más general y para cualquier tipo de vehículo.

MODELO	EXPRESIÓN	R ²	RCM	RCM
Lmin-70-50		AJUSTADO	Validación	Modelo
9	$L_{min-70-50} = -5,9816E6 + 560297 * VEL$	24,00%	2,7	2,7
10	$L_{min-70-50} = -7,31382E6 + 652761 * VEL - 6,13151E6 * d6$	26,18%	2,8	2,6

Tabla 161. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmin 70 o 50 m antes del moderador.

Como se ha dicho con anterioridad el nivel mínimo de ruido es solo un nivel de referencia y según los datos de RCM se podría usar cualquiera de los dos modelos desarrollados para el nivel mínimo de ruido Lmin 70 a 50 m antes del moderador pero se ha decidido utilizar el modelo 10 que presenta los mismos factores que los modelos utilizados para el nivel máximo y equivalente como son la velocidad del vehículo y la variable dummy que determina si el moderador es aislado o se encuentra en medio de otros dos moderadores (Tabla 161). Los valores de R cuadrado bajos presentados en los modelos 10 y 11 se deben a la gran variación y dispersión presentada en los niveles Lmin, pero como se ha dicho con anterioridad este es solo un nivel de referencia y no tiene la significancia e importancia de los niveles Lmax y Leq.

Para el caso del nivel equivalente Leq 20 m después del moderador (Tabla 162) se concluye que el modelo a utilizar es el modelo 14, que presenta uno de los valores más altos de R cuadrado ajustado y los valores de RCM del modelo no presenta variaciones altas entre los datos de validación y los usados en la calibración además de conservar los valores bajos. El modelo 14 tiene como factores la velocidad y la variable dummy d6 que determina si el moderador es aislado o se encuentra entre otros dos moderadores. No se han tenido en cuenta los modelos específicos para cada tipo de vehículo debido a que

pueden presentar problemas de significancia estadística por muestras reducidas

MODELO Leq 20	EXPRESIÓN	R ² AJUSTADO	RCM Validación	RCM Modelo
11	$Leq_{20} = -2,4693E7 + 1,25306E6 * VEL$	53,83%	2,3	2,3
12	$Leq_{20} = 2,13809E6 + 13266,8 * VEL^2$	56,38%	2,4	2,2
13	$Leq_{20} = -7,58713E6 + 11925,2 * VEL^2 + 293929 * VEL LIMITE$	57,33%	2,3	2,2
14	$Leq_{20} = 4,25838E6 + 14045,6 * VEL^2 - 5,5446E6 * d6$	57,59%	2,3	2,1
15	$Leq_{20} = -2,48498E7 + 1,2183E6 * (N * VEL) + 1,28159E6 * (M * VEL) + 1,33644E6 * (F * VEL) + 1,34456E6 * (S * VEL)$	54,70%	2,3	2,2
16	$Leq_{20} = -2,61459E7 + 9,11314E6 * d1 + 2,48193E6 * d2 + 2,64359E6 * d3 + 1,33197E6 * (N * VEL) + 1,17742E6 * (M * VEL) + 1,38865E6 * (F * VEL) + 1,393E6 * (S * VEL) - 5,33308E6 * d6$	55,72%	2,9	2,5
17	$Leq_{20} = 4,23788E6 + 13530,8 * (N * VEL^2) + 13692,9 * (M * VEL^2) + 14830,2 * (F * VEL^2) + 15857,1 * (S * VEL^2) - 5,36397E6 * d6$	57,97%	2,3	2,1
18 NORMAL	$Leq_{20} = 2,70521E6 + 14358,9 * VEL^2 - 6,19455E6 * d6$	56,69%	2,3	2,0
18 CAMPERO - SUV	$Leq_{20} = 3,50927E6 + 14627,4 * VEL^2$	62,77%	2,2	2,2
18 FURGONETA	$Leq_{20} = 4,64614E6 + 13349,3 * VEL^2$	58,71%	2,5	2,1
18 MONOVOLUMEN	$Leq_{20} = 9,90769E6 + 12539,0 * VEL^2 - 9,21441E6 * d6$	65,36%	2,8	2,0

Tabla 162. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Leq 20 m después del moderador.

MODELO <i>Lmax 20</i>	EXPRESIÓN	R ² AJUSTADO	RCM Validación	RCM Modelo
19	$L_{max 20} = -4,9629E7 + 2,19107E6 * VEL$	52,45%	2,8	2,9
20	$L_{max 20} = -3,60487E6 + 23686,8 * VEL^2$	57,29%	2,4	2,3
21	$L_{max 20} = -2,06327E7 + 21337,7 * VEL^2 + 514638, * VEL$ LIMITE	58,22%	2,4	2,4
22	$L_{max 20} = -463515, + 24840,6 * VEL^2 - 8,21469E6 * d6$	58,12%	2,4	2,3
23	$L_{max 20} = -3,25558E6 + 22359,8 * (N * VEL^2) + 23000,6 * (M * VEL^2) + 26585,1 * (F * VEL^2) + 25760,3 * (S * VEL^2)$	58,13%	2,4	2,3
24	$L_{max 20} = -303687, + 23529,9 * (N * VEL^2) + 23958,2 * (M * VEL^2) + 27539,9 * (F * VEL^2) + 26760,0 * (S * VEL^2) - 7,75851E6 * d6$	58,86%	2,3	2,3
25 NORMAL	$L_{max 20} = -1,72967E6 + 24310,7 * VEL^2 - 8,56636E6 * d6$	55,59%	2,5	2,3
25 CAMPERO - SUV	$L_{max 20} = 3,50568E6 + 22985,4 * VEL^2$	61,86%	2,3	2,4
25 FURGONETA	$L_{max 20} = -2,56823E6 + 26354,7 * VEL^2$	60,76%	2,4	2,3
25 MONOVOLUMEN	$L_{max 20} = 4,99269E6 + 23704,7 * VEL^2 - 1,43991E7 * d6$	76,20%	2,2	2,1

Tabla 163. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmax 20 m después del moderador.

Acorde con el modelo seleccionado para el nivel equivalente, el modelo 22 es escogido para determinar el nivel máximo de ruido (L_{max}) 20 m después de los moderadores de tráfico (Tabla 163). Este modelo tiene en cuenta la velocidad del vehículo y si el moderador analizado se encuentra aislado o entre dos moderadores. El valor de R cuadrado ajustado también es de los más altos y además los valores y las diferencias entre las raíces cuadradas medias (RCM) no presentan diferencias. Es muy importante tener en cuenta que este modelo no funciona para valores de velocidad menores a 18 km/h en moderadores aislados o extremos.

MODELO	EXPRESIÓN	R ²	RCM	RCM
<i>L_{min} 20</i>		AJUSTADO	Validación	Modelo
26	$L_{min} 20 = -2,8233E6 + 356541,*VEL$	27,83%	2,5	2,6
27	$L_{min} 20 = -2,61737E6 + 395740,*VEL - 2,82236E6*d6$	29,83%	2,5	2,6

Tabla 164. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel L_{min} 20 m después del moderador.

En el caso del nivel mínimo (L_{min}) 20 m después del moderador se ha decidido utilizar el modelo 27 que presenta los mismos factores que los modelos utilizados para el nivel máximo y equivalente como son la velocidad del vehículo y la variable dummy que determina si el moderador es aislado o se encuentra en medio de otros dos moderadores. Se aprecia como a pesar de su bajo R cuadrado ajustado los valores de la Raíz Cuadrática Media (RCM) se conservan en valores aceptables (Tabla 164).

De la Tabla 165 se ha concluido que el modelo a utilizar en este punto debe ser el modelo número 30 que es el que presenta un mejor R cuadrado ajustado con un valor de 48,79% y los valores de RCM entre los datos de validación y los usados en la calibración del modelo no presenta variaciones altas y son los menores de los modelos generales, además este modelo tiene en cuenta si el moderador a estudiar se encuentra aislado o entre dos moderadores por medio de la variable dummy $d6$. Es muy importante tener en cuenta que este modelo no funciona para valores de velocidad menores a 22 km/h en moderadores aislados o para velocidades menores a 10 km/h en moderadores intermedios.

MODELO Leq 50	EXPRESIÓN	R² AJUSTADO	RCM Validación	RCM Modelo
28	$Leq 50 = -1,20511E7 + 1,29756E6*VEL$	39,81%	2,4	2,3
29	$Leq 50 = -2,20091E7 + 1,14914E6*VEL + 391858,*VEL$ LIMITE	41,01%	2,4	2,2
30	$Leq 50 = -1,40899E7 + 1,72938E6*VEL - 2,31925E7*d6$	48,79%	2,3	2,0
31 NORMAL	$Leq 50 = -1,85716E7 + 1,78806E6*VEL - 2,25266E7*d6$	51,94%	2,2	2,2
31 CAMPERO - SUV	$Leq 50 = -3,17924E6 + 1,64932E6*VEL - 2,73121E7*d6$	40,98%	1,9	1,9
31 FURGONETA	$Leq 50 = -4,35071E6 + 1,53294E6*VEL - 2,07306E7*d6$	43,43%	2,6	2,0
31 MONOVOLUMEN	$Leq 50 = -2,19589E7 + 1,9463E6*VEL - 2,59374E7*d6$	46,93%	2,5	1,9

Tabla 165. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Leq 50 m después del moderador.

Al igual que para el caso del nivel equivalente de ruido, el modelo escogido para en nivel Máximo de ruido Lmax 50 m después del moderador en la Tabla 166, es el modelo número 34 que tiene en cuenta la velocidad del vehículo y si el moderador se encuentra aislado o entre dos moderadores por medio de la variable dummy d6. Este modelo presenta un R cuadrado ajustado del 52% que es el más alto de todos los modelos generales en este punto y los valores de las raíces cuadráticas medias (RCM) no presentan variaciones altas y son los más bajos. Es muy importante tener en cuenta que este modelo no funciona para valores de velocidades menores a 25 km/h en moderadores extremos (aislados) o para velocidades menores a 13 km/h en moderadores intermedios.

MODELO <i>Lmax 50</i>	EXPRESIÓN	R ² AJUSTADO	RCM Validación	RCM Modelo
32	$L_{max 50} = -3,76188E7 + 2,45806E6 * VEL$	43,66%	2,5	2,5
33	$L_{max 50} = -5,60469E7 + 2,18339E6 * VEL + 725161, * VEL$ LIMITE	44,92%	2,4	2,3
34	$L_{max 50} = -4,11635E7 + 3,20881E6 * VEL - 4,03215E7 * d6$	51,94%	2,3	2,1
35 NORMAL	$L_{max 50} = -4,68588E7 + 3,23545E6 * VEL - 3,85202E7 * d6$	53,48%	2,4	2,1
35 CAMPERO - SUV	$L_{max 50} = -1,68055E7 + 2,98746E6 * VEL - 4,70742E7 * d6$	35,26%	2,1	2,0
35 FURGONETA	$L_{max 50} = -3,54722E7 + 3,24094E6 * VEL - 3,9569E7 * d6$	53,69%	2,5	2,1
35 MONOVOLUMEN	$L_{max 50} = -3,72812E7 + 3,00791E6 * VEL - 3,83539E7 * d6$	59,66%	2,4	1,9

Tabla 166. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmax 50 m después del moderador.

MODELO <i>Lmin 50</i>	EXPRESIÓN	R ² AJUSTADO	RCM Validación	RCM Modelo
36	$L_{min 50} = 4,6563E6 + 320278, * VEL$	12,30%	2,7	2,6
37	$L_{min 50} = 4,11412E6 + 435111, * VEL - 6,16742E6 * d6$	15,44%	2,6	2,5

Tabla 167. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmin 50 m después del moderador.

En el caso del nivel mínimo (Lmin) 20 m después del moderador se ha decidido utilizar el modelo 37 que presenta los mismos factores que los modelos utilizados para el nivel máximo y equivalente como son la velocidad del vehículo y la variable dummy que determina si el moderador es aislado o se encuentra en medio de otros dos moderadores. Se aprecia como a pesar de su

bajo R cuadrado ajustado los valores de la Raíz Cuadrática Media (RCM) se conservan en valores más que aceptables (Tabla 167). Los valores bajos de R cuadrado presentados en los modelos 36 y 37 se deben a la gran variación y dispersión presentada en los niveles Lmin, pero como ya se ha dicho este es solo un nivel de referencia y no tiene la importancia y significancia de los niveles Lmax y Leq.

En la Tabla 168 para el caso del nivel equivalente de ruido (Leq) directamente sobre los dispositivos moderadores se ha concluido que los modelos generales a ser usados son el modelo 41 y el modelo 42. En primera instancia el modelo 41 es el más sencillo y tiene en cuenta la velocidad del vehículo al paso por el dispositivo moderador y las variables tipo dummy d4 y d5. La variable dummy d4 toma el valor de 1 si el moderador analizado es un paso elevado y 0 en cualquier otro caso, esto se debe a que este tipo de moderador presenta valores estadísticamente menores como se aprecia en la Figura 255. La variable d5 toma el valor de 1 si el moderador es un resalte prefabricado y 0 en cualquier otro caso, esto se debe a que este tipo de moderador presenta valores estadísticamente más altos como se observa en la Figura 255. Además el modelo 41 presenta un R cuadrado ajustado de 89,33% y los valores de RCM entre los datos de validación y los usados en la calibración del modelo no presentan variaciones altas y son los menores de los modelos generales.

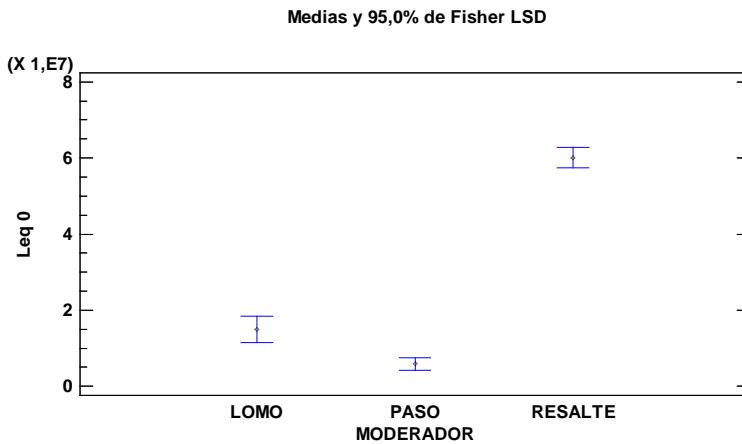


Figura 255. Gráfico de medias de Leq 0 para la variable tipo de moderador de tráfico.

MODELO Leq 0	EXPRESIÓN	R ² AJUSTADO	RCM Validación	RCM Modelo
38	$Leq_0 = -3,68403E7 + 1,6282E6*VEL$	73,56%	2,5	3,2
39	$Leq_0 = -8,63416E6 + 19472,7*VEL^2$	82,53%	2,2	2,6
40	$Leq_0 = (1161,42 + 1,69835*VEL^2)^2$	87,24%	2,2	2,1
41	$Leq_0 = (2037,87 + 1,43353*VEL^0^2 - 880,61*d4 + 300,92*d5)^2$	89,33%	2,0	1,9
42	$Leq_0 = (3495,88 + 1,42721*VEL^2 + 589882,*1/ANCHO(CMS) - 12746,6*1/ALTURA(CMS) - 385944,*PENDIENTE^2)^2$	89,34%	2,0	2,0
43	$Leq_0 = (3382,9 + 1,4356*VEL^2 + 263,845*d2 + 580832,*1/ANCHO(CMS) - 12137,9*1/ALTURA(CMS) - 386410,*PENDIENTE^2)^2$	89,49%	2,0	1,9
44 NORMAL	$Leq_0 = (3829,42 + 1,49048*VEL^2 + 662217,*1/ANCHO(CMS) - 14583,0*1/ALTURA(CMS) - 454597,*PENDIENTE^2)^2$	91,21%	1,6	1,8
44 CAMPERO - SUV	$Leq_0 = (3507,98 + 1,38734*VEL^2 + 533796,*1/ANCHO(CMS) - 15247,9*1/ALTURA(CMS) - 279109,*PENDIENTE^2)^2$	87,24%	1,8	1,8
44 FURGONETA	$Leq_0 = (1183,45 + 1,40065*VEL^2 + 68845,6*PENDIENTE^2)^2$	85,02%	4,8	2,2
44 MONOVOLUMEN	$Leq_0 = (3666,19 + 1,25989*VEL^2 + 689090,*1/ANCHO(CMS) - 14226,9*1/ALTURA(CMS) - 445593,*PENDIENTE^2)^2$	92,77%	1,5	1,9
45 PASO ELEVADO	$Leq_0 = (1074,21 + 1,50305*VEL^2 - 218,806*d1 + 234,853*d2 + 39,7959*d3)^2$	60,75%	2,0	2,0
45 RESALTE	$Leq_0 = (2387,46 + 1,37433*VEL^2 - 161,238*d1 + 462,585*d2 + 484,698*d3)^2$	72,81%	1,9	1,7
45 LOMO	$Leq_0 = (1365,91 + 2,15268*VEL^2 - 161,567*d1 - 94,4221*d2 - 451,011*d3)^2$	57,07%	2,0	1,7

Tabla 168. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Leq sobre el moderador.

En el caso del modelo 42, tiene en cuenta los principales aspectos geométricos propios del moderador como son el ancho, la altura y la pendiente de entrada al moderador. Al igual que el modelo anterior el modelo 42 presenta un R cuadrado ajustado de 89,33% y los valores de RCM entre los datos de validación y los usados en la calibración del modelo no presentan variaciones altas y son los menores de los modelos generales. Los valores de ancho y altura del moderador en el modelo deben ser en centímetros y la pendiente de entrada en porcentaje.

Los modelos específicos por tipo de vehículo muestran en algunos casos valores de R cuadrado ajustado superiores al de los modelos generales lo que es normal al tratarse de menos datos y por lo general las raíces cuadráticas medias son menores con la excepción del modelo realizado para el vehículo tipo furgoneta que como se ha dicho con anterioridad presenta en general valores mayores a los otros tipos de vehículos. Los modelos específicos por tipo de moderador son los que presentan valores de R cuadrado más bajos pero esto se debe en gran medida a que las variables dummy por tipo de vehículo que tienen todos estos modelos en algunos de los casos tienen P-value superiores a 0,05 pero no fueron removidas del modelo con el fin de observar la influencia de cada tipo de vehículo en el modelo como se explicó en el apartado anterior y la presencia de valores atípicos afectan más a dichos modelos. También se observa que los valores de RCM se conservan bajos a pesar de los menores R cuadrados que es un buen indicativo de la fiabilidad del modelo.

En el caso del nivel máximo de ruido (L_{max}) sobre los dispositivos moderadores mostrados en Tabla 169 se ha concluido que los modelos generales que deben ser usados son el modelo 49 y el modelo 50. En primera instancia el modelo 49 tiene en cuenta la velocidad del vehículo, y las variables dummy para tipo de moderador d4 y d5. Las variables dummy d4 y d5 corresponden al tipo de moderador a ser analizado, por ejemplo la variable dummy d4 toma el valor de 1 si el moderador analizado es un paso elevado y 0 en cualquier otro caso, esto se debe a que este tipo de moderador presenta valores estadísticamente menores. La variable dummy d5 toma el valor de 1 si el moderador analizado es un resalte y 0 en cualquier otro caso, esto se debe esencialmente a que los niveles máximos de ruido en este tipo de moderador son estadísticamente más altos que en los otros dos. Estos dos efectos se aprecian gráficamente en la Figura 256.

MODELO	EXPRESIÓN	R ²	RCM	RCM
Lmax 0		AJUSTADO	Validación	Modelo
46	$L_{max\ 0} = -8,63969E7 + 3,55148E6*VEL$	67,96%	3,3	4,0
47	$L_{max\ 0} = -2,57787E7 + 43104,1*VEL^2$	78,53%	3,0	3,4
48	$L_{max\ 0} = (778,262 + 2,6424*VEL^2)^2$	88,39%	2,4	2,5
49	$L_{max\ 0} = (1770,65 + 2,14501*VEL\ 0^2 - 879,657*d4 + 1261,27*d5)^2$	90,33%	2,2	2,2
50	$L_{max\ 0} = (1376,62 + 2,16461*VEL^2 + 325226,*1/ANCHO(CMS) - 218412,*PENDIENTE^2)^2$	90,28%	2,1	2,2
51	$L_{max\ 0} = (1324,71 + 2,17853*VEL^2 + 517,828*d2 + 338786,*1/ANCHO(CMS) - 236648,*PENDIENTE^2)^2$	90,54%	2,2	2,2
52 NORMAL	$L_{max\ 0} = (2792,44 + 2,18379*VEL^2 + 599469,*1/ANCHO(CMS) - 9040,27*1/ALTURA(CMS) - 408863,*PENDIENTE^2)^2$	94,03%	2,1	2,1
52 CAMPERO - SUV	$L_{max\ 0} = (488,57 + 1,95166*VEL^2 + 176037,*PENDIENTE^2)^2$	81,96%	1,2	2,1
52 FURGONETA	$L_{max\ 0} = (713,575 + 2,32256*VEL^2 + 103249,*PENDIENTE^2)^2$	86,18%	3,2	2,5
52 MONOVOLUMEN	$L_{max\ 0} = (1463,89 + 1,98627*VEL^2 + 422881,*1/ANCHO(CMS) - 311861,*PENDIENTE^2)^2$	96,17%	2,3	2,1
53 PASO ELEVADO	$L_{max\ 0} = (1184,42 + 1,70737*VEL^2 - 263,16*d1 + 334,665*d2 + 83,1382*d3)^2$	56,07%	2,0	2,2
53 RESALTE	$L_{max\ 0} = (2424,68 + 2,22537*VEL^2 - 476,846*d1 + 976,003*d2 + 1011,3*d3)^2$	72,97%	1,7	1,7
53 LOMO	$L_{max\ 0} = (1439,51 + 2,57683*VEL^2 - 195,41*d1 - 78,0318*d2 - 629,941*d3)^2$	56,32%	2,2	1,9

Tabla 169. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmax sobre el moderador.

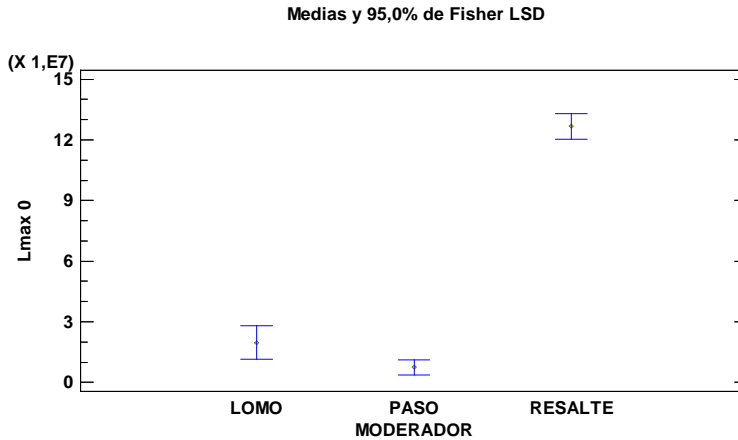


Figura 256. Gráfico de medias de Lmax 0 para la variable tipo de moderador de tráfico.

Además el modelo 49 presenta un R cuadrado ajustado de 90,33% y los valores de RCM entre los datos de validación y los usados en la calibración del modelo no presentan variaciones altas al mismo tiempo que son de los más bajos en los modelos generales.

El modelo 50 además de tener como factor principal la velocidad también tiene en cuenta algunos de los principales aspectos geométricos propios del moderador como son el ancho y la pendiente de entrada al moderador. Al igual que el modelo anterior el modelo 50 presenta un R cuadrado ajustado de 90,28% y los valores de RCM entre los datos de validación y los usados en la calibración del modelo no presentan variaciones altas y son los menores de los modelos generales. El valor del ancho en el modelo debe ser en centímetros y la pendiente de entrada en porcentaje.

Los modelos específicos por tipo de vehículo muestran en algunos casos valores de R cuadrado ajustado superiores al de los modelos generales lo que es normal al tratarse de menos datos y por lo general las raíces cuadráticas medias son menores con la excepción del modelo realizado para el vehículo tipo furgoneta que como se ha dicho con anterioridad presenta en general valores mayores a los otros tipos de vehículos. Los modelos específicos por tipo de moderador son los que presentan valores de R cuadrado más bajos pero esto se debe en gran medida a que las variables dummy por tipo de vehículo que tienen todos estos modelos en algunos de los casos tienen P-value superiores a 0,05 pero no fueron removidas del modelo con el fin de observar la influencia de cada tipo de vehículo en el modelo como se explicó en el apartado anterior y la presencia de valores atípicos afectan más a dichos

modelos. También se observa que los valores de RCM se conservan bajos a pesar de los menores R cuadrados que es un buen indicativo de la fiabilidad del modelo.

MODELO <i>Lmin 0</i>	EXPRESIÓN	R ² AJUSTADO	RCM Validación	RCM Modelo
54	$L_{min 0} = -4,62471E6 + 349541*VEL$	41,69%	2,7	2,5
55	$L_{min 0} = (519,509 + 56,5208*VEL)^2$	58,73%	2,4	2,4
56	$L_{min 0} = (617,791 + 58,3509*VEL + 166349,*PENDIENTE^2 - 949,388*d4 - 4049,42*d5) ^2$	62,87%	2,1	2,3

Tabla 170. Raíz cuadrática media de los modelos para el nivel Lmin sobre el moderador.

En el caso del nivel mínimo (Lmin) sobre los dispositivos moderadores se ha decidido utilizar el modelo 55 como modelo general y el modelo 56 como modelo específico ya que presentan los valores de R cuadrado ajustado más altos encontrados en todos los modelos desarrollados en la investigación para el nivel mínimo, sin olvidar que es solo un nivel de referencia, pero este tipo de correlación es importante para conocer mucho mejor los límites extremos de ruido en los que se mueve el ruido en las inmediaciones de los moderadores de tráfico (Tabla 170).

El modelo 55 solo tiene en cuenta la velocidad del vehículo pero presenta un R cuadrado ajustado cercano al 59% y las diferencias entre los RCM de los datos para el desarrollo del modelo y los de la validación no presentan diferencia alguna. El valor de RCM es más alto que el de los modelos para el nivel Lmax y Leq pero sigue siendo más que aceptable para este nivel de referencia. El modelo 56 tiene en cuenta la velocidad del vehículo, la pendiente de entrada del moderador y el tipo de moderador por medio de las variables dummy d4 y d5. La variable dummy d4 toma el valor de 1 si el moderador analizado es un paso elevado y 0 en cualquier otro caso y la variable dummy d5 toma el valor de 1 si el moderador analizado es un resalte y 0 en cualquier otro caso. Este modelo tiene un R cuadrado ajustado cercano al 63% y presenta los valores más bajos de RCM de todos los modelos realizados para la variable Lmin del estudio.

8.5 Modelos escogidos

A continuación, se presenta la selección de los modelos calibrados escogidos, considerando el mejor ajuste a los datos y su sencillez con el fin de facilitar el cálculo. Asimismo, se ha tenido en cuenta que su comportamiento sea coherente con el fenómeno estimado. De esta forma, se aumentan las probabilidades de poder generalizar su uso en perfiles de velocidad asociados a un moderador de tráfico, para valores puntuales de velocidad de vehículos tomados en carreteras convencionales o para valores puntuales de velocidad tomados sobre distintos tipos de moderadores de tráfico. Los modelos presentados anteriormente fueron diseñados para valores de potencia y para poder ser presentados en decibelios (dBA) deben ser transformados por medio de 10 veces su logaritmo en base 10 como se especifica en la fórmula de potencia acústica.

Por lo tanto los modelos a ser usados en el punto 50 a 70 m del moderador son los que se muestran en las ecuaciones 29 a 31.

$$Leq_{(-70-50)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-44402700 + 2074250(Vel) - 14420600(d6)) \quad (29)$$

$$Lmax_{(-70-50)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-102510000 + 3919090(Vel) - 22077700(d6)) \quad (30)$$

$$Lmin_{(-70-50)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-7313820 + 652761(Vel) - 6131510(d6)) \quad (31)$$

Como se aprecia en todos los modelos a ser usados 70 a 50 m antes del dispositivo moderador, los factores a tener en cuenta son la velocidad del vehículo y la variable dummy d6 que toma el valor de 0 si el moderador se encuentra entre otros moderadores o toma el valor de 1 si por el contrario el moderador es extremo o aislado.

Los modelos a ser usados 20 m después de superado el moderador se muestran en las ecuaciones 32 a 34.

$$Leq_{(+20)} = 10 \times \text{Log}_{10}(4258380 + 14045,6(Vel^2) - 5544600(d6)) \quad (32)$$

$$Lmax_{(+20)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-463515 + 24840,6(Vel)^2 - 8214690(d6)) \quad (33)$$

$$Lmin_{(+20)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-2617370 + 395740(Vel) - 2822360(d6)) \quad (34)$$

Como se aprecia en todos los modelos a ser usados 20 m adelante del moderador, los factores a tener en cuenta son la velocidad del vehículo y la variable dummy d6 que toma el valor de 0 si el moderador se encuentra entre otros moderadores o toma el valor de 1 si por el contrario el moderador es extremo o aislado.

Los modelos a ser usados 50 m después de superado el moderador se muestran en las ecuaciones 35 a 37.

$$Leq_{(+50)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-14089900 + 1729380(Vel) - 23192500(d6)) \quad (35)$$

$$Lmax_{(+50)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-41163500 + 3208810(Vel) - 40321500(d6)) \quad (36)$$

$$Lmin_{(+50)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-4114120 + 435111(Vel) - 6167420(d6)) \quad (37)$$

En todos los modelos a ser usados 50 m después del dispositivo moderador, los factores a tener en cuenta son la velocidad del vehículo y la variable dummy d6 que toma el valor de 0 si el moderador se encuentra entre otros moderadores o toma el valor de 1 si por el contrario el moderador es extremo o aislado.

Los modelos a ser usados directamente sobre los moderadores de tráfico se muestran en las ecuaciones 38 a 43.

$$Leq_{(0)} = 10 \times \text{Log}_{10}(2037,87 + 1,43353(Vel)^2 - 880,61(Paso) + 300,92(Resalte))^2 \quad (38)$$

$$\begin{aligned}
 Leq_{(0)} = 10 \times \text{Log}_{10}(3495,88 + 1,42721(Vel^2) + 589882\left(\frac{1}{\text{ancho}}\right) \\
 - 12746,6\left(\frac{1}{\text{altura}}\right) - 385944(\text{pendiente}^2))^2
 \end{aligned} \quad (39)$$

$$\begin{aligned}
 Lmax_{(0)} = 10 \times \text{Log}_{10}(1770,65 + 2,14501(Vel^2) - 879,657(\text{Paso}) \\
 + 1261,27(\text{Resalte}))^2
 \end{aligned} \quad (40)$$

$$\begin{aligned}
 Lmax_{(0)} = 10 \times \text{Log}_{10}(1376,62 + 2,16461(Vel^2) + 325226\left(\frac{1}{\text{ancho}}\right) \\
 - 218412(\text{pendiente}^2))^2
 \end{aligned} \quad (41)$$

$$Lmin_{(0)} = 10 \times \text{Log}_{10}(519,509 + 56,5208(Vel))^2 \quad (42)$$

$$\begin{aligned}
 Lmin_{(0)} = 10 \times \text{Log}_{10}(617,791 + 58,3509(Vel) \\
 + 166349(\text{pendiente}^2) - 949,388(\text{paso}) \\
 - 4049,42(\text{resalte}))^2
 \end{aligned} \quad (43)$$

En los modelos a ser usados directamente sobre el dispositivo moderador, los factores a tener en cuenta son la velocidad del vehículo, las variables dummy paso y resalte que toman el valor de 1 según el tipo de moderador y también se tiene en cuenta en algunos modelos los aspectos geométricos propios del moderador como son el ancho, la altura y la pendiente. Como se ha dicho con anterioridad el ancho y la altura del moderador deben ir en la formula en centímetros y la pendiente en porcentaje.

8.6 Resultados de la modelación

En general, los niveles de R cuadrado ajustado obtenidos en los modelos desarrollados para los niveles de ruido equivalente y máximo (Leq y Lmax) son altos, con valores que varían entre 48% y 90%. Para el caso del nivel mínimo de ruido (Lmin) los valores varían entre el 15% y 30%, para los puntos antes y después del moderador, sin olvidar que es solo un nivel de referencia pero este tipo de correlación es importante para conocer mucho mejor los limites extremos de ruido en los que se mueve el ruido en las inmediaciones de los moderadores de tráfico. Por esto el valor de R cuadrado para Lmin sobre el moderador aumenta hasta un 63% lo que arroja una mejor idea de los valores

reales en los que se pueden mover los niveles de ruido sobre los dispositivos moderadores de tráfico y su entorno más cercano.

Algunos modelos solo son aplicables a partir de cierta velocidad y para velocidades bajas es donde se presentan más errores, esto se debe a que los modelos de este estudio no diferencian entre ruido de motor y de la superficie de rodadura y se toma un dato global de ruido de la suma de los dos principales fuentes de ruido de los vehículos.

Los valores obtenidos de raíz cuadrática media (RCM) en los modelos desarrollados están en torno al valor de ± 2 dBA que está muy bien ya que la precisión de algunos de los equipos utilizados es similar a este valor.

En algunos casos se ha tomado más de un modelo como modelo de referencia, esto se ha hecho con el fin de poder tener distintas opciones de configuración de modelo que dependan de los datos que posea la persona que desee estimar los niveles de ruido.

Este tipo de modelos puede ser extrapolado para conocer niveles de L_{eq} y L_{max} para tiempos superiores a una hora o para horas específicas de día, noche u hora pico si se conocen porcentajes, cantidades de vehículos y distribución de los vehículos según las tipologías tomadas en esta investigación.

9. DISCUSIÓN

A continuación se presenta la discusión sobre el estado del arte, del análisis de perfiles de velocidad, de la metodología planteada para el estudio de ruido y por último la discusión de los modelos de ruido planteados.

Discusión sobre el estado del arte

Después de la revisión de artículos y bibliografía del estado del arte con respecto a moderadores de tráfico y ruido, se puede decir que aún falta mucho por hacer y se debe concienciar a los planificadores urbanos de la importancia del ruido en el entorno de las viviendas y en la calidad de vida de las personas.

Los cojines, pasos elevados, resaltes y lomos son por mucho las medidas que han sido objeto de más estudios y sus estudios han sido cada vez más detallados. La necesidad de la investigación principal de estas medidas es determinar la distancia óptima entre las medidas a fin de mantener un patrón uniforme de conducción, sin grandes diferencias en la velocidad en y entre las medidas, para no aumentar los picos de ruido. Estas distancias óptimas pueden ser de carácter general para las medidas de reducción de velocidad, que también incluye chicanes y mini rotondas, o pueden ser específicas para los diferentes tipos y diseños de las medidas moderadoras.

Aunque se han realizado estudios sobre otros moderadores de tráfico, estos estudios solo han sido enfocados a la determinación de las reducciones de velocidad sin tomar en cuenta las reducciones de ruido. Por tanto, es de vital importancia que en futuras investigaciones de reducciones de velocidad en moderadores de tráfico se tomen algunos datos de ruido para poder conocer mucho mejor el comportamiento de esta variable en todos y cada uno de elementos moderadores de tráfico.

La composición del tráfico es también un factor determinante en los niveles de ruido. A menudo, los coches siguen dominando los niveles de Leq, pero incluso cuando este sea el caso, los vehículos más ruidosos como los vehículos pesados y motocicletas producen picos de ruido L_{max} , que pueden causar molestias, trastornos al sueño y en algunos casos llegar a despertar en más de una ocasión a las personas que habitan en las inmediaciones de los dispositivos moderadores.

La planificación urbana es importante si lo que se busca es reducir el número de vehículos pesados en una carretera o en un área. Esto se puede lograr a través de iniciativas de logística en las ciudades, que concentren la carga en una ciudad con menos vehículos, rutas de reparto diseñadas teniendo en

cuenta los posibles niveles de ruido a generar y/o la utilización de vehículos repartidores y de limpieza con motores eléctricos o similares.

Incentivar el uso de medios de transporte masivo y/o transportes alternativos más limpios y menos ruidosos como la bicicleta o los viajes a pie también pueden ayudar mucho a bajar los niveles de ruido en las zonas residenciales, ya que esto reduciría el volumen de tráfico y por consiguiente el ruido producido por este.

Los vehículos a analizar también son importantes para tener en cuenta en el estudio, ya que como se ha visto con anterioridad la composición del tráfico es un factor muy importante en los niveles de ruido. Algunos estudios se han limitado a medir solo vehículos ligeros y otros han ido un paso más allá al analizar vehículos específicos como ambulancias, camiones de bomberos, autobuses de piso bajo, motocicletas, bicicletas, distintos tipos de camiones, etc. Cabe anotar que la elección de los vehículos a analizar está directamente ligada a la forma de hacer el estudio ya que si se desean analizar vehículos especiales es casi obligatorio hacerlo en pista de pruebas y no directamente en la vía.

Con respecto a estudios de patrones de conducción asociados al ruido, se pudo ver que hay pocas investigaciones al respecto y las que se han hecho no han ahondado profundamente en el tema y se han tomado de forma superficial.

No existe ningún estudio que asocie o cree modelos puntuales de los valores de ruido asociados a los perfiles de velocidad en carreteras con moderadores de tráfico, tampoco existen análisis detallados del comportamiento de los perfiles de velocidad en maniobras de aproximación y paso sobre moderadores de tráfico.

Discusión sobre el análisis de perfiles de velocidad

Como ya se ha dicho con anterioridad para el desarrollo de esta tesis se han analizado un total de 1399 perfiles de velocidad de vehículos ligeros provenientes del proyecto de investigación MODETRA, que fue realizado por el Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras de la Universitat Politècnica de València (GIIC) entre los años 2008 y 2011. El análisis de los perfiles se realizó por tipo de dispositivo moderador y diferenciando si el dispositivo era el primero en la entrada de la travesía (extremo) o si se encontraba en el medio de otros dos dispositivos moderadores (intermedio).

Los resultados obtenidos permitieron determinar los principales puntos sobre la maniobra de aproximación y paso sobre los dispositivos moderadores, algo que no había sido analizado con suficiente detalle en investigaciones anteriores.

Por ejemplo, se pudo determinar que la parte del perfil correspondiente a la maniobra de frenado antes del dispositivo moderador, se comporta en dos fases. La primera de ellas corresponde a una deceleración más suave después de alcanzar la velocidad máxima y una más fuerte que se suaviza nuevamente al llegar al dispositivo moderador y generalmente no termina hasta pasados unos metros del mismo en el punto donde se encuentra la velocidad mínima de la maniobra.

También se pudo determinar que la aceleración también se presenta en dos etapas, una más corta después de la velocidad mínima de la maniobra con aceleraciones suaves y otra más larga que termina hasta alcanzar la velocidad máxima después del dispositivo moderador y que presenta aceleraciones más fuertes.

Gracias al análisis se logró determinar los puntos más importantes que podrían definir totalmente el perfil de velocidad de la maniobra y determinar las características o requisitos de cada punto que hacen que luego se puedan determinar por medio de una hoja de cálculo, una macro de Excel o se puedan programar por medio de cualquier lenguaje de programación. Estos puntos no solo son importantes para el análisis de ruido también pueden ser usados en investigaciones sobre patrones de conducción en moderadores de tráfico, y en estudios de emisiones de vehículos y consumo de combustible en la misma maniobra.

Discusión sobre la metodología planteada

Para el caso de la metodología es muy importante decir que algunos estudios ya han hecho análisis de ruido directamente sobre moderadores de tráfico y algunos de ellos han tomado valores de referencia antes o después de los moderadores, pero las distancias de referencia a la que eran tomados dichos datos no se especifican o bien no tienen argumentos científicos asociados al perfil de velocidad o al comportamiento de los conductores o simplemente es una distancia tomada al azar o decidida in situ sin más argumentos técnicos que justifiquen su respectiva ubicación. En la metodología planteada en este estudio, por el contrario, se determinaron los puntos de referencia antes y después del moderador con base en el estudio de los perfiles de velocidad sobre moderadores de tráfico para así ubicar los micrófonos en lugares significativos para hacer las mejores mediciones de ruido posibles.

En esta investigación se plantean varias metodologías para medir el ruido de vehículos en moderadores de tráfico, las cuales podrán ser más o menos rigurosas dependiendo de la disponibilidad de equipos. Por ejemplo, en esta investigación se realizaron mediciones de ruido en cuatro lugares puntuales

debido que solo se contaba con 4 sonómetros en este estudio pero la metodología y la profundidad de la investigación puede ser mejorada a medida que se cuenten con más equipos de este tipo para cubrir todos los puntos encontrados en el análisis del perfil de velocidad.

La medición de la velocidad de los vehículos es muy importante también y por esto entre más preciso se pueda hacer esta medición mucho más confiables serán los datos, en esta investigación se contó con un velocímetro para medir la velocidad de los vehículos ligeros en los moderadores de tráfico y en los demás puntos se estimó por medio del análisis de videos tomados durante la prueba. Es importante para futuras investigaciones en este sentido que las velocidades sean tomadas por medio de velocímetros, por medio de dispositivos GPS instalados con anterioridad en los vehículos o determinados por pistola de velocidad o radares calibrados con el fin de mejorar la precisión.

La metodología planteada en este estudio también puede ser usada para mediciones de ruido en vehículos pesados pero se recomienda que este tipo de investigaciones se realicen en pistas de prueba debido a la dificultad de poder completar suficiente muestra para un buen análisis estadístico del estudio.

Discusión sobre el análisis de los datos

Lo principal a tener en cuenta en el análisis de los datos es el hecho de que moderadores de tráfico aislados en realidad no cumplen plenamente su función, ya que solo actúan de manera puntual sobre las velocidades de los vehículos y las velocidades se vuelven a alcanzar rápidamente, esto se comprobó en el análisis de velocidades y ruido. Por lo tanto si lo que se desea es moderar la velocidad de los vehículos es necesario implantar no solo un dispositivo moderador, sino una serie de dispositivos y medidas para poder lograr la moderación de tráfico deseada.

Es notable como el ruido que se produce por los vehículos es directamente proporcional a la velocidad y las variaciones de la misma pueden influir en la percepción de ruido por parte de las personas, por ello la ubicación de este tipo de dispositivos moderadores en zonas residenciales debe ser muy bien analizada con el fin de no entorpecer o molestar a las personas que viven cercanas a donde se deseen instalar.

Discusión sobre los modelos planteados

En primer lugar es necesario destacar que los modelos se han desarrollado a partir de los datos de ruido puntuales obtenidos para vehículos ligeros en la maniobra de aproximación y paso sobre los dispositivos moderadores de tráfico

en travesías, por lo que, en principio, los modelos son aplicables a moderadores de este tipo en travesías, aunque podría utilizarse también en moderadores de tráfico en las ciudades pero teniendo en cuenta que algunos modelos no son aplicables a partir de determinadas velocidades.

No se encontraron modelos de ruido aplicados para velocidades puntuales de vehículos ligeros o pesados ya que en la mayoría de los estudios y los modelos realizados en otras investigaciones están enfocados a determinar niveles de ruido equivalente en tiempos de 1 hora o lo que es lo mismo $Leq_{(1h)}$. Estos modelos trabajan en función de las velocidades medias de los vehículos, volumen de vehículos por hora, porcentajes de vehículos pesados, estado de la carretera y en algunos casos incluyen hasta alturas del escape o motor, pero ninguno es específico para niveles de ruido en moderadores de tráfico.

Los resultados obtenidos de manera general en todos los modelos muestran que los modelos representan fielmente gran parte del fenómeno de ruido en la maniobra de aproximación y paso sobre los dispositivos moderadores de tráfico, pero se destacan entre todos, los modelos específicos para los niveles de ruido directamente sobre el moderador que son los más relevantes en la investigación y a su vez son los que dan mejores resultados.

10. CONCLUSIONES

En el siguiente capítulo se manifestarán las conclusiones generales del estudio, las conclusiones para cada tipo de dispositivo moderador analizado y las conclusiones sobre los modelos desarrollados.

10.1 Conclusiones generales

El desarrollo del estado del arte aclaró muchas dudas sobre que se ha hecho y que se puede hacer con respecto a estudios de ruido producido por el tráfico rodado, cuáles de ellos están directamente relacionados con los dispositivos para la moderación del tráfico y modelos que se utilizan habitualmente para determinar niveles de ruido.

De manera general se puede concluir después de la revisión de artículos y bibliografía del estado del arte con respecto a moderadores de tráfico y ruido, que aún falta mucho por hacer y es muy importante concienciar a los planificadores urbanos de la importancia del ruido en el entorno de las viviendas y la influencia de este en la calidad de vida de las personas.

Gracias a los artículos, tesis y estudios localizados en el desarrollo del estado del arte, se encontraron distintas metodologías usadas para estudios de ruido y moderadores de tráfico; estas metodologías encontradas fueron la base para el diseño definitivo de las metodologías planteadas y finalmente la metodología aplicada en este estudio. El análisis de los perfiles de velocidad fue otra de las materias primas para definir y plantear mucho mejor las metodologías propuestas, gracias a este análisis se pudo determinar patrones generales de comportamiento de los vehículos en toda la maniobra antes y después del dispositivo moderador.

Se determinó que la parte del perfil correspondiente a la maniobra de frenado antes del dispositivo moderador, se comporta en dos fases. La primera de ellas corresponde una deceleración más suave después de alcanzar la velocidad máxima y una más fuerte que se suaviza nuevamente al llegar al dispositivo moderador y generalmente no termina hasta pasados unos metros del mismo en el punto donde se encuentra la velocidad mínima de la maniobra.

También se determinó que la aceleración se presenta en dos etapas, una más corta después de la velocidad mínima de la maniobra con aceleraciones suaves y otra más larga que termina hasta alcanzar la velocidad máxima después del dispositivo moderador y que presenta aceleraciones más fuertes. Con este análisis se procedió a determinar los puntos más importantes que podrían definir totalmente el perfil de velocidad de la maniobra.

Los puntos que definen la maniobra de deceleración son: el primero de ellos corresponde a la velocidad máxima alcanzada por el vehículo metros atrás del moderador denominada como VMA (Velocidad Máxima Atrás), el punto donde termina la meseta previa al moderador y comienza la maniobra de deceleración; este punto corresponde con la distancia de influencia atrás del moderador y se designa como DIA (Distancia de Influencia Atrás), el punto donde se alcanza la máxima deceleración antes de llegar al moderador de tráfico Max Dec (Máxima Deceleración), la velocidad de paso del vehículo directamente sobre el moderador estudiado VSM (Velocidad Sobre Moderador), el punto de inflexión antes de llegar a la velocidad mínima que se designa como PIA (Punto de Inflexión Atrás), el punto donde se halla la velocidad mínima de la maniobra Vmin (Velocidad Mínima) (Figura 257).

Los puntos que definen la maniobra de aceleración son: primero el punto de inflexión delante de la velocidad mínima que determina el cambio en las aceleraciones del vehículo y es designado como PID (Punto de inflexión delante), el punto donde se presenta la máxima aceleración después del dispositivo moderador llamado Max Ace (Máxima Aceleración), el punto donde comienza la meseta posterior al moderador antes de alcanzar la velocidad máxima y que corresponde con la distancia de influencia adelante del moderador DID (Distancia de Influencia Delante) y por último el punto de velocidad máxima desarrollada por el vehículo delante del moderador al terminar la maniobra de aceleración llamado VMD (velocidad máxima delante). Además de esto, la suma de las dos distancias de influencia dan como resultado la distancia de influencia total del moderador DIT ($DIT=DIA+DID$). La Figura 257 muestra mucho mejor la ubicación de dichos puntos.

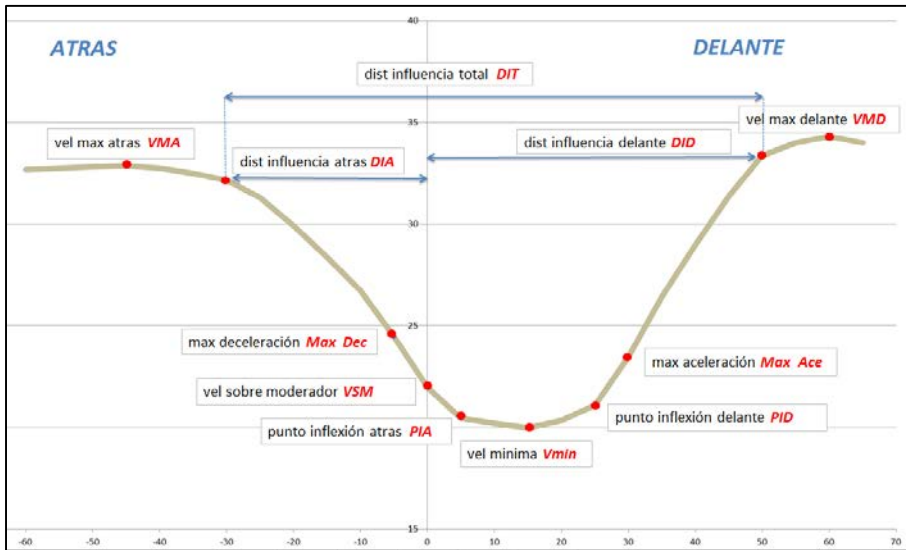


Figura 257. Principales puntos del perfil de velocidad sobre un moderador de tráfico.

Algunos valores del perfil son fácilmente determinables como son las velocidades máximas VMA y VMD, la velocidad sobre el moderador VSM, la velocidad mínima Vmin y los puntos de máxima aceleración y deceleración Max Dec, Max Ace. Pero para el caso de los puntos de inflexión PIA y PID y las distancias de influencia atrás y delante del moderador (DIA y DID) no es tan directa la forma de determinar el punto sobre el perfil de velocidad donde se producen estos eventos; esto se solucionó estableciendo los requisitos que debe cumplir cada punto con respecto a los demás y cuáles son los atributos de dicho punto que hagan que se pueda identificar del perfil de velocidad.

Se estableció que el punto sobre el perfil que determina la distancia de influencia DIA debe cumplir todos los requisitos siguientes:

- Debe de ser posterior al punto del perfil donde está determinada la velocidad máxima (VMA).
- La pendiente de salida del punto debe ser negativa.
- El valor absoluto de la pendiente de salida del punto menos el valor absoluto de la pendiente de entrada al mismo debe ser positivo.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser mayor a dicha diferencia en el punto inmediatamente anterior.

- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser el máximo de todos antes de llegar al punto donde se encuentra la velocidad mínima del perfil (V_{min}).

Para el caso del punto de inflexión atrás PIA se estableció que el punto sobre el perfil debe cumplir todos los requisitos siguientes:

- Debe de ser anterior al punto del perfil donde está la velocidad mínima (V_{min}).
- La pendiente de entrada y salida del punto debe ser negativa.
- El valor absoluto de la pendiente de entrada al punto menos el valor absoluto de la pendiente de salida del mismo debe ser positivo.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser mayor a dicha diferencia en el punto inmediatamente posterior.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada al punto debe ser el máximo de todos antes de llegar al punto del perfil que determina la distancia de influencia atrás (DIA).

Para determinar en el perfil el punto de inflexión delante PID se deben cumplir todos los siguientes requisitos:

- Debe de ser posterior al punto del perfil donde se encuentra la velocidad mínima (V_{min}).
- La pendiente de entrada y salida del punto debe ser positiva.
- El valor absoluto de la pendiente de salida del punto menos el valor absoluto de la pendiente de entrada al mismo debe ser positivo.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser mayor a dicha diferencia en el punto inmediatamente anterior.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser el máximo de todos antes de llegar al punto donde se encuentra la velocidad máxima (V_{MD}).

Por último, para determinar sobre el perfil el punto que determina la distancia de influencia delante DID se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Debe de ser posterior al punto del perfil donde se encuentra el punto de influencia delante (PID).
- La pendiente de entrada y salida del punto debe ser positiva.

- El valor absoluto de la pendiente de entrada al punto menos el valor absoluto de la pendiente de salida del mismo debe ser positivo.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser mayor a dicha diferencia en el punto inmediatamente anterior.
- El valor absoluto de la pendiente de salida menos el valor absoluto de la pendiente de entrada debe ser el máximo de todos antes de llegar al punto donde se encuentra la velocidad máxima delante (VMD).

Los patrones de conducción considerados como agresivos y que fueron observados en los perfiles de velocidad son de tres tipos: deceleraciones bruscas en la maniobra previa a la llegada al moderador de tráfico; aceleraciones bruscas en la maniobra posterior al paso sobre el moderador de tráfico; y velocidad de paso elevada directamente sobre el moderador.

Teniendo en cuenta estos tres criterios se determinó que las deceleraciones que podrían ayudar a determinar mucho mejor el patrón de conducción de cada vehículo eran las correspondientes entre los puntos DIA-PIA, DIA-Max Dec, Dia-Vel min y Max Dec-PIA. Igualmente para el caso de las aceleraciones después del paso sobre el moderador se estableció que las aceleraciones a tener en cuenta para determinar patrones de conducción eran las correspondientes entre los puntos PID-DID, Max Ace-DID, PID-Max Ace y Vmin-DID. Para el caso de la velocidad sobre el moderador se consideró como comportamiento agresivo a la velocidad sobre el moderador que supera el percentil 85 de la velocidad en dicho punto.

Con la observación de los perfiles y con los datos de aceleraciones de esta investigación se determinó que el valor que establecía comportamientos y patrones de conducción agresivos era de $\pm 1.5 \text{ m/s}^2$ para el promedio de las deceleraciones y aceleraciones entre los puntos nombrados anteriormente. Valor que se encuentra dentro de lo establecido por otras investigaciones mencionadas con anterioridad en el estado del arte.

Se establecieron dos metodologías dependiendo del número de sonómetros de que disponga el estudio, aunque de manera general las dos metodologías tienen en cuenta el ruido producido por los distintos tipos de vehículos en el punto donde están a velocidad de flujo libre o empezando la maniobra de deceleración antes de llegar al dispositivo moderador, directamente sobre el dispositivo moderador, adelante del mismo en la zona de aceleración y por último adelante del mismo donde termina la maniobra de aceleración con el fin de determinar el comportamiento de esta variable en cada caso y ser correlacionada con el ruido del entorno, la velocidad y el tipo de vehículo.

Gracias a los resultados de las pruebas realizadas se puede concluir que las distancias para la ubicación de los sonómetros establecidas en la metodología, cumplen con lo esperado y lo establecido en el análisis de los perfiles de velocidad y esta metodología es aplicable a estudios similares en los que se desee conocer el comportamiento del ruido en perfiles de velocidad de vehículos ligeros o en maniobras de deceleración, paso y aceleración sobre moderadores de tráfico. Por lo tanto si se desea conocer el ruido producido por el vehículo en maniobra de aproximación a un moderador de tráfico aislado la distancia a la que se debe tomar el ruido es 70 m antes del moderador; si por el contrario el moderador es intermedio, la distancia debe ser 50 m. Si se desea conocer el ruido de los vehículos en maniobra de aceleración después del paso sobre el dispositivo moderador se debe hacer 20 m delante del mismo, y si se desea conocer el ruido del vehículo una vez culminada la maniobra de aceleración la distancia debe ser 50 m después del dispositivo.

Los dispositivos moderadores de tráfico aislados solo cumplen con reducir la velocidad de los vehículos en las inmediaciones del mismo dispositivo. Esto se comprobó ya que las velocidades obtenidas para gran cantidad de los vehículos estudiados 70 a 50 m antes del dispositivo y 50 m después del dispositivo, eran superiores a las velocidades límite de los tramos de estudio. Por lo tanto, se concluye que el uso de dispositivos aislados no permite moderar la velocidad. Para ello es necesario la combinación de varios dispositivos o la combinación con otras medidas de control. En este sentido se comprobó como en el dispositivo tipo resalte prefabricado aislado muchas veces no se presentaba reducción alguna de la velocidad o reducciones mínimas que se atribuyen a la poca altura y ancho del dispositivo.

El dispositivo que presenta los menores niveles de L_{eq} y L_{max} sobre el moderador para los vehículos ligeros, es el paso elevado con niveles aproximados a 67 dBA en L_{eq} y 68,5 dBA en L_{max} ; segundo el dispositivo tipo lomo con 72 dBA para L_{eq} y 73 dBA en L_{max} ; y por último el resalte prefabricado con 78 dBA para L_{eq} y 82 dBA para L_{max} que son valores muy altos de ruido.

Los niveles de ruido presentados 70 a 50 m antes de los dispositivos moderadores se encuentran entre los 75 a 80 dBA para L_{eq} y entre 76 a 83 dBA para los niveles de L_{max} . Los niveles de ruido 20 m después de los moderadores se encuentran entre 72 a 78 dBA para L_{eq} y 73 a 80 dBA para L_{max} y finalmente los niveles de ruido 50 m después de los moderadores se encuentran entre 74 a 79 dBA para L_{eq} y 76 a 81 dBA para L_{max} .

Se pudo apreciar en el análisis de las pruebas como los niveles de L_{eq} disminuyen mucho más con las reducciones de velocidad que los niveles de L_{max} , que también presentan reducciones pero en menor medida que las

anteriores y en muchos de los casos a partir de cierta velocidad los valores de reducción de Leq tienden a mantenerse.

La pendiente de entrada del moderador de tráfico es fundamental en los valores de ruido ya que pendientes fuertes como las presentadas en el moderador tipo resalte pueden generar golpe de los neumáticos contra el propio moderador incrementando los niveles de ruido.

Para finalizar, el hecho de que no existan aceleraciones bruscas, deceleraciones y frenadas puede en realidad hacer que el ruido sea menos molesto ya que según Ellebjerg (2007), las aceleraciones y frenadas que se presenten puntualmente en los elementos moderadores pueden incrementar el ruido general, los picos de ruido o las molestias producidas por este. En este sentido moderadores de tráfico o combinaciones de los mismos que generen perfiles de velocidad más uniformes son la mejor solución para evitar molestias producidas por el ruido pero conservando el objetivo de la moderación de tráfico.

10.2 Conclusiones por dispositivos

Cada dispositivo moderador presenta características particulares que hacen que sea mucho mejor presentar las conclusiones particulares de cada uno, aunque también se comparan con los otros dispositivos en el caso de ser necesario.

10.2.1 Lomo Transversal intermedio

En general, para el caso de los vehículos ligeros en maniobra de deceleración (50 m antes del lomo), no se presentan variaciones significativas de Leq , L_{max} y L_{min} para cada tipo de vehículo, el ruido se mantiene entre 71,4 y 77,5 dBA con valor de Leq igual a 75,9 dBA que es un valor alto de ruido y que al compararlo con el Leq de la zona que es 66,1 dBA se tiene que la diferencia con el entorno es de ΔLeq 9,8 dBA. Esta diferencia se presenta principalmente por tratarse de una zona de baja intensidad de tráfico vehicular y un bajo porcentaje de vehículos pesados (menos del 10%).

Los vehículos ligeros al paso sobre el lomo tampoco presentan diferencias significativas de Leq , L_{max} y L_{min} para cada tipo de vehículo, el ruido se mantiene en 68,7 dBA para L_{min} , 72,8 dBA L_{max} y con valor de Leq igual a 71,6 dBA, que aunque siguen siendo valores altos de ruido están 4,5 dBA por debajo de los obtenidos 50 m antes del lomo. El Leq de la zona es 64,2 dBA,

por lo tanto se tiene que la diferencia con el entorno sigue siendo alta por las razones expuestas con anterioridad y es de ΔLeq 7,4 dBA.

En las maniobras de aceleración 20 m después del lomo, los índices L_{min} , L_{max} , y Leq determinados fueron 71,6, 76,1 y 74,7 dBA, respectivamente, esto muestra que las diferencias de ruido con respecto a las presentadas sobre el lomo son de aproximadamente 3 dBA superiores en este punto debido a una mayor velocidad o a la aceleración de los vehículos en este punto. Además la diferencia respecto al ruido del entorno es de 8,8 ΔLeq dBA debido a que el Leq de la zona es 65,9 dBA.

Se concluyó que 50 m antes de llegar al dispositivo moderador la mayoría de los vehículos ligeros circulan entre 40 y 50 Km/h y la velocidad media de los mismos es 44 km/h, al pasar sobre el dispositivo la velocidad media es de 31 km/h y la mayoría de los vehículos ligeros pasan entre 30-40 km/h. Este tipo de dispositivo produce una reducción de velocidad promedio de 13 km/h que es de las menores del estudio, esto se debe principalmente a que el dispositivo se encuentra entre otros dos y los vehículos ya han efectuado una deceleración fuerte en el dispositivo anterior o antes de entrar a la travesía que tiene una velocidad límite de 40 km/h.

En definitiva, a medida que las reducciones de velocidad, en la maniobra de aproximación al dispositivo moderador tipo lomo, se hacen más grandes, los niveles promedio de Leq bajan desde 2,5 a 6,6 dBA y los niveles de L_{max} disminuyen en valores cercanos a 3,5 dBA. Por lo tanto se estableció que el comportamiento acústico del lomo es muy elástico ya que su efectividad es muy similar para el rango de reducciones a partir de 10 km/h hasta los 30 km/h de reducción de velocidad donde se pueden presentar las reducciones expresadas con anterioridad, esto se puede comprobar observando la Figura 191.

10.2.2 Lomo Transversal extremo

Para el caso de los vehículos ligeros 70 m antes del lomo, no se presentan variaciones significativas de Leq , L_{max} y L_{min} para cada tipo de vehículo, el ruido se mantiene entre 74,1 y 80,8 dBA con valor de Leq igual a 78,7 dBA, la diferencia de ΔLeq es igual a 9,1 dBA puesto que el Leq de la zona es 69,6 dBA.

Al paso sobre el lomo tampoco presentan diferencias significativas de Leq , L_{max} y L_{min} para cada tipo de vehículo ligero, el ruido se encuentra en 67,8 dBA para L_{min} , 73,7 dBA L_{max} y con valor de Leq igual a 71,9 dBA que aunque siguen siendo valores altos de ruido están 6,8 dBA y 7,1 dBA por

debajo de los obtenidos 50 m antes del lomo para Leq y $Lmax$, respectivamente. El Leq de la zona es 65,7 dBA, por lo tanto, se tiene que la diferencia con el entorno sigue siendo alta, de ΔLeq 6,2 dBA.

Los valores obtenidos para los niveles de ruido 20 m después del lomo para $Lmin$, $Lmax$, y Leq fueron 70,2, 75,7 y 74,1 dBA, respectivamente, esto muestra que las diferencias de ruido con respecto a las presentadas sobre el lomo son superiores en 2,0 y 2,2 dBA en este punto debido a una mayor velocidad o a la aceleración de los vehículos en este punto. Además la diferencia respecto al ruido del entorno ΔLeq es de 7,6 dBA ya que el Leq de la zona es 66,5 dBA.

50 m adelante del dispositivo moderador los niveles de $Lmin$, $Lmax$, y Leq encontrados son 72,0, 78,1 y 76,4 dBA, respectivamente, por lo tanto las diferencias con respecto a los valores obtenidos sobre el dispositivo moderador son de 4,5 y 4,4 dBA para Leq y $Lmax$, respectivamente, y el nivel Leq en la zona en el punto de estudio es de 68,5 dBA y por lo tanto la diferencia con respecto al ruido de la zona es de ΔLeq 7,9 dBA.

Se concluyó que 70 m antes de llegar al dispositivo moderador la mayoría de los vehículos ligeros circulan entre 60 y 70 Km/h y la velocidad media de los mismos es 63 km/h, lo cual es una velocidad alta ya que la velocidad límite de la zona es de 40 km/h. Al pasar sobre el dispositivo la velocidad media es de 27 km/h y la mayoría de los vehículos ligeros pasan entre 20-30 km/h. Este tipo de dispositivo produce una reducción de velocidad promedio de 36 km/h que es la más alta del estudio, esto se debe principalmente a que el dispositivo se encuentra en medio de una travesía donde los dispositivos moderadores están muy lejos entre sí, lo que permite alcanzar velocidades muy altas entre uno y otro.

En definitiva, a medida que las reducciones de velocidad, en la maniobra de aproximación al dispositivo moderador tipo lomo, se hacen más grandes, los niveles promedio de Leq bajan desde 6,2 a 9,3 dBA y los niveles de $Lmax$ disminuyen tan solo de 2,0 a 3,0 dBA. Por lo tanto, se estableció que la efectividad es muy similar para el rango de reducciones a partir de 10 km/h hasta los 50 km/h de reducción de velocidad donde se pueden presentar las reducciones expresadas con anterioridad, esto se puede comprobar observando la Figura 198.

10.2.3 Resalte prefabricado extremo

70 m antes del resalte prefabricado, no se presentan variaciones significativas de Leq , $Lmax$ y $Lmin$ para cada tipo de vehículo ligero, el ruido se mantiene entre 74,5 dBA de $Lmin$ y 83,1 dBA para $Lmax$ dBA con valor de Leq igual a

80,5 dBA. El Leq de la zona es 63,9 dBA y la diferencia de ΔLeq es igual a 16,6 dBA que es la más alta del estudio, esto es debido a la baja intensidad de tráfico en la zona combinado con la alta velocidad de los pocos vehículos que circulan por la vía.

Los vehículos ligeros sobre el resalte prefabricado tampoco presentan diferencias significativas y el ruido se mantiene en 70,7 dBA para L_{min} , 81,9 dBA L_{max} y con valor de Leq igual a 78,4 dBA, que siguen siendo valores altos de ruido y solo están 2,1 y 1,2 dBA por debajo de los obtenidos 70 m antes del resalte para Leq y L_{max} , respectivamente. El Leq de la zona es 62,5 dBA por lo tanto se tiene que la diferencia con el entorno es de ΔLeq 15,9 dBA, que es debido a la baja intensidad de tráfico en la zona combinado con la alta velocidad de los vehículos que circulan por la vía.

En las maniobras de aceleración 20 m después del resalte, los índices L_{min} , L_{max} , y Leq determinados fueron 71,8, 80,1 y 77,7 dBA, respectivamente, esto muestra que las diferencias de ruido con respecto a las presentadas sobre el resalte no son muy diferentes pero son mayores sobre el resalte que 20 m después del mismo ya que Leq sobre el resalte es superior en 0,7 dBA para Leq y 1,8 dBA para L_{max} . Esto permite concluir que para el momento de la aceleración de los vehículos después del paso del resalte los índices de ruido no aumentan y tienden a ser menores ya que sobre el resalte se ven afectadas por el golpe del neumático contra el dispositivo moderador.

Los niveles de L_{min} , L_{max} , y Leq encontrados 50 m adelante del dispositivo moderador son 73,0, 81,1 y 78,6 dBA, respectivamente, por lo tanto las diferencias con respecto a los valores obtenidos sobre el dispositivo moderador son prácticamente iguales para Leq y 0,8 dBA más altos para L_{max} sobre el moderador que 50 m después del mismo debido al golpe del neumático contra el dispositivo moderador. El nivel Leq en la zona en el punto de estudio es de 63,2 dBA y por lo tanto la diferencia con respecto al ruido de la zona es de ΔLeq 15,4 dBA de nuevo debido a la alta velocidad de los vehículos y la baja intensidad de tráfico.

Con respecto a las velocidades 70 m antes de llegar al dispositivo moderador se concluyó que la mayoría de los vehículos ligeros circulan entre 60 y 70 Km/h y la velocidad media de los mismos es 69 km/h, lo cual es una velocidad alta teniendo en cuenta que la velocidad límite de la zona es de 60 km/h y se han registrado velocidades entre los 90 km/h y los 120 km/h.

Al pasar sobre el dispositivo la velocidad media es de 59 km/h y la mayoría de los vehículos ligeros pasan entre 60-70 km/h. Este tipo de dispositivo produce una reducción de velocidad promedio de solo 10 km/h que es la más baja de todo estudio, esto se debe principalmente a que el dispositivo se encuentra en medio de una travesía donde los dispositivos moderadores están muy lejos y

además al ser un dispositivo poco ancho y bajo permite que los vehículos pasen a gran velocidad sobre él, pero generando un ruido de golpe.

En definitiva, a medida que las reducciones de velocidad, en la maniobra de aproximación al dispositivo moderador tipo resalte prefabricado, se hacen más grandes, los niveles promedio de Leq pueden bajar desde 1,0 a 6,5 dBA y los niveles de L_{max} al contrario aumentan debido al golpe de los neumáticos con el dispositivo entre 1,0 y 1,5 dBA. Por lo tanto, se estableció que la efectividad de este dispositivo es solo posible a reducciones altas de velocidad (más de 35 km/h de reducción) o lo que sería igual a velocidades bajas sobre el propio dispositivo; esto se puede comprobar observando la Figura 207.

10.2.4 Paso peatonal elevado extremo

70 m antes del paso elevado, no se presentan variaciones significativas de Leq , L_{max} y L_{min} para cada tipo de vehículo ligero, el ruido se mantiene entre 70,6 dBA de L_{min} y 76,6 dBA para L_{max} dBA, con valor de Leq igual a 74,8 dBA. El Leq de la zona es 65,7 dBA y la diferencia de ΔLeq es igual a 9,1 dBA.

Los vehículos ligeros sobre el paso peatonal elevado tampoco presentan diferencias significativas y el ruido se mantiene en 63,8 dBA para L_{min} , 67,9 dBA L_{max} y con valor de Leq igual a 66,6 dBA, que son los valores más bajos de ruido presentados en todas las pruebas y están 8,2 y 8,7 dBA por debajo de los obtenidos 70 m antes del paso peatonal para Leq y L_{max} , respectivamente. El Leq de la zona es 62,0 dBA, por lo tanto se tiene que la diferencia con el entorno es de 4,6 dBA que es la más baja debido a que la intensidad de tráfico en la zona es más alta que en los otros lugares de las pruebas y los niveles son más bajos, como se mostró anteriormente.

En las maniobras de aceleración 20 m después del paso peatonal, los índices L_{min} , L_{max} , y Leq determinados fueron 67,7, 73,2 y 71,6 dBA, respectivamente, esto muestra que las diferencias de ruido con respecto a las presentadas sobre el paso elevado son 5,0 y 5,3 dBA mayores para Leq y L_{max} , respectivamente, debido a la aceleración y la velocidad de los vehículos en este punto. El nivel Leq en el punto de estudio es de 64,7 dBA y ΔLeq es igual a 6,9 dBA

50 m adelante del dispositivo moderador los niveles de L_{min} , L_{max} , y Leq encontrados son 70,6, 76,4 y 74,6 dBA, respectivamente, por lo tanto las diferencias con respecto a los valores obtenidos sobre el dispositivo moderador son de 8,9 y 8,5 dBA para Leq y L_{max} , respectivamente. El nivel Leq en la zona en el punto de estudio es de 66,6 dBA y por lo tanto la diferencia con respecto al ruido de la zona es de ΔLeq 8,0 dBA.

Con respecto a las velocidades 70 m antes de llegar al dispositivo moderador se concluyó que la mayoría de los vehículos ligeros circulan entre 40 y 50 Km/h y la velocidad media de los mismos es 44 km/h, lo cual es una velocidad alta teniendo en cuenta que la velocidad límite de la zona es de 30 km/h. Al pasar sobre el dispositivo la velocidad media es de 24 km/h y la mayoría de los vehículos ligeros pasan entre 20-30 km/h. Este tipo de dispositivo produce una reducción de velocidad promedio de 20 km/h.

En definitiva, a medida que las reducciones de velocidad, en la maniobra de aproximación al dispositivo moderador tipo paso peatonal, se hacen más grandes, los niveles promedio de L_{eq} pueden bajar desde 4 dBA y pueden llegar a alcanzar los 10,0 dBA, y los niveles de L_{max} pueden disminuir desde 2,7 dBA y podrían alcanzar disminuciones hasta de 6 dBA; esto se puede comprobar observando la Figura 216.

10.2.5 Paso peatonal elevado intermedio

No se presentan variaciones significativas 50 m antes del paso elevado por tipo de vehículo y los valores principales de ruido en este punto son de 72,8 dBA para L_{min} y 78,6 dBA para L_{max} dBA, y valor de L_{eq} es igual a 76,9 dBA. El L_{eq} de la zona es 68,4 dBA y por lo tanto la diferencia de ΔL_{eq} es igual a 8,5 dBA.

Los vehículos ligeros sobre el paso peatonal elevado tampoco presentan diferencias significativas y los valores promedio de ruido son 66,2 dBA para L_{min} , 69,4 dBA L_{max} , y con valor de L_{eq} igual a 68,3 dBA, y están 8,6 y 9,2 dBA por debajo de los obtenidos 50 m antes del paso peatonal para L_{eq} y L_{max} , respectivamente. Además, estas reducciones promedio son las más altas de los moderadores analizados. El L_{eq} de la zona es 63,3 dBA por lo tanto se tiene que la diferencia con el entorno es de 5,0 dBA.

En las maniobras de aceleración 20 m después del paso peatonal, los índices L_{min} , L_{max} , y L_{eq} fueron 68,8, 74,1 y 72,6 dBA, respectivamente, esto muestra que las diferencias de ruido con respecto a las presentadas sobre el paso elevado son 4,3 y 4,7 dBA mayores para L_{eq} y L_{max} , respectivamente, debido a la aceleración y la velocidad de los vehículos en este punto. El nivel L_{eq} en el punto de estudio es de 65,0 dBA y ΔL_{eq} es igual a 7,4 dBA.

50 m adelante del dispositivo moderador los niveles de L_{min} , L_{max} , y L_{eq} encontrados son 71,6, 77,4 y 75,7 dBA, respectivamente, por lo tanto las diferencias con respecto a los valores obtenidos sobre el dispositivo moderador son de 7,4 y 8,0 dBA para L_{eq} y L_{max} , respectivamente. El nivel L_{eq} en la

zona en el punto de estudio es de 67,2 dBA y por lo tanto la diferencia con respecto al ruido de la zona es de ΔLeq 8,5 dBA.

Con respecto a las velocidades 50 m antes de llegar al dispositivo moderador se concluyó que la mayoría de los vehículos ligeros circulan entre 40 y 50 Km/h y la velocidad media de los mismos es 44 km/h y la velocidad límite de la zona es de 40 km/h. Al pasar sobre el dispositivo la velocidad media es de 29 km/h y la mayoría de los vehículos ligeros pasan entre 20-30 km/h. Este tipo de dispositivo produce una reducción de velocidad promedio de 15 km/h.

En definitiva, a medida que las reducciones de velocidad, en la maniobra de aproximación al dispositivo moderador tipo paso elevado, se hacen más grandes, los niveles promedio de Leq pueden bajar desde 6 dBA y pueden llegar a alcanzar los 11,0 dBA, y los niveles de L_{max} pueden disminuir desde 4,0 dBA y podrían alcanzar disminuciones cercanas a los 6 dBA; esto se puede comprobar observando la Figura 225.

10.3 Conclusiones sobre los modelos desarrollados

En general, los niveles de R cuadrado ajustado obtenidos en los modelos desarrollados para los niveles de ruido equivalente y máximo (Leq y L_{max}) son altos, con valores que varían entre 48% y 90%. Siendo los más precisos los niveles desarrollados directamente sobre los distintos moderadores de tráfico.

Para el caso del nivel mínimo de ruido (L_{min}) los valores varían entre el 15% y 30%, para los puntos antes y después del moderador, sin olvidar que es solo un nivel de referencia, pero este tipo de correlación es importante para conocer mucho mejor los límites extremos de ruido en los que se mueve el ruido en las inmediaciones de los moderadores de tráfico.

El valor de R cuadrado para L_{min} sobre el moderador aumenta hasta un 63%, lo que arroja una mejor idea de los valores reales en los que se pueden mover los niveles de ruido sobre los dispositivos moderadores de tráfico y su entorno más cercano.

Es importante tener en cuenta que algunos modelos solo son aplicables a partir de cierta velocidad y es para velocidades bajas donde se pueden presentar más errores. Esto se debe principalmente a que los modelos de este estudio no diferencian ente ruido de motor y de la superficie de rodadura y se toma un dato global de ruido de la suma de las dos principales fuentes de ruido de los vehículos.

Los valores obtenidos de raíz cuadrática media (RCM) en los modelos desarrollados están en torno al valor de ± 2 dBA para la gran mayoría de los

modelos, este valor obtenido es más que aceptable ya que está en el mismo orden de magnitud de los errores propios de algunos de los equipos utilizados.

En algunos casos se ha tomado más de un modelo como modelo de referencia, esto se ha hecho con el fin de poder tener distintas opciones de configuración de modelo que dependan de los datos que posea la persona que desee estimar los niveles de ruido. Además se podrían usar perfectamente algunos de los otros modelos desarrollados pero se ha decidido restringir a un máximo de dos modelos por punto.

Este tipo de modelos puede ser extrapolado para ser usados en otros modelos o programas de ordenador y así conocer niveles de L_{eq} y L_{max} para tiempos superiores a una hora o para horas específicas de día, noche u hora pico si se conocen porcentajes, cantidades de vehículos y distribución de los vehículos según las tipologías tomadas en esta investigación.

Para la selección de los modelos calibrados se consideró el mejor ajuste a los datos, su sencillez con el fin de facilitar el cálculo y uso de los mismos y su coherencia con el fenómeno estimado. El modelo usado para determinar el L_{eq} 70 o 50 m antes del moderador presenta un R^2 de 48,60%; el modelo que representa el nivel máximo de ruido L_{max} explica un 50,99% de los datos y por último el modelo desarrollado para determinar el nivel mínimo de ruido L_{min} presenta un R^2 de 26,45%, respectivamente. Por lo tanto, los modelos a ser usados en el punto 50 a 70 m del moderador están definidos por las siguientes ecuaciones:

$$L_{eq}_{(-70-50)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-44402700 + 2074250(Vel) - 14420600(d6))$$

$$L_{max}_{(-70-50)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-102510000 + 3919090(Vel) - 22077700(d6))$$

$$L_{min}_{(-70-50)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-7313820 + 652761(Vel) - 6131510(d6))$$

Donde:

Vel: velocidad del vehículo 70 o 50 m antes del moderador en km/h

d6: 0 para moderador de tráfico intermedio y 1 para moderador extremo o aislado

Los modelos a ser usados 20 m después de superado el moderador presentan valores de R² iguales a 57,59%, 58,12% y 29,83%, respectivamente, y están definidos por las siguientes ecuaciones:

$$Leq_{(+20)} = 10 \times \text{Log}_{10}(4258380 + 14045,6(\text{Vel}^2) - 5544600(d6))$$

$$Lmax_{(+20)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-463515 + 24840,6(\text{Vel}^2) - 8214690(d6))$$

$$Lmin_{(+20)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-2617370 + 395740(\text{Vel}) - 2822360(d6))$$

Donde:

Vel: velocidad del vehículo 20 m después del moderador en km/h

d6: 0 para moderador de tráfico intermedio y 1 para moderador extremo o aislado

El modelo usado para determinar el Leq 50 m después de superado el moderador presenta un R² de 48,79%; el modelo que representa el nivel máximo de ruido Lmax explica un 51,94% de los datos y por último el modelo desarrollado para determinar el nivel minino de ruido Lmin presenta un R² de 15,44%, respectivamente. Por lo tanto, los modelos a ser usados en el punto 50 m después del moderador están definidos por las siguientes ecuaciones:

$$Leq_{(+50)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-14089900 + 1729380(\text{Vel}) - 23192500(d6))$$

$$Lmax_{(+50)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-41163500 + 3208810(\text{Vel}) - 40321500(d6))$$

$$Lmin_{(+50)} = 10 \times \text{Log}_{10}(-4114120 + 435111(\text{Vel}) - 6167420(d6))$$

Donde:

Vel: velocidad del vehículo 50 m después del moderador en km/h

d6: 0 para moderador de tráfico intermedio y 1 para moderador extremo o aislado

Los modelos desarrollados para determinar en nivel equivalente de ruido Leq sobre los dispositivos moderados explican el 89,33% y 89,34% de la variabilidad, respectivamente, y son:

$$Leq_{(0)} = 10 \times \text{Log}_{10}(2037,87 + 1,43353(Vel^2) - 880,61(Paso) + 300,92(Resalte))^2$$

$$Leq_{(0)} = 10 \times \text{Log}_{10}(3495,88 + 1,42721(Vel^2) + 589882\left(\frac{1}{ancho}\right) - 12746,6\left(\frac{1}{altura}\right) - 385944(pendiente^2))^2$$

Donde:

Vel: velocidad del vehículo sobre moderador en km/h

Paso: 1 moderador tipo paso elevado: 0 en otro caso

Resalte: 1 moderador tipo resalte prefabricado: 0 en otro caso

Ancho: ancho del moderador en centímetros

Altura: altura del moderador en centímetros

Pendiente: pendiente de entrada al moderador en %

Los modelos desarrollados para determinar en nivel máximo de ruido $Lmax$ sobre los dispositivos moderados explican el 90,33% y 90,28% de la variabilidad, respectivamente, y son:

$$Lmax_{(0)} = 10 \times \text{Log}_{10}(1770,65 + 2,14501(Vel^2) - 879,657(Paso) + 1261,27(Resalte))^2$$

$$Lmax_{(0)} = 10 \times \text{Log}_{10}(1376,62 + 2,16461(Vel^2) + 325226\left(\frac{1}{ancho}\right) - 218412(pendiente^2))^2$$

Donde:

Vel: velocidad del vehículo sobre moderador en km/h

Paso: 1 moderador tipo paso elevado: 0 en otro caso

Resalte: 1 moderador tipo resalte prefabricado: 0 en otro caso

Ancho: ancho del moderador en centímetros

Pendiente: pendiente de entrada al moderador en %

Los modelos desarrollados para determinar en nivel mínimo de ruido L_{min} sobre los dispositivos moderados explican el 58,73% y 62,87% de la variabilidad, respectivamente, y son:

$$L_{min(0)} = 10 \times \text{Log}_{10}(519,509 + 56,5208(\text{Vel}))^2$$

$$L_{min(0)} = 10 \times \text{Log}_{10}(617,791 + 58,3509(\text{Vel}) + 166349(\text{pendiente}^2) - 949,388(\text{paso}) - 4049,42(\text{Resalte}))^2$$

Donde:

Vel: velocidad del vehículo sobre moderador en km/h

Paso: 1 moderador tipo paso elevado: 0 en otro caso

Resalte: 1 moderador tipo resalte prefabricado: 0 en otro caso

Pendiente: pendiente de entrada al moderador en %

11. APLICACIONES

Se presenta a continuación las aplicaciones metodológicas y prácticas de los modelos propuestos y en general todas las aplicaciones según los resultados obtenidos en esta tesis doctoral.

Aplicaciones metodológicas

En primer lugar la metodología usada para la determinación de los puntos más importantes del perfil de velocidad es aplicable a otro tipo de estudios, como por ejemplo estudios de patrones de conducción, ya que por medio de esto se pueden identificar comportamientos de los conductores y determinar los lugares en los que los vehículos presentan las aceleraciones y deceleraciones más fuertes.

Esta metodología también puede ser aplicada en modelos, simulaciones o estudios puntuales de emisiones de vehículos en travesías con moderadores de tráfico o para determinar consumos de combustible en maniobras de deceleración y aceleración sobre moderadores de tráfico.

Como se ha dicho anteriormente esta metodología de determinación de los puntos principales del perfil es fácilmente programable y se puedan determinar por medio de una hoja de cálculo, una macro de Excel o se puedan crear programas específicos por medio de cualquier lenguaje de programación.

Con respecto a la metodología del estudio de ruido en moderadores de tráfico se puede abordar de distintas maneras dependiendo de la disponibilidad de equipos pero con la diferencia de que los lugares puntuales escogidos para la toma de datos de ruido no serán tomados al azar o sin argumentos asociados al perfil de velocidad o al comportamiento de los conductores sino que tendrán una validez ya demostrada por esta investigación. Además esto permite que los resultados obtenidos tengan más significancia con respecto a los niveles de ruido ya que se podrán ubicar los sonómetros en los lugares más representativos del fenómeno a estudiar.

Aplicaciones prácticas

Por supuesto la principal aplicación práctica de los modelos desarrollados es especialmente estimar los niveles máximos y niveles equivalentes de ruido de un vehículo ligero a lo largo de un perfil de velocidad en las inmediaciones de un moderador de tráfico o estimar estos mismos niveles con velocidades medidas directamente en campo.

Estos modelos también pueden ser aplicados para conocer los valores de ruido entre los que puede variar un determinado moderador por medio de la estimación de los niveles mínimos y máximos de ruido, lo cual puede ser importante cuando estos dispositivos se ubiquen frente a hogares habitados, hospitales o clínicas y en general en lugares residenciales donde se pueden afectar los niveles de ruido sobre todo en horas nocturnas.

Otra de las aplicaciones de estos modelos es la de poder mejorar y alimentar mapas de ruido en los cuales se desee tener o estimar la influencia de un dispositivo moderador o igualmente se pueden aplicar los modelos desarrollados 20 m adelante del moderador para estimar los niveles de ruido de vehículos en maniobra de aceleración.

12. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A continuación se propondrán futuras líneas de investigación, derivadas de esta investigación.

Estudio de emisiones de vehículos en maniobras sobre dispositivos moderadores teniendo en cuenta los puntos determinados en el perfil de la maniobra de este estudio.

Estudio de perfiles de velocidad de vehículos pesados para establecer los puntos principales del perfil de velocidad de este tipo de vehículos para estudios de ruido y emisiones, y para ser comparados con los obtenidos para los vehículos ligeros.

Se recomienda un estudio detallado del comportamiento pormenorizado y el ruido producido por los vehículos pesados en maniobras de deceleración y aceleración en moderadores de tráfico y asociar si el ruido producido de estos proviene del motor, frenado, cambio de marchas, amortiguación, escape o fricción de los neumáticos con el pavimento con el fin de poder crear modelos que representen este comportamiento.

Este estudio nunca tomó en cuenta el ruido producido por los vehículos de transporte público y las motocicletas por el hecho de ser difícil completar las cantidades mínimas de vehículos exigidas para la validez estadística de la prueba, por lo tanto un estudio en este enfoque sería ideal para complementar los datos ya obtenidos.

Sería importante realizar estudios de ruido en travesías completas que tengan distintos tipos de moderadores de tráfico para observar el comportamiento del ruido asociado a la velocidad del vehículo y a la ubicación del mismo sobre la travesía.

Estudios enfocados a verificar qué combinaciones de dispositivos moderadores y las distancias a las que se deben ubicar, producen los efectos sobre la velocidad esperados pero que a su vez no afecten de manera significativa los niveles de ruido.

En este estudio se determinó que el dispositivo tipo resalte (prefabricado) puede generar más ruido a pesar de disminuir la velocidad de los vehículos en ciertos casos; un estudio complementario sobre otros tipos de resaltes prefabricados en cuanto a formas y materiales de los mismos podría aclarar cuáles de ellos son más favorables o desfavorables en cuanto al ruido se refiere.

No solo los resaltes se encuentran del tipo prefabricado, algunos pasos elevados también son de este tipo y se podrían realizar estudios similares al

propuesto anteriormente con el fin de aclarar y comparar con los construidos in situ.

La pendiente de la vía no se tomó en cuenta en este estudio debido a que se buscaron lugares con pendiente mínima, pero un estudio de dispositivos moderadores en pendiente y el ruido producido por los mismos podría ser interesante para saber si este es un factor que afecta de manera importante a los niveles de ruido.

Se propone un estudio completo sobre la diferencia en cuanto a aceleraciones y deceleraciones y el ruido asociado a estas para las chicanes, por tratarse de un dispositivo que busca mantener la velocidad y evitar aceleraciones y deceleraciones bruscas.

13. CONCLUSIÓN

Con esto se da por finalizada esta tesis doctoral puesto que se ha cumplido a cabalidad con los objetivos propuestos y se pone a disposición del tribunal correspondiente para que sea evaluada y juzgada. Como reflexión final solo puedo decir que se necesita un aumento en la sensibilización de la sociedad frente a la contaminación medioambiental, y en concreto la acústica. Aunque cada día se realizan más actuaciones para reducirla y controlarla por parte de las administraciones, aún falta mucho por hacer y se debe concienciar a los planificadores urbanos de la importancia del ruido en el entorno de las viviendas y en la calidad de vida de las personas. Es de vital importancia que en futuras investigaciones en moderadores de tráfico se realicen estudios de ruido para poder conocer mucho mejor el comportamiento de esta variable en todos y cada uno de elementos moderadores de tráfico.

Valencia, 5 de marzo de 2014

Carlos Augusto Kaffure Ruiz



REFERENCIAS

ABBOTT, P; PHILLIPS, S. AND LAYFIELD, R. (1995a). "VEHICLE AND TRAFFIC NOISE SURVEYS ALONGSIDE SPEED CONTROL CUSHIONS IN YORK". WOKINGHAM. TRANSPORT RESEARCH LABORATORY. PROJECT REPORT 103.

ABBOTT, P; TYLER, J AND LAYFIELD, R. (1995b). "TRAFFIC CALMING: VEHICLE NOISE EMISSIONS ALONGSIDE SPEED CONTROL CUSHIONS AND ROAD HUMPS". WOKINGHAM. TRANSPORT RESEARCH LABORATORY. TRL REPORT 180.

ABBOTT, P; TAYLOR, M AND LAYFIELD, R. (1997). "THE EFFECTS OF TRAFFIC CALMING MEASURES ON VEHICLE AND TRAFFIC NOISE". TRAFFIC ENGINEERING AND CONTROL, V38 (9), p 447-453.

ABBOTT, P; CHINN, L; NELSON, P AND WATTS, G. (2003). "TRAFFIC CALMING IN LONGLEVENS, GLOUCESTER – NOISE, VIBRATION AND PUBLIC ATTITUDES". WOKINGHAM. TRL LIMITED. PROJECT REPORT PR/SE/816/03.

ANDERSEN, B. (2003). "STØJUDSENDELSE FRA BILER PÅ VEJNETTET". DANISH TRANSPORT RESEARCH INSTITUTE. REPORT 2.

ANON. (1952). "HANDBOOK OF ACOUSTIC NOISE CONTROL". WRIGHT AIR DEVELOPMENT CENTER. TECHNICAL REPORT 52-204.

BARBOSA, H; TIGHT, M. AND MAY, A. (2000). "A MODEL OF SPEED PROFILES FOR TRAFFIC CALMED ROADS". TRANSPORTATION RESEARCH PART A. POLICY AND PRACTICE, V34 (2), P 103-123.

BASSANI, M; DALMAZZO, D AND RIVIERA, P. (2011). "FIELD INVESTIGATION ON THE EFFECTS ON OPERATING SPEED CAUSED BY TRAPEZOIDAL HUMPS." TRB ANNUAL MEETING, 2011.

BEHZAD, M; HODAEI, M AND ALIMOHAMMADI, I. (2006). "EXPERIMENTAL AND NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF A SPEED BUMP ON CAR NOISE EMISSION LEVEL". APPLIED ACOUSTICS 68, p 1346–1356

BENDTSEN, H. (1987). "EFFEKT AF MILJØPRIORITERET GENNEFART. FORURENINGSEFFEKTERNE. STØJ, LUFTFORURENING, VIBRATIONER OG ENERGIFORBRUG, VINDERUP". COPENHAGEN. DANISH ROAD DIRECTORATE. REPORT 52.

- BENDTSEN, H. AND HØJ, J. (1990). "RUMLEFELTER OG STØJ". COPENHAGEN. DANISH ROAD DIRECTORATE. ROAD DATA LABORATORY. REPORT 89.
- BENDTSEN, H. AND LARSEN, L. (2001). "STØJ VED BUMP PA VEJE". DANMARKS TRANSPORT FORSKNING. REPORT 2.
- BENDTSEN, H; MICHELSEN, L; REIF, K. AND REIFF, L. (1998). "VEJTRAFIK OG STØJ". COPENHAGEN: DANISH ROAD DIRECTORATE. REPORT 146.
- BÉRENGIER, M. (2006). "URBAN TRAFFIC NOISE MANAGEMENT". FRENCH EXPERIMENTS". SILENCE_H.R1_100206_LCPC REPORT.
- BÉRENGIER M. (2008). "METHODS FOR NOISE CONTROL BY TRAFFIC MANAGEMENT - IMPACT OF SPEED REDUCING EQUIPMENTS". SILENCE_H.R2_100108_LCPC.DOC.
- BÉRENGIER, M. (2002). "ACOUSTICAL IMPACT OF TRAFFIC FLOWING EQUIPMENTS IN URBAN AREAS". IN: PROCEEDINGS OF FORUM ACUSTICUM. EUROPEAN ACOUSTICAL ASSOCIATION. SEPTEMBER 2002 SEVILLA.
- BERGE, TRULS. (2007). "MEASUREMENT OF DRIVING PATTERN IN CROSSINGS AND ROUNDABOUTS". TRONDHEIM. SINTEF. PROJECT NO. 90E230.03. WORK PACKAGE H.1 IN THE EU PROJECT SILENCE.
- BERGLUND, B; LINDVALL, T AND SCHWELA, D. (1999). "GUIDELINES FOR COMMUNITY NOISE". WORLD HEALTH ORGANIZATION. GENEVA.
- BOVY, P. (1993). "CARRÉS BERLINOIS ET RIGOLÉS - EVALUATION ET RECOMMANDATION D'AMÉNAGEMENT". SÉCURITÉ DANS LES RUES DE QUARTIER IN EPFL. LAUSANNE. REPORT IREC 1007.
- BUND, (2007). "LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ". LAI-HINWEISE ZUR LÄRMAKTIONSPLANUNG.
- CAMPBELL, S. (2001). "A CRITICAL REVIEW OF SOME TRAFFIC NOISE PREDICTION MODELS". APPLIED ACOUSTICS 62, p 271-287.
- CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT. (1982). "REEF, VOL II, ACOUSTIQUE". PARIS.
- DE LA PEÑA, E; MIRALLES, E Y TORTAJADAET, J. (2007). "BORRADOR DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE RELENTIZADORES DE VELOCIDAD". GRUPO MOTORPRESS-IBERICA, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LA CARRETERA Y FUNDACIÓN MAPFRE.

DELFT CE. (2007). "TRAFFIC NOISE REDUCTION IN EUROPE. HEALTH EFFECTS, SOCIAL COSTS AND TECHNICAL AND POLICY OPTIONS TO REDUCE ROAD AND RAIL TRAFFIC NOISE". DELFT.

DÖLDISSEN, A. (1988). "ENVIRONMENTAL TRAFFIC MANAGEMENT – GERMAN INTERMINISTERIAL RESEARCH PROGRAMME". PROCEEDINGS OF SEMINAR M. ENVIRONMENTAL ISSUES AT TRANSPORT & PLANNING, 16TH SUMMER ANNUAL MEETING, SEPTEMBER 1988.

ELLEBJERG, LARS. (2007). "EFFECTIVENESS AND BENEFITS OF TRAFFIC FLOW MEASURES ON NOISE CONTROL". SILENCE PROGRAM. SILENCE_H.D1_20070105_DRI.DOC.

ELLIOTT, M; MCCOLL, V AND KENNEDY, J. (2003). "ROAD DESIGN MEASURES TO REDUCE DRIVERS' SPEED VIA 'PSYCHOLOGICAL' PROCESSES: A LITERATURE REVIEW". WOKINGHAM. TRL LIMITED. TRL REPORT TRL564.

EWING, R AND HODDER, R. (1996). "BEST DEVELOPMENT PRACTICES". NATIONAL CENTER FOR SMART GROWTH. MARYLAND UNIVERSITY.

EWING, R. (1999). "TRAFFIC CALMING: STATE OF THE PRACTICE". ITE/FHWA, AUGUST 1999.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. (1998). "TRAFFIC NOISE MODEL". OFFICE OF PLANNING, ENVIRONMENT & REALTY.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. (1978). "TRAFFIC NOISE PREDICTION MODEL". US. WASHINGTON. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, NATIONAL TECHNICAL INFORMATION SERVICE.

GALLOWAY, W; CLARK, W AND KERRICK, J. (1969). "URBAN HIGHWAY NOISE: MEASUREMENT, SIMULATION AND MIXED REACTIONS". NCHRP REPORT 78.

GARCÍA, A; TORRES, A; ROMERO, M. A.; MORENO, A. T. (2010). "EVOLUCIÓN DE LAS VELOCIDADES ANTE DISPOSITIVOS MODERADORES DEL TRÁFICO". XVI PANAM, JULY 15-18, 2010 – LISBON, PORTUGAL.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ACÚSTICA. (2012). "GLOSARIO DE TÉRMINOS ACÚSTICOS". COLECCIÓN: TEMAS DE ACÚSTICA-VOLUMEN 3. ISBN: 978-84-87985-22-5.

GRIEFAHN, B. (1985). "SLEEP BEHAVIOR AND NOISE". FELD-UND LABORUNTERSUCHUNGEN ÜBER STRAßENVERKEHR, EEG-ANALYSE, LITERATURAUSWERTUNG. STUTTGART: FERDINAND ENKE.

GRIEFAHN, B. (1992). "NOISE CONTROL DURING THE NIGHT". ACOUST AUSTRAL 20, p 43-47.

HAN, I. AND YANG, K. (2007). "RECOGNITION OF DANGEROUS DRIVING USING AUTOMOBILE BLACK BOXES". JOURNAL OF KOREANS SOCIETY OF TRANSPORTATION, V25 (9), p 149-160.

HARRIS, G; STAIT, R; ABBOTT, P AND WATTS, G. (1999). "TRAFFIC CALMING: VEHICLE GENERATED NOISE AND GROUND-BORNE VIBRATION ALONGSIDE SINUSOIDAL, ROUND-TOP AND FLAT-TOP ROAD HUMPS". WOKINGHAM. TRANSPORT RESEARCH LABORATORY. TRL REPORT 416.

HARUPA, A. AND RICHARD, J. (2000). "LOW-NOISE CITY". JOURNAL FOR NOISE CONTROL, ISSN: 0174-1098.

HARWOOD, D. (1993). "USE OF RUMBLE STRIPS TO ENHANCE SAFETY". NCHRP SYNTHESIS 191. WASHINGTON DC.

HEDSTRÖM, R. (1999). "MILJÖEFFEKTER AV 30 KM/T I TÄTORT – MED AVSEENDE PÅ AVGASUTSLÄPP OCH BULLER. LINKÖPING". SWEDISH NATIONAL ROAD AND TRANSPORT INSTITUTE. VTI M869.

HYDÉN, C; ODELID, K. AND VÁRHELYI, A. (1995). "EFFEKTEN AV GENERELL HASTIGHETSDÄMPNING I TÄTORT, LUND". UNIVERSITY OF LUND, DEPARTMENT OF TRAFFIC PLANNING AND ENGINEERING. BULLETIN 131.

JABBEN, J; POTMA, C AND LUTTER, S. (2007). "BATEN VAN GELUIDMAATREGELEN. EEN INVENTARISATIE VOOR WEG- EN RAILVERKEER IN NEDERLAND". RIVM RAPPORT 680300002.

JOHNSON, D AND SAUNDERS, E. (1968). "THE EVALUATION OF NOISE FROM FREELY FLOWING ROAD TRAFFIC". J. SOUND.VIB, V 7(2), p 287-309.

JONASSON, H; SANDBERG, U; VAN BLOKLAND; EJSMONT, J; WATTS, G. AND LUMINARI, M. (2004). "SOURCE MODELLING OF ROAD VEHICLES". BORÅS: SP. TECHNICAL REPORT, HAR11TR-040210-SP10. (DELIVERABLE 9 OF THE EU PROJECT HARMONOISE).

KIM, E AND CHOI, E. (2012). "ESTIMATES OF CRITICAL VALUES OF AGGRESSIVE ACCELERATION FROM A VIEWPOINT OF FUEL CONSUMPTION AND EMISSION". TRB ANNUAL MEETING, 2013.

KRAGH, J; JONASSON, H; PLOVSING, B; SARINEN, A; STOREHEIER, S AND TARALDSEN, G. (2006). USER'S GUIDE NORD2000 ROAD. HØRSHOLM: DELTA. AV 1171/06.

- LELONG, J AND MICHELET, R. (1999). "EFFECT OF ACCELERATION ON VEHICLE NOISE EMISSION". PROCEEDINGS OF FORUM ACOUSTICA (JOINT ASA/EAA MEETING). BERLIN, GERMANY, 1999.
- LIVINGSTONE, K. (2004). "THE MAYOR'S AMBIENT NOISE STRATEGY", GREATER LONDON AUTHORITY, LONDON, 2004.
- LITMAN, T. (1999). "TRAFFIC CALMING COSTS, BENEFITS AND EQUITY IMPACTS". VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE.
- LOCKWOOD, I. (1997). "ITE TRAFFIC CALMING DEFINITION". ITE JOURNAL, p 22.
- LONDON BUS PRIORITY TEAM. (2005). "TRAFFIC CALMING MEASURES FOR BUS ROUTES, TECHNICAL ADVICE NOTE BP2/05", LONDON.
- MODETRA, (2008)." INFORME 1, ESTADO DEL ARTE".
- MODETRA, (2009). "INFORME T3.2, TRAMOS DE OBSERVACIÓN".
- MODETRA, (2010). "ACTIVIDAD 6: EVALUACIÓN PRÁCTICA DE LA EFECTIVIDAD DE LAS RECOMENDACIONES, TAREA 6.1: APLICACIÓN PRÁCTICA ALMUSSAFES".
- MODETRA, (2009). "PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE MODERADORES DE TRÁFICO EN LA TRAVESÍA DE BÉLGIDA".
- NORMA UNE-EN ISO 11819-1. (2002). "MEDICIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS SUPERFICIES DE CARRETERA SOBRE EL RUIDO DEL TRÁFICO". PARTE 1: MÉTODO ESTADÍSTICO DEL PASO DE VEHÍCULOS. STATISTICAL PASS-BY METHOD.
- NORMA UNE-ISO 1996-2. (2007). "ACÚSTICA- DESCRIPCIÓN, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL", PARTE 2: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL.
- PLÜSS, P; MEURY, F AND MOHLER, P. (2003). "VERRINGERUNG DER LÄRMBELASTUNG DURCH DIE UMGESTALTUNG EINER AMPELGEREGELTEN KREUZUNG IN EINER KREISEL". STRASSE UND VERKEHR, V89 (10), p 25-27.
- SANZ, A. (1998). "CALMAR EL TRÁFICO". MINISTERIO DE FOMENTO. MADRID.
- STADT KÖLN. (2003). "DAS WANDERUNGSGESCHEHEN IN KÖLN". AUSWERTUNG DER WANDERUNGSMOTIVUNTERSUCHUNG 2002 UND AKTUELLER WANDERUNGSSTATISTIKEN IM RAHMEN DES WOHNUNGSGESAMTPLANS. KÖLNER STATISTISCHE NACHRICHTEN.

STEVEN, H. (2005). "INVESTIGATIONS ON NOISE EMISSION OF MOTOR VEHICLES IN ROAD TRAFFIC". RESEARCH PROJECT 200 54 135, FINAL REPORT. WUERSELEN. RWTUEV FAHRZEUG GMBH.

STEVEN, H. (2006). "FIGURES PREPARED BY HEINZ STEVEN". RWTUEV FAHRZEUG GMBH. WUERSELEN, GERMANY.

TRAFFIC ADVISORY LEAFLET 06/96. (1996). "TRAFFIC CALMING: TRAFFIC AND VEHICLE NOISE" LONDON, DEPARTMENT FOR TRANSPORT.

TRAFFIC ADVISORY LEAFLET 10/00. (2000). "ROAD HUMPS: DISCOMFORT, NOISE AND GROUND BORNE VIBRATION". LONDON, DEPARTMENT FOR TRANSPORT.

TRAFFIC ADVISORY LEAFLET 4/94. (1994). "SPEED CUSHIONS". LONDON, DEPARTMENT FOR TRANSPORT.

TRAFFIC ADVISORY LEAFLET 9/99. (1999). "20 MPH SPEED LIMITS AND ZONES". LONDON, DEPARTMENT FOR TRANSPORT.

TRAFFIC ADVISORY LEAFLET 01/05. (2005). "RUMBLEWAVE SURFACING". LONDON, DEPARTMENT FOR TRANSPORT.

TRAFFIC ADVISORY LEAFLETS 02/05. (2005). "TRAFFIC CALMING BIBLIOGRAPHY" LONDON, DEPARTMENT FOR TRANSPORT.

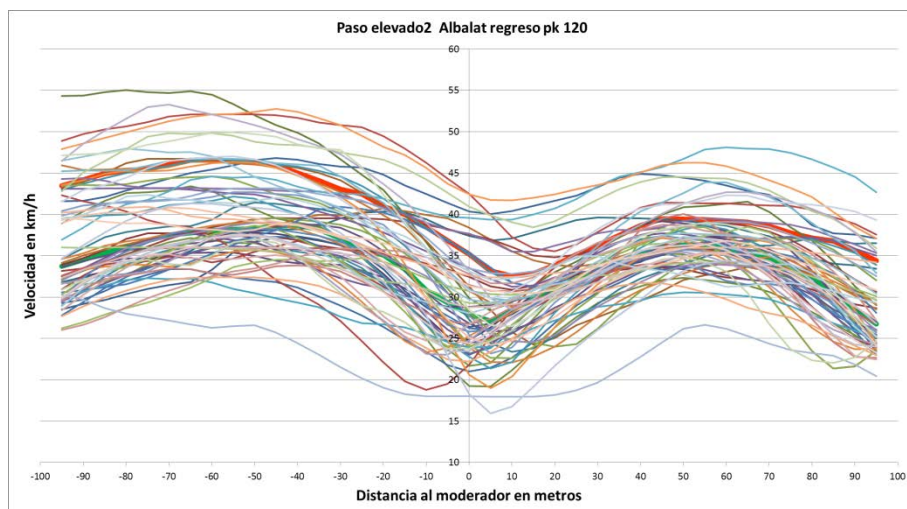
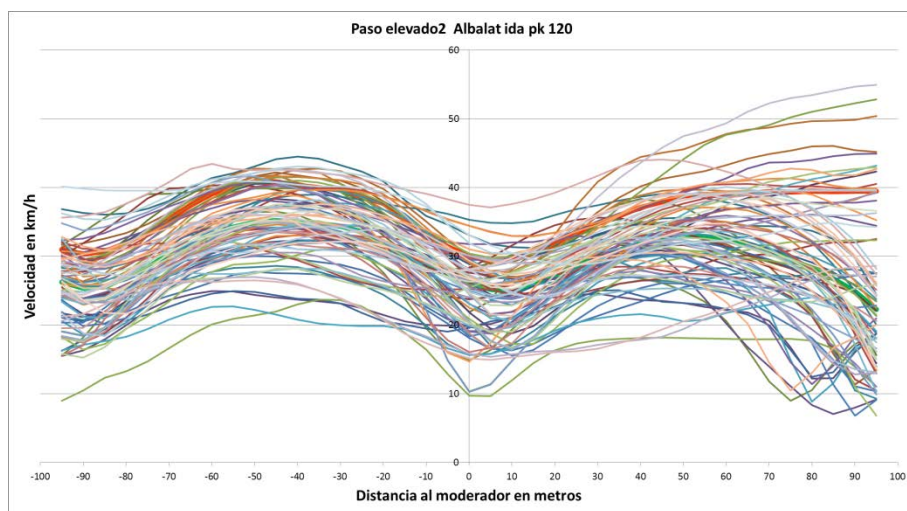
TRAFFIC CALMING ORG. PÁGINA WEB CONSULTADA EN MARZO DE 2010. <http://www.trafficcalming.org/effectiveness/>

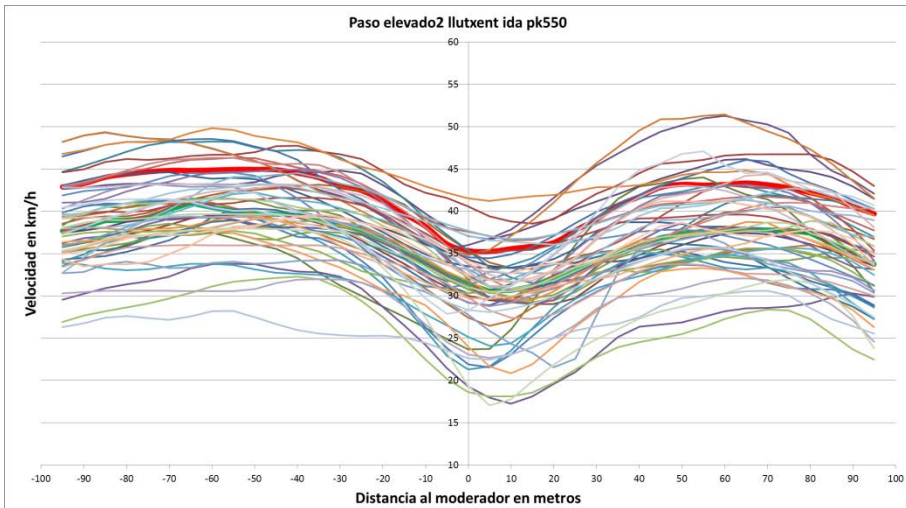
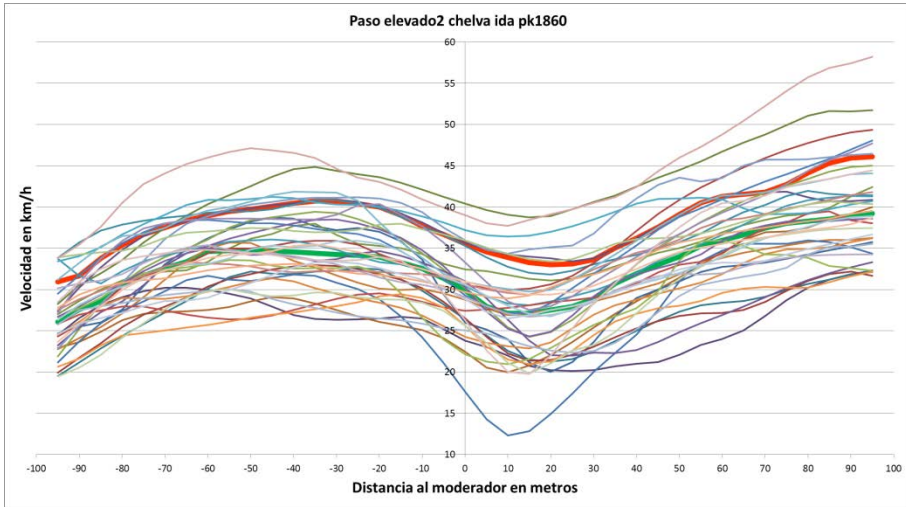
MORENO, A.T. AND GARCÍA A. (2013). "USE OF SPEED PROFILE AS SURROGATE MEASURE: EFFECT OF TRAFFIC CALMING DEVICES ON CROSSTOWN ROAD SAFETY PERFORMANCE". ACCIDENT ANALYSIS & PREVENTION. V61, p 23-32.

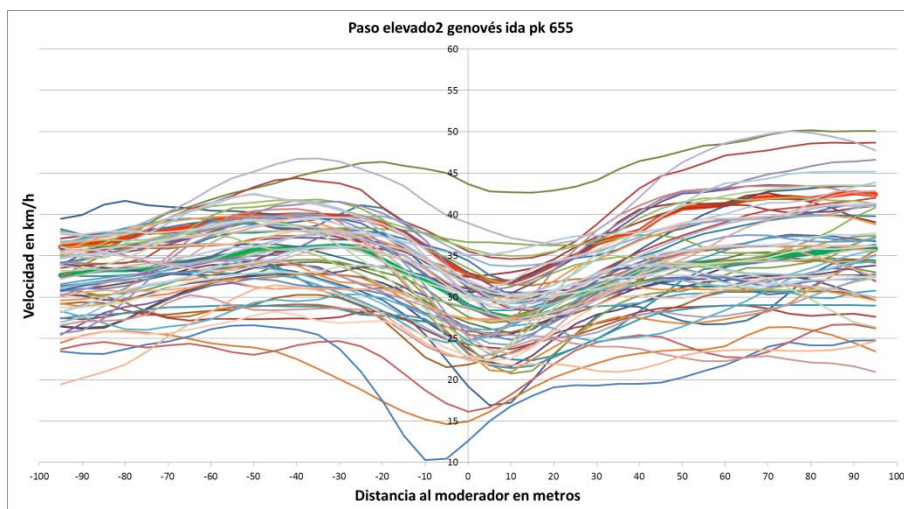
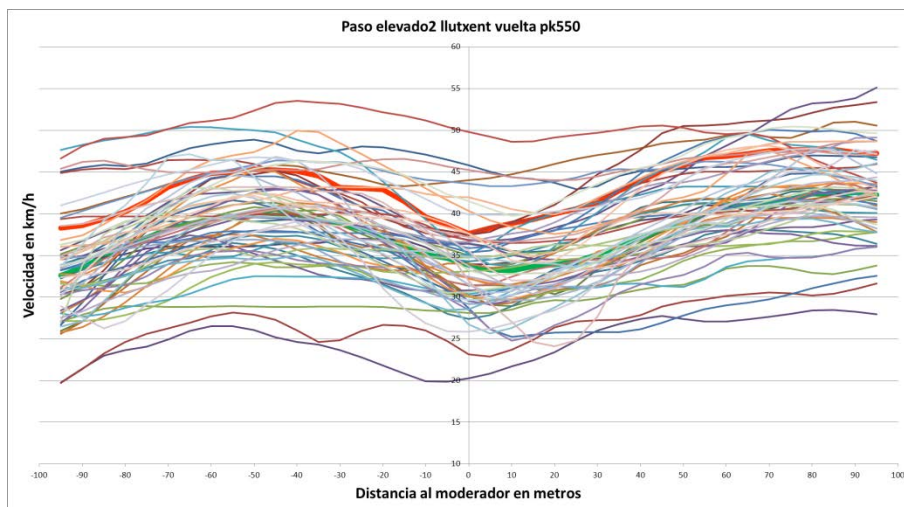
WATTS, G; STAIT, R; GODFREY, N; CHINN, L AND LAYFIELD, R. (2002). "DEVELOPMENT OF A NOVEL TRAFFIC CALMING SURFACE 'RIPPLEPRINT'". WOKINGHAM. TRL REPORT 545.

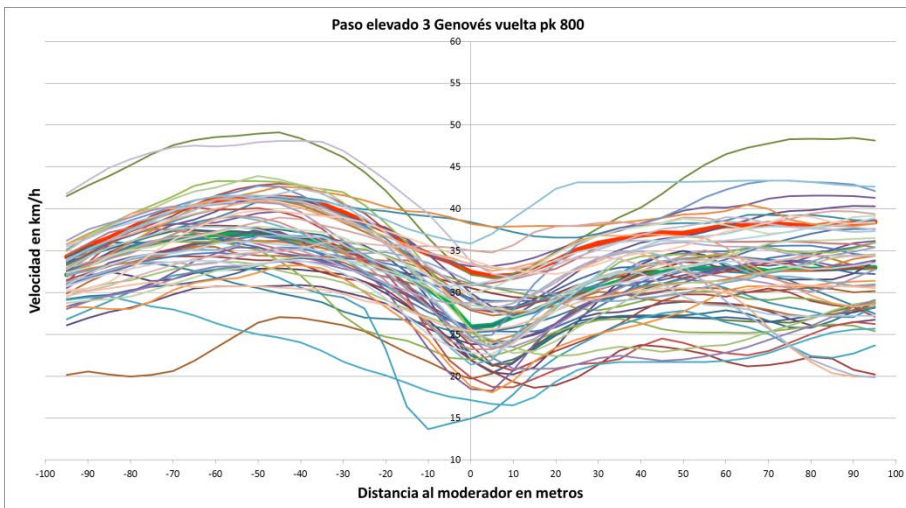
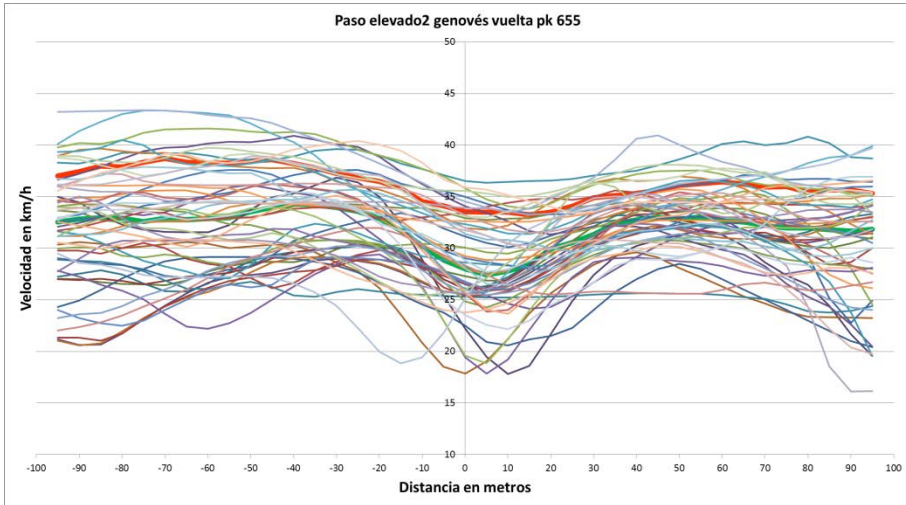
ANEXOS

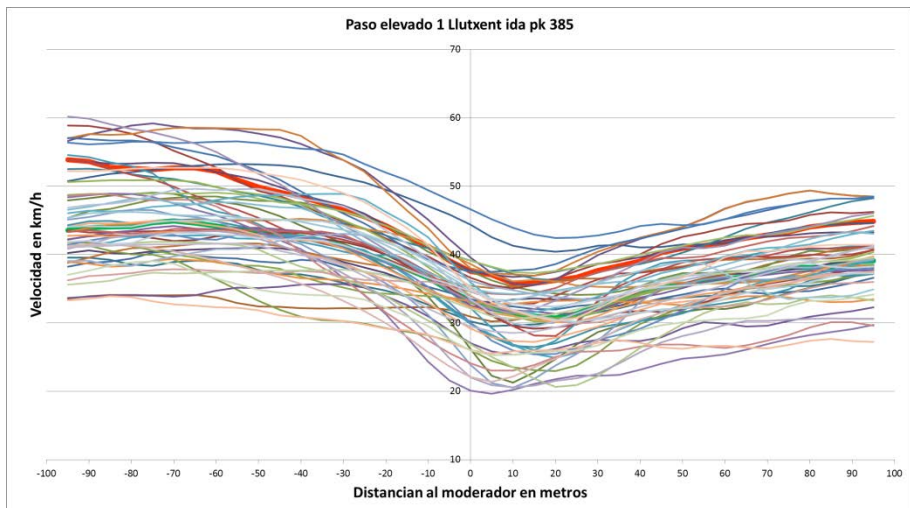
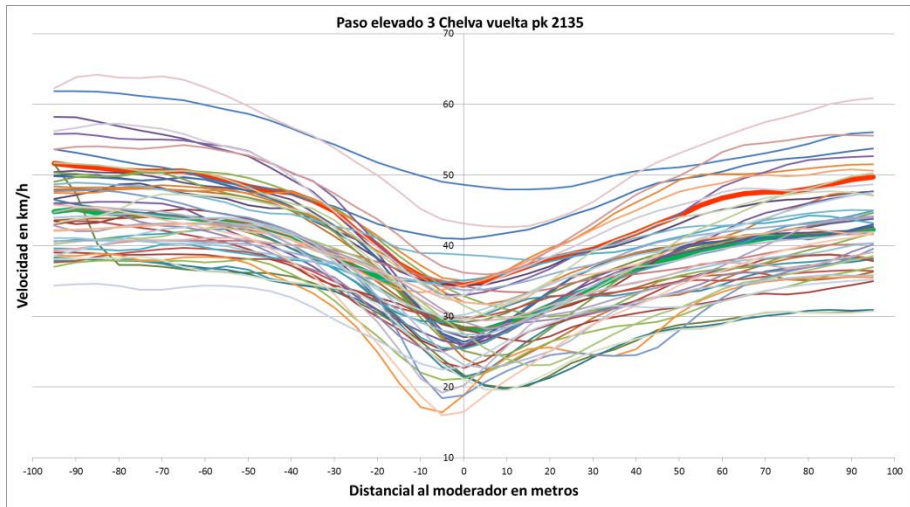
ANEXO 1 Perfiles de velocidad

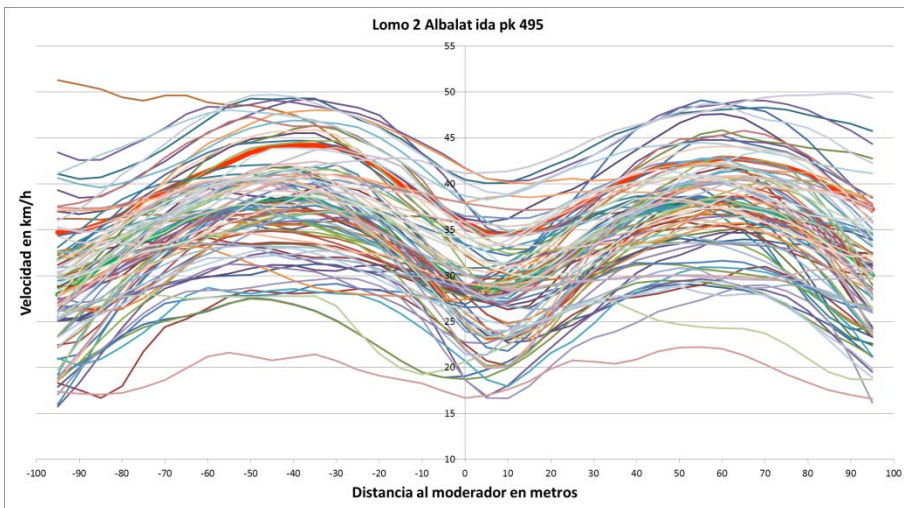
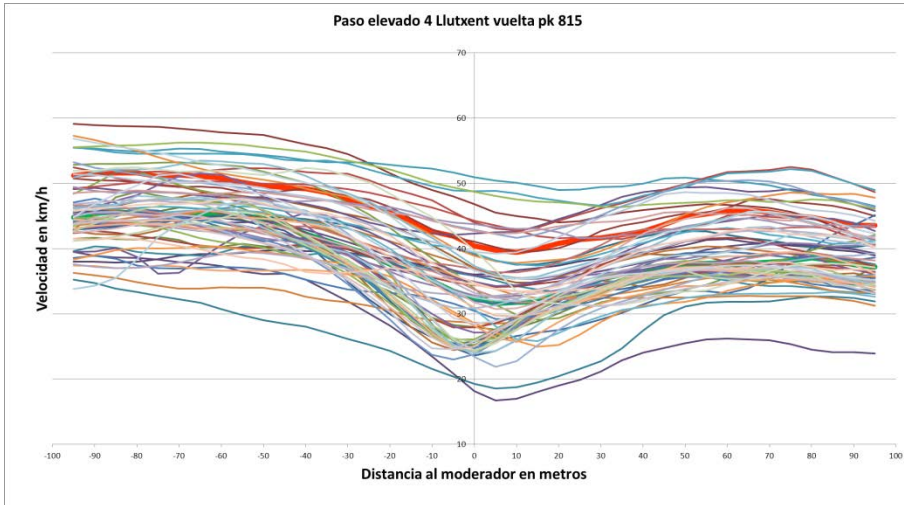


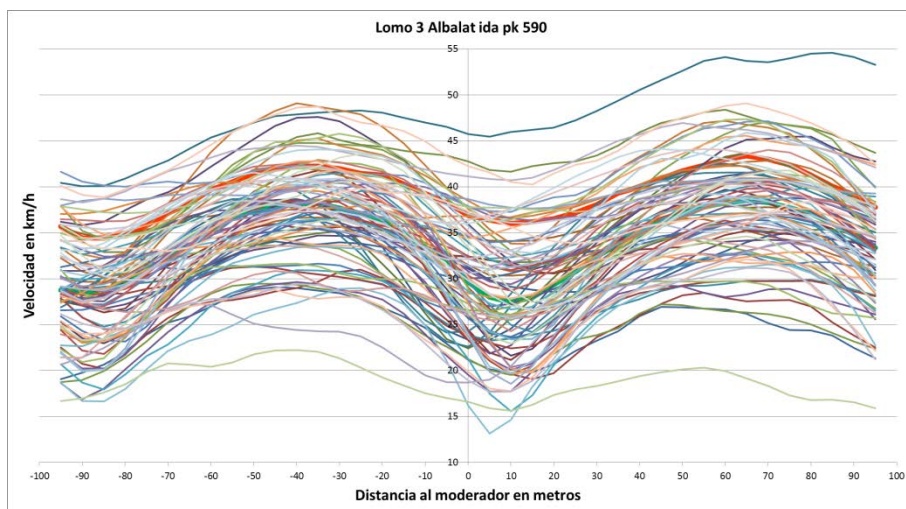
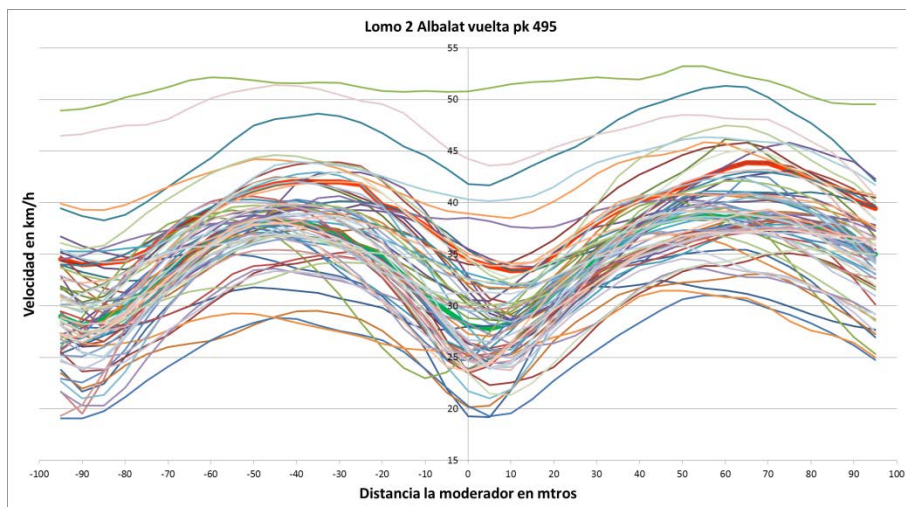


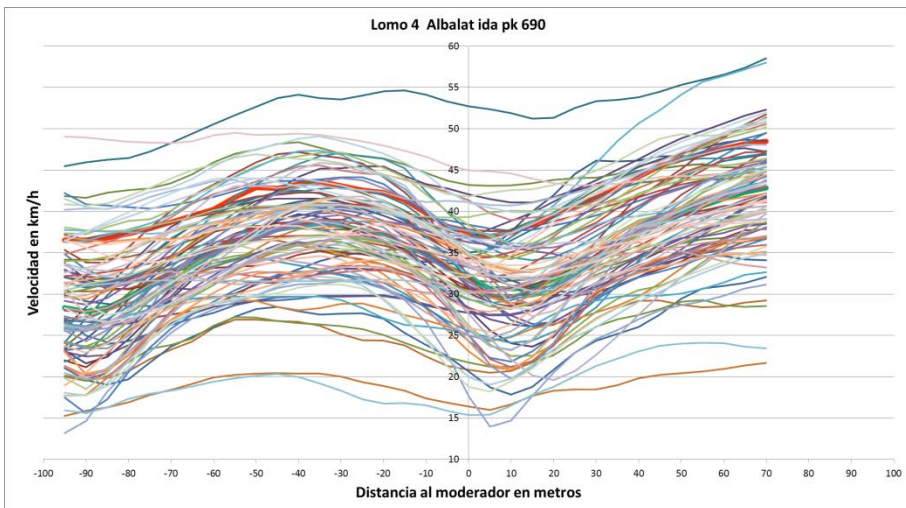
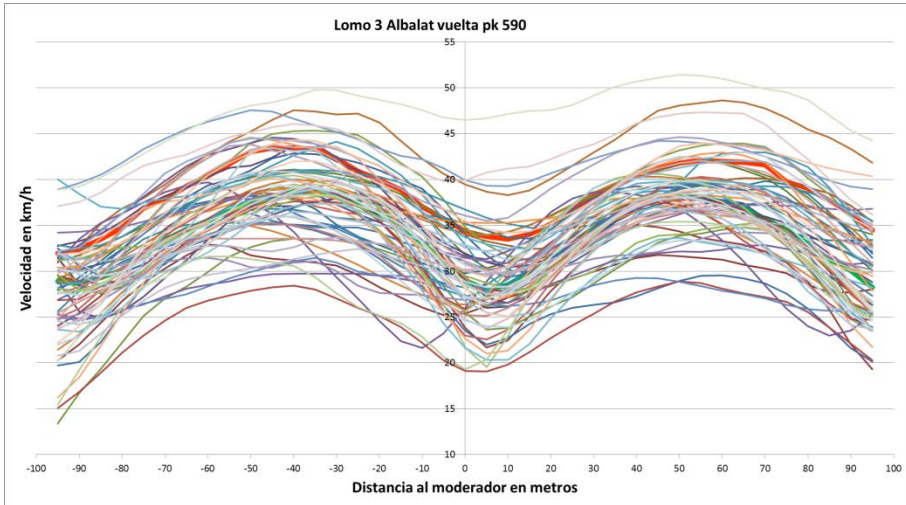


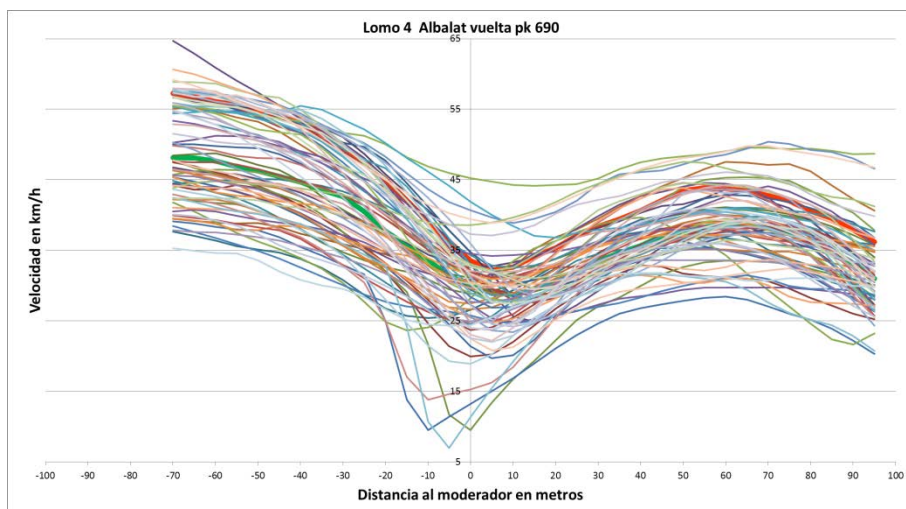
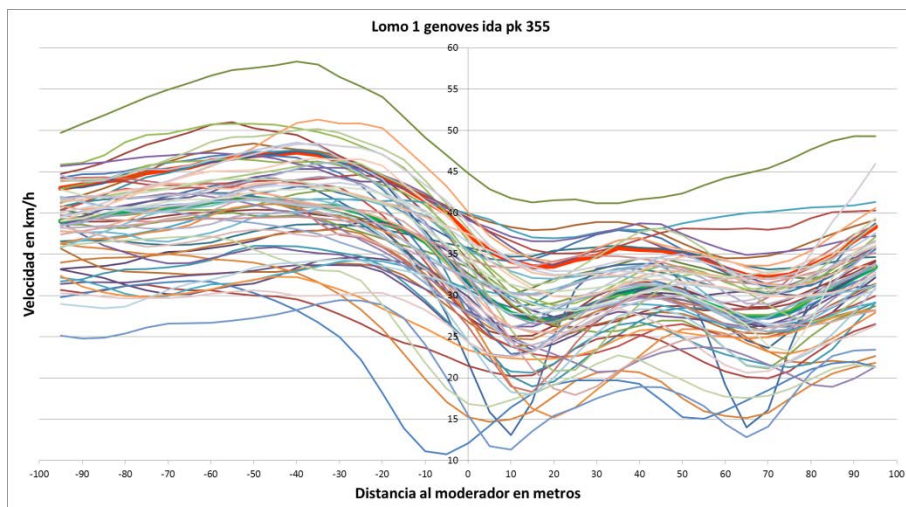


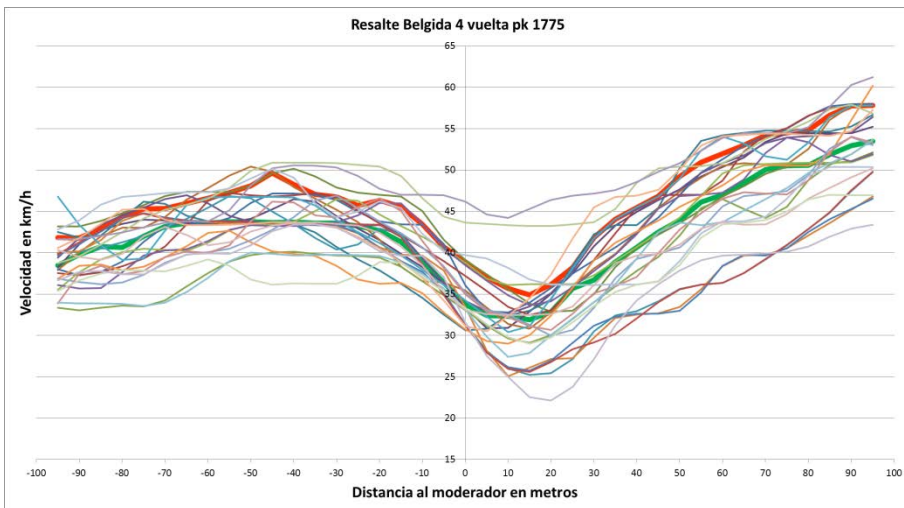
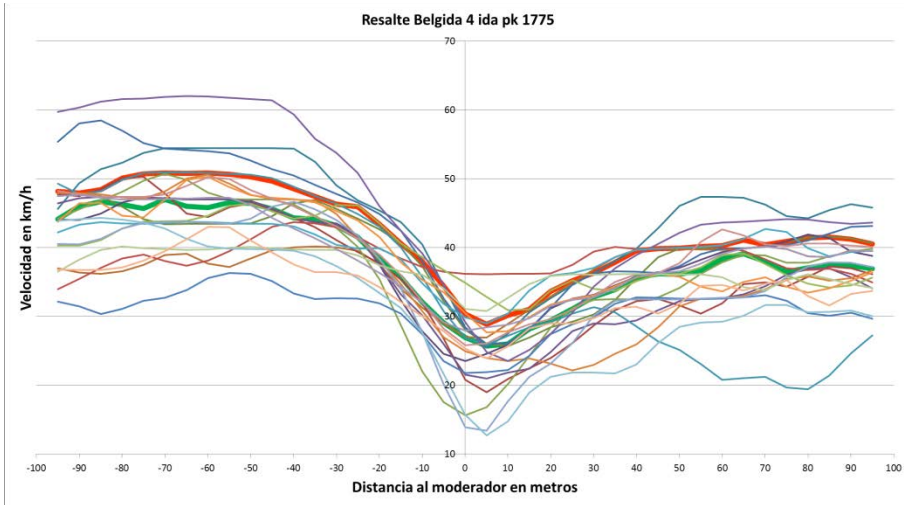


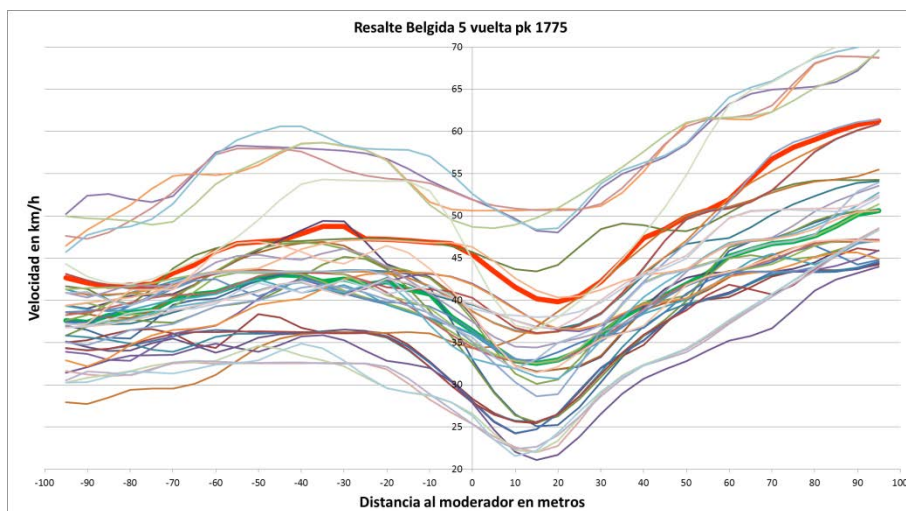
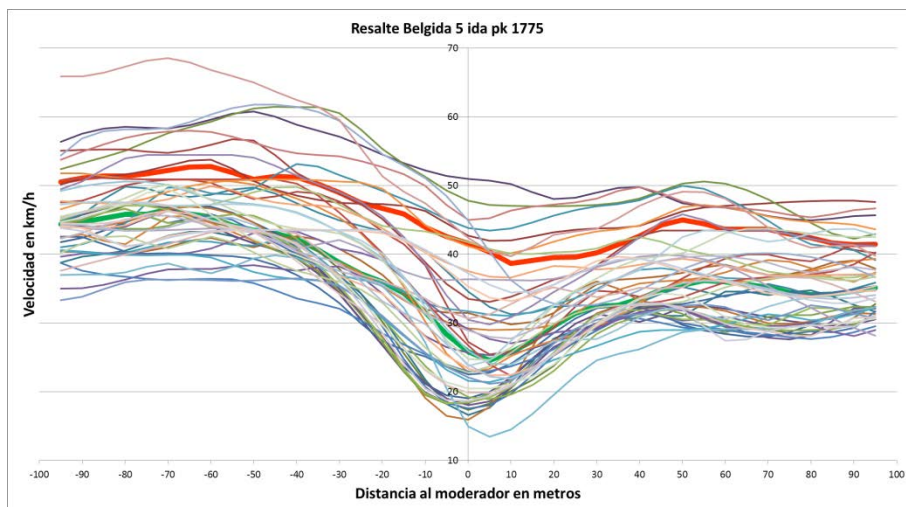


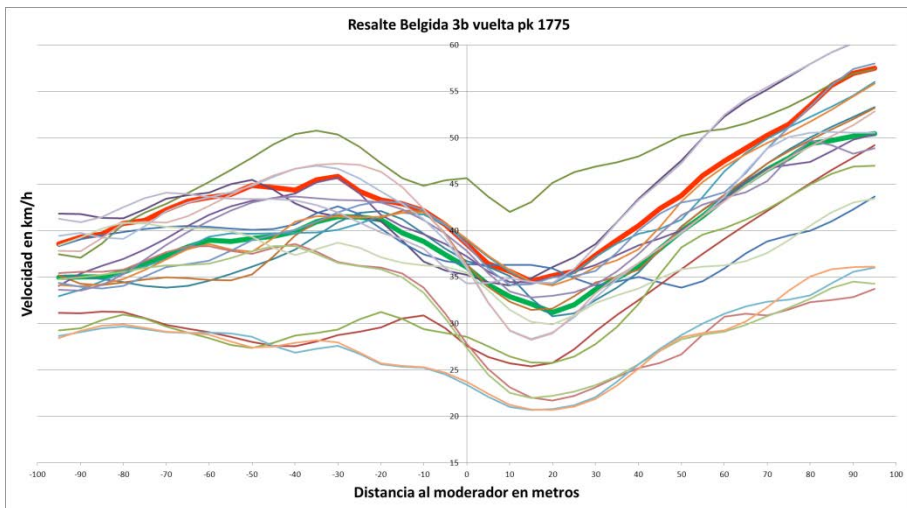
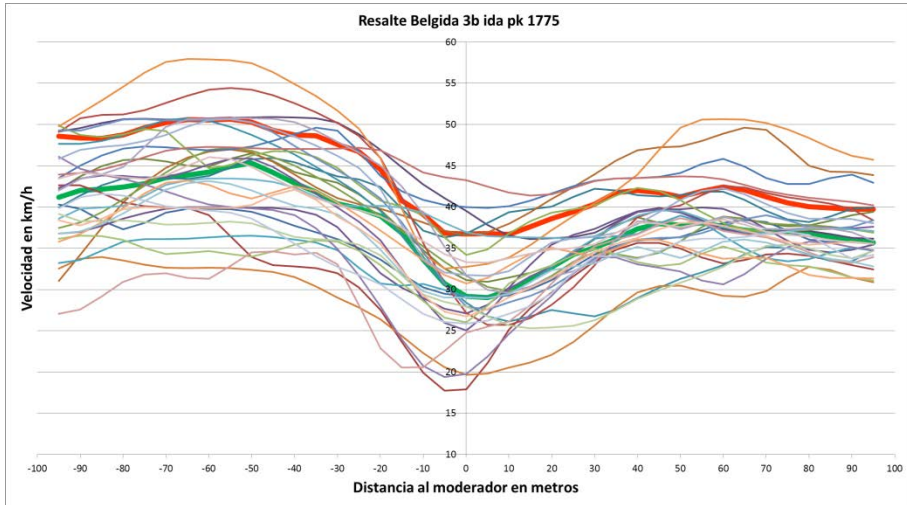












ANEXO 2 Análisis estadísticos

Análisis estadístico**Leq -70-50 m****Comparación de Varias Muestras**

Variable dependiente: Leq-70-50

Factor: MODERADOR

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Leq-70-50 por MODERADOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,7983E17	2	1,39915E17	89,01	0,0000
Intra grupos	9,91918E17	631	1,57198E15		
Total (Corr.)	1,27175E18	633			

Tabla de Medias para Leq-70-50 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%

MODERADOR	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
LOMO	224	6,44024E7	2,6491E6	6,0731E7	6,80738E7
PASO	299	4,09356E7	2,29291E6	3,77579E7	4,41134E7
RESALTE	111	9,87971E7	3,76324E6	9,35816E7	1,04013E8
Total	634	5,9357E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq-70-50 por MODERADOR

MODERADOR	Tamaño Muestra	Rango Promedio
LOMO	224	353,368
PASO	299	232,635
RESALTE	111	473,716

Estadístico = 153,54 Valor-P = 0

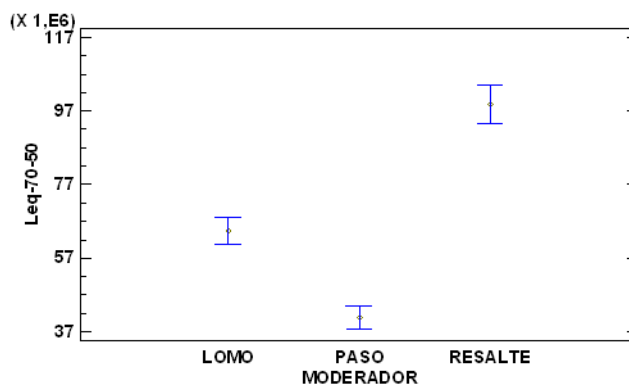
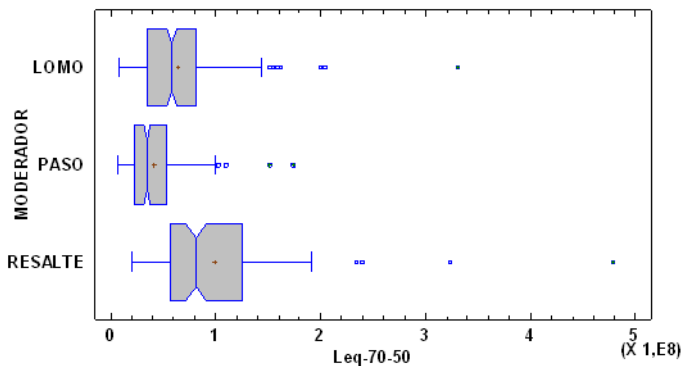
Medias y 95,0% de Fisher LSD

Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq-70-50

Factor: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Leq-70-50 por ANCHO CARRIL

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,53491E17	3	1,1783E17	80,84	0,0000
Intra grupos	9,18256E17	630	1,45755E15		
Total (Corr.)	1,27175E18	633			

Tabla de Medias para Leq-70-50 por ANCHO CARRIL con intervalos de confianza del 95,0%

			Error Est.		
ANCHO CARRIL	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
280	132	3,03673E7	3,32296E6	2,5762E7	3,49726E7
300	229	4,67646E7	2,52286E6	4,32681E7	5,0261E7
310	111	9,87971E7	3,62368E6	9,3775E7	1,03819E8
360	162	7,3755E7	2,99954E6	6,95979E7	7,79121E7
Total	634	5,9357E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq-70-50 por ANCHO CARRIL

ANCHO CARRIL	Tamaño Muestra	Rango Promedio
280	132	160,28
300	229	263,869
310	111	473,716
360	162	414,38

Estadístico = 242,984 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

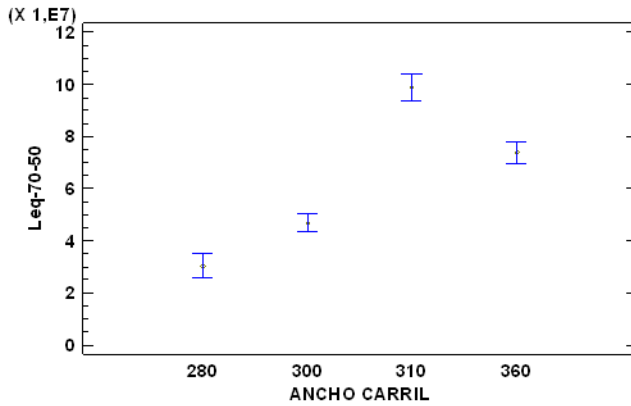
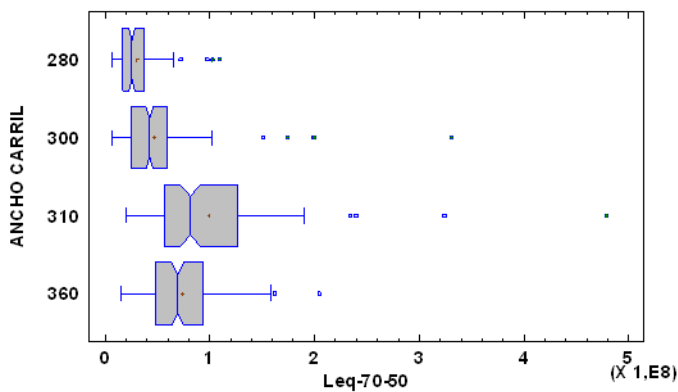


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq-70-50

Factor: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Leq-70-50 por VEL LIMITE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,84373E17	2	1,42186E17	90,87	0,0000
Intra grupos	9,87374E17	631	1,56478E15		
Total (Corr.)	1,27175E18	633			

Tabla de Medias para Leq-70-50 por VEL LIMITE con intervalos de confianza del 95,0%

VEL LIMITE	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
30	132	3,03673E7	3,44302E6	2,55956E7	3,5139E7
40	391	5,79473E7	2,0005E6	5,51748E7	6,07198E7
60	111	9,87971E7	3,75461E6	9,35936E7	1,04001E8
Total	634	5,9357E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq-70-50 por VEL LIMITE

VEL LIMITE	Tamaño Muestra	Rango Promedio
30	132	160,28
40	391	326,229
60	111	473,716

Estadístico = 178,909 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

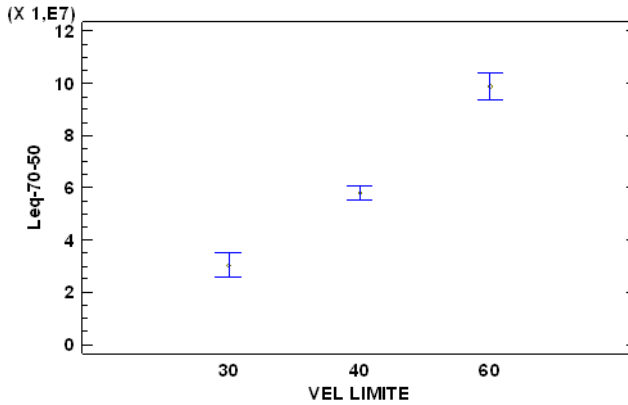
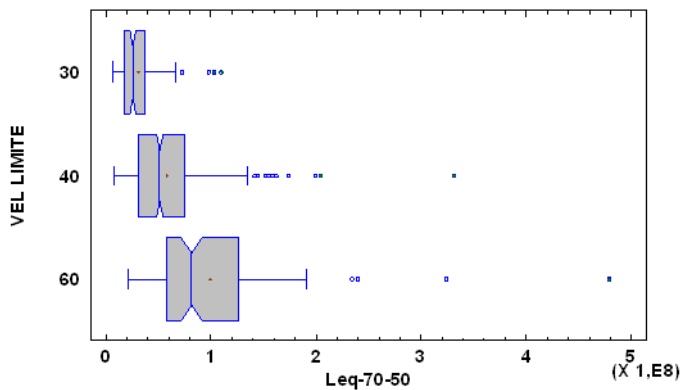


Gráfico o Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq-70-50
 Factor: Localizacion
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 634
 Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Leq-70-50 por Localizacion

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5,68448E16	1	5,68448E16	29,57	0,0000
Intra grupos	1,2149E18	632	1,92231E15		
Total (Corr.)	1,27175E18	633			

Tabla de Medias para Leq-70-50 por Localizacion con intervalos de confianza del 95,0%

Localizacion	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
extremo	405	6,64772E7	2,17864E6	6,34578E7	6,94966E7
intermedio	229	4,67646E7	2,89731E6	4,27492E7	5,078E7
Total	634	5,9357E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq-70-50 por Localizacion

Localizacion	Tamaño Muestra	Rango Promedio
extremo	405	347,825
intermedio	229	263,869

Estadístico = 30,7386 Valor-P = 2,95241E-8

Medias y 95,0% de Fisher LSD

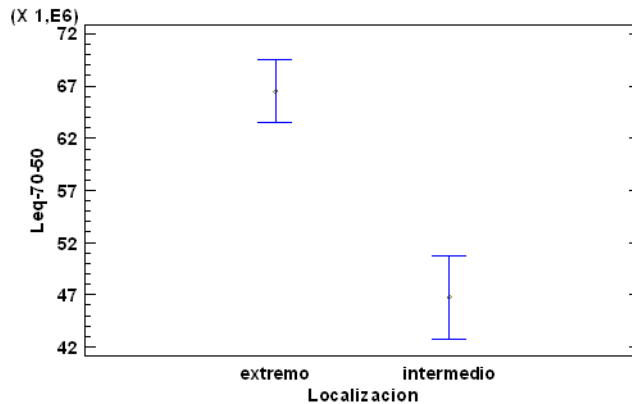
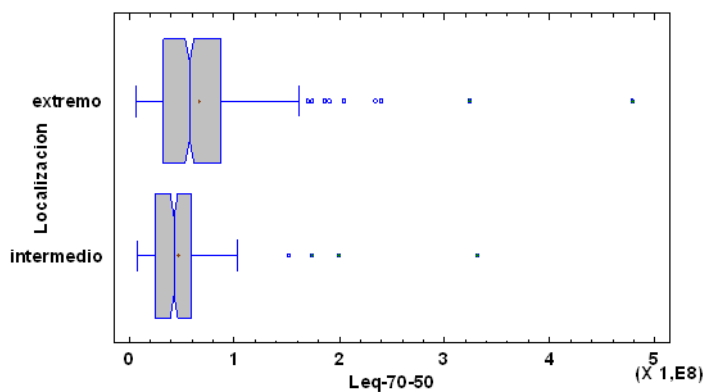


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq-70-50

Factor: TIPO

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Leq-70-50 por TIPO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,84152E15	3	9,47174E14	0,47	0,7031
Intra grupos	1,26891E18	630	2,01414E15		
Total (Corr.)	1,27175E18	633			

Tabla de Medias para Leq-70-50 por TIPO con intervalos de confianza del 95,0%

TIPO	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
FURGONETA	116	5,48851E7	4,16692E6	4,91102E7	6,06601E7
MONOVOLUMEN	57	6,03968E7	5,94439E6	5,21585E7	6,86352E7
NORMAL	400	6,03268E7	2,24396E6	5,72169E7	6,34367E7
SUV	61	6,05301E7	5,74618E6	5,25664E7	6,84938E7
Total	634	5,9357E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq-70-50 por TIPO

TIPO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
FURGONETA	116	291,81
MONOVOLUMEN	57	314,579
NORMAL	400	325,285
SUV	61	318,033

Estadístico = 3,01993 Valor-P = 0,388559

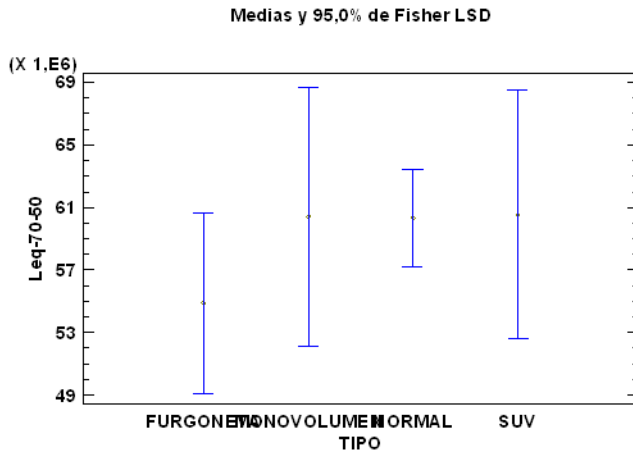
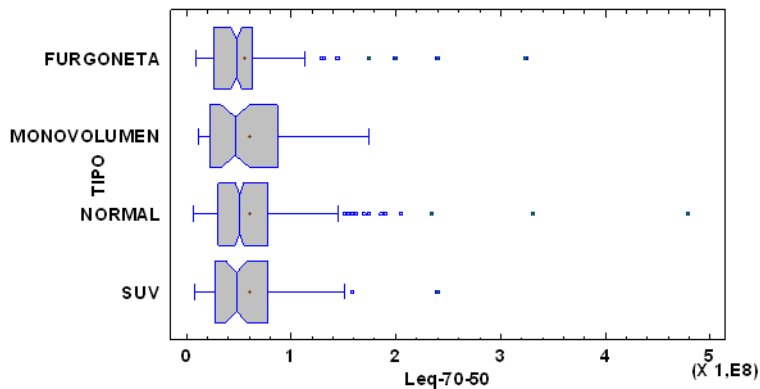


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq-70-50

Factor: VEL-70-50

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 42

Tabla ANOVA para Leq-70-50 por VEL-70-50

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6,70381E17	41	1,63508E16	16,10	0,0000
Intra grupos	6,01366E17	592	1,01582E15		
Total (Corr.)	1,27175E18	633			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq-70-50 por VEL-70-50

Estadístico = 373,914 Valor-P = 0

Regresión Simple - Leq-70-50 vs. VEL-70-50

Variable dependiente: Leq-70-50

Variable independiente: VEL-70-50

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-4,57729E7	4,64364E6	-9,85711	0,0000
Pendiente	1,93977E6	82257,9	23,5815	0,0000

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	5,95245E17	1	5,95245E17	556,09	0,0000
Residuo	6,76502E17	632	1,07041E15		
Total (Corr.)	1,27175E18	633			

Coefficiente de Correlación = 0,684144

R-cuadrada = 46,8053 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 46,7212 por ciento

Error estándar del est. = 3,27172E7

Error absoluto medio = 2,08718E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,96111 (P=0,3122)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,019228

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Multiplicativa	0,7588	57,57%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,7519	56,53%
Curva S	-0,7505	56,33%
Raíz Cuadrada Doble	0,7427	55,17%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,7397	54,71%
Raíz Cuadrada de Y	0,7390	54,61%
Exponencial	0,7385	54,54%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,7126	50,78%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,7116	50,64%
Doble Inverso	0,7079	50,11%
Log-Y Cuadrado-X	0,6951	48,32%
Lineal	0,6841	46,81%
Raíz Cuadrada de X	0,6793	46,14%
Cuadrado de X	0,6751	45,57%
Inversa-Y Log-X	-0,6745	45,50%
Logaritmo de X	0,6680	44,62%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,6498	42,22%
Inversa de X	-0,6261	39,20%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,5557	30,88%
Cuadrado Doble	0,4580	20,98%
Cuadrado de Y	0,4451	19,82%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,4322	18,68%

Residuos Atípicos

			<i>Predicciones</i>		<i>Residuos</i>
<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i>	<i>Residuos</i>	<i>Studentizados</i>
9	90,0	4,7863E8	1,28806E8	3,49824E8	11,88
63	85,0	3,23594E8	1,19107E8	2,04486E8	6,47
75	96,0	6,45654E7	1,40445E8	-7,58794E7	-2,34
82	80,0	1,90546E8	1,09409E8	8,11375E7	2,50
89	72,0	2,39883E8	9,38904E7	1,45993E8	4,54
100	72,0	1,86209E8	9,38904E7	9,23183E7	2,84
106	90,0	2,39883E8	1,28806E8	1,11077E8	3,44
110	69,0	1,62181E8	8,80711E7	7,41099E7	2,28
120	90,0	2,34423E8	1,28806E8	1,05617E8	3,27
133	60,0	1,62181E8	7,06132E7	9,15678E7	2,82
135	69,0	1,58489E8	8,80711E7	7,04182E7	2,16
140	39,0	9,54993E7	2,98781E7	6,56212E7	2,01
162	69,0	1,94984E7	8,80711E7	-6,85727E7	-2,10
163	96,0	6,91831E7	1,40445E8	-7,12617E7	-2,20
166	58,0	2,04174E8	6,67337E7	1,3744E8	4,26
253	80,0	3,23594E7	1,09409E8	-7,70492E7	-2,37
260	96,0	4,89779E7	1,40445E8	-9,1467E7	-2,83
332	90,0	3,31131E8	1,28806E8	2,02325E8	6,41
373	58,0	1,99526E8	6,67337E7	1,32793E8	4,11
639	55,0	1,7378E8	6,09144E7	1,12866E8	3,48
654	58,0	1,51356E8	6,67337E7	8,46225E7	2,60

Regresión Simple - Leq-70-50 vs. ANCHO CARRIL

Variable dependiente: Leq-70-50

Variable independiente: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-9,10948E7	1,81947E7	-5,00665	0,0000
Pendiente	480803,	57893,6	8,30494	0,0000

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1,25133E17	1	1,25133E17	68,97	0,0000
Residuo	1,14661E18	632	1,81426E15		
Total (Corr.)	1,27175E18	633			

Coeficiente de Correlación = 0,31368

R-cuadrada = 9,83949 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 9,69683 por ciento

Error estándar del est. = 4,25942E7

Error absoluto medio = 2,8204E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,72917 (P=0,0003)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,135189

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Curva S	-0,4543	20,63%
Multiplicativa	0,4436	19,67%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,4381	19,19%
Exponencial	0,4327	18,72%
Doble Inverso	0,4291	18,42%
Log-Y Cuadrado-X	0,4218	17,79%
Inversa-Y Log-X	-0,4192	17,57%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4142	17,16%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,4114	16,92%
Inversa de Y	-0,4092	16,74%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,4011	16,08%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,3991	15,93%
Raíz Cuadrada Doble	0,3958	15,67%
Raíz Cuadrada de Y	0,3905	15,25%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,3800	14,44%
Inversa de X	-0,3327	11,07%
Logaritmo de X	0,3233	10,45%
Raíz Cuadrada de X	0,3185	10,14%
Lineal	0,3137	9,84%
Cuadrado de X	0,3041	9,25%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,1426	2,03%
Cuadrado-Y Log-X	0,1360	1,85%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,1328	1,76%
Cuadrado de Y	0,1295	1,68%
Cuadrado Doble	0,1231	1,52%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			<i>Predicciones</i>		<i>Residuos</i>	
<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i>	<i>Residuos</i>	<i>Studentizados</i>	
9	310,0	4,7863E8	5,79541E7	4,20676E8	10,74	
17	310,0	1,54882E8	5,79541E7	9,69276E7	2,29	
18	310,0	1,7378E8	5,79541E7	1,15826E8	2,74	
22	310,0	1,44544E8	5,79541E7	8,65899E7	2,04	
26	310,0	1,44544E8	5,79541E7	8,65899E7	2,04	
30	310,0	1,58489E8	5,79541E7	1,00535E8	2,37	
46	310,0	1,51356E8	5,79541E7	9,34021E7	2,20	
50	310,0	1,44544E8	5,79541E7	8,65899E7	2,04	
52	310,0	1,44544E8	5,79541E7	8,65899E7	2,04	
63	310,0	3,23594E8	5,79541E7	2,6564E8	6,44	
82	310,0	1,90546E8	5,79541E7	1,32592E8	3,14	
89	310,0	2,39883E8	5,79541E7	1,81929E8	4,33	
90	310,0	1,51356E8	5,79541E7	9,34021E7	2,20	
98	310,0	1,69824E8	5,79541E7	1,1187E8	2,64	
100	310,0	1,86209E8	5,79541E7	1,28255E8	3,03	
103	310,0	1,62181E8	5,79541E7	1,04227E8	2,46	
106	310,0	2,39883E8	5,79541E7	1,81929E8	4,33	
110	310,0	1,62181E8	5,79541E7	1,04227E8	2,46	
114	310,0	1,7378E8	5,79541E7	1,15826E8	2,74	
116	310,0	1,44544E8	5,79541E7	8,65899E7	2,04	
120	310,0	2,34423E8	5,79541E7	1,76469E8	4,20	
166	360,0	2,04174E8	8,19942E7	1,2218E8	2,89	
332	300,0	3,31131E8	5,3146E7	2,77985E8	6,76	
373	300,0	1,99526E8	5,3146E7	1,4638E8	3,47	
639	300,0	1,7378E8	5,3146E7	1,20634E8	2,85	
653	300,0	1,51356E8	5,3146E7	9,82101E7	2,32	
654	300,0	1,51356E8	5,3146E7	9,82101E7	2,32	

Regresión Simple - Leq-70-50 vs. VEL LIMITE

Variable dependiente: Leq-70-50

Variable independiente: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-3,31736E7	7,0865E6	-4,68125	0,0000
Pendiente	2,23398E6	166826,	13,3911	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,81088E17	1	2,81088E17	179,32	0,0000
Residuo	9,9066E17	632	1,5675E15		
Total (Corr.)	1,27175E18	633			

Coefficiente de Correlación = 0,470133

R-cuadrada = 22,1025 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 21,9792 por ciento

Error estándar del est. = 3,95917E7

Error absoluto medio = 2,6724E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,9979 (P=0,4895)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,000741649

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Curva S	-0,5316	28,26%
Multiplicativa	0,5239	27,44%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,5179	26,82%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,5168	26,71%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,5167	26,70%
Raíz Cuadrada Doble	0,5130	26,32%
Exponencial	0,5080	25,80%
Raíz Cuadrada de Y	0,5074	25,74%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,4926	24,27%
Log-Y Cuadrado-X	0,4876	23,77%
Logaritmo de X	0,4728	22,35%
Raíz Cuadrada de X	0,4724	22,31%
Lineal	0,4701	22,10%
Inversa de X	-0,4674	21,84%
Doble Inverso	0,4661	21,73%
Cuadrado de X	0,4617	21,32%
Inversa-Y Log-X	-0,4495	20,21%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4386	19,24%
Inversa de Y	-0,4265	18,19%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,4009	16,08%
Cuadrado Doble	0,3125	9,77%
Cuadrado de Y	0,3114	9,69%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,3090	9,55%
Cuadrado-Y Log-X	0,3053	9,32%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,2937	8,62%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
9	60,0	4,7863E8	1,00865E8	3,77765E8	10,35
63	60,0	3,23594E8	1,00865E8	2,22728E8	5,79
82	60,0	1,90546E8	1,00865E8	8,96806E7	2,28
89	60,0	2,39883E8	1,00865E8	1,39018E8	3,56
100	60,0	1,86209E8	1,00865E8	8,53433E7	2,17
105	60,0	2,04174E7	1,00865E8	-8,04481E7	-2,04
106	60,0	2,39883E8	1,00865E8	1,39018E8	3,56
120	60,0	2,34423E8	1,00865E8	1,33557E8	3,41
130	40,0	1,51356E8	5,61858E7	9,51704E7	2,41
133	40,0	1,62181E8	5,61858E7	1,05995E8	2,69
135	40,0	1,58489E8	5,61858E7	1,02304E8	2,60
138	40,0	1,41254E8	5,61858E7	8,5068E7	2,16
159	40,0	1,54882E8	5,61858E7	9,86959E7	2,51
166	40,0	2,04174E8	5,61858E7	1,47988E8	3,78
189	40,0	1,54882E8	5,61858E7	9,86959E7	2,51
212	40,0	1,44544E8	5,61858E7	8,83582E7	2,24
332	40,0	3,31131E8	5,61858E7	2,74945E8	7,23
373	40,0	1,99526E8	5,61858E7	1,4334E8	3,66
639	40,0	1,7378E8	5,61858E7	1,17594E8	2,99
653	40,0	1,51356E8	5,61858E7	9,51704E7	2,41
654	40,0	1,51356E8	5,61858E7	9,51704E7	2,41

Regresión Múltiple - Leq-70-50 (MODELO 2)

Variable dependiente: Leq-70-50

Variables independientes:

VEL-70-50

VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-6,15341E7	6,0001E6	-10,2555	0,0000
VEL-70-50	1,72511E6	96838,7	17,8143	0,0000
VEL LIMITE	661404,	162295,	4,07531	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,12595E17	2	3,06297E17	293,22	0,0000
Residuo	6,59153E17	631	1,04462E15		
Total (Corr.)	1,27175E18	633			

R-cuadrada = 48,1695 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 48,0052 por ciento
 Error estándar del est. = 3,23205E7
 Error absoluto medio = 2,03218E7
 Estadístico Durbin-Watson = 2,03998 (P=0,3074)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,020127

Regresión Múltiple - Leq-70-50 (MODELO 3)

Variable dependiente: Leq-70-50

Variables independientes:

VEL-70-50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-4,82401E7	4,58842E6	-10,5134	0,0000
VEL-70-50	2,16156E6	92544,0	23,3571	0,0000
d6	-1,49547E7	3,04331E6	-4,91397	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,2018E17	2	3,1009E17	300,30	0,0000
Residuo	6,51568E17	631	1,0326E15		
Total (Corr.)	1,27175E18	633			

R-cuadrada = 48,7659 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 48,6036 por ciento
 Error estándar del est. = 3,2134E7
 Error absoluto medio = 2,00504E7
 Estadístico Durbin-Watson = 2,019 (P=0,4055)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,00969942

Regresión Múltiple - Leq-70-50 (MODELO 4 NORMAL)

Variable dependiente: Leq-70-50

Variables independientes:

VEL-70-50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="NORMAL"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-5,53668E7	6,07422E6	-9,11506	0,0000
VEL-70-50	2,29504E6	121771,	18,8471	0,0000
d6	-1,55897E7	3,89528E6	-4,00219	0,0001

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,01234E17	2	2,00617E17	196,20	0,0000
Residuo	4,05944E17	397	1,02253E15		
Total (Corr.)	8,07178E17	399			

R-cuadrada = 49,7082 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 49,4549 por ciento
 Error estándar del est. = 3,1977E7
 Error absoluto medio = 1,96811E7
 Estadístico Durbin-Watson = 2,02921 (P=0,6147)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0149131

Regresión Múltiple - Leq-70-50 (MODELO 4 CAMPERO SUV)

Variable dependiente: Leq-70-50

Variabes independientes:

VEL-70-50

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="SUV"

<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>Estadístico T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	-5,59574E7	1,35762E7	-4,12172	0,0001
VEL-70-50	2,16903E6	242676,	8,93795	0,0000

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	7,04512E16	1	7,04512E16	79,89	0,0000
Residuo	5,20313E16	59	8,81887E14		
Total (Corr.)	1,22483E17	60			

R-cuadrada = 57,5194 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 56,7994 por ciento
 Error estándar del est. = 2,96966E7
 Error absoluto medio = 2,20519E7
 Estadístico Durbin-Watson = 1,56809 (P=0,0370)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,212599

Regresión Múltiple - Leq-70-50 (MODELO 4 FURGONETA)

Variable dependiente: Leq-70-50

Variabes independientes:

VEL-70-50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="FURGONETA"

<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>Estadístico T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	-3,05182E7	1,12196E7	-2,72009	0,0076
VEL-70-50	1,82435E6	235751,	7,73845	0,0000
d6	-1,72566E7	8,03936E6	-2,14652	0,0340

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	8,54451E16	2	4,27226E16	32,31	0,0000
Residuo	1,49432E17	113	1,3224E15		
Total (Corr.)	2,34877E17	115			

R-cuadrada = 36,3787 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 35,2527 por ciento
 Error estándar del est. = 3,63649E7
 Error absoluto medio = 2,07301E7
 Estadístico Durbin-Watson = 1,74675 (P=0,0868)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,123903

Regresión Múltiple - Leq-70-50 (MODELO 4 MONOVOLUMEN)

Variable dependiente: Leq-70-50

Variables independientes:

VEL-70-50

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="MONOVOLUMEN"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-3,86298E7	1,08755E7	-3,55201	0,0008
VEL-70-50	1,86226E6	193500,	9,6241	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,5484E16	1	6,5484E16	92,62	0,0000
Residuo	3,88846E16	55	7,06992E14		
Total (Corr.)	1,04369E17	56			

R-cuadrada = 62,743 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 62,0656 por ciento
 Error estándar del est. = 2,65893E7
 Error absoluto medio = 1,98431E7
 Estadístico Durbin-Watson = 1,62367 (P=0,0618)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,166606

Análisis estadístico

Lmax -70-50 m

Comparación de Varias Muestras

Variable dependiente: Lmax-70-50

Factor: MODERADOR

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmax-70-50 por MODERADOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,04027E18	2	5,20136E17	107,39	0,0000
Intra grupos	3,05623E18	631	4,84347E15		
Total (Corr.)	4,0965E18	633			

Tabla de Medias para Lmax-70-50 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%

<i>MODERADOR</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
LOMO	224	1,02839E8	4,65001E6	9,63949E7	1,09284E8
PASO	299	6,15033E7	4,02478E6	5,59253E7	6,70813E7
RESALTE	111	1,73924E8	6,60567E6	1,64769E8	1,83079E8
Total	634	9,57903E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax-70-50 por MODERADOR

<i>MODERADOR</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
LOMO	224	354,424
PASO	299	226,727
RESALTE	111	487,5

Estadístico = 178,178 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

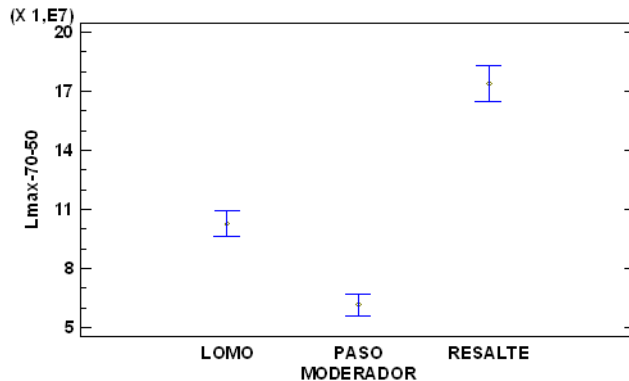
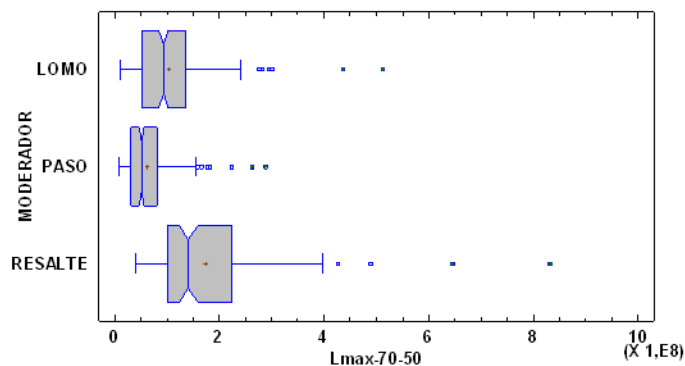


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax-70-50
 Factor: ANCHO CARRIL
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 634
 Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmax-70-50 por ANCHO CARRIL

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,25561E18	3	4,18537E17	92,82	0,0000
Intra grupos	2,84089E18	630	4,50935E15		
Total (Corr.)	4,0965E18	633			

Tabla de Medias para Lmax-70-50 por ANCHO CARRIL con intervalos de confianza del 95,0%

ANCHO CARRIL	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
280	132	4,58379E7	5,8448E6	3,77376E7	5,39383E7
300	229	6,97417E7	4,43751E6	6,35917E7	7,58917E7
310	111	1,73924E8	6,37376E6	1,6509E8	1,82757E8
360	162	1,19778E8	5,27593E6	1,12466E8	1,2709E8
Total	634	9,57903E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax-70-50 por ANCHO CARRIL

ANCHO CARRIL	Tamaño Muestra	Rango Promedio
280	132	161,83
300	229	253,373
310	111	487,5
360	162	418,509

Estadístico = 268,335 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

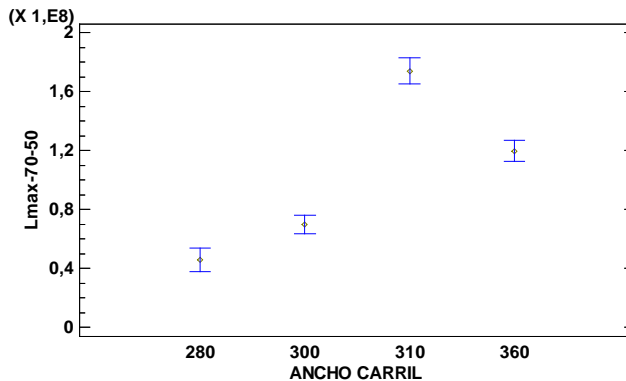
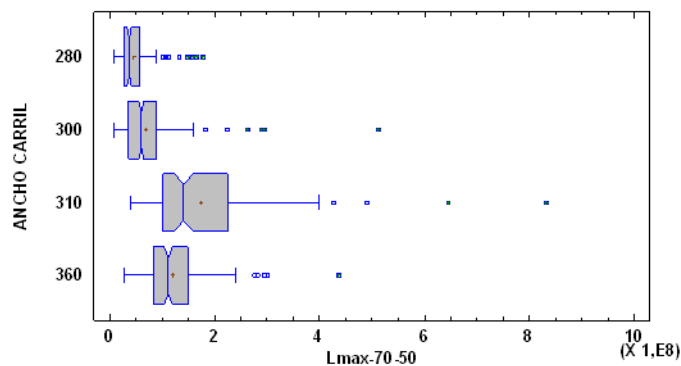


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax-70-50

Factor: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmax-70-50 por VEL LIMITE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,01806E18	2	5,09032E17	104,34	0,0000
Intra grupos	3,07843E18	631	4,87866E15		
Total (Corr.)	4,0965E18	633			

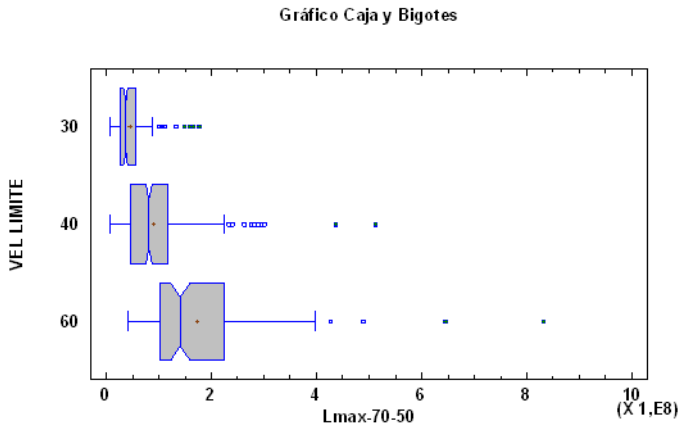
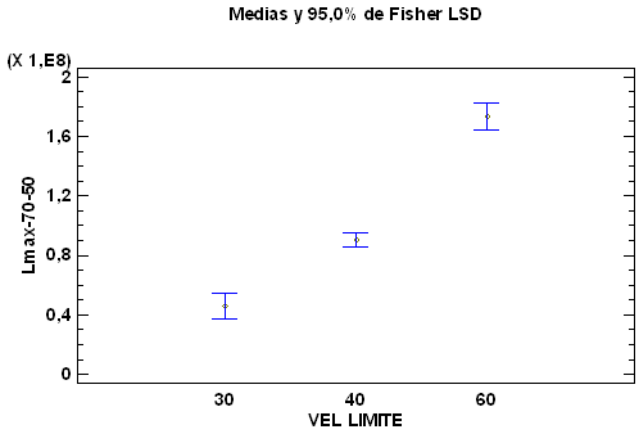
Tabla de Medias para Lmax-70-50 por VEL LIMITE con intervalos de confianza del 95,0%

			Error Est.		
VEL LIMITE	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
30	132	4,58379E7	6,07944E6	3,74124E7	5,42635E7
40	391	9,04729E7	3,53234E6	8,55774E7	9,53684E7
60	111	1,73924E8	6,62962E6	1,64736E8	1,83112E8
Total	634	9,57903E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax-70-50 por VEL LIMITE

VEL LIMITE	Tamaño Muestra	Rango Promedio
30	132	161,83
40	391	321,793
60	111	487,5

Estadístico = 191,204 Valor-P = 0



Variable dependiente: Lmax-70-50
 Factor: Localizacion
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 634
 Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Lmax-70-50 por Localizacion

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,43242E17	1	2,43242E17	39,90	0,0000
Intra grupos	3,85326E18	632	6,09693E15		
Total (Corr.)	4,0965E18	633			

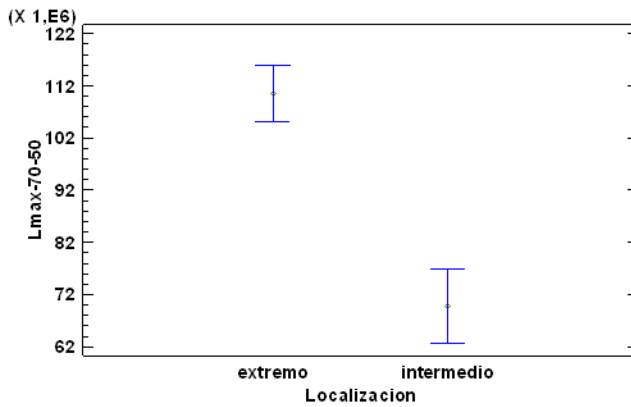
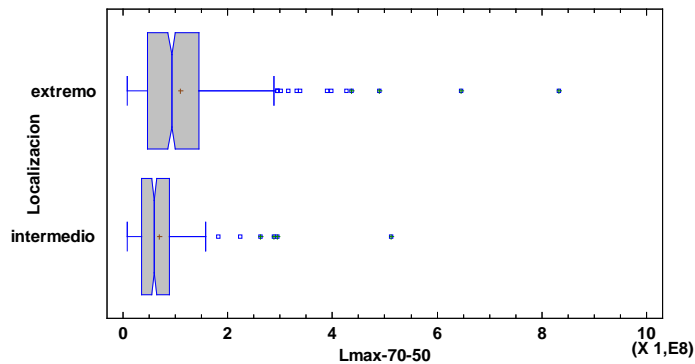
Tabla de Medias para Lmax-70-50 por Localizacion con intervalos de confianza del 95,0%

Localizacion	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
extremo	405	1,10519E8	3,87997E6	1,05142E8	1,15896E8
intermedio	229	6,97417E7	5,15986E6	6,25906E7	7,68928E7
Total	634	9,57903E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax-70-50 por Localizacion

Localizacion	Tamaño Muestra	Rango Promedio
extremo	405	353,759
intermedio	229	253,373

Estadístico = 43,9461 Valor-P = 3,37539E-11

Medias y 95,0% de Fisher LSD**Gráfico Caja y Bigotes**

Variable dependiente: Lmax-70-50
 Factor: TIPO
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 634
 Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmax-70-50 por TIPO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4,58712E15	3	1,52904E15	0,24	0,8717
Intra grupos	4,09191E18	630	6,4951E15		
Total (Corr.)	4,0965E18	633			

Tabla de Medias para Lmax-70-50 por TIPO con intervalos de confianza del 95,0%

TIPO	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
FURGONETA	116	9,15913E7	7,4828E6	8,12208E7	1,01962E8
MONOVOLUMEN	57	9,11004E7	1,06747E7	7,63063E7	1,05895E8
NORMAL	400	9,75599E7	4,02961E6	9,19753E7	1,03145E8
SUV	61	9,65535E7	1,03188E7	8,22526E7	1,10854E8
Total	634	9,57903E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax-70-50 por TIPO

TIPO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
FURGONETA	116	300,065
MONOVOLUMEN	57	301,395
NORMAL	400	325,07
SUV	61	316,066

Estadístico = 2,17902 Valor-P = 0,536088

Medias y 95,0% de Fisher LSD

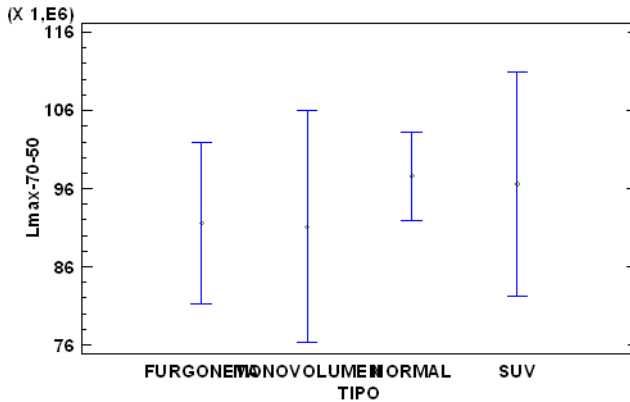
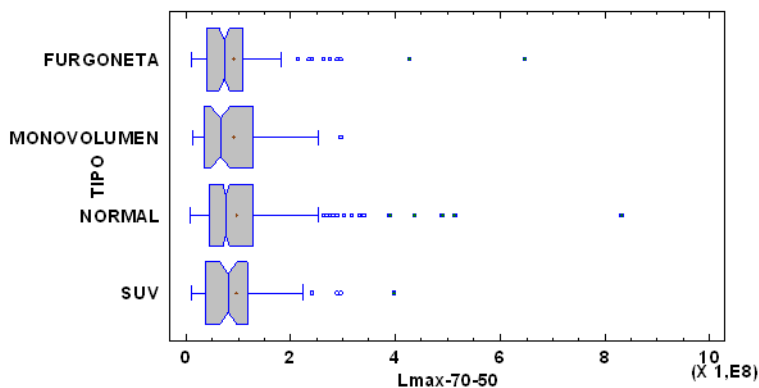


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax-70-50

Factor: VEL-70-50

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 42

Tabla ANOVA para Lmax-70-50 por VEL-70-50

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,29609E18	41	5,60023E16	18,41	0,0000
Intra grupos	1,8004E18	592	3,04122E15		
Total (Corr.)	4,0965E18	633			

Regresión Simple - Lmax-70-50 vs. VEL-70-50

Variable dependiente: Lmax-70-50

Variable independiente: VEL-70-50

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-9,88678E7	8,09487E6	-12,2136	0,0000
Pendiente	3,59167E6	143393,	25,0476	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,04074E18	1	2,04074E18	627,38	0,0000
Residuo	2,05576E18	632	3,25278E15		
Total (Corr.)	4,0965E18	633			

Coefficiente de Correlación = **0,70581**

R-cuadrada = **49,8167** porciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 49,7373 porciento

Error estándar del est. = **5,70331E7**

Error absoluto medio = **3,3859E7**

Estadístico Durbin-Watson = 1,90106 (P=**0,1065**)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0491841

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Multiplicativa	0,7994	63,90%
Curva S	-0,7926	62,82%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,7910	62,57%
Raíz Cuadrada Doble	0,7789	60,67%
Exponencial	0,7759	60,20%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,7753	60,11%
Raíz Cuadrada de Y	0,7752	60,09%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,7478	55,92%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,7449	55,48%
Doble Inverso	0,7287	53,10%
Log-Y Cuadrado-X	0,7281	53,01%
Lineal	0,7058	49,82%
Raíz Cuadrada de X	0,6996	48,94%
Cuadrado de X	0,6987	48,81%
Logaritmo de X	0,6867	47,15%
Inversa-Y Log-X	-0,6857	47,01%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,6566	43,11%
Inversa de X	-0,6409	41,08%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,5524	30,51%
Cuadrado Doble	0,4600	21,16%
Cuadrado de Y	0,4443	19,74%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,4300	18,49%
Cuadrado-Y Log-X	0,4119	16,96%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3656	13,37%
Inversa de Y	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

Fila	X	Y	Predicciones		Residuos	
			Y	Residuos	Studentizados	
9	90,0	8,31764E8	2,24382E8	6,07382E8	11,82	
30	85,0	3,38844E8	2,06424E8	1,3242E8	2,34	
39	65,0	2,69153E8	1,3459E8	1,34563E8	2,37	
63	85,0	6,45654E8	2,06424E8	4,3923E8	8,12	
75	96,0	1,25893E8	2,45932E8	-1,2004E8	-2,12	
77	96,0	1,07152E8	2,45932E8	-1,3878E8	-2,46	
89	72,0	4,2658E8	1,59732E8	2,66847E8	4,77	
94	85,0	7,58578E7	2,06424E8	-1,30566E8	-2,31	
106	90,0	3,98107E8	2,24382E8	1,73725E8	3,08	
109	111,0	1,77828E8	2,99807E8	-1,21979E8	-2,17	
110	69,0	3,89045E8	1,48957E8	2,40088E8	4,27	
120	90,0	4,89779E8	2,24382E8	2,65397E8	4,76	
133	60,0	2,34423E8	1,16632E8	1,17791E8	2,07	
160	63,0	2,81838E8	1,27407E8	1,54431E8	2,72	
162	69,0	2,95121E7	1,48957E8	-1,19445E8	-2,10	
163	96,0	9,33254E7	2,45932E8	-1,52607E8	-2,71	
166	58,0	4,36516E8	1,09449E8	3,27067E8	5,89	
260	96,0	1,09648E8	2,45932E8	-1,36284E8	-2,41	
270	69,0	3,01995E8	1,48957E8	1,53038E8	2,70	
332	90,0	5,12861E8	2,24382E8	2,88479E8	5,19	
373	58,0	2,95121E8	1,09449E8	1,85672E8	3,28	
639	55,0	2,88403E8	9,86738E7	1,89729E8	3,36	
653	69,0	2,63027E8	1,48957E8	1,1407E8	2,01	
654	58,0	2,23872E8	1,09449E8	1,14423E8	2,01	

Regresión Simple - Lmax-70-50 vs. ANCHO CARRIL

Variable dependiente: Lmax-70-50

Variable independiente: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-1,65367E8	3,27701E7	-5,04629	0,0000
Pendiente	834588,	104271,	8,00406	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	3,77037E17	1	3,77037E17	64,07	0,0000
Residuo	3,71946E18	632	5,88522E15		
Total (Corr.)	4,0965E18	633			

Coefficiente de Correlación = 0,303379

R-cuadrada = 9,20389 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 9,06022 por ciento

Error estándar del est. = 7,67152E7

Error absoluto medio = 4,89591E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,63653 (P=0,0000)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,181518

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Curva S	-0,4630	21,44%
Multiplicativa	0,4523	20,46%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,4469	19,97%
Exponencial	0,4414	19,49%
Log-Y Cuadrado-X	0,4305	18,53%
Doble Inverso	0,4224	17,84%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,4132	17,07%
Inversa-Y Log-X	-0,4130	17,06%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4082	16,67%
Inversa de Y	-0,4034	16,28%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,4027	16,22%
Raíz Cuadrada Doble	0,3974	15,79%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,3939	15,52%
Raíz Cuadrada de Y	0,3921	15,37%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,3814	14,55%
Inversa de X	-0,3227	10,42%
Logaritmo de X	0,3131	9,80%
Raíz Cuadrada de X	0,3083	9,50%
Lineal	0,3034	9,20%
Cuadrado de X	0,2937	8,62%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,1289	1,66%
Cuadrado-Y Log-X	0,1222	1,49%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,1188	1,41%
Cuadrado de Y	0,1155	1,33%
Cuadrado Doble	0,1090	1,19%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			<i>Predicciones</i>		<i>Residuos</i>
<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i>	<i>Residuos</i>	<i>Studentizados</i>
9	310,0	8,31764E8	9,3355E7	7,38409E8	10,42
18	310,0	2,95121E8	9,3355E7	2,01766E8	2,64
23	310,0	2,95121E8	9,3355E7	2,01766E8	2,64
30	310,0	3,38844E8	9,3355E7	2,45489E8	3,23
39	310,0	2,69153E8	9,3355E7	1,75798E8	2,30
49	310,0	2,69153E8	9,3355E7	1,75798E8	2,30
50	310,0	2,75423E8	9,3355E7	1,82068E8	2,38
52	310,0	2,88403E8	9,3355E7	1,95048E8	2,56
63	310,0	6,45654E8	9,3355E7	5,52299E8	7,51
71	310,0	2,63027E8	9,3355E7	1,69672E8	2,22
82	310,0	2,88403E8	9,3355E7	1,95048E8	2,56
89	310,0	4,2658E8	9,3355E7	3,33225E8	4,41
90	310,0	3,31131E8	9,3355E7	2,37776E8	3,12
98	310,0	2,51189E8	9,3355E7	1,57834E8	2,06
100	310,0	2,63027E8	9,3355E7	1,69672E8	2,22
103	310,0	3,16228E8	9,3355E7	2,22873E8	2,92
106	310,0	3,98107E8	9,3355E7	3,04752E8	4,02
110	310,0	3,89045E8	9,3355E7	2,9569E8	3,90
114	310,0	2,75423E8	9,3355E7	1,82068E8	2,38
116	310,0	2,51189E8	9,3355E7	1,57834E8	2,06
120	310,0	4,89779E8	9,3355E7	3,96424E8	5,28
130	360,0	2,95121E8	1,35084E8	1,60037E8	2,10
166	360,0	4,36516E8	1,35084E8	3,01431E8	3,99
270	360,0	3,01995E8	1,35084E8	1,66911E8	2,19
332	300,0	5,12861E8	8,50091E7	4,27852E8	5,72
373	300,0	2,95121E8	8,50091E7	2,10112E8	2,76
639	300,0	2,88403E8	8,50091E7	2,03394E8	2,67
653	300,0	2,63027E8	8,50091E7	1,78018E8	2,33

Regresión Simple - Lmax-70-50 vs. VEL LIMITE

Variable dependiente: Lmax-70-50

Variable independiente: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-8,026E7	1,24932E7	-6,42431	0,0000
Pendiente	4,25041E6	294106,	14,452	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,01752E18	1	1,01752E18	208,86	0,0000
Residuo	3,07898E18	632	4,8718E15		
Total (Corr.)	4,0965E18	633			

Coefficiente de Correlación = 0,498385

R-cuadrada = 24,8388 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 24,7199 por ciento

Error estándar del est. = 6,97983E7

Error absoluto medio = 4,59777E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,97485 (P=0,3757)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0120607

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Curva S	-0,5499	30,24%
Multiplicativa	0,5462	29,83%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,5440	29,59%
Raíz Cuadrada Doble	0,5426	29,44%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,5409	29,25%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,5397	29,13%
Raíz Cuadrada de Y	0,5391	29,07%
Exponencial	0,5337	28,48%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,5279	27,87%
Log-Y Cuadrado-X	0,5160	26,62%
Lineal	0,4984	24,84%
Raíz Cuadrada de X	0,4981	24,82%
Logaritmo de X	0,4959	24,59%
Cuadrado de X	0,4941	24,42%
Inversa de X	-0,4846	23,48%
Doble Inverso	0,4548	20,68%
Inversa-Y Log-X	-0,4402	19,38%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4303	18,51%
Inversa de Y	-0,4192	17,57%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,3955	15,64%
Cuadrado Doble	0,3331	11,10%
Cuadrado de Y	0,3289	10,82%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,3247	10,55%
Cuadrado-Y Log-X	0,3191	10,18%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3032	9,19%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
9	60,0	8,31764E8	1,74765E8	6,56999E8	10,19
30	60,0	3,38844E8	1,74765E8	1,64079E8	2,37
63	60,0	6,45654E8	1,74765E8	4,70889E8	7,03
89	60,0	4,2658E8	1,74765E8	2,51815E8	3,66
90	60,0	3,31131E8	1,74765E8	1,56366E8	2,26
103	60,0	3,16228E8	1,74765E8	1,41463E8	2,04
106	60,0	3,98107E8	1,74765E8	2,23342E8	3,24
110	60,0	3,89045E8	1,74765E8	2,1428E8	3,10
120	60,0	4,89779E8	1,74765E8	3,15014E8	4,60
130	40,0	2,95121E8	8,97566E7	2,05364E8	2,96
133	40,0	2,34423E8	8,97566E7	1,44666E8	2,08
135	40,0	2,39883E8	8,97566E7	1,50127E8	2,16
160	40,0	2,81838E8	8,97566E7	1,92082E8	2,77
166	40,0	4,36516E8	8,97566E7	3,46759E8	5,07
270	40,0	3,01995E8	8,97566E7	2,12239E8	3,06
288	40,0	2,75423E8	8,97566E7	1,85666E8	2,68
332	40,0	5,12861E8	8,97566E7	4,23105E8	6,25
373	40,0	2,95121E8	8,97566E7	2,05364E8	2,96
639	40,0	2,88403E8	8,97566E7	1,98647E8	2,86
653	40,0	2,63027E8	8,97566E7	1,7327E8	2,49

Regresión Múltiple - Lmax-70-50 (MODELO 6)

Variable dependiente: Lmax-70-50

Variables independientes:

VEL-70-50

VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-1,31908E8	1,03979E7	-12,6861	0,0000
VEL-70-50	3,14167E6	167817,	18,7209	0,0000
VEL LIMITE	1,38652E6	281250,	4,92984	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,11698E18	2	1,05849E18	337,41	0,0000
Residuo	1,97951E18	631	3,13711E15		
Total (Corr.)	4,0965E18	633			

R-cuadrada = 51,6779 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 51,5247 por ciento

Error estándar del est. = 5,60099E7

Error absoluto medio = 3,25265E7

Estadístico Durbin-Watson = 2,00788 (P=0,4605)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,00421784

Regresión Múltiple - Lmax-70-50 (MODELO 7)

Variable dependiente: Lmax-70-50

Variables independientes:

VEL-70-50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-1,0251E8	8,04178E6	-12,7472	0,0000
VEL-70-50	3,91909E6	162195,	24,1629	0,0000
d6	-2,20777E7	5,33377E6	-4,13922	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadros	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,09509E18	2	1,04754E18	330,27	0,0000
Residuo	2,00141E18	631	3,17181E15		
Total (Corr.)	4,0965E18	633			

R-cuadrada = 51,1433 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 50,9885 por ciento

Error estándar del est. = 5,63188E7

Error absoluto medio = 3,25273E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,94123 (P=0,2297)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0291935

Regresión Múltiple - Lmax-70-50 (MODELO 8 NORMAL)

Variable dependiente: Lmax-70-50

Variables independientes:

VEL-70-50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="NORMAL"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-1,13159E8	1,08378E7	-10,4411	0,0000
VEL-70-50	4,10384E6	217268,	18,8884	0,0000
d6	-2,20976E7	6,95008E6	-3,17947	0,0016

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadros	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,32393E18	2	6,61967E17	203,36	0,0000
Residuo	1,29232E18	397	3,25521E15		
Total (Corr.)	2,61625E18	399			

R-cuadrada = 50,6042 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 50,3554 por ciento

Error estándar del est. = 5,70544E7

Error absoluto medio = 3,21179E7

Estadístico Durbin-Watson = 2,03525 (P=0,6375)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0177826

Regresión Múltiple - Lmax-70-50 (MODELO 8 SUV)

Variable dependiente: Lmax-70-50

Variables independientes:

VEL-70-50

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="SUV"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-1,13865E8	2,14104E7	-5,3182	0,0000
VEL-70-50	3,91804E6	382712,	10,2376	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,29877E17	1	2,29877E17	104,81	0,0000
Residuo	1,29406E17	59	2,19332E15		
Total (Corr.)	3,59283E17	60			

R-cuadrada = 63,9822 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 63,3717 por ciento

Error estándar del est. = 4,68329E7

Error absoluto medio = 3,53366E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,50879 (P=0,0212)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,240933

Regresión Múltiple - Lmax-70-50 (MODELO 8 FURGONETA)

Variable dependiente: Lmax-70-50

Variables independientes:

VEL-70-50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="FURGONETA"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-8,28562E7	2,01057E7	-4,12104	0,0001
VEL-70-50	3,65806E6	422470,	8,65875	0,0000
d6	-2,92184E7	1,44067E7	-2,02811	0,0449

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	3,53376E17	2	1,76688E17	41,61	0,0000
Residuo	4,79873E17	113	4,24667E15		
Total (Corr.)	8,3325E17	115			

R-cuadrada = 42,4094 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 41,3901 por ciento

Error estándar del est. = 6,51665E7

Error absoluto medio = 3,50481E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,70351 (P=0,0553)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,145158

Regresión Múltiple - Lmax-70-50 (MODELO 8 MONOVOLUMEN)

Variable dependiente: Lmax-70-50

Variabes independientes:

VEL-70-50

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="MONOVOLUMEN"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-7,86839E7	1,66034E7	-4,73901	0,0000
VEL-70-50	3,19291E6	295413,	10,8083	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,92498E17	1	1,92498E17	116,82	0,0000
Residuo	9,0631E16	55	1,64784E15		
Total (Corr.)	2,83129E17	56			

R-cuadrada = 67,9895 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 67,4075 por ciento

Error estándar del est. = 4,05935E7

Error absoluto medio = 3,00233E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,65677 (P=0,0791)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,142815

Análisis estadístico

Lmin -70-50 m

Comparación de Varias Muestras

Variable dependiente: Lmin-70-50

Factor: MODERADOR

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmin-70-50 por MODERADOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,83161E16	2	9,15806E15	30,81	0,0000
Intra grupos	1,87591E17	631	2,97291E14		
Total (Corr.)	2,05907E17	633			

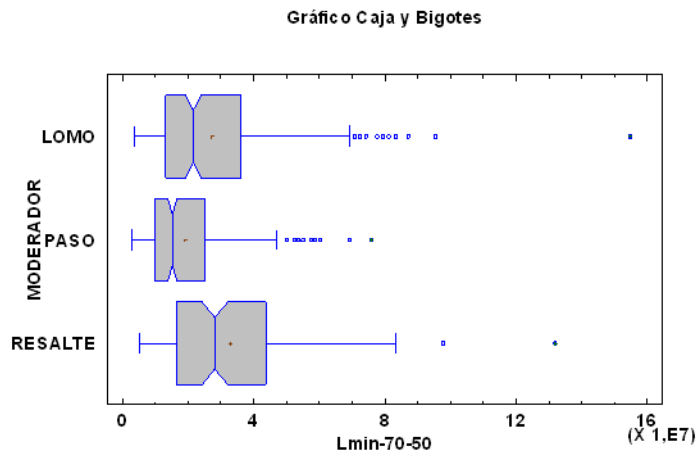
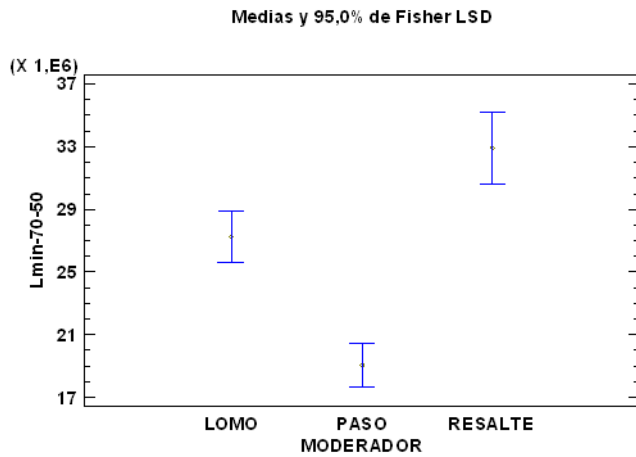
Tabla de Medias para Lmin-70-50 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%

			Error Est.		
MODERADOR	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
LOMO	224	2,7246E7	1,15204E6	2,56494E7	2,88426E7
PASO	299	1,90778E7	997138,	1,76959E7	2,04598E7
RESALTE	111	3,29068E7	1,63655E6	3,06387E7	3,51749E7
Total	634	2,43849E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin-70-50 por MODERADOR

MODERADOR	Tamaño Muestra	Rango Promedio
LOMO	224	345,384
PASO	299	263,217
RESALTE	111	407,45

Estadístico = 58,2297 Valor-P = 0



Variable dependiente: Lmin-70-50
 Factor: ANCHO CARRIL
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 634
 Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmin-70-50 por ANCHO CARRIL

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,11345E16	3	1,03782E16	37,41	0,0000
Intra grupos	1,74772E17	630	2,77416E14		
Total (Corr.)	2,05907E17	633			

Tabla de Medias para Lmin-70-50 por ANCHO CARRIL con intervalos de confianza del 95,0%

ANCHO CARRIL	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
280	132	1,37738E7	1,4497E6	1,17646E7	1,57829E7
300	229	2,18199E7	1,10065E6	2,02945E7	2,33453E7
310	111	3,29068E7	1,5809E6	3,07158E7	3,50978E7
360	162	3,08178E7	1,3086E6	2,90042E7	3,26314E7
Total	634	2,43849E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin-70-50 por ANCHO CARRIL

ANCHO CARRIL	Tamaño Muestra	Rango Promedio
280	132	184,462
300	229	296,624
310	111	407,45
360	162	393,778

Estadístico = 127,493 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

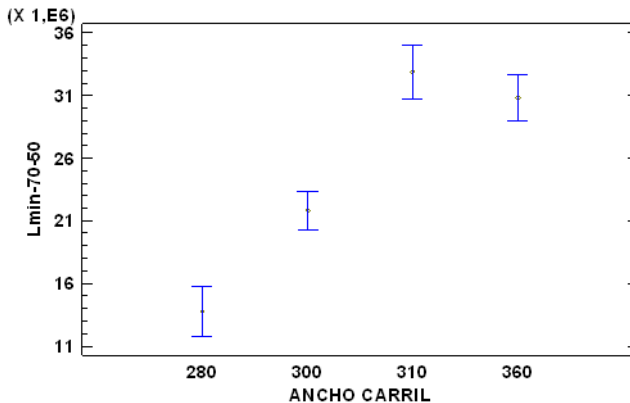
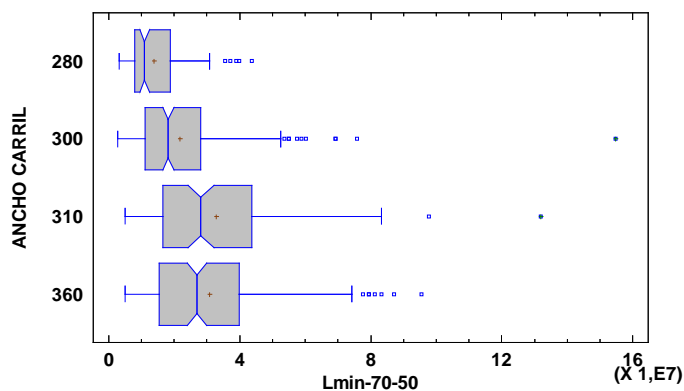


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin-70-50
 Factor: VEL LIMITE
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 634
 Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmin-70-50 por VEL LIMITE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,34527E16	2	1,17263E16	40,55	0,0000
Intra grupos	1,82454E17	631	2,89151E14		
Total (Corr.)	2,05907E17	633			

Tabla de Medias para Lmin-70-50 por VEL LIMITE con intervalos de confianza del 95,0%

VEL LIMITE	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
30	132	1,37738E7	1,48005E6	1,17226E7	1,5825E7
40	391	2,55479E7	859951,	2,43561E7	2,67397E7
60	111	3,29068E7	1,61399E6	3,06699E7	3,51436E7
Total	634	2,43849E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin-70-50 por VEL LIMITE

VEL LIMITE	Tamaño Muestra	Rango Promedio
30	132	184,462
40	391	336,877
60	111	407,45

Estadístico = 100,796 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

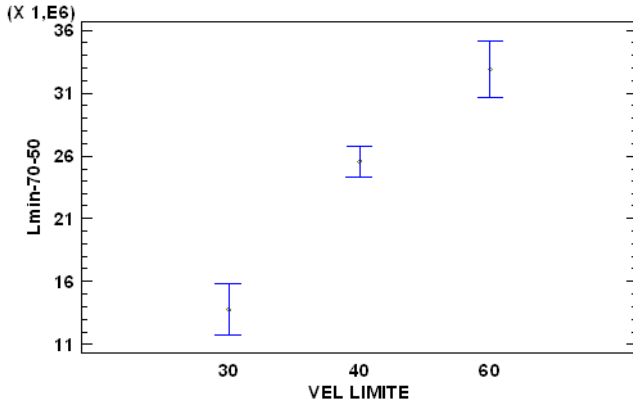
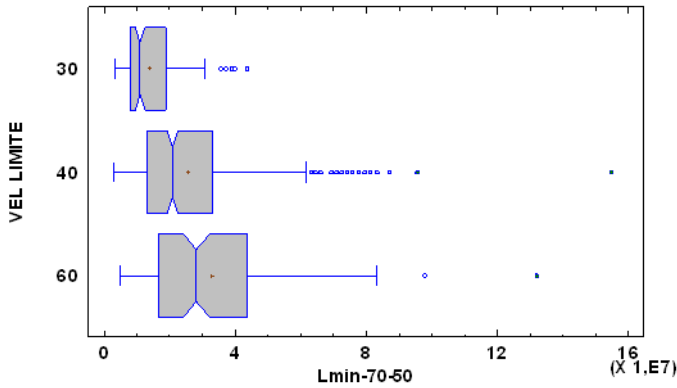


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin-70-50
 Factor: Localizacion
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 634
 Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Lmin-70-50 por Localizacion

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,35861E15	1	2,35861E15	7,32	0,0068
Intra grupos	2,03548E17	632	3,2207E14		
Total (Corr.)	2,05907E17	633			

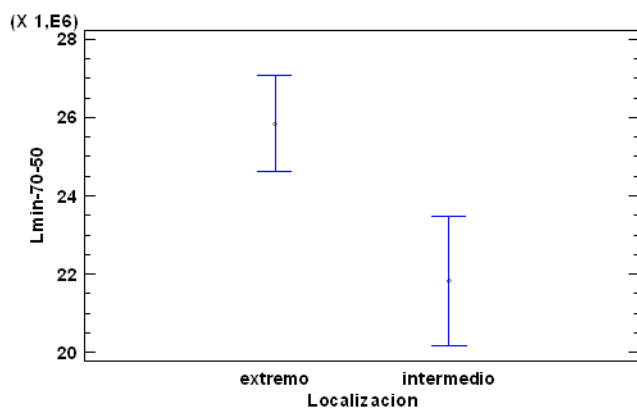
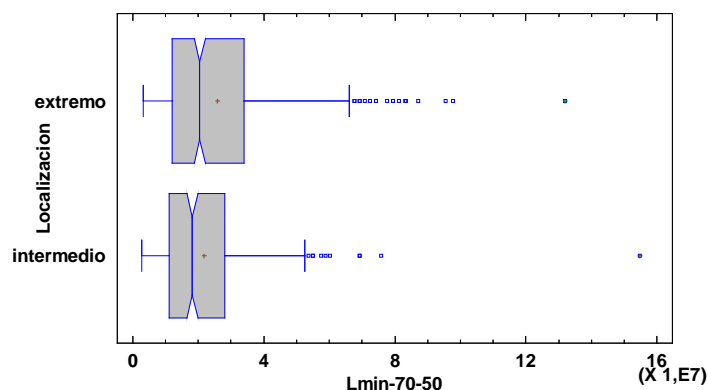
Tabla de Medias para Lmin-70-50 por Localizacion con intervalos de confianza del 95,0%

Localizacion	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
extremo	405	2,58353E7	891759,	2,45994E7	2,70712E7
intermedio	229	2,18199E7	1,18593E6	2,01763E7	2,34635E7
Total	634	2,43849E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin-70-50 por Localizacion

Localizacion	Tamaño Muestra	Rango Promedio
extremo	405	329,304
intermedio	229	296,624

Estadístico = 4,65714 Valor-P = 0,0309215

Medias y 95,0% de Fisher LSD**Gráfico Caja y Bigotes**

Variable dependiente: Lmin-70-50
 Factor: TIPO
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 634
 Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmin-70-50 por TIPO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,64734E15	3	8,82446E14	2,74	0,0428
Intra grupos	2,03259E17	630	3,22634E14		
Total (Corr.)	2,05907E17	633			

Tabla de Medias para Lmin-70-50 por TIPO con intervalos de confianza del 95,0%

TIPO	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
FURGONETA	116	2,03548E7	1,66773E6	1,80434E7	2,26661E7
MONOVOLUMEN	57	2,75921E7	2,37913E6	2,42948E7	3,08893E7
NORMAL	400	2,49829E7	898101,	2,37382E7	2,62275E7
SUV	61	2,5131E7	2,2998E6	2,19437E7	2,83183E7
Total	634	2,43849E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin-70-50 por TIPO

TIPO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
FURGONETA	116	275,207
MONOVOLUMEN	57	329,228
NORMAL	400	327,82
SUV	61	319,295

Estadístico = 7,695 Valor-P = 0,0527528

Medias y 95,0% de Fisher LSD

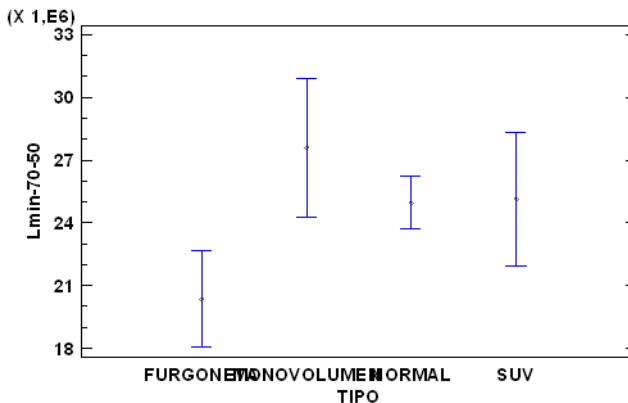
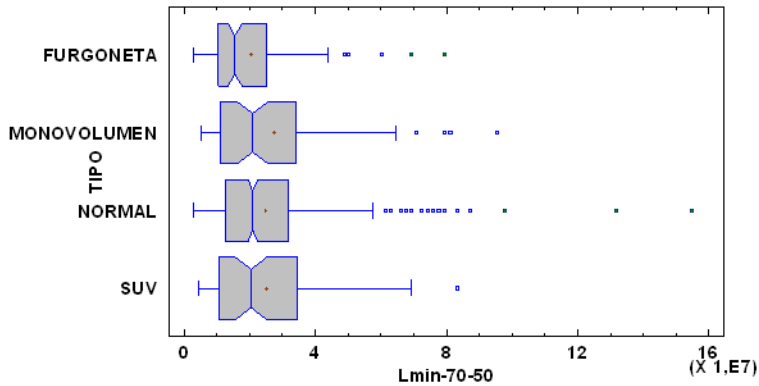


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin-70-50
 Factor: VEL-70-50
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 634
 Número de niveles: 42

Tabla ANOVA para Lmin-70-50 por VEL-70-50

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5,99269E16	41	1,46163E15	5,93	0,0000
Intra grupos	1,4598E17	592	2,46588E14		
Total (Corr.)	2,05907E17	633			

Regresión Simple - Lmin-70-50 vs. VEL-70-50

Variable dependiente: Lmin-70-50
 Variable independiente: VEL-70-50
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-5,9816E6	2,23165E6	-2,68035	0,0074
Pendiente	560297,	39531,6	14,1734	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,9663E16	1	4,9663E16	200,89	0,0000
Residuo	1,56244E17	632	2,47221E14		
Total (Corr.)	2,05907E17	633			

Coefficiente de Correlación = 0,491113

R-cuadrada = 24,1192 porciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 23,9991 porciento

Error estándar del est. = 1,57233E7

Error absoluto medio = 1,13824E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,95309 (P=0,2774)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0234365

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Raíz Cuadrada Doble	0,5078	25,78%
Multiplicativa	0,5059	25,60%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,5054	25,55%
Raíz Cuadrada de Y	0,5052	25,53%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,5039	25,39%
Exponencial	0,4972	24,72%
Curva S	-0,4947	24,47%
Lineal	0,4911	24,12%
Raíz Cuadrada de X	0,4894	23,95%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,4866	23,68%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,4854	23,57%
Logaritmo de X	0,4829	23,32%
Cuadrado de X	0,4807	23,11%
Log-Y Cuadrado-X	0,4713	22,21%
Inversa de X	-0,4554	20,74%
Doble Inverso	0,4525	20,48%
Inversa-Y Log-X	-0,4475	20,03%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4384	19,22%
Cuadrado Doble	0,4075	16,61%
Cuadrado de Y	0,4035	16,28%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,3953	15,63%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,3911	15,30%
Cuadrado-Y Log-X	0,3833	14,69%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3488	12,16%
Inversa de Y	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

Fila	X	Y	Predicciones		Residuos
			Y	Residuos	Studentizados
9	90,0	1,31826E8	4,44451E7	8,73805E7	5,72
21	96,0	1,41254E7	4,78069E7	-3,36815E7	-2,16
63	85,0	7,94328E7	4,16436E7	3,77892E7	2,42
67	76,0	6,91831E7	3,6601E7	3,25821E7	2,08
71	120,0	2,95121E7	6,1254E7	-3,1742E7	-2,05
83	58,0	6,45654E7	2,65156E7	3,80498E7	2,43
98	80,0	9,77237E7	3,88422E7	5,88816E7	3,80
106	90,0	8,31764E7	4,44451E7	3,87312E7	2,49
114	85,0	8,31764E7	4,16436E7	4,15327E7	2,66
133	60,0	8,12831E7	2,76362E7	5,36468E7	3,44
140	39,0	5,24807E7	1,587E7	3,66108E7	2,34
146	60,0	7,07946E7	2,76362E7	4,31584E7	2,76
159	72,0	8,70964E7	3,43598E7	5,27366E7	3,39
189	80,0	9,54993E7	3,88422E7	5,66571E7	3,65
203	69,0	7,76247E7	3,26789E7	4,49458E7	2,88
209	69,0	6,60693E7	3,26789E7	3,33904E7	2,13
212	85,0	7,94328E7	4,16436E7	3,77892E7	2,42
214	60,0	7,24436E7	2,76362E7	4,48074E7	2,87
235	69,0	8,31764E7	3,26789E7	5,04975E7	3,24
253	80,0	7,24436E6	3,88422E7	-3,15978E7	-2,02
260	96,0	8,51138E6	4,78069E7	-3,92955E7	-2,53
261	72,0	7,94328E7	3,43598E7	4,5073E7	2,89
286	69,0	7,4131E7	3,26789E7	4,14521E7	2,65
288	90,0	1,1749E7	4,44451E7	-3,26962E7	-2,10
332	90,0	1,54882E8	4,44451E7	1,10437E8	7,35
373	58,0	6,91831E7	2,65156E7	4,26675E7	2,73
530	38,0	5,7544E7	1,53097E7	4,22343E7	2,70
533	36,0	5,24807E7	1,41891E7	3,82917E7	2,45
575	48,0	5,49541E7	2,09127E7	3,40414E7	2,17
582	58,0	5,88844E7	2,65156E7	3,23687E7	2,07
607	44,0	5,37032E7	1,86715E7	3,50317E7	2,24
639	55,0	6,0256E7	2,48347E7	3,54212E7	2,26
653	69,0	7,58578E7	3,26789E7	4,31789E7	2,76
654	58,0	6,91831E7	2,65156E7	4,26675E7	2,73
668	46,0	5,49541E7	1,97921E7	3,5162E7	2,25

Regresión Simple - Lmin-70-50 vs. ANCHO CARRIL

Variable dependiente: Lmin-70-50

Variable independiente: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b * X$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-3,3424E7	7,35631E6	-4,54358	0,0000
Pendiente	184741,	23406,9	7,8926	0,0000

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1,84743E16	1	1,84743E16	62,29	0,0000
Residuo	1,87432E17	632	2,9657E14		
Total (Corr.)	2,05907E17	633			

Coefficiente de Correlación = 0,299536

R-cuadrada = 8,97216 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 8,82813 por ciento

Error estándar del est. = 1,72212E7

Error absoluto medio = 1,23236E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,91581 (P=0,1446)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0420368

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Curva S	-0,3636	13,22%
Multiplicativa	0,3553	12,63%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,3512	12,33%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,3485	12,14%
Exponencial	0,3470	12,04%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,3408	11,62%
Log-Y Cuadrado-X	0,3386	11,47%
Raíz Cuadrada Doble	0,3369	11,35%
Raíz Cuadrada de Y	0,3330	11,09%
Doble Inverso	0,3302	10,90%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,3253	10,58%
Inversa-Y Log-X	-0,3223	10,39%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,3184	10,14%
Inversa de Y	-0,3144	9,89%
Inversa de X	-0,3132	9,81%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,3066	9,40%
Logaritmo de X	0,3064	9,39%
Raíz Cuadrada de X	0,3030	9,18%
Lineal	0,2995	8,97%
Cuadrado de X	0,2926	8,56%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,2050	4,20%
Cuadrado-Y Log-X	0,2003	4,01%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,1979	3,91%
Cuadrado de Y	0,1954	3,82%
Cuadrado Doble	0,1906	3,63%

Residuos Atípicos

			<i>Predicciones</i>		<i>Residuos</i>
<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i>	<i>Residuos</i>	<i>Studentizados</i>
9	310,0	1,31826E8	2,38458E7	1,0798E8	6,48
17	310,0	6,76083E7	2,38458E7	4,37625E7	2,55
18	310,0	6,30957E7	2,38458E7	3,92499E7	2,29
63	310,0	7,94328E7	2,38458E7	5,5587E7	3,25
67	310,0	6,91831E7	2,38458E7	4,53373E7	2,65
82	310,0	6,76083E7	2,38458E7	4,37625E7	2,55
83	310,0	6,45654E7	2,38458E7	4,07196E7	2,38
98	310,0	9,77237E7	2,38458E7	7,38779E7	4,35
100	310,0	6,30957E7	2,38458E7	3,92499E7	2,29
106	310,0	8,31764E7	2,38458E7	5,93305E7	3,48
109	310,0	6,91831E7	2,38458E7	4,53373E7	2,65
114	310,0	8,31764E7	2,38458E7	5,93305E7	3,48
120	310,0	6,60693E7	2,38458E7	4,22235E7	2,46
133	360,0	8,12831E7	3,30829E7	4,82001E7	2,82
146	360,0	7,07946E7	3,30829E7	3,77117E7	2,20
159	360,0	8,70964E7	3,30829E7	5,40135E7	3,17
189	360,0	9,54993E7	3,30829E7	6,24164E7	3,67
203	360,0	7,76247E7	3,30829E7	4,45418E7	2,61
212	360,0	7,94328E7	3,30829E7	4,63499E7	2,71
214	360,0	7,24436E7	3,30829E7	3,93607E7	2,30
235	360,0	8,31764E7	3,30829E7	5,00935E7	2,93
261	360,0	7,94328E7	3,30829E7	4,63499E7	2,71
286	360,0	7,4131E7	3,30829E7	4,10481E7	2,40
332	300,0	1,54882E8	2,19984E7	1,32883E8	8,11
373	300,0	6,91831E7	2,19984E7	4,71847E7	2,76
530	300,0	5,7544E7	2,19984E7	3,55456E7	2,07
582	300,0	5,88844E7	2,19984E7	3,68859E7	2,15
639	300,0	6,0256E7	2,19984E7	3,82575E7	2,23
653	300,0	7,58578E7	2,19984E7	5,38593E7	3,15
654	300,0	6,91831E7	2,19984E7	4,71847E7	2,76

Regresión Simple - Lmin-70-50 vs. VEL LIMITE

Variable dependiente: Lmin-70-50

Variable independiente: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	171634,	3,07605E6	0,0557968	0,9555
Pendiente	584586,	72414,5	8,07277	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,92476E16	1	1,92476E16	65,17	0,0000
Residuo	1,86659E17	632	2,95347E14		
Total (Corr.)	2,05907E17	633			

Coefficiente de Correlación = 0,305741

R-cuadrada = 9,34774 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 9,2043 por ciento

Error estándar del est. = 1,71857E7

Error absoluto medio = 1,24074E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,92082 (P=0,1594)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0394301

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Curva S	-0,3822	14,61%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,3664	13,42%
Multiplicativa	0,3656	13,37%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,3552	12,61%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,3523	12,41%
Doble Inverso	0,3489	12,17%
Exponencial	0,3439	11,82%
Raíz Cuadrada Doble	0,3432	11,78%
Raíz Cuadrada de Y	0,3331	11,10%
Inversa de X	-0,3322	11,04%
Inversa-Y Log-X	-0,3317	11,00%
Logaritmo de X	0,3213	10,33%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,3212	10,32%
Log-Y Cuadrado-X	0,3206	10,28%
Raíz Cuadrada de X	0,3140	9,86%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,3122	9,75%
Inversa de Y	-0,3100	9,61%
Lineal	0,3057	9,35%
Cuadrado de X	0,2883	8,31%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,2871	8,24%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,2324	5,40%
Cuadrado-Y Log-X	0,2275	5,18%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,2236	5,00%
Cuadrado de Y	0,2191	4,80%
Cuadrado Doble	0,2090	4,37%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
9	60,0	1,31826E8	3,52468E7	9,65789E7	5,78
63	60,0	7,94328E7	3,52468E7	4,41861E7	2,59
98	60,0	9,77237E7	3,52468E7	6,2477E7	3,69
106	60,0	8,31764E7	3,52468E7	4,79296E7	2,82
114	60,0	8,31764E7	3,52468E7	4,79296E7	2,82
133	40,0	8,12831E7	2,35551E7	5,7728E7	3,39
135	40,0	6,30957E7	2,35551E7	3,95407E7	2,31
146	40,0	7,07946E7	2,35551E7	4,72395E7	2,77
159	40,0	8,70964E7	2,35551E7	6,35413E7	3,74
189	40,0	9,54993E7	2,35551E7	7,19442E7	4,25
199	40,0	6,45654E7	2,35551E7	4,10104E7	2,40
203	40,0	7,76247E7	2,35551E7	5,40697E7	3,17
209	40,0	6,60693E7	2,35551E7	4,25143E7	2,49
212	40,0	7,94328E7	2,35551E7	5,58778E7	3,28
214	40,0	7,24436E7	2,35551E7	4,88885E7	2,86
221	40,0	6,16595E7	2,35551E7	3,81044E7	2,23
235	40,0	8,31764E7	2,35551E7	5,96213E7	3,50
261	40,0	7,94328E7	2,35551E7	5,58778E7	3,28
286	40,0	7,4131E7	2,35551E7	5,0576E7	2,96
332	40,0	1,54882E8	2,35551E7	1,31327E8	8,02
373	40,0	6,91831E7	2,35551E7	4,5628E7	2,67
582	40,0	5,88844E7	2,35551E7	3,53293E7	2,06
639	40,0	6,0256E7	2,35551E7	3,67009E7	2,14
653	40,0	7,58578E7	2,35551E7	5,23027E7	3,07
654	40,0	6,91831E7	2,35551E7	4,5628E7	2,67

Regresión Múltiple - Lmin-70-50 (MODELO 10)

Variable dependiente: Lmin-70-50

Variables independientes:

VEL-70-50

d6

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-7,31382E6	2,08059E6	-3,51526	0,0004
VEL-70-50	652761,	42051,7	15,5228	0,0000
d6	-6,13151E6	1,38422E6	-4,42958	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5,98533E16	2	2,99266E16	127,02	0,0000
Residuo	1,64686E17	699	2,35602E14		
Total (Corr.)	2,24539E17	701			

R-cuadrada = 26,6561 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 26,4462 por ciento

Error estándar del est. = 1,53493E7

Error absoluto medio = 1,11126E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,95552 (P=0,2779)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,022123

Análisis estadístico

Leq +20 m

Comparación de Varias Muestras

Variable dependiente: Leq 20

Factor: MODERADOR

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Leq 20 por MODERADOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9,4776E16	2	4,7388E16	141,50	0,0000
Intra grupos	2,1132E17	631	3,3489E14		
Total (Corr.)	3,0609E17	633			

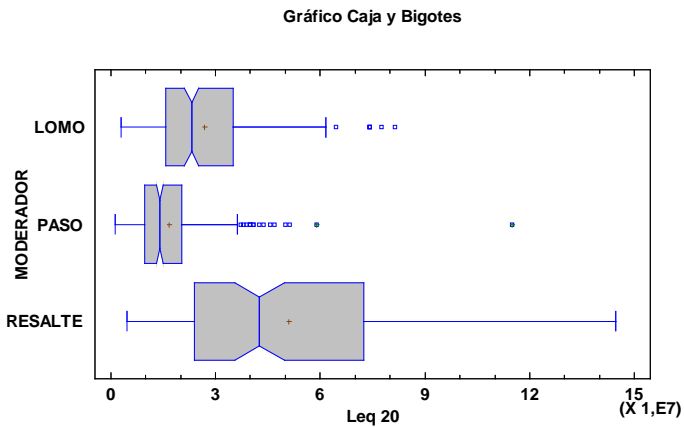
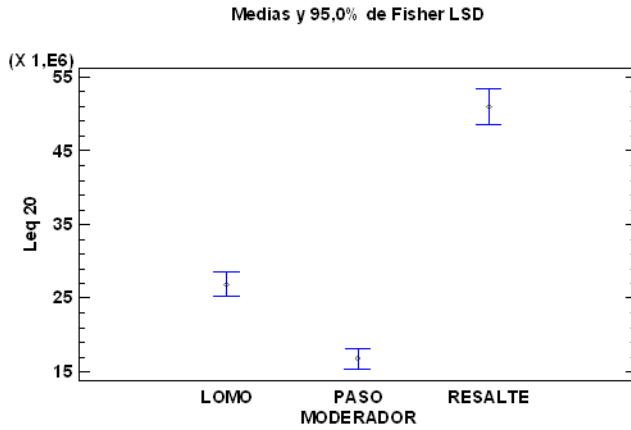
Tabla de Medias para Leq 20 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%

			Error Est.		
MODERADOR	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
LOMO	224	2,69247E7	1,22273E6	2,52301E7	2,86193E7
PASO	299	1,67874E7	1,05833E6	1,53207E7	1,82542E7
RESALTE	111	5,09844E7	1,73698E6	4,85771E7	5,33917E7
Total	634	2,63562E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 20 por MODERADOR

MODERADOR	Tamaño Muestra	Rango Promedio
LOMO	224	358,254
PASO	299	226,503
RESALTE	111	480,374

Estadístico = 172,679 Valor-P = 0



Variable dependiente: Leq20

Factor: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Leq20 por ANCHO CARRIL

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9,06821E16	3	3,02274E16	88,40	0,0000
Intra grupos	2,15413E17	630	3,41926E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

Tabla de Medias para Leq20 por ANCHO CARRIL con intervalos de confianza del 95,0%

ANCHO CARRIL	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
280	132	1,47483E7	1,60946E6	1,25178E7	1,69789E7
300	229	2,14404E7	1,22194E6	1,97469E7	2,31339E7
310	111	5,09844E7	1,75511E6	4,8552E7	5,34168E7
360	162	2,58885E7	1,45281E6	2,3875E7	2,7902E7
Total	634	2,63562E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq20 por ANCHO CARRIL

ANCHO CARRIL	Tamaño Muestra	Rango Promedio
280	132	187,473
300	229	292,642
310	111	480,374
360	162	346,988

Estadístico = 162,728 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

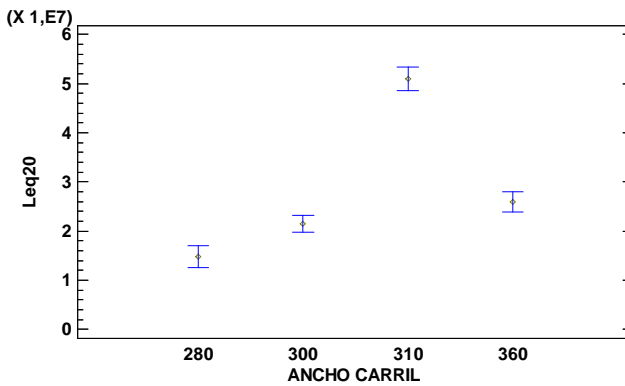
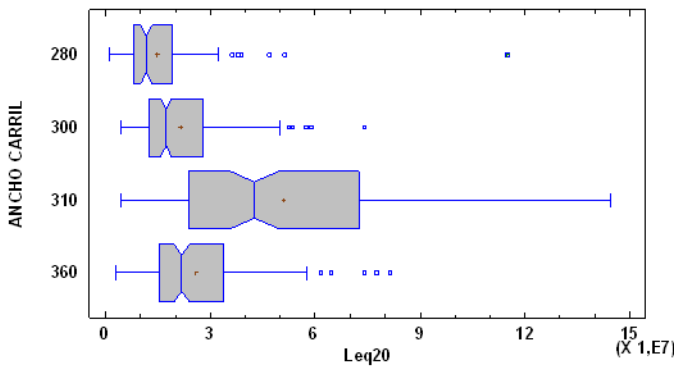


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq20

Factor: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Leq20 por VEL LIMITE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,88049E16	2	4,44024E16	128,94	0,0000
Intra grupos	2,17291E17	631	3,44359E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

Tabla de Medias para Leq20 por VEL LIMITE con intervalos de confianza del 95,0%

VEL LIMITE	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
30	132	1,47483E7	1,61517E6	1,25099E7	1,69868E7
40	391	2,32833E7	938464,	2,19827E7	2,4584E7
60	111	5,09844E7	1,76134E6	4,85433E7	5,34255E7
Total	634	2,63562E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq20 por VEL LIMITE

VEL LIMITE	Tamaño Muestra	Rango Promedio
30	132	187,473
40	391	315,159
60	111	480,374

Estadístico = 154,375 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

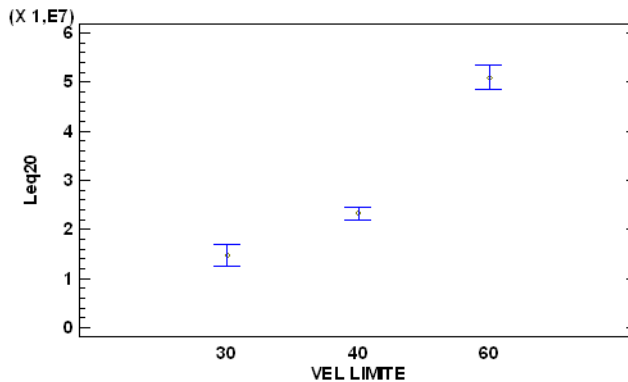
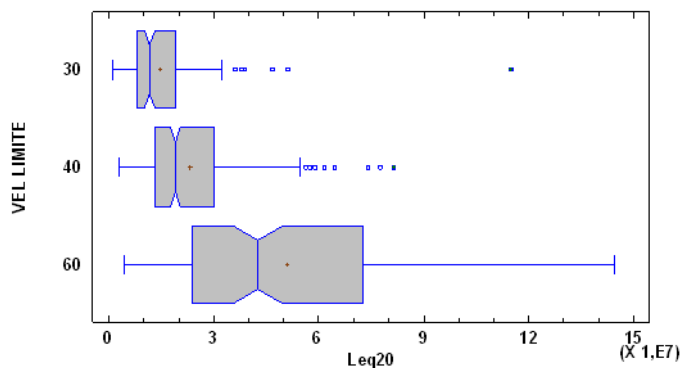


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq20

Factor: Localizacion

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Leq20 por Localizacion

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,66286E15	1	8,66286E15	18,41	0,0000
Intra grupos	2,97433E17	632	4,70621E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

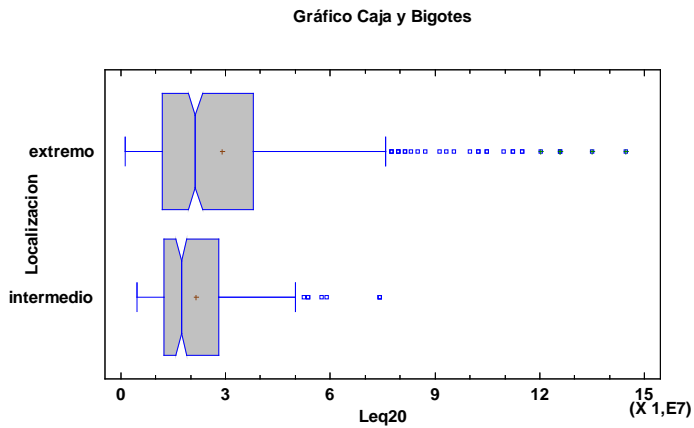
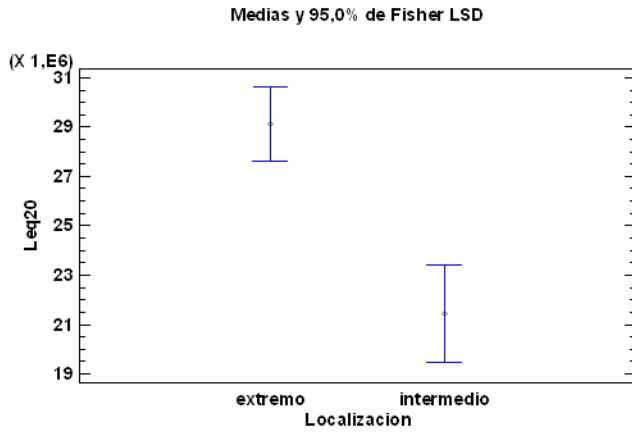
Tabla de Medias para Leq20 por Localizacion con intervalos de confianza del 95,0%

Localizacion	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
extremo	405	2,91358E7	1,07797E6	2,76418E7	3,06297E7
intermedio	229	2,14404E7	1,43357E6	1,94536E7	2,34272E7
Total	634	2,63562E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq20 por Localizacion

Localizacion	Tamaño Muestra	Rango Promedio
extremo	405	331,556
intermedio	229	292,642

Estadístico = 6,6036 Valor-P = 0,0101753



Variable dependiente: Leq20

Factor: TIPO

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Leq20 por TIPO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,66237E15	3	5,54122E14	1,15	0,3295
Intra grupos	3,04433E17	630	4,83227E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

Tabla de Medias para Leq20 por TIPO con intervalos de confianza del 95,0%

TIPO	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
FURGONETA	116	2,9069E7	2,04102E6	2,62403E7	3,18976E7
MONOVOLUMEN	57	2,51585E7	2,91164E6	2,11232E7	2,91938E7
NORMAL	400	2,5378E7	1,09912E6	2,38547E7	2,69012E7
SUV	61	2,87315E7	2,81456E6	2,48308E7	3,26322E7
Total	634	2,63562E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq20 por TIPO

TIPO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
FURGONETA	116	331,97
MONOVOLUMEN	57	317,132
NORMAL	400	307,55
SUV	61	355,574

Estadístico = 4,54088 Valor-P = 0,208669

Medias y 95,0% de Fisher LSD

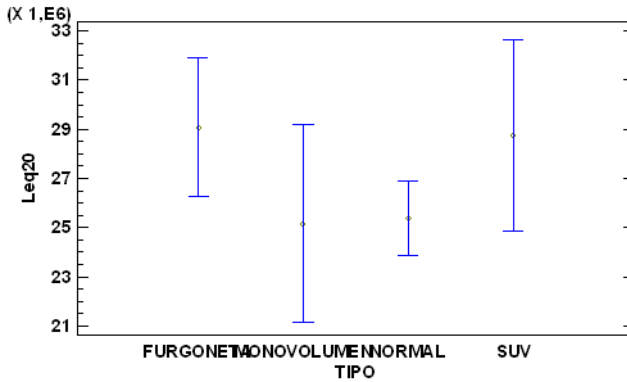
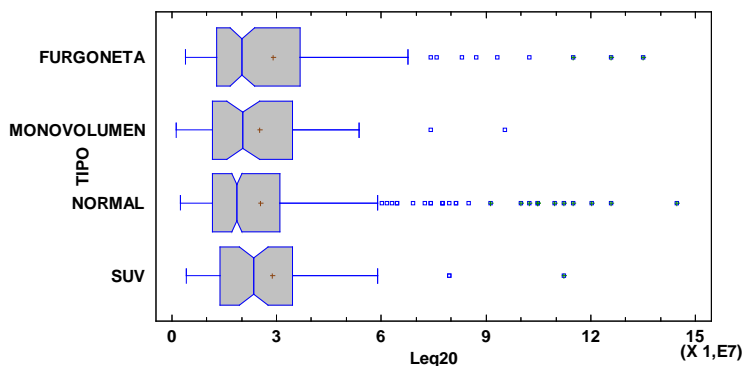


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq20

Factor: VEL+20

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 42

Tabla ANOVA para Leq20 por VEL+20

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,82159E17	41	4,44289E15	21,22	0,0000
Intra grupos	1,23937E17	592	2,09353E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

Regresión Simple - Leq20 vs. VEL+20

Variable dependiente: Leq20

Variable independiente: VEL+20

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-2,4693E7	1,9695E6	-12,5377	0,0000
Pendiente	1,25306E6	46096,6	27,1833	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,64985E17	1	1,64985E17	738,93	0,0000
Residuo	1,41111E17	632	2,23276E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

Coefficiente de Correlación = 0,734166

R-cuadrada = 53,9 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 53,827 por ciento

Error estándar del est. = 1,49424E7

Error absoluto medio = 1,0182E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,78389 (P=0,0033)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,107931

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada de Y	0,7558	57,12%
Cuadrado de X	0,7514	56,45%
Raíz Cuadrada Doble	0,7496	56,19%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,7489	56,08%
Multiplicativa	0,7389	54,59%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,7381	54,48%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,7374	54,37%
Lineal	0,7342	53,90%
Exponencial	0,7312	53,47%
Curva S	-0,7219	52,11%
Raíz Cuadrada de X	0,7163	51,31%
Log-Y Cuadrado-X	0,6998	48,98%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,6963	48,48%
Logaritmo de X	0,6930	48,03%
Cuadrado Doble	0,6746	45,51%
Inversa de X	-0,6338	40,17%
Cuadrado de Y	0,6253	39,09%
Doble Inverso	0,5979	35,74%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,5935	35,23%
Inversa-Y Log-X	-0,5684	32,31%
Cuadrado-Y Log-X	0,5586	31,21%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,5471	29,94%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,4838	23,41%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,4650	21,62%
Inversa de Y	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			<i>Predicciones</i>		<i>Residuos</i>
<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i>	<i>Residuos</i>	<i>Studentizados</i>
6	76,0	1,02329E8	7,05393E7	3,179E7	2,15
8	63,0	1,90546E7	5,42496E7	-3,5195E7	-2,37
9	58,0	1,04713E8	4,79843E7	5,67286E7	3,85
30	72,0	1,25893E8	6,55271E7	6,03654E7	4,11
49	72,0	1,02329E8	6,55271E7	3,68022E7	2,49
52	72,0	1,12202E8	6,55271E7	4,66748E7	3,16
53	72,0	1,14815E8	6,55271E7	4,92883E7	3,34
60	63,0	8,51138E7	5,42496E7	3,08642E7	2,08
63	96,0	1,34896E8	9,56005E7	3,92958E7	2,68
65	65,0	9,33254E7	5,67557E7	3,65697E7	2,47
75	63,0	2,34423E7	5,42496E7	-3,08073E7	-2,07
82	63,0	1,09648E8	5,42496E7	5,53982E7	3,76
86	76,0	1,44544E8	7,05393E7	7,40047E7	5,08
89	63,0	1,25893E8	5,42496E7	7,1643E7	4,90
90	69,0	1,E8	6,17679E7	3,82321E7	2,58
98	72,0	1,12202E8	6,55271E7	4,66748E7	3,16
102	60,0	8,31764E7	5,04904E7	3,2686E7	2,20
103	69,0	1,20226E8	6,17679E7	5,84585E7	3,98
150	58,0	9,54993E6	4,79843E7	-3,84344E7	-2,59
162	72,0	2,18776E7	6,55271E7	-4,36495E7	-2,96
164	58,0	1,12202E7	4,79843E7	-3,67641E7	-2,48
165	58,0	1,41254E7	4,79843E7	-3,38589E7	-2,28
166	39,0	8,12831E7	2,41762E7	5,71068E7	3,87
168	58,0	1,8197E7	4,79843E7	-2,97873E7	-2,00
169	50,0	7,76247E7	3,79598E7	3,96649E7	2,67
182	69,0	2,75423E7	6,17679E7	-3,42256E7	-2,31
213	34,0	5,49541E7	1,79109E7	3,70432E7	2,49
222	58,0	1,62181E7	4,79843E7	-3,17662E7	-2,14
231	34,0	5,62341E7	1,79109E7	3,83232E7	2,58
297	72,0	3,23594E7	6,55271E7	-3,31677E7	-2,24
332	45,0	7,4131E7	3,16945E7	4,24365E7	2,86
367	41,0	7,4131E7	2,66823E7	4,74487E7	3,20
373	46,0	7,4131E7	3,29476E7	4,11834E7	2,77
451	31,0	1,14815E8	1,41517E7	1,00664E8	7,00
474	31,0	4,67735E7	1,41517E7	3,26218E7	2,19

Regresión Simple - Leq20 vs. ANCHO CARRIL

Variable dependiente: Leq20

Variable independiente: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-4,53429E6	9,31947E6	-0,48654	0,6266
Pendiente	98717,6	29653,5	3,32904	0,0009

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	5,27507E15	1	5,27507E15	11,08	0,0009
Residuo	3,00821E17	632	4,75982E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

Coefficiente de Correlación = 0,131276

R-cuadrada = 1,72334 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 1,56784 por ciento

Error estándar del est. = 2,1817E7

Error absoluto medio = 1,51698E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,44997 (P=0,0000)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,274714

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Curva S	-0,2462	6,06%
Doble Inverso	0,2416	5,84%
Multiplicativa	0,2326	5,41%
Inversa-Y Log-X	-0,2301	5,29%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,2259	5,10%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,2244	5,03%
Exponencial	0,2193	4,81%
Inversa de Y	-0,2187	4,78%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,2078	4,32%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,2063	4,26%
Log-Y Cuadrado-X	0,2063	4,26%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,1930	3,73%
Raíz Cuadrada Doble	0,1864	3,48%
Raíz Cuadrada de Y	0,1799	3,24%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,1672	2,79%
Inversa de X	-0,1562	2,44%
Logaritmo de X	0,1436	2,06%
Raíz Cuadrada de X	0,1374	1,89%
Lineal	0,1313	1,72%
Cuadrado de X	0,1193	1,42%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,0712	0,51%
Cuadrado-Y Log-X	0,0607	0,37%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,0556	0,31%
Cuadrado de Y	0,0505	0,26%
Cuadrado Doble	0,0406	0,16%

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
6	310,0	1,02329E8	2,60682E7	7,62611E7	3,53
9	310,0	1,04713E8	2,60682E7	7,86447E7	3,64
17	310,0	9,12011E7	2,60682E7	6,51329E7	3,01
18	310,0	9,54993E7	2,60682E7	6,94311E7	3,21
21	310,0	7,24436E7	2,60682E7	4,63754E7	2,13
22	310,0	8,70964E7	2,60682E7	6,10282E7	2,81
30	310,0	1,25893E8	2,60682E7	9,98244E7	4,65
39	310,0	7,76247E7	2,60682E7	5,15566E7	2,37
49	310,0	1,02329E8	2,60682E7	7,62611E7	3,53
52	310,0	1,12202E8	2,60682E7	8,61337E7	4,00
53	310,0	1,14815E8	2,60682E7	8,87472E7	4,12
60	310,0	8,51138E7	2,60682E7	5,90457E7	2,72
63	310,0	1,34896E8	2,60682E7	1,08828E8	5,09
65	310,0	9,33254E7	2,60682E7	6,72573E7	3,11
67	310,0	7,94328E7	2,60682E7	5,33647E7	2,46
71	310,0	7,58578E7	2,60682E7	4,97896E7	2,29
77	310,0	7,76247E7	2,60682E7	5,15566E7	2,37
82	310,0	1,09648E8	2,60682E7	8,35797E7	3,88
86	310,0	1,44544E8	2,60682E7	1,18476E8	5,56
89	310,0	1,25893E8	2,60682E7	9,98244E7	4,65
90	310,0	1,E8	2,60682E7	7,39318E7	3,42
97	310,0	7,94328E7	2,60682E7	5,33647E7	2,46
98	310,0	1,12202E8	2,60682E7	8,61337E7	4,00
102	310,0	8,31764E7	2,60682E7	5,71082E7	2,63
103	310,0	1,20226E8	2,60682E7	9,41583E7	4,38
110	310,0	8,12831E7	2,60682E7	5,52149E7	2,54
114	310,0	7,94328E7	2,60682E7	5,33647E7	2,46
120	310,0	1,04713E8	2,60682E7	7,86447E7	3,64
166	360,0	8,12831E7	3,1004E7	5,0279E7	2,32
169	360,0	7,76247E7	3,1004E7	4,66207E7	2,15
332	300,0	7,4131E7	2,5081E7	4,905E7	2,26
367	300,0	7,4131E7	2,5081E7	4,905E7	2,26
373	300,0	7,4131E7	2,5081E7	4,905E7	2,26
451	280,0	1,14815E8	2,31066E7	9,17087E7	4,27

Regresión Simple - Leq20 vs. VEL LIMITE

Variable dependiente: Leq20

Variable independiente: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-2,51197E7	3,33269E6	-7,53736	0,0000
Pendiente	1,24279E6	78456,0	15,8406	0,0000

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	8,69916E16	1	8,69916E16	250,93	0,0000
Residuo	2,19104E17	632	3,46683E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

Coefficiente de Correlación = 0,533102

R-cuadrada = 28,4198 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 28,3065 por ciento

Error estándar del est. = 1,86194E7

Error absoluto medio = 1,2977E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,97407 (P=0,3720)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0111731

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada de Y	0,5387	29,02%
Cuadrado de X	0,5383	28,98%
Raíz Cuadrada Doble	0,5370	28,84%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,5367	28,81%
Lineal	0,5331	28,42%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,5330	28,41%
Raíz Cuadrada de X	0,5273	27,81%
Logaritmo de X	0,5191	26,95%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,5176	26,80%
Multiplicativa	0,5164	26,67%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,5152	26,55%
Exponencial	0,5121	26,23%
Curva S	-0,5119	26,21%
Log-Y Cuadrado-X	0,5018	25,18%
Inversa de X	-0,4953	24,54%
Cuadrado Doble	0,4799	23,03%
Cuadrado de Y	0,4666	21,77%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,4566	20,85%
Cuadrado-Y Log-X	0,4442	19,74%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,4129	17,05%
Doble Inverso	0,3958	15,67%
Inversa-Y Log-X	-0,3814	14,54%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,3719	13,83%
Inversa de Y	-0,3614	13,06%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,3395	11,52%

Residuos Atípicos

			<i>Predicciones</i>		<i>Residuos</i>
<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i>	<i>Residuos</i>	<i>Studentizados</i>
6	60,0	1,02329E8	4,94478E7	5,28815E7	2,87
9	60,0	1,04713E8	4,94478E7	5,5265E7	3,00
17	60,0	9,12011E7	4,94478E7	4,17533E7	2,26
18	60,0	9,54993E7	4,94478E7	4,60514E7	2,49
22	60,0	8,70964E7	4,94478E7	3,76485E7	2,03
30	60,0	1,25893E8	4,94478E7	7,64447E7	4,17
38	60,0	5,37032E6	4,94478E7	-4,40775E7	-2,39
41	60,0	1,12202E7	4,94478E7	-3,82276E7	-2,07
49	60,0	1,02329E8	4,94478E7	5,28815E7	2,87
52	60,0	1,12202E8	4,94478E7	6,2754E7	3,41
53	60,0	1,14815E8	4,94478E7	6,53675E7	3,56
63	60,0	1,34896E8	4,94478E7	8,54485E7	4,68
65	60,0	9,33254E7	4,94478E7	4,38776E7	2,37
82	60,0	1,09648E8	4,94478E7	6,02E7	3,27
86	60,0	1,44544E8	4,94478E7	9,50962E7	5,23
89	60,0	1,25893E8	4,94478E7	7,64447E7	4,17
90	60,0	1,E8	4,94478E7	5,05522E7	2,74
93	60,0	1,07152E7	4,94478E7	-3,87326E7	-2,09
98	60,0	1,12202E8	4,94478E7	6,2754E7	3,41
103	60,0	1,20226E8	4,94478E7	7,07786E7	3,86
105	60,0	6,45654E6	4,94478E7	-4,29913E7	-2,33
118	60,0	8,12831E6	4,94478E7	-4,13195E7	-2,23
120	60,0	1,04713E8	4,94478E7	5,5265E7	3,00
121	60,0	4,67735E6	4,94478E7	-4,47705E7	-2,42
166	40,0	8,12831E7	2,4592E7	5,66911E7	3,07
169	40,0	7,76247E7	2,4592E7	5,30327E7	2,87
207	40,0	6,45654E7	2,4592E7	3,99734E7	2,15
221	40,0	7,4131E7	2,4592E7	4,9539E7	2,68
332	40,0	7,4131E7	2,4592E7	4,9539E7	2,68
367	40,0	7,4131E7	2,4592E7	4,9539E7	2,68
373	40,0	7,4131E7	2,4592E7	4,9539E7	2,68
428	30,0	5,12861E7	1,21641E7	3,91221E7	2,11
451	30,0	1,14815E8	1,21641E7	1,02651E8	5,66

Regresión Múltiple - Leq 20 (MODELO 12)

Variable dependiente: Leq 20

Variables independientes:

VEL+20^2

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	2,13809E6	1,02397E6	2,08803	0,0368
VEL+20^2	13266,8	463,489	28,6238	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,72802E17	1	1,72802E17	819,32	0,0000
Residuo	1,33294E17	632	2,10908E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

R-cuadrada = 56,4536 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 56,3847 por ciento

Error estándar del est. = 1,45227E7

Error absoluto medio = 9,70811E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,80188 (P=0,0063)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0990111

Regresión Múltiple - Leq 20 (MODELO 13)

Variable dependiente: Leq 20

Variables independientes:

VEL+20^2

VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-7,58713E6	2,70623E6	-2,80359	0,0051
VEL+20^2	11925,2	574,479	20,7582	0,0000
VEL LIMITE	293929,	75847,4	3,87527	0,0001

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,759E17	2	8,79502E16	426,26	0,0000
Residuo	1,30195E17	631	2,06331E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

R-cuadrada = 57,4659 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 57,3311 por ciento

Error estándar del est. = 1,43642E7

Error absoluto medio = 9,59204E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,85839 (P=0,0373)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0705008

Regresión Múltiple - Leq 20 (MODELO 14)

Variable dependiente: Leq 20

Variables independientes:

VEL+20^2
d6

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	4,25838E6	1,12058E6	3,80015	0,0001
VEL+20^2	14045,6	490,65	28,6265	0,0000
d6	-5,5446E6	1,2711E6	-4,36207	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,76704E17	2	8,83518E16	430,86	0,0000
Residuo	1,29392E17	631	2,05059E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

R-cuadrada = 57,7283 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 57,5943 por ciento

Error estándar del est. = 1,43199E7

Error absoluto medio = 9,41339E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,85475 (P=0,0337)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0725451

Regresión Múltiple - Leq 20 (MODELO 15)

Variable dependiente: Leq 20

Variables independientes:

dn*VEL+20
d1*VEL+20
d2*VEL+20
d3*VEL+20

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-2,48498E7	1,95453E6	-12,7139	0,0000
dn*VEL+20	1,2183E6	46574,5	26,1581	0,0000
d1*VEL+20	1,28159E6	66611,7	19,2397	0,0000
d2*VEL+20	1,33644E6	53684,8	24,8942	0,0000
d3*VEL+20	1,34456E6	64187,0	20,9475	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,68304E17	4	4,2076E16	192,07	0,0000
Residuo	1,37792E17	629	2,19065E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

R-cuadrada = 54,9841 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 54,6979 por ciento

Error estándar del est. = 1,48008E7

Error absoluto medio = 9,94496E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,81993 (P=0,0117)
Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0899482

Regresión Múltiple - Leq 20 (MODELO 16)

Variable dependiente: Leq 20

Variables independientes:

d1
d2
d3
dn*VEL+20
d1*VEL+20
d2*VEL+20
d3*VEL+20
d6

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-2,61459E7	2,52821E6	-10,3417	0,0000
d1	9,11314E6	6,65198E6	1,36999	0,1707
d2	2,48193E6	4,7497E6	0,522544	0,6013
d3	2,64359E6	7,07273E6	0,373771	0,7086
dn*VEL+20	1,33197E6	61367,1	21,705	0,0000
d1*VEL+20	1,17742E6	152745,	7,70839	0,0000
d2*VEL+20	1,38865E6	95777,1	14,4988	0,0000
d3*VEL+20	1,393E6	159754,	8,71964	0,0000
d6	-5,33308E6	1,3057E6	-4,08446	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,72288E17	8	2,1536E16	100,59	0,0000
Residuo	1,33807E17	625	2,14092E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

R-cuadrada = 56,2858 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 55,7263 por ciento

Error estándar del est. = 1,46319E7

Error absoluto medio = 9,70541E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,85092 (P=0,0303)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0744177

Regresión Múltiple - Leq 20 (MODELO 17)

Variable dependiente: Leq 20

Variables independientes:

dn*VEL+20^2
d1*VEL+20^2
d2*VEL+20^2
d3*VEL+20^2
d6

Selección de la Variable: aleatorio=1

	Error		Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	4,23788E6	1,11811E6	3,79024	0,0002
dn*VEL+20^2	13530,8	535,815	25,2528	0,0000
d1*VEL+20^2	13692,9	1009,29	13,5669	0,0000
d2*VEL+20^2	14830,2	677,862	21,8779	0,0000
d3*VEL+20^2	15857,1	995,495	15,9289	0,0000
d6	-5,36397E6	1,2679E6	-4,2306	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,78474E17	5	3,56949E16	175,65	0,0000
Residuo	1,27621E17	628	2,03219E14		
Total (Corr.)	3,06096E17	633			

R-cuadrada = 58,3067 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 57,9748 por ciento

Error estándar del est. = 1,42555E7

Error absoluto medio = 9,28032E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,88296 (P=0,0703)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0583876

Regresión Múltiple - Leq 20 (MODELO 18 NORMAL)

Variable dependiente: Leq 20

Variables independientes:

VEL+20^2

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="NORMAL"

	Error		Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	2,70521E6	1,46476E6	1,84685	0,0655
VEL+20^2	14358,9	641,599	22,3798	0,0000
d6	-6,19455E6	1,62376E6	-3,81495	0,0002

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,06197E17	2	5,30983E16	262,15	0,0000
Residuo	8,04133E16	397	2,02552E14		
Total (Corr.)	1,8661E17	399			

R-cuadrada = 56,9083 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 56,6913 por ciento

Error estándar del est. = 1,42321E7

Error absoluto medio = 9,19337E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,99958 (P=0,4983)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,00000872336

Regresión Múltiple - Leq 20 (MODELO 18 SUV)

Variable dependiente: Leq 20

Variables independientes:

VEL+20^2

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="SUV"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	3,50927E6	2,96626E6	1,18306	0,2415
VEL+20^2	14627,4	1447,15	10,1078	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,60293E16	1	1,60293E16	102,17	0,0000
Residuo	9,2567E15	59	1,56893E14		
Total (Corr.)	2,5286E16	60			

R-cuadrada = 63,392 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 62,7715 por ciento

Error estándar del est. = 1,25257E7

Error absoluto medio = 9,88489E6

Estadístico Durbin-Watson = 2,13738 (P=0,6794)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0750263

Regresión Múltiple - Leq 20 (MODELO 18 FURGONETA)

Variable dependiente: Leq 20

Variables independientes:

VEL+20^2

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="FURGONETA"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	4,64614E6	2,43158E6	1,91075	0,0585
VEL+20^2	13349,3	1040,67	12,8276	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,36652E16	1	4,36652E16	164,55	0,0000
Residuo	3,02518E16	114	2,65366E14		
Total (Corr.)	7,3917E16	115			

R-cuadrada = 59,0733 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 58,7143 por ciento

Error estándar del est. = 1,62901E7

Error absoluto medio = 1,00062E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,90707 (P=0,3094)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0463485

Regresión Múltiple - Leq 20 (MODELO 18 MONOVOLUMEN)

Variable dependiente: Leq 20

Variables independientes:

VEL+20^2

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="MONOVOLUMEN"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	9,90769E6	2,6099E6	3,7962	0,0004
VEL+20^2	12539,0	1208,95	10,3718	0,0000
d6	-9,21441E6	3,04047E6	-3,03059	0,0037

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,24011E16	2	6,20055E15	53,84	0,0000
Residuo	6,21913E15	54	1,15169E14		
Total (Corr.)	1,86202E16	56			

R-cuadrada = 66,6001 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 65,3631 por ciento

Error estándar del est. = 1,07317E7

Error absoluto medio = 7,36667E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,77455 (P=0,1407)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,107915

Análisis estadístico

Lmax +20 m

Comparación de Varias Muestras (aleatorio=1)

Variable dependiente: Lmax 20

Factor: MODERADOR

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmax 20 por MODERADOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,01038E17	2	1,50519E17	144,05	0,0000
Intra grupos	6,59318E17	631	1,04488E15		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

Tabla de Medias para Lmax 20 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%

MODERADOR	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
LOMO	224	3,83974E7	2,15978E6	3,54042E7	4,13907E7
PASO	299	2,3815E7	1,86938E6	2,12242E7	2,64058E7
RESALTE	111	8,47439E7	3,06811E6	8,04917E7	8,8996E7
Total	634	3,96345E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 20 por MODERADOR

MODERADOR	Tamaño Muestra	Rango Promedio
LOMO	224	350,699
PASO	299	228,149
RESALTE	111	491,189

Estadístico = 178,345 Valor-P = 0

Medias y 95.0% de Fisher LSD

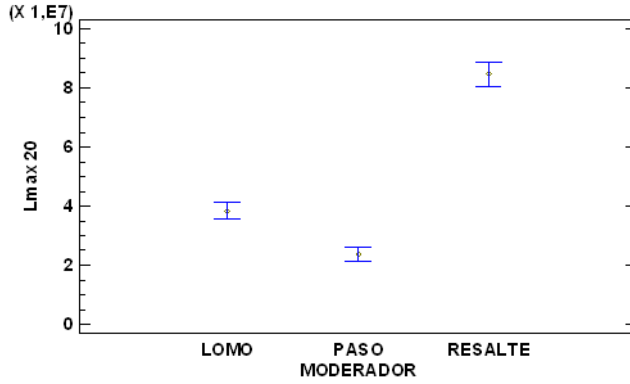
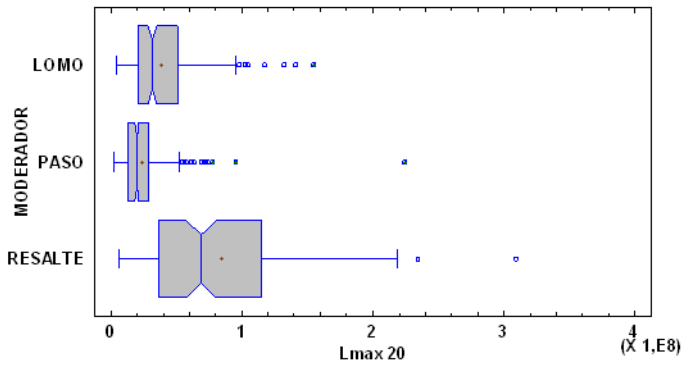


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 20

Factor: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmax 20 por ANCHO CARRIL

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,93513E17	3	9,78376E16	92,43	0,0000
Intra grupos	6,66843E17	630	1,05848E15		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

Tabla de Medias para Lmax 20 por ANCHO CARRIL con intervalos de confianza del 95,0%

ANCHO CARRIL	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
280	132	2,10989E7	2,83175E6	1,71744E7	2,50235E7
300	229	2,9924E7	2,14993E6	2,69444E7	3,29036E7
310	111	8,47439E7	3,08802E6	8,04642E7	8,90236E7
360	162	3,75559E7	2,55614E6	3,40133E7	4,10985E7
Total	634	3,96345E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 20 por ANCHO CARRIL

ANCHO CARRIL	Tamaño Muestra	Rango Promedio
280	132	189,072
300	229	289,111
310	111	491,189
360	162	343,265

Estadístico = 173,435 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

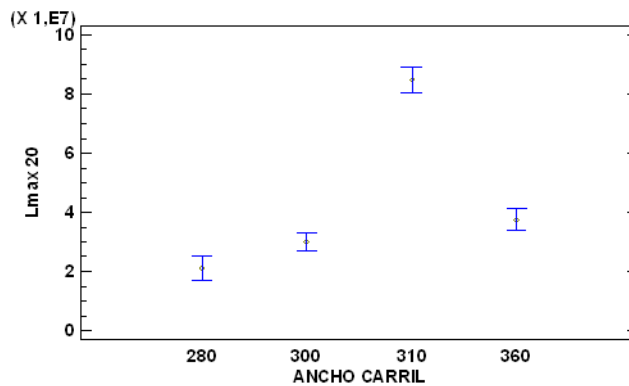
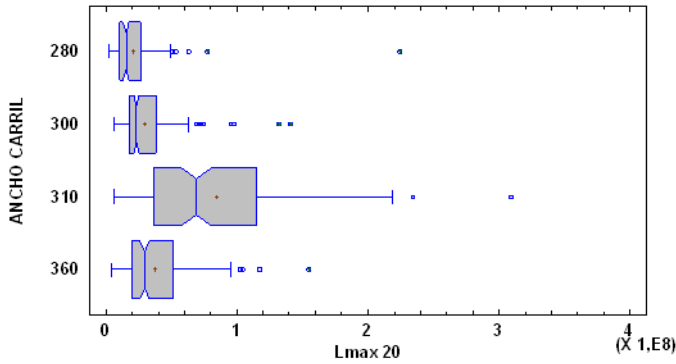


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 20
 Factor: VEL LIMITE
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 634
 Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmax 20 por VEL LIMITE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,87986E17	2	1,43993E17	135,13	0,0000
Intra grupos	6,7237E17	631	1,06556E15		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

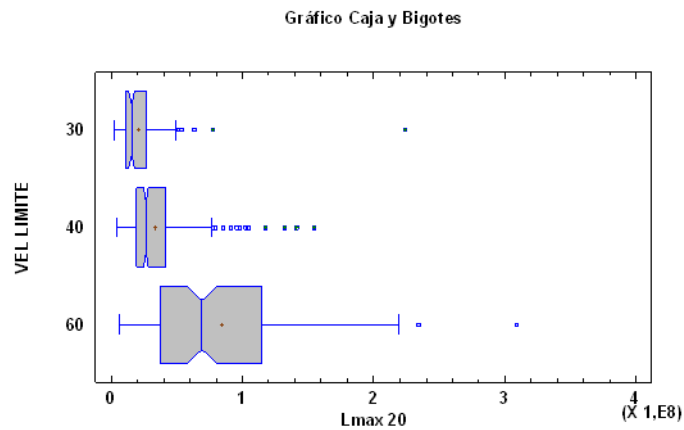
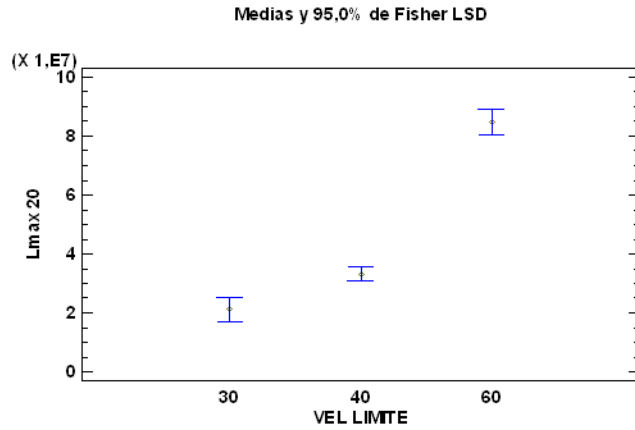
Tabla de Medias para Lmax 20 por VEL LIMITE con intervalos de confianza del 95,0%

VEL LIMITE	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
30	132	2,10989E7	2,8412E6	1,71613E7	2,50366E7
40	391	3,30861E7	1,65082E6	3,07982E7	3,5374E7
60	111	8,47439E7	3,09833E6	8,04499E7	8,90379E7
Total	634	3,96345E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 20 por VEL LIMITE

VEL LIMITE	Tamaño Muestra	Rango Promedio
30	132	189,072
40	391	311,549
60	111	491,189

Estadístico = 165,14 Valor-P = 0



Variable dependiente: Lmax 20

Factor: Localizacion

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Lmax 20 por Localizacion

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,38027E16	1	3,38027E16	23,06	0,0000
Intra grupos	9,26553E17	632	1,46607E15		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

Tabla de Medias para Lmax 20 por Localizacion con intervalos de confianza del 95,0%

Localizacion	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
extremo	405	4,51251E7	1,90261E6	4,24883E7	4,7762E7
intermedio	229	2,9924E7	2,53022E6	2,64174E7	3,34307E7
Total	634	3,96345E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 20 por Localizacion

Localizacion	Tamaño Muestra	Rango Promedio
extremo	405	333,552
intermedio	229	289,111

Estadístico = 8,61248 Valor-P = 0,00333757

Medias y 95,0% de Fisher LSD

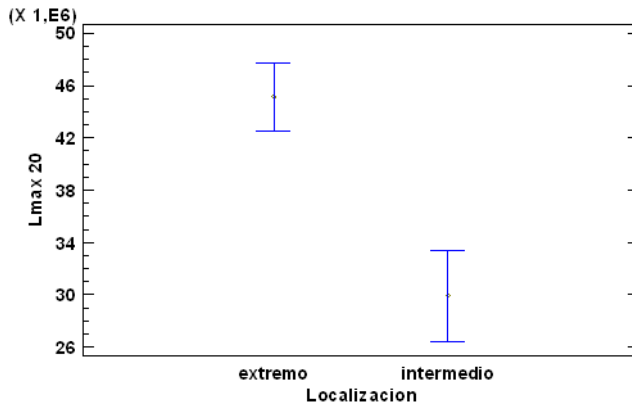
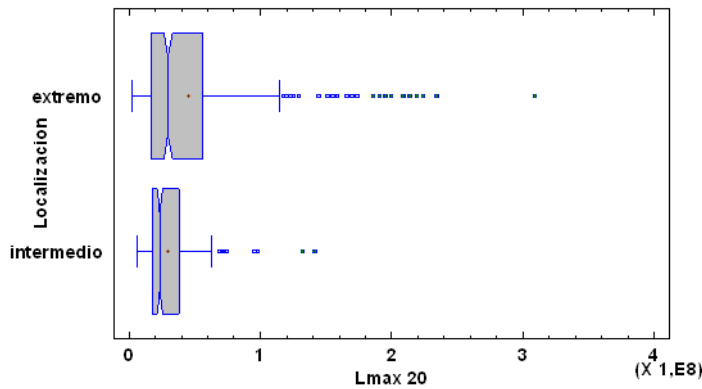


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax20

Factor: TIPO

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmax20 por TIPO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7,04044E15	3	2,34681E15	1,55	0,2002
Intra grupos	9,53316E17	630	1,5132E15		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

Tabla de Medias para Lmax20 por TIPO con intervalos de confianza del 95,0%

TIPO	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
FURGONETA	116	4,56482E7	3,61176E6	4,06426E7	5,06538E7
MONOVOLUMEN	57	3,55728E7	5,15241E6	2,8432E7	4,27135E7
NORMAL	400	3,79348E7	1,94499E6	3,52393E7	4,06304E7
SUV	61	4,31396E7	4,98062E6	3,6237E7	5,00423E7
Total	634	3,96345E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax20 por TIPO

TIPO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
FURGONETA	116	334,216
MONOVOLUMEN	57	304,877
NORMAL	400	307,503
SUV	61	363,066

Estadístico = 6,20425 Valor-P = 0,102083

Medias y 95,0% de Fisher LSD

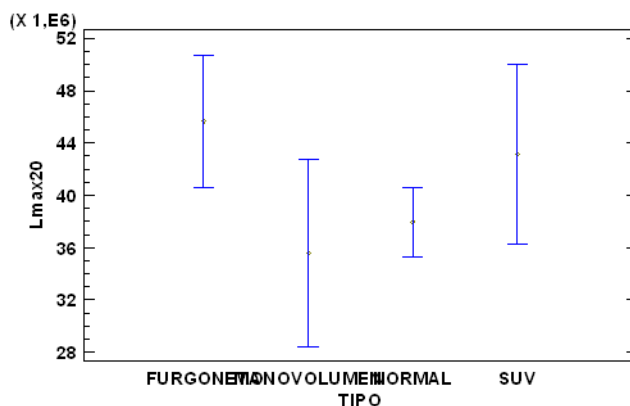
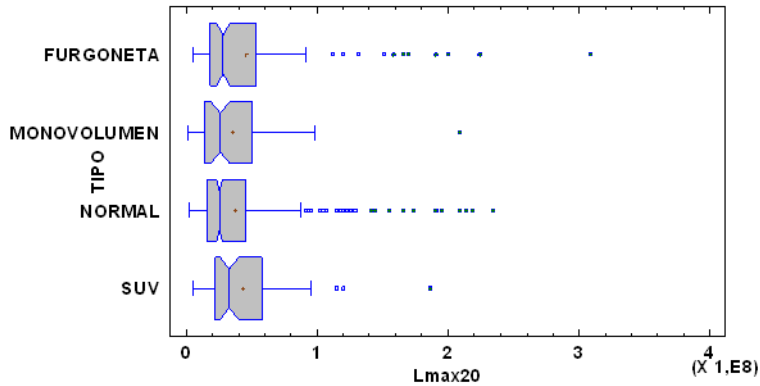


Gráfico Caja y Bigotes



Regresión Simple - Lmax 20 vs. VEL+20

Variable dependiente: Lmax 20

Variable independiente: VEL+20

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-4,9629E7	3,5401E6	-14,0191	0,0000
Pendiente	2,19107E6	82856,9	26,444	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5,04447E17	1	5,04447E17	699,28	0,0000
Residuo	4,55909E17	632	7,21376E14		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

Coefficiente de Correlación = 0,724755

R-cuadrada = 52,5271 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 52,4519 por ciento

Error estándar del est. = 2,68584E7

Error absoluto medio = 1,72803E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,78924 (P=0,0040)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,105277

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,7673	58,88%
Raíz Cuadrada de Y	0,7642	58,40%
Cuadrado de X	0,7574	57,36%
Raíz Cuadrada Doble	0,7534	56,76%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,7508	56,37%
Multiplicativa	0,7494	56,17%
Exponencial	0,7460	55,65%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,7367	54,28%
Curva S	-0,7285	53,08%
Lineal	0,7248	52,53%
Log-Y Cuadrado-X	0,7187	51,65%
Raíz Cuadrada de X	0,7002	49,03%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,6886	47,42%
Logaritmo de X	0,6713	45,06%
Cuadrado Doble	0,6527	42,60%
Doble Inverso	0,6094	37,13%
Inversa de X	-0,6038	36,46%
Cuadrado de Y	0,5836	34,06%
Inversa-Y Log-X	-0,5800	33,64%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,5584	31,18%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,5449	29,69%
Cuadrado-Y Log-X	0,5049	25,49%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,4741	22,48%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,4252	18,08%
Inversa de Y	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
6	76,0	1,90546E8	1,16892E8	7,36539E7	2,78
9	58,0	1,54882E8	7,74529E7	7,74288E7	2,91
17	76,0	2,18776E8	1,16892E8	1,01884E8	3,86
18	90,0	2,0893E8	1,47567E8	6,13625E7	2,32
30	72,0	1,90546E8	1,08128E8	8,24182E7	3,11
49	72,0	2,0893E8	1,08128E8	1,00802E8	3,81
52	72,0	1,86209E8	1,08128E8	7,80809E7	2,94
53	72,0	1,65959E8	1,08128E8	5,78308E7	2,17
60	63,0	1,44544E8	8,84082E7	5,61357E7	2,10
63	96,0	3,0903E8	1,60713E8	1,48316E8	5,75
65	65,0	1,58489E8	9,27904E7	6,56989E7	2,46
71	72,0	1,69824E8	1,08128E8	6,16965E7	2,32
82	63,0	2,13796E8	8,84082E7	1,25388E8	4,76
86	76,0	2,34423E8	1,16892E8	1,17531E8	4,47
89	63,0	1,99526E8	8,84082E7	1,11118E8	4,20
90	69,0	1,65959E8	1,01555E8	6,4404E7	2,42
98	72,0	1,7378E8	1,08128E8	6,56522E7	2,47
102	60,0	1,65959E8	8,1835E7	8,41236E7	3,16
103	69,0	1,94984E8	1,01555E8	9,34298E7	3,53
120	80,0	2,18776E8	1,25656E8	9,31198E7	3,53
150	58,0	1,04713E7	7,74529E7	-6,69816E7	-2,51
162	72,0	2,95121E7	1,08128E8	-7,86158E7	-2,96
164	58,0	1,65959E7	7,74529E7	-6,0857E7	-2,28
166	39,0	9,54993E7	3,58226E7	5,96766E7	2,23
168	58,0	2,18776E7	7,74529E7	-5,55753E7	-2,08
182	69,0	3,89045E7	1,01555E8	-6,26501E7	-2,35
222	58,0	2,13796E7	7,74529E7	-5,60733E7	-2,10
228	46,0	1,04713E8	5,11601E7	5,35528E7	2,00
231	34,0	1,54882E8	2,48673E7	1,30014E8	4,93
252	32,0	1,02329E8	2,04851E7	8,18442E7	3,07
332	45,0	1,41254E8	4,8969E7	9,22847E7	3,47
367	41,0	9,77237E7	4,02048E7	5,7519E7	2,15
373	46,0	1,31826E8	5,11601E7	8,06656E7	3,03
451	31,0	2,23872E8	1,82941E7	2,05578E8	8,04

Regresión Simple - Lmax 20 vs. ANCHO CARRIL

Variable dependiente: Lmax 20

Variable independiente: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-5,91916E6	1,65518E7	-0,357615	0,7206
Pendiente	145577,	52665,8	2,76417	0,0057

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1,14716E16	1	1,14716E16	7,64	0,0057
Residuo	9,48885E17	632	1,5014E15		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

Coefficiente de Correlación = 0,109294

R-cuadrada = 1,19452 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 1,03818 por ciento

Error estándar del est. = 3,87479E7

Error absoluto medio = 2,53282E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,45801 (P=0,0000)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,27073

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Doble Inverso	0,2460	6,05%
Curva S	-0,2396	5,74%
Inversa-Y Log-X	-0,2339	5,47%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,2279	5,19%
Multiplicativa	0,2257	5,09%
Inversa de Y	-0,2220	4,93%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,2188	4,79%
Exponencial	0,2120	4,49%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,2105	4,43%
Log-Y Cuadrado-X	0,1987	3,95%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,1915	3,67%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,1781	3,17%
Raíz Cuadrada Doble	0,1714	2,94%
Raíz Cuadrada de Y	0,1649	2,72%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,1520	2,31%
Inversa de X	-0,1335	1,78%
Logaritmo de X	0,1213	1,47%
Raíz Cuadrada de X	0,1153	1,33%
Lineal	0,1093	1,19%
Cuadrado de X	0,0976	0,95%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,0465	0,22%
Cuadrado-Y Log-X	0,0372	0,14%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,0326	0,11%
Cuadrado de Y	0,0281	0,08%
Cuadrado Doble	0,0192	0,04%

Residuos Atípicos

Fila	X	Y	Predicciones	Residuos	
			Y	Residuos	Studentizados
6	310,0	1,90546E8	3,92097E7	1,51336E8	3,95
9	310,0	1,54882E8	3,92097E7	1,15672E8	3,01
17	310,0	2,18776E8	3,92097E7	1,79566E8	4,72
18	310,0	2,0893E8	3,92097E7	1,6972E8	4,45
22	310,0	1,51356E8	3,92097E7	1,12146E8	2,91
30	310,0	1,90546E8	3,92097E7	1,51336E8	3,95
39	310,0	1,20226E8	3,92097E7	8,10167E7	2,10
49	310,0	2,0893E8	3,92097E7	1,6972E8	4,45
52	310,0	1,86209E8	3,92097E7	1,46999E8	3,84
53	310,0	1,65959E8	3,92097E7	1,26749E8	3,30
60	310,0	1,44544E8	3,92097E7	1,05334E8	2,73
63	310,0	3,0903E8	3,92097E7	2,6982E8	7,25
65	310,0	1,58489E8	3,92097E7	1,1928E8	3,10
67	310,0	1,20226E8	3,92097E7	8,10167E7	2,10
71	310,0	1,69824E8	3,92097E7	1,30615E8	3,40
77	310,0	1,23027E8	3,92097E7	8,38171E7	2,17
79	310,0	1,20226E8	3,92097E7	8,10167E7	2,10
82	310,0	2,13796E8	3,92097E7	1,74586E8	4,58
86	310,0	2,34423E8	3,92097E7	1,95213E8	5,14
89	310,0	1,99526E8	3,92097E7	1,60316E8	4,19
90	310,0	1,65959E8	3,92097E7	1,26749E8	3,30
98	310,0	1,7378E8	3,92097E7	1,3457E8	3,51
100	310,0	1,25893E8	3,92097E7	8,66828E7	2,25
102	310,0	1,65959E8	3,92097E7	1,26749E8	3,30
103	310,0	1,94984E8	3,92097E7	1,55775E8	4,07
110	310,0	1,28825E8	3,92097E7	8,96152E7	2,32
120	310,0	2,18776E8	3,92097E7	1,79566E8	4,72
231	360,0	1,54882E8	4,64886E7	1,08393E8	2,82
332	300,0	1,41254E8	3,7754E7	1,035E8	2,69
373	300,0	1,31826E8	3,7754E7	9,40717E7	2,44
451	280,0	2,23872E8	3,48424E7	1,8903E8	4,98

Regresión Simple - Lmax 20 vs. VEL LIMITE

Variable dependiente: Lmax 20

Variable independiente: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

Parámetro	Mínimos Cuadrados Estimado	Estándar Error	Estadístico T	Valor-P
Intercepto	-5,20036E7	5,89126E6	-8,82724	0,0000
Pendiente	2,21244E6	138688,	15,9526	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,75691E17	1	2,75691E17	254,48	0,0000
Residuo	6,84665E17	632	1,08333E15		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

Coefficiente de Correlación = 0,535791

R-cuadrada = 28,7072 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 28,5944 por ciento

Error estándar del est. = 3,2914E7

Error absoluto medio = 2,14851E7

Estadístico Durbin-Watson = 2,00293 (P=0,4853)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,00317469

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,5603	31,39%
Raíz Cuadrada de Y	0,5585	31,19%
Raíz Cuadrada Doble	0,5546	30,76%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,5482	30,05%
Cuadrado de X	0,5450	29,70%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,5383	28,97%
Multiplicativa	0,5377	28,91%
Exponencial	0,5367	28,81%
Lineal	0,5358	28,71%
Curva S	-0,5295	28,03%
Log-Y Cuadrado-X	0,5289	27,97%
Raíz Cuadrada de X	0,5278	27,86%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,5277	27,84%
Logaritmo de X	0,5172	26,75%
Inversa de X	-0,4886	23,88%
Cuadrado Doble	0,4440	19,72%
Cuadrado de Y	0,4289	18,40%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,4182	17,49%
Doble Inverso	0,4123	17,00%
Cuadrado-Y Log-X	0,4051	16,41%
Inversa-Y Log-X	-0,3979	15,83%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,3884	15,08%
Inversa de Y	-0,3778	14,27%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3729	13,91%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,3554	12,63%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

Fila	X	Y	Predicciones		Residuos
			Y	Residuos	Studentizados
6	60,0	1,90546E8	8,07426E7	1,09804E8	3,38
9	60,0	1,54882E8	8,07426E7	7,41391E7	2,27
17	60,0	2,18776E8	8,07426E7	1,38034E8	4,27
18	60,0	2,0893E8	8,07426E7	1,28187E8	3,95
22	60,0	1,51356E8	8,07426E7	7,06136E7	2,16
30	60,0	1,90546E8	8,07426E7	1,09804E8	3,38
38	60,0	6,30957E6	8,07426E7	-7,4433E7	-2,28
49	60,0	2,0893E8	8,07426E7	1,28187E8	3,95
52	60,0	1,86209E8	8,07426E7	1,05466E8	3,24
53	60,0	1,65959E8	8,07426E7	8,52161E7	2,61
63	60,0	3,0903E8	8,07426E7	2,28287E8	7,24
65	60,0	1,58489E8	8,07426E7	7,77468E7	2,38
71	60,0	1,69824E8	8,07426E7	8,90818E7	2,73
82	60,0	2,13796E8	8,07426E7	1,33054E8	4,11
86	60,0	2,34423E8	8,07426E7	1,5368E8	4,77
89	60,0	1,99526E8	8,07426E7	1,18784E8	3,66
90	60,0	1,65959E8	8,07426E7	8,52161E7	2,61
98	60,0	1,7378E8	8,07426E7	9,30375E7	2,85
102	60,0	1,65959E8	8,07426E7	8,52161E7	2,61
103	60,0	1,94984E8	8,07426E7	1,14242E8	3,52
105	60,0	8,12831E6	8,07426E7	-7,26143E7	-2,22
118	60,0	1,34896E7	8,07426E7	-6,72529E7	-2,06
120	60,0	2,18776E8	8,07426E7	1,38034E8	4,27
121	60,0	6,30957E6	8,07426E7	-7,4433E7	-2,28
169	40,0	1,02329E8	3,64938E7	6,58355E7	2,01
207	40,0	1,1749E8	3,64938E7	8,09959E7	2,47
228	40,0	1,04713E8	3,64938E7	6,8219E7	2,08
231	40,0	1,54882E8	3,64938E7	1,18388E8	3,63
252	40,0	1,02329E8	3,64938E7	6,58355E7	2,01
332	40,0	1,41254E8	3,64938E7	1,0476E8	3,21
373	40,0	1,31826E8	3,64938E7	9,53318E7	2,92
451	30,0	2,23872E8	1,43695E7	2,09503E8	6,59

Regresión Múltiple - Lmax 20 (MODELO 20)

Variable dependiente: Lmax 20

Variables independientes:

VEL+20^2

Selección de la Variable: aleatorio=1

Parámetro	Estimación	Error	Estadístico	Valor-P
		Estándar	T	
CONSTANTE	-3,60487E6	1,79481E6	-2,0085	0,0446
VEL+20^2	23686,8	812,399	29,1566	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5,50842E17	1	5,50842E17	850,11	0,0000
Residuo	4,09515E17	632	6,47966E14		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

R-cuadrada = 57,358 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 57,2906 por ciento

Error estándar del est. = 2,54552E7

Error absoluto medio = 1,60451E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,81912 (P=0,0114)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0904085

Regresión Múltiple - Lmax 20 (MODELO 21)

Variable dependiente: Lmax 20

Variables independientes:

VEL+20^2

VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-2,06327E7	4,74357E6	-4,34962	0,0000
VEL+20^2	21337,7	1006,97	21,19	0,0000
VEL LIMITE	514638,	132948,	3,87098	0,0001

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5,60341E17	2	2,8017E17	441,95	0,0000
Residuo	4,00015E17	631	6,33939E14		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

R-cuadrada = 58,3472 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 58,2152 por ciento

Error estándar del est. = 2,51781E7

Error absoluto medio = 1,58661E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,87893 (P=0,0637)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0602702

Regresión Múltiple - Lmax 20 (MODELO 22)

Variable dependiente: Lmax 20

Variables independientes:

VEL+20²

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-463515,	1,97259E6	-0,234978	0,8142
VEL+20 ²	24840,6	863,701	28,7606	0,0000
d6	-8,21469E6	2,23753E6	-3,67131	0,0002

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5,59406E17	2	2,79703E17	440,19	0,0000
Residuo	4,0095E17	631	6,3542E14		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

R-cuadrada = 58,2499 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 58,1175 por ciento

Error estándar del est. = 2,52075E7

Error absoluto medio = 1,55541E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,85426 (P=0,0333)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0728331

Regresión Múltiple - Lmax 20 (MODELO 23)

Variable dependiente: Lmax 20

Variables independientes:

dn*VEL+20²d1*VEL+20²d2*VEL+20²d3*VEL+20²

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-3,25558E6	1,78345E6	-1,82543	0,0679
dn*VEL+20 ²	22359,8	884,992	25,2656	0,0000
d1*VEL+20 ²	23000,6	1762,95	13,0467	0,0000
d2*VEL+20 ²	26585,1	1166,34	22,7936	0,0000
d3*VEL+20 ²	25760,3	1736,26	14,8366	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5,60757E17	4	1,40189E17	220,67	0,0000
Residuo	3,996E17	629	6,35293E14		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

R-cuadrada = 58,3905 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 58,1259 por ciento
 Error estándar del est. = 2,5205E7
 Error absoluto medio = 1,58126E7
 Estadístico Durbin-Watson = 1,85447 (P=0,0335)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0727431

Regresión Múltiple - Lmax 20 (MODELO 24)

Variable dependiente: Lmax 20

Variables independientes:

dn*VEL+20^2

d1*VEL+20^2

d2*VEL+20^2

d3*VEL+20^2

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1

<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>Estadístico T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	-303687,	1,95956E6	-0,154977	0,8768
dn*VEL+20^2	23529,9	939,054	25,057	0,0000
d1*VEL+20^2	23958,2	1768,86	13,5444	0,0000
d2*VEL+20^2	27539,9	1188,0	23,1817	0,0000
d3*VEL+20^2	26760,0	1744,68	15,3381	0,0000
d6	-7,75851E6	2,22209E6	-3,49154	0,0005

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	5,68366E17	5	1,13673E17	182,11	0,0000
Residuo	3,9199E17	628	6,24188E14		
Total (Corr.)	9,60356E17	633			

R-cuadrada = 59,1828 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 58,8579 por ciento
 Error estándar del est. = 2,49838E7
 Error absoluto medio = 1,53685E7
 Estadístico Durbin-Watson = 1,88314 (P=0,0706)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0583701

Regresión Múltiple - Lmax 20 (MODELO 25 NORMAL)

Variable dependiente: Lmax 20

Variables independientes:

VEL+20^2

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="NORMAL"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-1,72967E6	2,55456E6	-0,677089	0,4987
VEL+20^2	24310,7	1118,95	21,7262	0,0000
d6	-8,56636E6	2,83184E6	-3,02501	0,0026

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	3,08975E17	2	1,54487E17	250,76	0,0000
Residuo	2,44583E17	397	6,16077E14		
Total (Corr.)	5,53557E17	399			

R-cuadrada = 55,8162 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 55,5936 por ciento

Error estándar del est. = 2,48209E7

Error absoluto medio = 1,5161E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,96688 (P=0,3705)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0163127

Regresión Múltiple - Lmax 20 (MODELO 25 SUV)

Variable dependiente: Lmax 20

Variables independientes:

VEL+20^2

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="SUV"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	3,50568E6	4,75147E6	0,737808	0,4636
VEL+20^2	22985,4	2318,1	9,91563	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	3,95807E16	1	3,95807E16	98,32	0,0000
Residuo	2,37517E16	59	4,02571E14		
Total (Corr.)	6,33324E16	60			

R-cuadrada = 62,4968 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 61,8611 por ciento

Error estándar del est. = 2,00642E7

Error absoluto medio = 1,52319E7

Estadístico Durbin-Watson = 2,37086 (P=0,9190)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,191811

Regresión Múltiple - Lmax 20 (MODELO 25 FURGONETA)

Variable dependiente: Lmax 20

Variables independientes:

VEL+20^2

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="FURGONETA"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-2,56823E6	4,60203E6	-0,558065	0,5779
VEL+20^2	26354,7	1969,59	13,3808	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,7019E17	1	1,7019E17	179,05	0,0000
Residuo	1,08361E17	114	9,50534E14		
Total (Corr.)	2,78551E17	115			

R-cuadrada = 61,0983 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 60,7571 por ciento

Error estándar del est. = 3,08307E7

Error absoluto medio = 1,75283E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,84701 (P=0,2062)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0756057

Regresión Múltiple - Lmax 20 (MODELO 25 MONOVOLUMEN)

Variable dependiente: Lmax 20

Variables independientes:

VEL+20^2

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="MONOVOLUMEN"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	4,99269E6	3,81402E6	1,30904	0,1961
VEL+20^2	23704,7	1766,72	13,4173	0,0000
d6	-1,43991E7	4,44324E6	-3,24067	0,0020

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,4594E16	2	2,2297E16	90,66	0,0000
Residuo	1,32815E16	54	2,45954E14		
Total (Corr.)	5,78755E16	56			

R-cuadrada = 77,0516 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 76,2016 por ciento

Error estándar del est. = 1,56829E7

Error absoluto medio = 1,11028E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,79582 (P=0,1598)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0759151

Análisis estadístico

Lmin +20 m

Comparación de Varias Muestras

Variable dependiente: Lmin 20

Factor: MODERADOR

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmin 20 por MODERADOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,14492E15	2	4,07246E15	64,81	0,0000
Intra grupos	3,96496E16	631	6,28361E13		
Total (Corr.)	4,77945E16	633			

Tabla de Medias para Lmin 20 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%

MODERADOR	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
LOMO	224	1,36296E7	529640,	1,28955E7	1,43636E7
PASO	299	8,15708E6	458426,	7,52175E6	8,79242E6
RESALTE	111	1,73615E7	752390,	1,63187E7	1,84042E7
Total	634	1,17021E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 20 por MODERADOR

MODERADOR	Tamaño Muestra	Rango Promedio
LOMO	224	371,893
PASO	299	237,042
RESALTE	111	424,464

Estadístico = 115,32 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

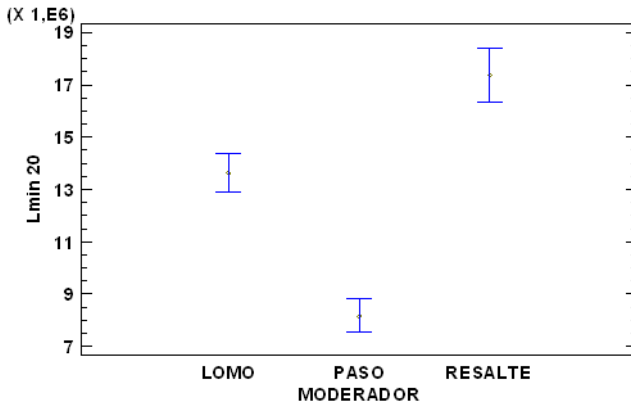
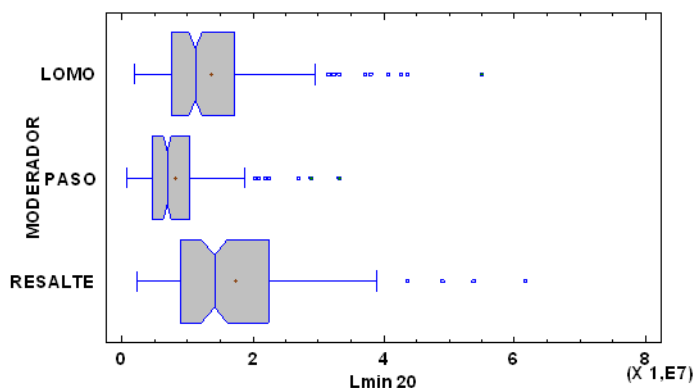


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 20

Factor: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmin 20 por ANCHO CARRIL

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6,25909E15	3	2,08636E15	31,65	0,0000
Intra grupos	4,15354E16	630	6,59292E13		
Total (Corr.)	4,77945E16	633			

Tabla de Medias para Lmin 20 por ANCHO CARRIL con intervalos de confianza del 95,0%

			Error Est.		
ANCHO CARRIL	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
280	132	7,34298E6	706727,	6,36353E6	8,32244E6
300	229	1,0983E7	536563,	1,02393E7	1,17266E7
310	111	1,73615E7	770686,	1,62934E7	1,84296E7
360	162	1,23927E7	637942,	1,15086E7	1,32768E7
Total	634	1,17021E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 20 por ANCHO CARRIL

ANCHO CARRIL	Tamaño Muestra	Rango Promedio
280	132	206,947
300	229	310,087
310	111	424,464
360	162	344,769

Estadístico = 89,9217 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

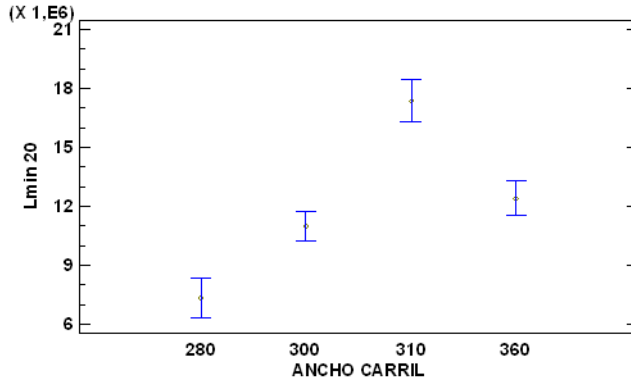
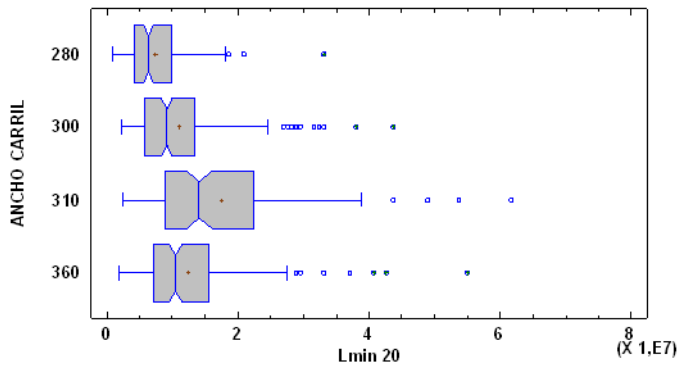


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 20
 Factor: VEL LIMITE
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 634
 Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmin 20 por VEL LIMITE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6,07053E15	2	3,03527E15	45,90	0,0000
Intra grupos	4,17239E16	631	6,61235E13		
Total (Corr.)	4,77945E16	633			

Tabla de Medias para Lmin 20 por VEL LIMITE con intervalos de confianza del 95,0%

<i>VEL LIMITE</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
30	132	7,34298E6	707768,	6,36208E6	8,32388E6
40	391	1,1567E7	411235,	1,09971E7	1,2137E7
60	111	1,73615E7	771821,	1,62918E7	1,84311E7
Total	634	1,17021E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 20 por VEL LIMITE

<i>VEL LIMITE</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
30	132	206,947
40	391	324,457
60	111	424,464

Estadístico = 86,5196 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

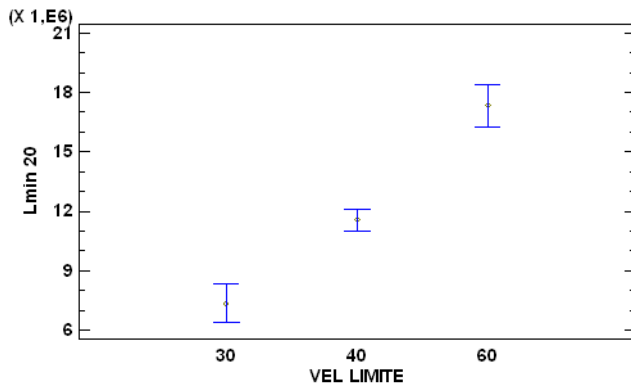
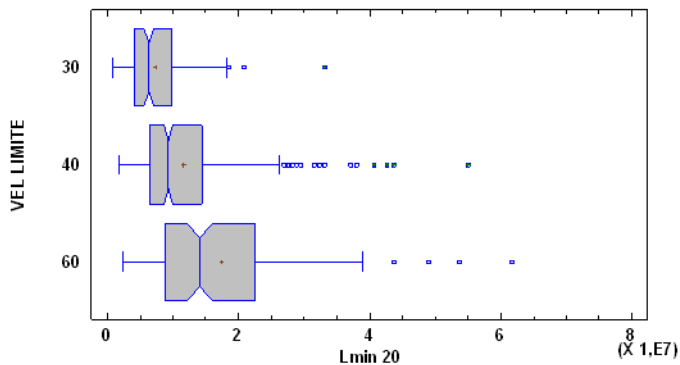


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 20

Factor: Localizacion

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Lmin 20 por Localizacion

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,85375E14	1	1,85375E14	2,46	0,1167
Intra grupos	4,76091E16	632	7,53309E13		
Total (Corr.)	4,77945E16	633			

Tabla de Medias para Lmin 20 por Localizacion con intervalos de confianza del 95,0%

Localizacion	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
extremo	405	1,21087E7	431280,	1,1511E7	1,27064E7
intermedio	229	1,0983E7	573547,	1,01881E7	1,17779E7
Total	634	1,17021E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 20 por Localizacion

Localizacion	Tamaño Muestra	Rango Promedio
extremo	405	321,691
intermedio	229	310,087

Estadístico = 0,587225 Valor-P = 0,443493

Medias y 95,0% de Fisher LSD

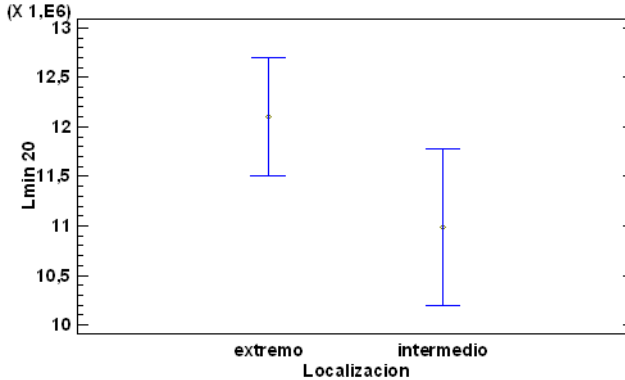
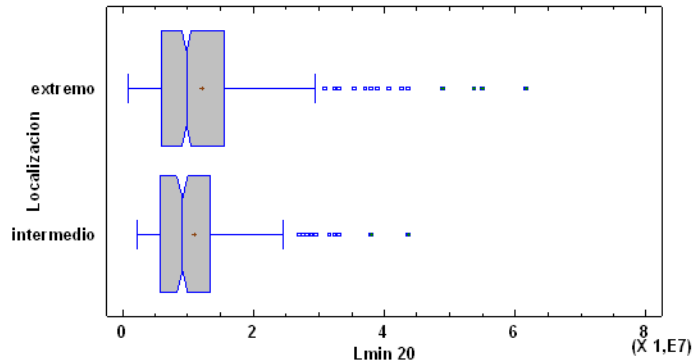


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 20

Factor: TIPO

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmin 20 por TIPO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,29775E14	3	4,32584E13	0,57	0,6338
Intra grupos	4,76647E16	630	7,56583E13		
Total (Corr.)	4,77945E16	633			

Tabla de Medias para Lmin 20 por TIPO con intervalos de confianza del 95,0%

TIPO	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
FURGONETA	116	1,15942E7	807605,	1,04749E7	1,27135E7
MONOVOLUMEN	57	1,2423E7	1,1521E6	1,08263E7	1,40197E7
NORMAL	400	1,14609E7	434909,	1,08582E7	1,20637E7
SUV	61	1,28149E7	1,11369E6	1,12714E7	1,43583E7
Total	634	1,17021E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 20 por TIPO

TIPO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
FURGONETA	116	319,323
MONOVOLUMEN	57	340,711
NORMAL	400	310,462
SUV	61	338,492

Estadístico = 2,31886 Valor-P = 0,508913

Medias y 95,0% de Fisher LSD

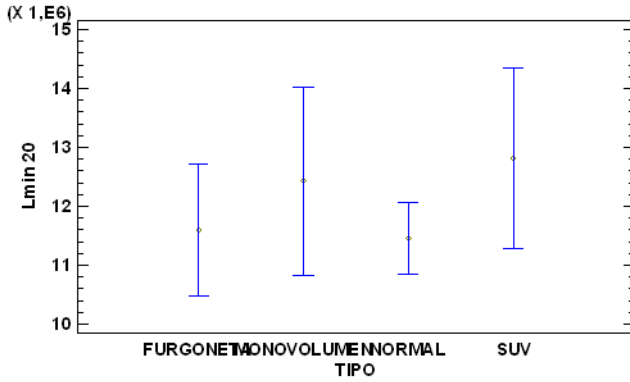
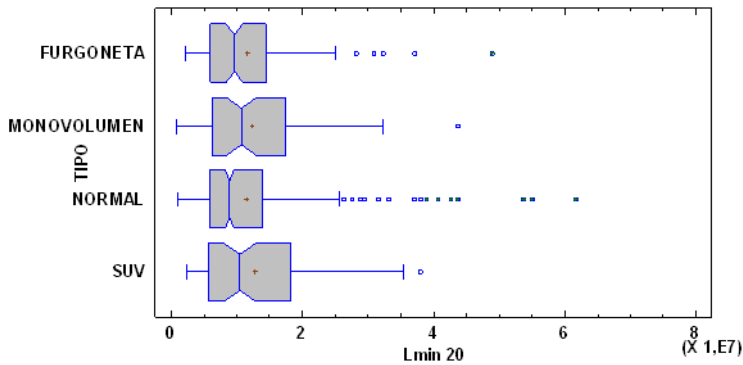


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 20

Factor: VEL+20

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 634

Número de niveles: 42

Tabla ANOVA para Lmin 20 por VEL+20

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,53433E16	41	3,74226E14	6,83	0,0000
Intra grupos	3,24512E16	592	5,48162E13		
Total (Corr.)	4,77945E16	633			

Regresión Simple - Lmin 20 vs. VEL+20

Variable dependiente: Lmin 20

Variable independiente: VEL+20

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-2,8233E6	972947,	-2,90181	0,0037
Pendiente	356541,	22772,1	15,6569	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,33574E16	1	1,33574E16	245,14	0,0000
Residuo	3,44371E16	632	5,4489E13		
Total (Corr.)	4,77945E16	633			

Coefficiente de Correlación = 0,528655

R-cuadrada = 27,9476 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 27,8336 por ciento

Error estándar del est. = 7,38167E6

Error absoluto medio = 5,1638E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,79211 (P=0,0044)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,103634

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Multiplicativa	0,5581	31,15%
Raíz Cuadrada Doble	0,5551	30,81%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,5540	30,69%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,5533	30,62%
Curva S	-0,5527	30,55%
Raíz Cuadrada de Y	0,5511	30,37%
Exponencial	0,5437	29,56%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,5372	28,86%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,5287	27,95%
Lineal	0,5287	27,95%
Raíz Cuadrada de X	0,5272	27,79%
Logaritmo de X	0,5209	27,14%
Cuadrado de X	0,5170	26,73%
Log-Y Cuadrado-X	0,5111	26,12%
Inversa de X	-0,4953	24,54%
Doble Inverso	0,4740	22,47%
Inversa-Y Log-X	-0,4546	20,66%
Cuadrado Doble	0,4453	19,83%
Cuadrado de Y	0,4398	19,35%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4395	19,32%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,4306	18,55%
Cuadrado-Y Log-X	0,4177	17,45%

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
6	76,0	4,89779E7	2,42738E7	2,47041E7	3,40
8	63,0	4,89779E6	1,96388E7	-1,4741E7	-2,01
9	58,0	3,89045E7	1,78561E7	2,10485E7	2,87
18	90,0	1,34896E7	2,92654E7	-1,57757E7	-2,17
30	72,0	5,37032E7	2,28476E7	3,08556E7	4,26
47	51,0	4,89779E7	1,53603E7	3,36176E7	4,63
53	72,0	6,16595E7	2,28476E7	3,88119E7	5,40
75	63,0	4,7863E6	1,96388E7	-1,48525E7	-2,02
83	53,0	3,31131E7	1,60733E7	1,70398E7	2,32
86	76,0	5,37032E7	2,42738E7	2,94294E7	4,06
98	72,0	3,80189E7	2,28476E7	1,51713E7	2,07
103	69,0	4,36516E7	2,1778E7	2,18736E7	3,00
108	51,0	3,0903E7	1,53603E7	1,55427E7	2,11
114	60,0	3,71535E7	1,85691E7	1,85844E7	2,53
148	55,0	3,31131E7	1,67864E7	1,63267E7	2,22
159	34,0	2,5704E7	9,29908E6	1,64049E7	2,23
166	39,0	4,0738E7	1,10818E7	2,96562E7	4,07
169	50,0	4,2658E7	1,50037E7	2,76542E7	3,79
188	69,0	3,71535E7	2,1778E7	1,53755E7	2,10
213	34,0	3,71535E7	9,29908E6	2,78544E7	3,82
221	63,0	5,49541E7	1,96388E7	3,53153E7	4,89
308	31,0	2,34423E7	8,22945E6	1,52128E7	2,07
313	40,0	2,95121E7	1,14383E7	1,80738E7	2,46
319	42,0	3,23594E7	1,21514E7	2,0208E7	2,75
321	37,0	3,31131E7	1,03687E7	2,27444E7	3,10
332	45,0	3,16228E7	1,3221E7	1,84018E7	2,51
334	48,0	3,80189E7	1,42906E7	2,37283E7	3,24
336	45,0	3,16228E7	1,3221E7	1,84018E7	2,51
342	39,0	2,95121E7	1,10818E7	1,84303E7	2,51
367	41,0	4,36516E7	1,17949E7	3,18567E7	4,38
474	31,0	3,31131E7	8,22945E6	2,48837E7	3,40
606	41,0	2,88403E7	1,17949E7	1,70455E7	2,32

Regresión Simple - Lmin 20 vs. ANCHO CARRIL

Variable dependiente: Lmin 20

Variable independiente: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-2,46261E6	3,67137E6	-0,67076	0,5024
Pendiente	45266,4	11681,9	3,87493	0,0001

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1,10915E15	1	1,10915E15	15,02	0,0001
Residuo	4,66853E16	632	7,38692E13		
Total (Corr.)	4,77945E16	633			

Coefficiente de Correlación = 0,152338

R-cuadrada = 2,32067 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 2,16612 por ciento

Error estándar del est. = 8,59472E6

Error absoluto medio = 6,10602E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,66813 (P=0,0000)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,165476

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Doble Inverso	0,2314	5,35%
Curva S	-0,2274	5,17%
Inversa-Y Log-X	-0,2213	4,90%
Multiplicativa	0,2167	4,70%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,2162	4,68%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,2114	4,47%
Inversa de Y	-0,2113	4,47%
Exponencial	0,2062	4,25%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,2019	4,08%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,2017	4,07%
Log-Y Cuadrado-X	0,1960	3,84%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,1917	3,68%
Raíz Cuadrada Doble	0,1867	3,49%
Raíz Cuadrada de Y	0,1817	3,30%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,1719	2,96%
Inversa de X	-0,1710	2,92%
Logaritmo de X	0,1616	2,61%
Raíz Cuadrada de X	0,1569	2,46%
Lineal	0,1523	2,32%
Cuadrado de X	0,1434	2,06%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,1143	1,31%
Cuadrado-Y Log-X	0,1069	1,14%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,1033	1,07%
Cuadrado de Y	0,0997	0,99%
Cuadrado Doble	0,0926	0,86%
Logístico	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

Fila	X	Y	Predicciones	Residuos	
			Y	Residuos	Studentizados
6	310,0	4,89779E7	1,157E7	3,74079E7	4,42
9	310,0	3,89045E7	1,157E7	2,73345E7	3,21
30	310,0	5,37032E7	1,157E7	4,21332E7	5,00
47	310,0	4,89779E7	1,157E7	3,74079E7	4,42
52	310,0	2,95121E7	1,157E7	1,79421E7	2,09
53	310,0	6,16595E7	1,157E7	5,00895E7	5,99
77	310,0	3,71535E7	1,157E7	2,55835E7	3,00
83	310,0	3,31131E7	1,157E7	2,15431E7	2,52
86	310,0	5,37032E7	1,157E7	4,21332E7	5,00
89	310,0	3,23594E7	1,157E7	2,07894E7	2,43
97	310,0	3,54813E7	1,157E7	2,39114E7	2,80
98	310,0	3,80189E7	1,157E7	2,6449E7	3,10
103	310,0	4,36516E7	1,157E7	3,20816E7	3,77
108	310,0	3,0903E7	1,157E7	1,9333E7	2,26
114	310,0	3,71535E7	1,157E7	2,55835E7	3,00
148	360,0	3,31131E7	1,38333E7	1,92798E7	2,26
166	360,0	4,0738E7	1,38333E7	2,69047E7	3,16
169	360,0	4,2658E7	1,38333E7	2,88246E7	3,39
188	360,0	3,71535E7	1,38333E7	2,33202E7	2,73
213	360,0	3,71535E7	1,38333E7	2,33202E7	2,73
221	360,0	5,49541E7	1,38333E7	4,11208E7	4,88
313	300,0	2,95121E7	1,11173E7	1,83948E7	2,15
319	300,0	3,23594E7	1,11173E7	2,1242E7	2,48
321	300,0	3,31131E7	1,11173E7	2,19958E7	2,57
332	300,0	3,16228E7	1,11173E7	2,05055E7	2,40
334	300,0	3,80189E7	1,11173E7	2,69016E7	3,16
336	300,0	3,16228E7	1,11173E7	2,05055E7	2,40
342	300,0	2,95121E7	1,11173E7	1,83948E7	2,15
367	300,0	4,36516E7	1,11173E7	3,25343E7	3,83
474	280,0	3,31131E7	1,0212E7	2,29011E7	2,68
606	300,0	2,88403E7	1,11173E7	1,7723E7	2,07

Regresión Simple - Lmin 20 vs. VEL LIMITE

Variable dependiente: Lmin 20

Variable independiente: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-1,76889E6	1,45629E6	-1,21465	0,2245
Pendiente	325232,	34283,2	9,48664	0,0000

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	5,95755E15	1	5,95755E15	90,00	0,0000
Residuo	4,18369E16	632	6,61977E13		
Total (Corr.)	4,77945E16	633			

Coefficiente de Correlación = 0,353057

R-cuadrada = 12,4649 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 12,3264 por ciento

Error estándar del est. = 8,13619E6

Error absoluto medio = 5,75315E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,85582 (P=0,0347)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0707122

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Curva S	-0,3872	14,99%
Multiplicativa	0,3793	14,39%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,3777	14,27%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,3756	14,11%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,3730	13,92%
Raíz Cuadrada Doble	0,3721	13,85%
Raíz Cuadrada de Y	0,3674	13,50%
Exponencial	0,3656	13,37%
Logaritmo de X	0,3564	12,70%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,3555	12,64%
Raíz Cuadrada de X	0,3554	12,63%
Inversa de X	-0,3537	12,51%
Lineal	0,3531	12,46%
Log-Y Cuadrado-X	0,3490	12,18%
Cuadrado de X	0,3456	11,94%
Doble Inverso	0,3420	11,70%
Inversa-Y Log-X	-0,3242	10,51%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,3134	9,82%
Inversa de Y	-0,3019	9,12%
Cuadrado de Y	0,2989	8,93%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,2979	8,88%
Cuadrado Doble	0,2979	8,87%
Cuadrado-Y Log-X	0,2957	8,74%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,2871	8,24%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,2788	7,77%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Predicciones</i>	<i>Residuos</i>	<i>Residuos</i>
			<i>Y</i>	<i>Residuos</i>	<i>Studentizados</i>
6	60,0	4,89779E7	1,7745E7	3,12329E7	3,90
9	60,0	3,89045E7	1,7745E7	2,11595E7	2,62
30	60,0	5,37032E7	1,7745E7	3,59582E7	4,50
47	60,0	4,89779E7	1,7745E7	3,12329E7	3,90
53	60,0	6,16595E7	1,7745E7	4,39145E7	5,54
77	60,0	3,71535E7	1,7745E7	1,94085E7	2,40
86	60,0	5,37032E7	1,7745E7	3,59582E7	4,50
97	60,0	3,54813E7	1,7745E7	1,77363E7	2,19
98	60,0	3,80189E7	1,7745E7	2,02739E7	2,51
103	60,0	4,36516E7	1,7745E7	2,59066E7	3,22
114	60,0	3,71535E7	1,7745E7	1,94085E7	2,40
135	40,0	2,88403E7	1,12404E7	1,75999E7	2,17
148	40,0	3,31131E7	1,12404E7	2,18727E7	2,70
166	40,0	4,0738E7	1,12404E7	2,94976E7	3,66
169	40,0	4,2658E7	1,12404E7	3,14176E7	3,91
172	40,0	2,95121E7	1,12404E7	1,82717E7	2,25
188	40,0	3,71535E7	1,12404E7	2,59131E7	3,21
213	40,0	3,71535E7	1,12404E7	2,59131E7	3,21
216	40,0	2,75423E7	1,12404E7	1,63019E7	2,01
221	40,0	5,49541E7	1,12404E7	4,37137E7	5,50
224	40,0	2,75423E7	1,12404E7	1,63019E7	2,01
313	40,0	2,95121E7	1,12404E7	1,82717E7	2,25
316	40,0	2,75423E7	1,12404E7	1,63019E7	2,01
319	40,0	3,23594E7	1,12404E7	2,1119E7	2,61
321	40,0	3,31131E7	1,12404E7	2,18727E7	2,70
332	40,0	3,16228E7	1,12404E7	2,03824E7	2,52
334	40,0	3,80189E7	1,12404E7	2,67786E7	3,32
336	40,0	3,16228E7	1,12404E7	2,03824E7	2,52
342	40,0	2,95121E7	1,12404E7	1,82717E7	2,25
367	40,0	4,36516E7	1,12404E7	3,24112E7	4,03
371	40,0	2,75423E7	1,12404E7	1,63019E7	2,01
373	40,0	2,81838E7	1,12404E7	1,69434E7	2,09
474	30,0	3,31131E7	7,98806E6	2,5125E7	3,12
606	40,0	2,88403E7	1,12404E7	1,75999E7	2,17

Regresión Múltiple - Lmin 20 (MODELO 27)

Variable dependiente: Lmin 20

Variables independientes:

VEL+20

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-2,61737E6	960587,	-2,72476	0,0064
VEL+20	395740,	24194,2	16,3568	0,0000
d6	-2,82236E6	648429,	-4,35261	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,43612E16	2	7,1806E15	135,52	0,0000
Residuo	3,34333E16	631	5,29846E13		
Total (Corr.)	4,77945E16	633			

R-cuadrada = 30,0478 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 29,8261 por ciento

Error estándar del est. = 7,27905E6

Error absoluto medio = 5,0741E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,84049 (P=0,0223)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0794059

Análisis estadístico

Leq +50 m

Comparación de Varias Muestras

Variable dependiente: Leq 50

Factor: MODERADOR

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 571

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Leq 50 por MODERADOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,60887E16	2	4,30444E16	63,39	0,0000
Intra grupos	3,85667E17	568	6,7899E14		
Total (Corr.)	4,71755E17	570			

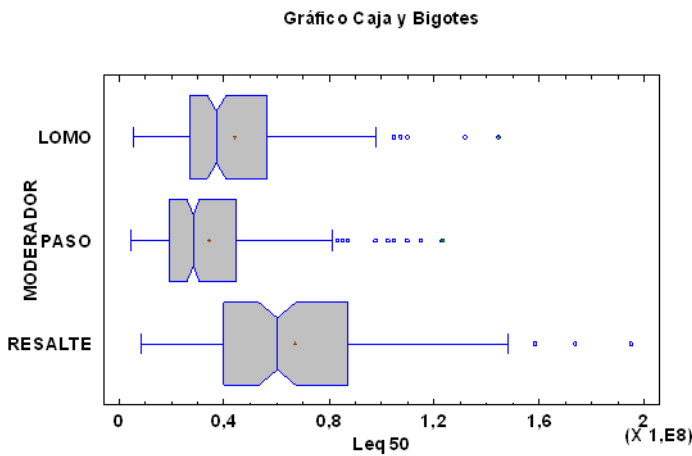
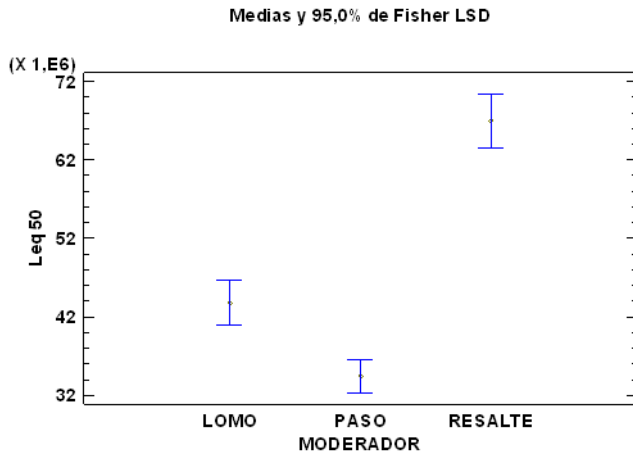
Tabla de Medias para Leq 50 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%

			Error Est.		
MODERADOR	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
LOMO	162	4,37476E7	2,04727E6	4,09043E7	4,6591E7
PASO	298	3,4385E7	1,50947E6	3,22885E7	3,64814E7
RESALTE	111	6,70054E7	2,47326E6	6,35703E7	7,04404E7
Total	571	4,33825E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 50 por MODERADOR

MODERADOR	Tamaño Muestra	Rango Promedio
LOMO	162	304,96
PASO	298	231,074
RESALTE	111	405,788

Estadístico = 93,706 Valor-P = 0



Variable dependiente: Leq 50
 Factor: ANCHO CARRIL
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 571
 Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Leq 50 por ANCHO CARRIL

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9,1695E16	3	3,0565E16	45,60	0,0000
Intra grupos	3,8006E17	567	6,703E14		
Total (Corr.)	4,7175E17	570			

Tabla de Medias para Leq 50 por ANCHO CARRIL con intervalos de confianza del 95,0%

<i>ANCHO CARRIL</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
280	131	2,94878E7	2,26203E6	2,63461E7	3,26294E7
300	167	3,82265E7	2,00344E6	3,5444E7	4,1009E7
310	111	6,70054E7	2,45739E6	6,35924E7	7,04184E7
360	162	4,37476E7	2,03412E6	4,09225E7	4,65728E7
Total	571	4,33825E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 50 por ANCHO CARRIL

<i>ANCHO CARRIL</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
280	131	188,405
300	167	264,545
310	111	405,788
360	162	304,96

Estadístico = 109,345 Valor-P = 0

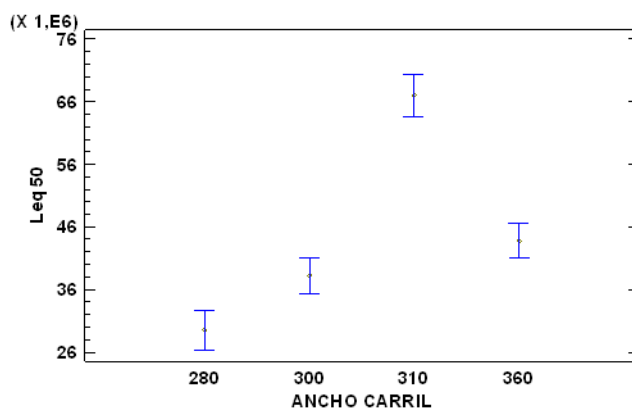
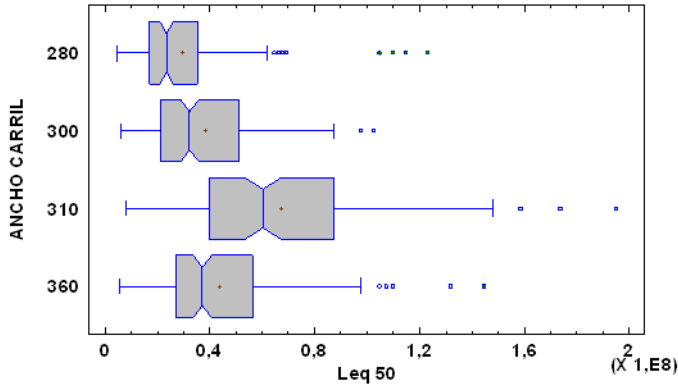
Medias y 95,0% de Fisher LSD

Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq 50
 Factor: VEL LIMITE
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 571
 Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Leq 50 por VEL LIMITE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,91883E16	2	4,45942E16	66,21	0,0000
Intra grupos	3,82567E17	568	6,73533E14		
Total (Corr.)	4,71755E17	570			

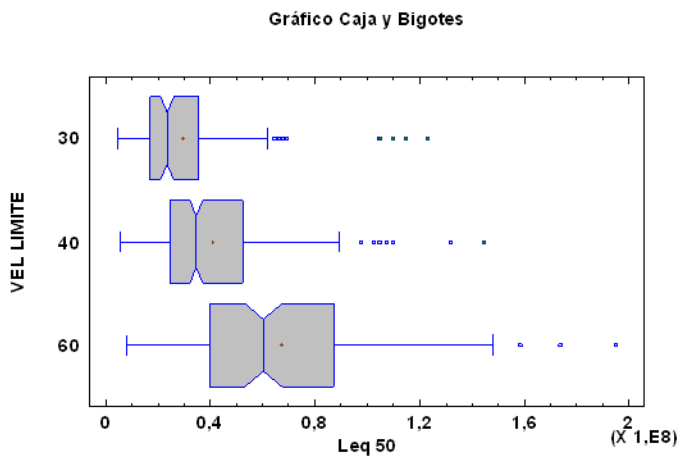
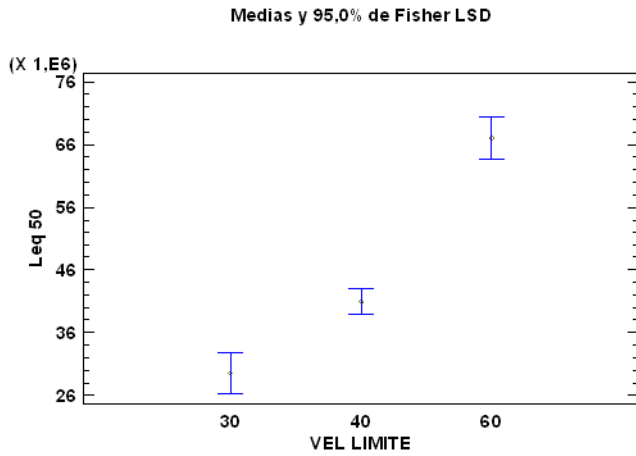
Tabla de Medias para Leq 50 por VEL LIMITE con intervalos de confianza del 95,0%

VEL LIMITE	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
30	131	2,94878E7	2,26748E6	2,63385E7	3,2637E7
40	329	4,09451E7	1,43081E6	3,89579E7	4,29323E7
60	111	6,70054E7	2,4633E6	6,35842E7	7,04266E7
Total	571	4,33825E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 50 por VEL LIMITE

VEL LIMITE	Tamaño Muestra	Rango Promedio
30	131	188,405
40	329	284,445
60	111	405,788

Estadístico = 104,41 Valor-P = 0



Variable dependiente: Leq 50

Factor: Localizacion

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 571

Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Leq 50 por Localizacion

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6,27488E15	1	6,27488E15	7,67	0,0058
Intra grupos	4,6548E17	569	8,18068E14		
Total (Corr.)	4,71755E17	570			

Tabla de Medias para Leq 50 por Localizacion con intervalos de confianza del 95,0%

			<i>Error Est.</i>		
<i>Localizacion</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
extremo	404	4,55139E7	1,423E6	4,35375E7	4,74902E7
intermedio	167	3,82265E7	2,21328E6	3,51526E7	4,13004E7
Total	571	4,33825E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 50 por Localizacion

<i>Localizacion</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
extremo	404	294,869
intermedio	167	264,545

Estadístico = 3,99258 Valor-P = 0,0456976

Medias y 95,0% de Fisher LSD

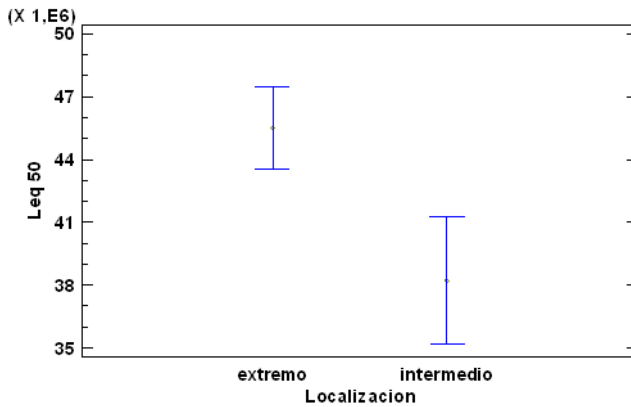
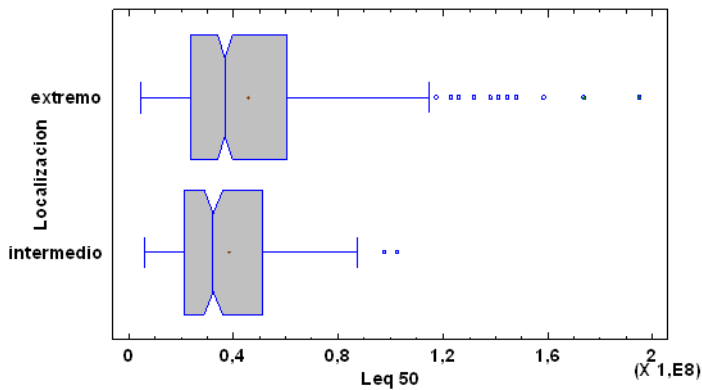


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq 50

Factor: TIPO

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 571

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Leq 50 por TIPO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,72892E15	3	1,24297E15	1,51	0,2120
Intra grupos	4,68026E17	567	8,25443E14		
Total (Corr.)	4,71755E17	570			

Tabla de Medias para Leq 50 por TIPO con intervalos de confianza del 95,0%

TIPO	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
FURGONETA	108	4,60074E7	2,7646E6	4,21677E7	4,9847E7
MONOVOLUMEN	45	4,05197E7	4,28289E6	3,45713E7	4,64681E7
NORMAL	366	4,208E7	1,50177E6	3,99942E7	4,41657E7
SUV	52	4,95766E7	3,98421E6	4,4043E7	5,51101E7
Total	571	4,33825E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 50 por TIPO

TIPO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
FURGONETA	108	299,394
MONOVOLUMEN	45	262,3
NORMAL	366	278,552
SUV	52	331,115

Estadístico = 6,27616 Valor-P = 0,0989185

Medias y 95,0% de Fisher LSD

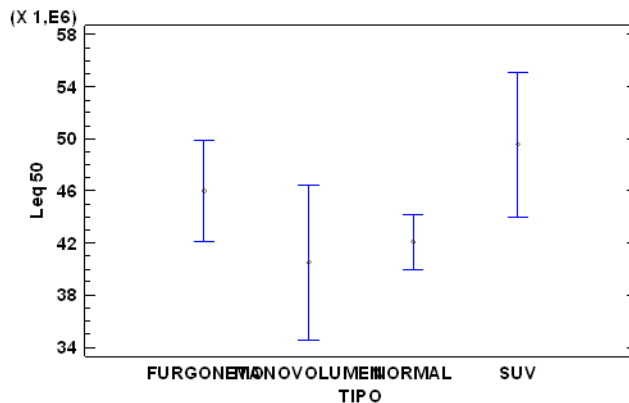
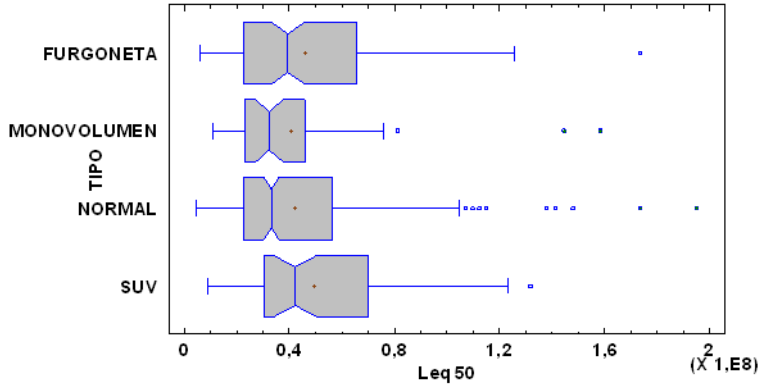


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq 50
 Factor: VEL+50
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 571
 Número de niveles: 45

Tabla ANOVA para Leq 50 por VEL+50

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,15837E17	44	4,90538E15	10,08	0,0000
Intra grupos	2,55919E17	526	4,86538E14		
Total (Corr.)	4,71755E17	570			

Regresión Simple - Leq 50 vs. VEL+50

Variable dependiente: Leq 50
 Variable independiente: VEL+50
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-1,20511E7	3,0002E6	-4,01676	0,0001
Pendiente	1,29756E6	66736,9	19,4429	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,88311E17	1	1,88311E17	378,03	0,0000
Residuo	2,83444E17	569	4,98144E14		
Total (Corr.)	4,71755E17	570			

Coefficiente de Correlación = **0,6318**

R-cuadrada = **39,9171** por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 39,8115 por ciento

Error estándar del est. = **2,23191E7**

Error absoluto medio = **1,68159E7**

Estadístico Durbin-Watson = 1,70463 (P=**0,0002**)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,147628

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada de Y	0,6318	39,92%
Lineal	0,6318	39,92%
Cuadrado de X	0,6293	39,60%
Raíz Cuadrada Doble	0,6276	39,38%
Raíz Cuadrada de X	0,6195	38,38%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,6162	37,97%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,6134	37,63%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,6094	37,14%
Multiplicativa	0,6065	36,78%
Exponencial	0,6051	36,62%
Logaritmo de X	0,6004	36,05%
Cuadrado Doble	0,5932	35,19%
Curva S	-0,5827	33,95%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,5770	33,29%
Log-Y Cuadrado-X	0,5716	32,68%
Cuadrado de Y	0,5715	32,66%
Inversa de X	-0,5484	30,08%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,5482	30,06%
Cuadrado-Y Log-X	0,5198	27,01%
Doble Inverso	0,5035	25,35%
Inversa-Y Log-X	-0,4985	24,85%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4877	23,79%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,4543	20,64%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,4210	17,72%
Inversa de Y	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Predicciones</i> <i>Y</i>	<i>Residuos</i>	<i>Residuos</i> <i>Studentizados</i>
6	69,0	1,25893E8	7,74803E7	4,84122E7	2,18
18	85,0	1,58489E8	9,82412E7	6,02481E7	2,74
77	120,0	9,54993E7	1,43656E8	-4,81565E7	-2,23
82	63,0	1,14815E8	6,9695E7	4,51204E7	2,03
89	69,0	1,7378E8	7,74803E7	9,62997E7	4,40
98	85,0	1,7378E8	9,82412E7	7,55388E7	3,45
100	60,0	1,12202E8	6,58023E7	4,63995E7	2,09
103	69,0	1,38038E8	7,74803E7	6,05581E7	2,74
120	63,0	1,94984E8	6,9695E7	1,25289E8	5,79
148	55,0	1,09648E8	5,93145E7	5,03333E7	2,27
150	58,0	1,E7	6,32072E7	-5,32072E7	-2,40
195	58,0	1,31826E8	6,32072E7	6,86185E7	3,10
265	46,0	9,77237E7	4,76365E7	5,00872E7	2,25
291	48,0	1,44544E8	5,02316E7	9,43123E7	4,29
421	51,0	1,04713E8	5,41243E7	5,05885E7	2,28
428	58,0	1,23027E8	6,32072E7	5,98197E7	2,70
441	69,0	3,01995E7	7,74803E7	-4,72808E7	-2,13
487	42,0	1,14815E8	4,24463E7	7,23691E7	3,27
525	39,0	8,70964E7	3,85536E7	4,85427E7	2,18
533	28,0	7,24436E7	2,42805E7	4,81631E7	2,17
541	39,0	1,02329E8	3,85536E7	6,37757E7	2,88
542	33,0	9,77237E7	3,07683E7	6,69554E7	3,03
554	33,0	7,76247E7	3,07683E7	4,68564E7	2,11
559	32,0	8,51138E7	2,94707E7	5,56431E7	2,51
589	34,0	8,31764E7	3,20659E7	5,11105E7	2,30
591	34,0	8,31764E7	3,20659E7	5,11105E7	2,30
639	34,0	8,70964E7	3,20659E7	5,50305E7	2,48
651	34,0	7,76247E7	3,20659E7	4,55589E7	2,05
668	38,0	9,77237E7	3,72561E7	6,04676E7	2,73

Regresión Simple - Leq 50 vs. ANCHO CARRIL

Variable dependiente: Leq 50

Variable independiente: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coeficientes**

<i>Parámetro</i>	<i>Mínimos Cuadrados</i> <i>Estimado</i>	<i>Estándar</i> <i>Error</i>	<i>Estadístico</i> <i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	4,03015E6	1,23979E7	0,325068	0,7452
Pendiente	125175,	39252,7	3,18896	0,0015

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	8,28341E15	1	8,28341E15	10,17	0,0015
Residuo	4,63472E17	569	8,14538E14		
Total (Corr.)	4,71755E17	570			

Coefficiente de Correlación = 0,132509

R-cuadrada = 1,75587 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 1,58321 por ciento

Error estándar del est. = 2,85401E7

Error absoluto medio = 2,14535E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,6175 (P=0,0000)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,190679

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Doble Inverso	0,2290	5,25%
Inversa-Y Log-X	-0,2195	4,82%
Curva S	-0,2187	4,78%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,2148	4,62%
Inversa de Y	-0,2102	4,42%
Multiplicativa	0,2075	4,30%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,2019	4,08%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,2010	4,04%
Exponencial	0,1965	3,86%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,1896	3,60%
Log-Y Cuadrado-X	0,1857	3,45%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,1784	3,18%
Raíz Cuadrada Doble	0,1728	2,99%
Raíz Cuadrada de Y	0,1672	2,80%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,1564	2,45%
Inversa de X	-0,1541	2,38%
Logaritmo de X	0,1432	2,05%
Raíz Cuadrada de X	0,1378	1,90%
Lineal	0,1325	1,76%
Cuadrado de X	0,1221	1,49%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,0883	0,78%
Cuadrado-Y Log-X	0,0790	0,62%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,0744	0,55%
Cuadrado de Y	0,0698	0,49%
Cuadrado Doble	0,0610	0,37%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			<i>Predicciones</i>		<i>Residuos</i>
<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i>	<i>Residuos</i>	<i>Studentizados</i>
6	310,0	1,25893E8	4,28345E7	8,3058E7	2,93
9	310,0	1,09648E8	4,28345E7	6,68133E7	2,35
17	310,0	1,41254E8	4,28345E7	9,84193E7	3,49
18	310,0	1,58489E8	4,28345E7	1,15655E8	4,11
22	310,0	1,1749E8	4,28345E7	7,46553E7	2,63
30	310,0	1,04713E8	4,28345E7	6,18784E7	2,18
49	310,0	1,12202E8	4,28345E7	6,93674E7	2,44
52	310,0	1,04713E8	4,28345E7	6,18784E7	2,18
53	310,0	1,14815E8	4,28345E7	7,19809E7	2,54
63	310,0	1,23027E8	4,28345E7	8,01924E7	2,83
71	310,0	1,E8	4,28345E7	5,71655E7	2,01
82	310,0	1,14815E8	4,28345E7	7,19809E7	2,54
86	310,0	1,47911E8	4,28345E7	1,05076E8	3,73
89	310,0	1,7378E8	4,28345E7	1,30946E8	4,68
90	310,0	1,02329E8	4,28345E7	5,94948E7	2,09
98	310,0	1,7378E8	4,28345E7	1,30946E8	4,68
100	310,0	1,12202E8	4,28345E7	6,93674E7	2,44
102	310,0	1,E8	4,28345E7	5,71655E7	2,01
103	310,0	1,38038E8	4,28345E7	9,52039E7	3,37
114	310,0	1,12202E8	4,28345E7	6,93674E7	2,44
120	310,0	1,94984E8	4,28345E7	1,5215E8	5,47
148	360,0	1,09648E8	4,90933E7	6,05546E7	2,13
195	360,0	1,31826E8	4,90933E7	8,27324E7	2,93
209	360,0	1,07152E8	4,90933E7	5,80587E7	2,05
291	360,0	1,44544E8	4,90933E7	9,54507E7	3,38
421	280,0	1,04713E8	3,90792E7	6,56336E7	2,31
428	280,0	1,23027E8	3,90792E7	8,39476E7	2,97
474	280,0	1,09648E8	3,90792E7	7,05686E7	2,49
487	280,0	1,14815E8	3,90792E7	7,57361E7	2,67
541	300,0	1,02329E8	4,15827E7	6,07466E7	2,14

Regresión Simple - Leq 50 vs. VEL LIMITE

Variable dependiente: Leq 50

Variable independiente: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-9,04195E6	4,68388E6	-1,93044	0,0540
Pendiente	1,2604E6	109546,	11,5057	0,0000

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	8,90404E16	1	8,90404E16	132,38	0,0000
Residuo	3,82715E17	569	6,7261E14		
Total (Corr.)	4,71755E17	570			

Coefficiente de Correlación = 0,434445

R-cuadrada = 18,8743 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 18,7317 por ciento

Error estándar del est. = 2,59347E7

Error absoluto medio = 1,93212E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,94915 (P=0,2717)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0241228

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada Doble	0,4390	19,27%
Raíz Cuadrada de Y	0,4383	19,21%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,4381	19,19%
Lineal	0,4344	18,87%
Cuadrado de X	0,4339	18,82%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,4331	18,76%
Raíz Cuadrada de X	0,4326	18,72%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,4307	18,55%
Logaritmo de X	0,4290	18,41%
Multiplicativa	0,4280	18,31%
Curva S	-0,4268	18,21%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,4260	18,14%
Exponencial	0,4225	17,85%
Inversa de X	-0,4164	17,34%
Log-Y Cuadrado-X	0,4126	17,02%
Cuadrado Doble	0,3928	15,43%
Cuadrado de Y	0,3868	14,96%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,3815	14,56%
Cuadrado-Y Log-X	0,3745	14,02%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3554	12,63%
Doble Inverso	0,3551	12,61%
Inversa-Y Log-X	-0,3455	11,94%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,3387	11,47%
Inversa de Y	-0,3311	10,96%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,3145	9,89%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

Fila	X	Y	Predicciones		Residuos	
			Y	Residuos	Studentizados	
6	60,0	1,25893E8	6,65818E7	5,93108E7	2,30	
17	60,0	1,41254E8	6,65818E7	7,4672E7	2,91	
18	60,0	1,58489E8	6,65818E7	9,19076E7	3,59	
38	60,0	8,31764E6	6,65818E7	-5,82641E7	-2,26	
44	60,0	9,12011E6	6,65818E7	-5,74617E7	-2,23	
63	60,0	1,23027E8	6,65818E7	5,64451E7	2,19	
68	60,0	1,44544E7	6,65818E7	-5,21274E7	-2,02	
86	60,0	1,47911E8	6,65818E7	8,13291E7	3,17	
89	60,0	1,7378E8	6,65818E7	1,07198E8	4,21	
98	60,0	1,7378E8	6,65818E7	1,07198E8	4,21	
103	60,0	1,38038E8	6,65818E7	7,14567E7	2,78	
105	60,0	1,41254E7	6,65818E7	-5,24564E7	-2,04	
120	60,0	1,94984E8	6,65818E7	1,28403E8	5,08	
121	60,0	1,12202E7	6,65818E7	-5,53616E7	-2,15	
148	40,0	1,09648E8	4,13739E7	6,8274E7	2,65	
169	40,0	1,04713E8	4,13739E7	6,3339E7	2,46	
172	40,0	1,04713E8	4,13739E7	6,3339E7	2,46	
195	40,0	1,31826E8	4,13739E7	9,04518E7	3,53	
209	40,0	1,07152E8	4,13739E7	6,57781E7	2,55	
265	40,0	9,77237E7	4,13739E7	5,63499E7	2,18	
291	40,0	1,44544E8	4,13739E7	1,0317E8	4,03	
421	30,0	1,04713E8	2,87699E7	7,59429E7	2,95	
428	30,0	1,23027E8	2,87699E7	9,4257E7	3,68	
474	30,0	1,09648E8	2,87699E7	8,08779E7	3,15	
487	30,0	1,14815E8	2,87699E7	8,60455E7	3,35	
541	40,0	1,02329E8	4,13739E7	6,09554E7	2,36	
542	40,0	9,77237E7	4,13739E7	5,63499E7	2,18	
668	40,0	9,77237E7	4,13739E7	5,63499E7	2,18	

Regresión Múltiple - Leq 50 (MODELO 29)

Variable dependiente: Leq 50

Variables independientes:

VEL+50

VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Parámetro	Estimación	Error		Estadístico	Valor-P
		Estándar	T		
CONSTANTE	-2,20091E7	4,0869E6	-5,38528	0,0000	
VEL+50	1,14914E6	78203,3	14,6942	0,0000	
VEL LIMITE	391858,	110471,	3,54714	0,0004	

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1,94454E17	2	9,72269E16	199,15	0,0000
Residuo	2,77301E17	568	4,88207E14		
Total (Corr.)	4,71755E17	570			

R-cuadrada = 41,2192 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 41,0122 por ciento

Error estándar del est. = 2,20954E7

Error absoluto medio = 1,66001E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,79068 (P=0,0062)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,104396

Regresión Múltiple - Leq 50 (MODELO 30)

Variable dependiente: Leq 50

Variables independientes:

VEL+50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1

		<i>Error</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Estándar</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	-1,40899E7	2,77487E6	-5,07769	0,0000
VEL+50	1,72938E6	75103,3	23,0267	0,0000
d6	-2,31925E7	2,31068E6	-10,0371	0,0000

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2,31011E17	2	1,15505E17	272,52	0,0000
Residuo	2,40744E17	568	4,23846E14		
Total (Corr.)	4,71755E17	570			

R-cuadrada = 48,9684 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 48,7887 por ciento

Error estándar del est. = 2,05875E7

Error absoluto medio = 1,47857E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,92735 (P=0,1927)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,036217

Regresión Múltiple - Leq 50 (MODELO 31 NORMAL)

Variable dependiente: Leq 50

Variables independientes:

VEL+50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="NORMAL"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-1,85716E7	3,40126E6	-5,46022	0,0000
VEL+50	1,78806E6	91371,8	19,5691	0,0000
d6	-2,25266E7	2,77857E6	-8,10725	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,50521E17	2	7,52607E16	198,21	0,0000
Residuo	1,37831E17	363	3,79699E14		
Total (Corr.)	2,88352E17	365			

R-cuadrada = 52,2006 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 51,9372 por ciento

Error estándar del est. = 1,94859E7

Error absoluto medio = 1,3719E7

Estadístico Durbin-Watson = 2,02989 (P=0,6123)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0158189

Regresión Múltiple - Leq 50 (MODELO 31 SUV)

Variable dependiente: Leq 50

Variables independientes:

VEL+50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="SUV"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-3,17924E6	1,02501E7	-0,310166	0,7578
VEL+50	1,64932E6	269684,	6,11575	0,0000
d6	-2,73121E7	8,13648E6	-3,35675	0,0015

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,80342E16	2	9,01709E15	18,71	0,0000
Residuo	2,36185E16	49	4,82009E14		
Total (Corr.)	4,16526E16	51			

R-cuadrada = 43,2966 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 40,9822 por ciento

Error estándar del est. = 2,19547E7

Error absoluto medio = 1,641E7

Estadístico Durbin-Watson = 2,10689 (P=0,5723)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0589634

Regresión Múltiple - Leq 50 (MODELO 31 FURGONETA)

Variable dependiente: Leq 50

Variables independientes:

VEL+50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="FURGONETA"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-4,35071E6	6,145E6	-0,708008	0,4805
VEL+50	1,53294E6	171718,	8,92703	0,0000
d6	-2,07306E7	5,67888E6	-3,65047	0,0004

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,34024E16	2	2,17012E16	42,08	0,0000
Residuo	5,41549E16	105	5,15761E14		
Total (Corr.)	9,75573E16	107			

R-cuadrada = 44,4891 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 43,4318 por ciento

Error estándar del est. = 2,27104E7

Error absoluto medio = 1,65465E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,90828 (P=0,3179)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0423672

Regresión Múltiple - Leq 50 (MODELO 31 MONOVOLUMEN)

Variable dependiente: Leq 50

Variables independientes:

VEL+50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="MONOVOLUMEN"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-2,19589E7	1,12315E7	-1,95512	0,0572
VEL+50	1,9463E6	305154,	6,3781	0,0000
d6	-2,59374E7	8,60267E6	-3,01504	0,0043

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,99646E16	2	9,9823E15	20,45	0,0000
Residuo	2,04998E16	42	4,88089E14		
Total (Corr.)	4,04644E16	44			

R-cuadrada = 49,3388 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 46,9263 por ciento

Error estándar del est. = 2,20927E7

Error absoluto medio = 1,45277E7

Estadístico Durbin-Watson = 2,36814 (P=0,8364)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,226219

Análisis estadístico

Lmax +50 m

Comparación de Varias Muestras (aleatorio=1)

Variable dependiente: Lmax 50

Factor: MODERADOR

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 571

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmax 50 por MODERADOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,2051E17	2	1,60255E17	74,37	0,0000
Intra grupos	1,22399E18	568	2,15491E15		
Total (Corr.)	1,5445E18	570			

Tabla de Medias para Lmax 50 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%

MODERADOR	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
LOMO	162	6,62431E7	3,64718E6	6,11776E7	7,13085E7
PASO	298	5,07717E7	2,68909E6	4,70369E7	5,45065E7
RESALTE	111	1,13695E8	4,40608E6	1,07575E8	1,19814E8
Total	571	6,73931E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 50 por MODERADOR

MODERADOR	Tamaño Muestra	Rango Promedio
LOMO	162	306,929
PASO	298	226,544
RESALTE	111	415,077

Estadístico = 109,274 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

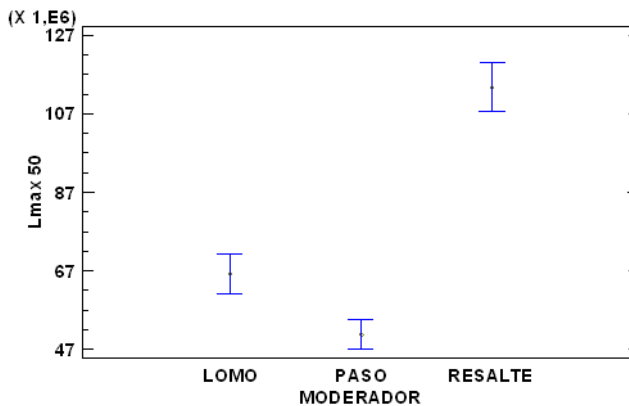
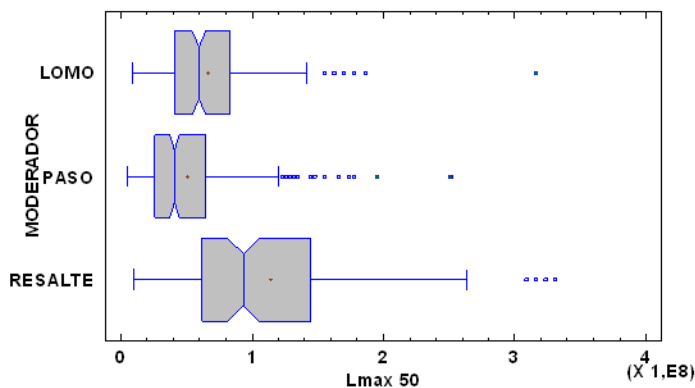


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 50

Factor: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 571

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmax 50 por ANCHO CARRIL

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,30531E17	3	1,10177E17	51,46	0,0000
Intra grupos	1,21396E18	567	2,14103E15		
Total (Corr.)	1,5445E18	570			

Tabla de Medias para Lmax 50 por ANCHO CARRIL con intervalos de confianza del 95,0%

			Error Est.		
ANCHO CARRIL	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
280	131	4,42241E7	4,04274E6	3,86093E7	4,9839E7
300	167	5,59078E7	3,58058E6	5,09348E7	6,08807E7
310	111	1,13695E8	4,39188E6	1,07595E8	1,19794E8
360	162	6,62431E7	3,63542E6	6,11939E7	7,12922E7
Total	571	6,73931E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 50 por ANCHO CARRIL

ANCHO CARRIL	Tamaño Muestra	Rango Promedio
280	131	185,401
300	167	258,817
310	111	415,077
360	162	306,929

Estadístico = 123,814 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

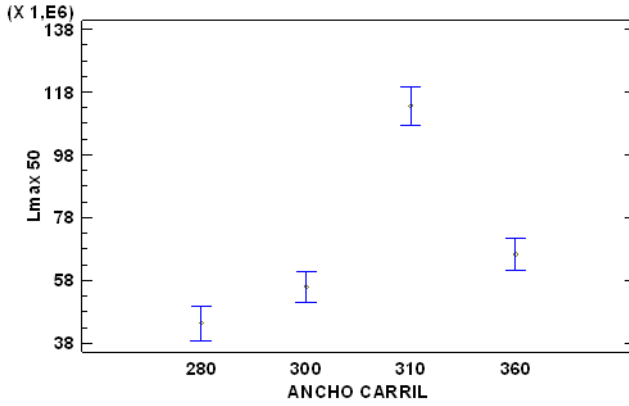
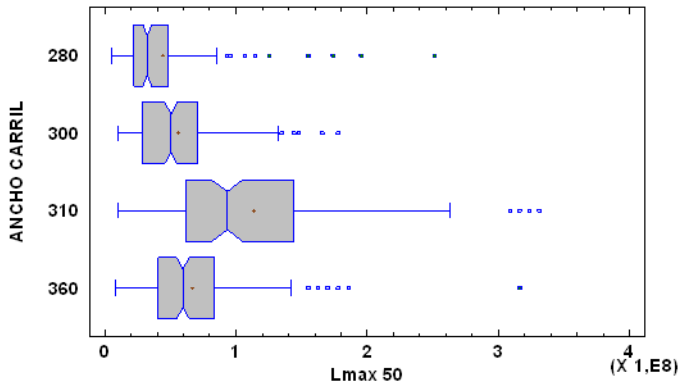


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 50
 Factor: VEL LIMITE
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 571
 Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmax 50 por VEL LIMITE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,21747E17	2	1,60874E17	74,73	0,0000
Intra grupos	1,22275E18	568	2,15273E15		
Total (Corr.)	1,5445E18	570			

Tabla de Medias para Lmax 50 por VEL LIMITE con intervalos de confianza del 95,0%

<i>VEL LIMITE</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
30	131	4,42241E7	4,05377E6	3,8594E7	4,98543E7
40	329	6,09969E7	2,55798E6	5,74442E7	6,45496E7
60	111	1,13695E8	4,40385E6	1,07578E8	1,19811E8
Total	571	6,73931E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 50 por VEL LIMITE

<i>VEL LIMITE</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
30	131	185,401
40	329	282,508
60	111	415,077

Estadístico = 116,82 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

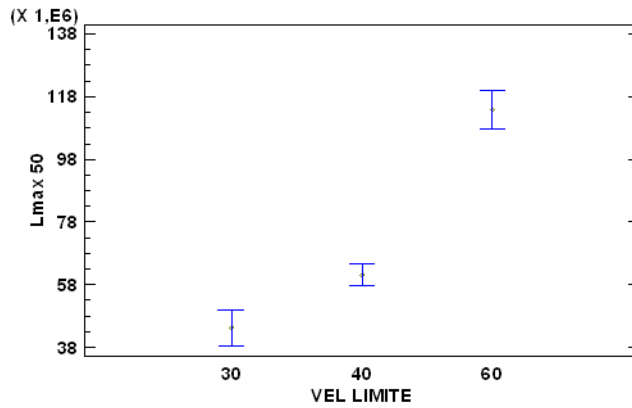
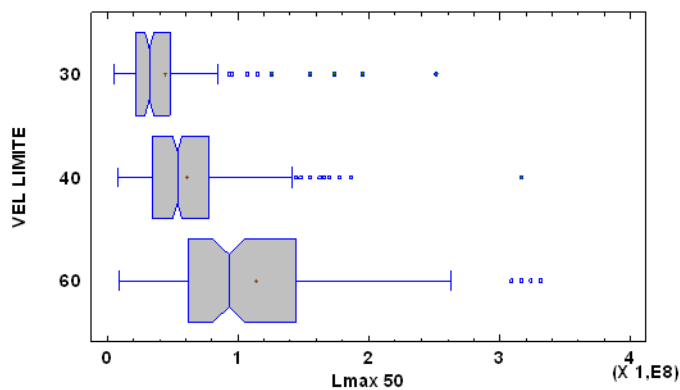


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 50

Factor: Localizacion

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 571

Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Lmax 50 por Localizacion

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,11356E16	1	3,11356E16	11,71	0,0007
Intra grupos	1,51336E18	569	2,65968E15		
Total (Corr.)	1,5445E18	570			

Tabla de Medias para Lmax 50 por Localizacion con intervalos de confianza del 95,0%

Localizacion	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
extremo	404	7,21407E7	2,56581E6	6,85772E7	7,57043E7
intermedio	167	5,59078E7	3,99077E6	5,03651E7	6,14504E7
Total	571	6,73931E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 50 por Localizacion

Localizacion	Tamaño Muestra	Rango Promedio
extremo	404	297,236
intermedio	167	258,817

Estadístico = 6,40865 Valor-P = 0,0113545

Medias y 95,0% de Fisher LSD

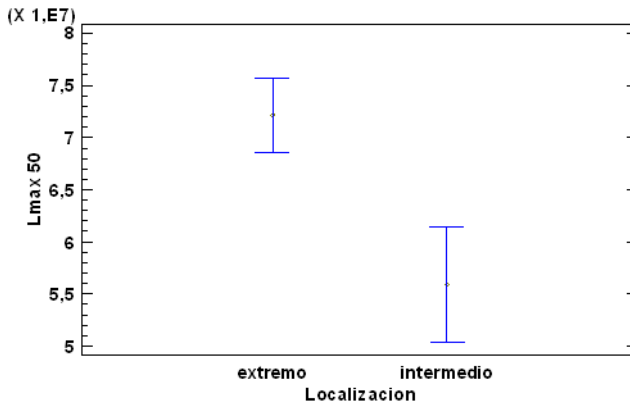
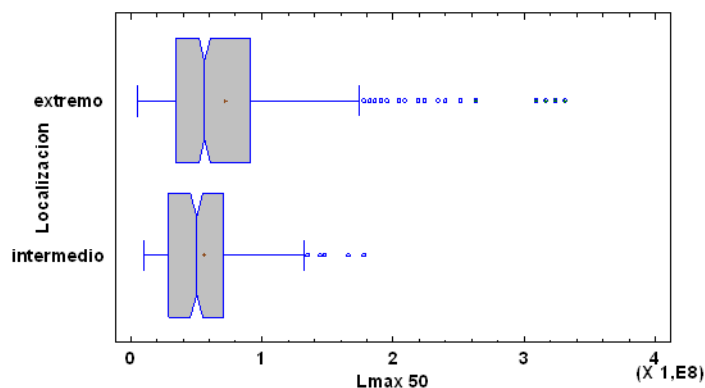


Gráfico o Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 50

Factor: TIPO

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 571

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmax 50 por TIPO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,83552E16	3	6,11839E15	2,27	0,0791
Intra grupos	1,52614E18	567	2,69161E15		
Total (Corr.)	1,5445E18	570			

Tabla de Medias para Lmax 50 por TIPO con intervalos de confianza del 95,0%

TIPO	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
FURGONETA	108	7,37166E7	4,99222E6	6,67831E7	8,06502E7
MONOVOLUMEN	45	6,0507E7	7,73392E6	4,97656E7	7,12484E7
NORMAL	366	6,45175E7	2,71185E6	6,07511E7	6,82839E7
SUV	52	8,04582E7	7,19456E6	7,04659E7	9,04505E7
Total	571	6,73931E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 50 por TIPO

TIPO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
FURGONETA	108	300,681
MONOVOLUMEN	45	269,722
NORMAL	366	276,195
SUV	52	338,606

Estadístico = 7,87421 Valor-P = 0,0486829

Medias y 95,0% de Fisher LSD

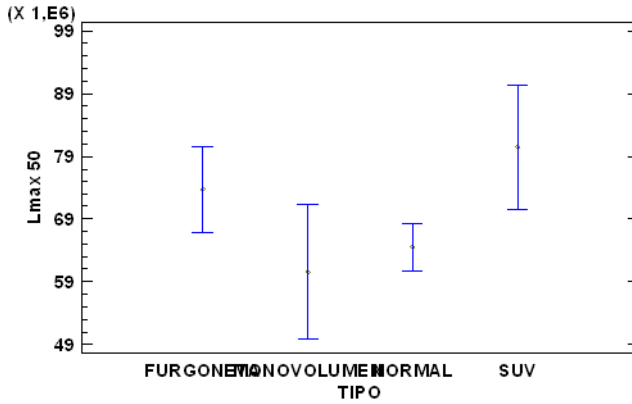
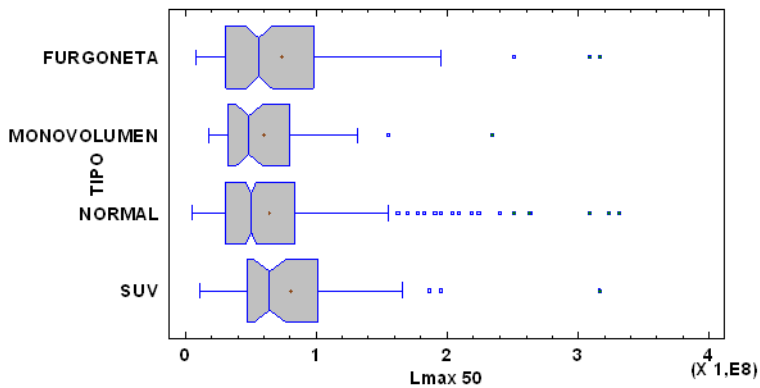


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 50
 Factor: VEL+50
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 571
 Número de niveles: 45

Tabla ANOVA para Lmax 50 por VEL+50

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7,91761E17	44	1,79946E16	12,57	0,0000
Intra grupos	7,52735E17	526	1,43106E15		
Total (Corr.)	1,5445E18	570			

Regresión Simple - Lmax 50 vs. VEL+50

Variable dependiente: Lmax 50

Variable independiente: VEL+50

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-3,76188E7	5,25236E6	-7,16227	0,0000
Pendiente	2,45806E6	116834,	21,0388	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,75782E17	1	6,75782E17	442,63	0,0000
Residuo	8,68714E17	569	1,52674E15		
Total (Corr.)	1,5445E18	570			

Coefficiente de Correlación = 0,66147

R-cuadrada = 43,7542 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 43,6554 por ciento

Error estándar del est. = 3,90735E7

Error absoluto medio = 2,79895E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,73344 (P=0,0007)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,133078

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Raíz Cuadrada de Y	0,6733	45,33%
Cuadrado de X	0,6684	44,68%
Raíz Cuadrada Doble	0,6663	44,39%
Lineal	0,6615	43,75%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,6593	43,47%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,6519	42,50%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,6504	42,30%
Multiplicativa	0,6472	41,89%
Exponencial	0,6461	41,74%
Raíz Cuadrada de X	0,6442	41,50%
Curva S	-0,6222	38,72%
Logaritmo de X	0,6203	38,48%
Log-Y Cuadrado-X	0,6113	37,37%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,6068	36,82%
Cuadrado Doble	0,6010	36,12%
Cuadrado de Y	0,5662	32,06%
Inversa de X	-0,5598	31,33%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,5374	28,88%
Doble Inverso	0,5374	28,88%
Inversa-Y Log-X	-0,5249	27,56%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,5102	26,03%
Cuadrado-Y Log-X	0,5043	25,43%

Residuos Atípicos

<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Predicciones</i> <i>Y</i>	<i>Residuos</i>	<i>Residuos</i> <i>Studentizados</i>
15	85,0	8,91251E7	1,71316E8	-8,21908E7	-2,13
53	72,0	2,23872E8	1,39361E8	8,4511E7	2,18
63	96,0	3,0903E8	1,98354E8	1,10675E8	2,89
82	63,0	3,0903E8	1,17239E8	1,91791E8	5,03
86	96,0	3,23594E8	1,98354E8	1,25239E8	3,28
89	69,0	3,16228E8	1,31987E8	1,84241E8	4,83
98	85,0	2,51189E8	1,71316E8	7,98728E7	2,07
100	60,0	2,18776E8	1,09864E8	1,08912E8	2,81
102	60,0	2,51189E8	1,09864E8	1,41324E8	3,66
103	69,0	2,63027E8	1,31987E8	1,3104E8	3,40
120	63,0	3,31131E8	1,17239E8	2,13892E8	5,64
135	58,0	1,86209E8	1,04948E8	8,12603E7	2,09
150	58,0	1,38038E7	1,04948E8	-9,11445E7	-2,35
195	58,0	3,16228E8	1,04948E8	2,11279E8	5,56
265	46,0	1,77828E8	7,54517E7	1,02376E8	2,64
422	44,0	2,51189E8	7,05356E7	1,80653E8	4,71
428	58,0	1,94984E8	1,04948E8	9,00361E7	2,32
441	69,0	4,46684E7	1,31987E8	-8,73186E7	-2,25
487	42,0	1,7378E8	6,56195E7	1,08161E8	2,79
523	38,0	1,65959E8	5,57873E7	1,10171E8	2,84
541	39,0	1,44544E8	5,82453E7	8,62987E7	2,22
542	33,0	1,47911E8	4,3497E7	1,04414E8	2,69
559	32,0	1,34896E8	4,10389E7	9,38574E7	2,42
676	42,0	1,77828E8	6,56195E7	1,12208E8	2,89

Regresión Simple - Lmax 50 vs. ANCHO CARRIL

Variable dependiente: Lmax 50

Variable independiente: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	7,37877E6	2,24907E7	0,328081	0,7430
Pendiente	190898,	71207,5	2,68087	0,0076

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1,92653E16	1	1,92653E16	7,19	0,0076
Residuo	1,52523E18	569	2,68055E15		
Total (Corr.)	1,5445E18	570			

Coefficiente de Correlación = 0,111685

R-cuadrada = 1,24735 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 1,0738 por ciento

Error estándar del est. = 5,1774E7

Error absoluto medio = 3,63945E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,60362 (P=0,0000)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,197553

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Doble Inverso	0,2570	6,61%
Inversa-Y Log-X	-0,2476	6,13%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,2429	5,90%
Inversa de Y	-0,2382	5,67%
Curva S	-0,2315	5,36%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,2290	5,24%
Multiplicativa	0,2200	4,84%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,2143	4,59%
Exponencial	0,2086	4,35%
Log-Y Cuadrado-X	0,1975	3,90%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,1854	3,44%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,1738	3,02%
Raíz Cuadrada Doble	0,1681	2,82%
Raíz Cuadrada de Y	0,1624	2,64%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,1513	2,29%
Inversa de X	-0,1334	1,78%
Logaritmo de X	0,1225	1,50%
Raíz Cuadrada de X	0,1170	1,37%
Lineal	0,1117	1,25%
Cuadrado de X	0,1012	1,02%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,0556	0,31%
Cuadrado-Y Log-X	0,0467	0,22%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,0424	0,18%
Cuadrado de Y	0,0381	0,15%
Cuadrado Doble	0,0298	0,09%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

Fila	X	Y	Predicciones	Residuos	
			Y	Residuos	Studentizados
6	310,0	1,86209E8	6,65573E7	1,19651E8	2,32
17	310,0	2,39883E8	6,65573E7	1,73326E8	3,38
18	310,0	2,34423E8	6,65573E7	1,67866E8	3,27
22	310,0	1,8197E8	6,65573E7	1,15413E8	2,24
30	310,0	2,0893E8	6,65573E7	1,42372E8	2,77
49	310,0	2,04174E8	6,65573E7	1,37617E8	2,67
53	310,0	2,23872E8	6,65573E7	1,57315E8	3,06
63	310,0	3,0903E8	6,65573E7	2,42472E8	4,78
71	310,0	1,94984E8	6,65573E7	1,28427E8	2,49
73	310,0	1,69824E8	6,65573E7	1,03267E8	2,00
77	310,0	1,8197E8	6,65573E7	1,15413E8	2,24
79	310,0	1,94984E8	6,65573E7	1,28427E8	2,49
82	310,0	3,0903E8	6,65573E7	2,42472E8	4,78
86	310,0	3,23594E8	6,65573E7	2,57036E8	5,08
89	310,0	3,16228E8	6,65573E7	2,49671E8	4,92
90	310,0	1,94984E8	6,65573E7	1,28427E8	2,49
98	310,0	2,51189E8	6,65573E7	1,84631E8	3,61
100	310,0	2,18776E8	6,65573E7	1,52219E8	2,96
102	310,0	2,51189E8	6,65573E7	1,84631E8	3,61
103	310,0	2,63027E8	6,65573E7	1,9647E8	3,84
110	310,0	1,90546E8	6,65573E7	1,23989E8	2,41
114	310,0	1,69824E8	6,65573E7	1,03267E8	2,00
120	310,0	3,31131E8	6,65573E7	2,64574E8	5,23
135	360,0	1,86209E8	7,61022E7	1,10107E8	2,14
195	360,0	3,16228E8	7,61022E7	2,40126E8	4,74
422	280,0	2,51189E8	6,08303E7	1,90358E8	3,73
428	280,0	1,94984E8	6,08303E7	1,34154E8	2,61
474	280,0	1,94984E8	6,08303E7	1,34154E8	2,61
487	280,0	1,7378E8	6,08303E7	1,1295E8	2,19
676	300,0	1,77828E8	6,46483E7	1,1318E8	2,20

Regresión Simple - Lmax 50 vs. VEL LIMITE (aleatorio=1)

Variable dependiente: Lmax 50

Variable independiente: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-3,14089E7	8,3909E6	-3,74321	0,0002
Pendiente	2,37541E6	196244,	12,1043	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	3,16264E17	1	3,16264E17	146,51	0,0000
Residuo	1,22823E18	569	2,15858E15		
Total (Corr.)	1,5445E18	570			

Coefficiente de Correlación = 0,452514

R-cuadrada = 20,4768 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 20,3371 por ciento

Error estándar del est. = 4,64605E7

Error absoluto medio = 3,227E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,97844 (P=0,3984)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,00904087

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Raíz Cuadrada de Y	0,4662	21,74%
Raíz Cuadrada Doble	0,4651	21,63%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,4641	21,54%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,4622	21,36%
Cuadrado de X	0,4563	20,82%
Multiplicativa	0,4544	20,65%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,4533	20,55%
Lineal	0,4525	20,48%
Curva S	-0,4509	20,33%
Exponencial	0,4507	20,31%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,4504	20,28%
Raíz Cuadrada de X	0,4482	20,08%
Log-Y Cuadrado-X	0,4420	19,54%
Logaritmo de X	0,4419	19,52%
Inversa de X	-0,4234	17,93%
Cuadrado Doble	0,3885	15,09%
Cuadrado de Y	0,3782	14,30%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,3705	13,73%
Doble Inverso	0,3675	13,50%
Cuadrado-Y Log-X	0,3611	13,04%
Inversa-Y Log-X	-0,3564	12,70%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,3488	12,17%
Inversa de Y	-0,3404	11,59%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3372	11,37%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,3224	10,39%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Predicciones</i>	<i>Residuos</i>	<i>Studentizados</i>
17	60,0	2,39883E8	1,11116E8	1,28768E8	2,80
18	60,0	2,34423E8	1,11116E8	1,23307E8	2,68
30	60,0	2,0893E8	1,11116E8	9,78141E7	2,12
38	60,0	9,77237E6	1,11116E8	-1,01343E8	-2,20
44	60,0	1,31826E7	1,11116E8	-9,7933E7	-2,12
49	60,0	2,04174E8	1,11116E8	9,30582E7	2,02
53	60,0	2,23872E8	1,11116E8	1,12757E8	2,45
63	60,0	3,0903E8	1,11116E8	1,97914E8	4,34
82	60,0	3,0903E8	1,11116E8	1,97914E8	4,34
86	60,0	3,23594E8	1,11116E8	2,12478E8	4,67
89	60,0	3,16228E8	1,11116E8	2,05112E8	4,51
98	60,0	2,51189E8	1,11116E8	1,40073E8	3,05
100	60,0	2,18776E8	1,11116E8	1,07661E8	2,34
102	60,0	2,51189E8	1,11116E8	1,40073E8	3,05
103	60,0	2,63027E8	1,11116E8	1,51911E8	3,31
105	60,0	1,7378E7	1,11116E8	-9,37375E7	-2,03
120	60,0	3,31131E8	1,11116E8	2,20016E8	4,85
121	60,0	1,44544E7	1,11116E8	-9,66612E7	-2,09
135	40,0	1,86209E8	6,36074E7	1,22601E8	2,66
148	40,0	1,69824E8	6,36074E7	1,06217E8	2,30
169	40,0	1,62181E8	6,36074E7	9,85736E7	2,13
195	40,0	3,16228E8	6,36074E7	2,5262E8	5,58
209	40,0	1,62181E8	6,36074E7	9,85736E7	2,13
265	40,0	1,77828E8	6,36074E7	1,14221E8	2,47
421	30,0	1,54882E8	3,98533E7	1,15028E8	2,49
422	30,0	2,51189E8	3,98533E7	2,11335E8	4,64
428	30,0	1,94984E8	3,98533E7	1,55131E8	3,38
474	30,0	1,94984E8	3,98533E7	1,55131E8	3,38
487	30,0	1,7378E8	3,98533E7	1,33927E8	2,91
523	40,0	1,65959E8	6,36074E7	1,02351E8	2,21
676	40,0	1,77828E8	6,36074E7	1,14221E8	2,47

Regresión Múltiple - Lmax 50 (MODELO 33)

Variable dependiente: Lmax 50

Variables independientes:

VEL+50

VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-5,60469E7	7,14552E6	-7,84365	0,0000
VEL+50	2,18339E6	136730,	15,9686	0,0000
VEL LIMITE	725161,	193148,	3,75444	0,0002

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,96818E17	2	3,48409E17	233,46	0,0000
Residuo	8,47677E17	568	1,49239E15		
Total (Corr.)	1,5445E18	570			

R-cuadrada = 45,1162 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 44,923 por ciento

Error estándar del est. = 3,86315E7

Error absoluto medio = 2,72942E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,82845 (P=0,0202)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0852172

Regresión Múltiple - Lmax 50 (MODELO 34)

Variable dependiente: Lmax 50

Variables independientes:

VEL+50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-4,11635E7	4,86383E6	-8,46319	0,0000
VEL+50	3,20881E6	131642,	24,3753	0,0000
d6	-4,03215E7	4,05019E6	-9,95546	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	8,04845E17	2	4,02422E17	309,03	0,0000
Residuo	7,39651E17	568	1,3022E15		
Total (Corr.)	1,5445E18	570			

R-cuadrada = 52,1105 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 51,9419 por ciento

Error estándar del est. = 3,6086E7

Error absoluto medio = 2,4194E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,94714 (P=0,2638)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0262592

Regresión Múltiple - Lmax 50 (MODELO 35 NORMAL)

Variable dependiente: Lmax 50

Variables independientes:

VEL+50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="NORMAL"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-4,68588E7	6,00006E6	-7,80972	0,0000
VEL+50	3,23545E6	161186,	20,0727	0,0000
d6	-3,85202E7	4,9016E6	-7,8587	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,98147E17	2	2,49074E17	210,79	0,0000
Residuo	4,28922E17	363	1,1816E15		
Total (Corr.)	9,2707E17	365			

R-cuadrada = 53,7335 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 53,4786 por ciento

Error estándar del est. = 3,43745E7

Error absoluto medio = 2,24317E7

Estadístico Durbin-Watson = 2,12709 (P=0,8877)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0641835

Regresión Múltiple - Lmax 50 (aleatorio=1 & TIPO="SUV")

Variable dependiente: Lmax 50

Variables independientes:

VEL+50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="SUV"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-1,68055E7	2,0833E7	-0,806678	0,4238
VEL+50	2,98746E6	548122,	5,45036	0,0000
d6	-4,70742E7	1,65371E7	-2,84658	0,0064

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5,92986E16	2	2,96493E16	14,89	0,0000
Residuo	9,75655E16	49	1,99113E15		
Total (Corr.)	1,56864E17	51			

R-cuadrada = 37,8025 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 35,2639 por ciento

Error estándar del est. = 4,46221E7

Error absoluto medio = 2,87801E7

Estadístico Durbin-Watson = 2,0165 (P=0,4410)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0133214

Regresión Múltiple - Lmax 50 (MODELO 35 FURGONETA)

Variable dependiente: Lmax 50

Variables independientes:

VEL+50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="FURGONETA"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-3,54722E7	1,0745E7	-3,30126	0,0013
VEL+50	3,24094E6	300264,	10,7936	0,0000
d6	-3,9569E7	9,93001E6	-3,98479	0,0001

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,98767E17	2	9,93836E16	63,02	0,0000
Residuo	1,65581E17	105	1,57696E15		
Total (Corr.)	3,64349E17	107			

R-cuadrada = 54,5541 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 53,6885 por ciento

Error estándar del est. = 3,9711E7

Error absoluto medio = 2,7601E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,7464 (P=0,0944)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,124364

Regresión Múltiple - Lmax 50 (MODELO 35 MONOVOLUMEN)

Variable dependiente: Lmax 50

Variables independientes:

VEL+50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="MONOVOLUMEN"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-3,72812E7	1,35819E7	-2,74493	0,0089
VEL+50	3,00791E6	369012,	8,15124	0,0000
d6	-3,83539E7	1,04029E7	-3,68684	0,0006

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,78812E16	2	2,39406E16	33,54	0,0000
Residuo	2,99772E16	42	7,13744E14		
Total (Corr.)	7,78584E16	44			

R-cuadrada = 61,4977 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 59,6643 por ciento

Error estándar del est. = 2,6716E7

Error absoluto medio = 1,8492E7

Estadístico Durbin-Watson = 2,24968 (P=0,7161)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,176128

Análisis estadístico

Lmin +50 m

Comparación de Varias Muestras

Variable dependiente: Lmin 50

Factor: MODERADOR

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 571

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmin 50 por MODERADOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5,16842E15	2	2,58421E15	16,89	0,0000
Intra grupos	8,69244E16	568	1,53036E14		
Total (Corr.)	9,20929E16	570			

Tabla de Medias para Lmin 50 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%

MODERADOR	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
LOMO	162	1,93493E7	971940,	1,79994E7	2,06992E7
PASO	298	1,58184E7	716620,	1,48231E7	1,68137E7
RESALTE	111	2,3632E7	1,17418E6	2,20012E7	2,52628E7
Total	571	1,83391E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 50 por MODERADOR

MODERADOR	Tamaño Muestra	Rango Promedio
LOMO	162	300,753
PASO	298	251,518
RESALTE	111	357,041

Estadístico = 34,9019 Valor-P = 2,63728E-8

Medias y 95,0% de Fisher LSD

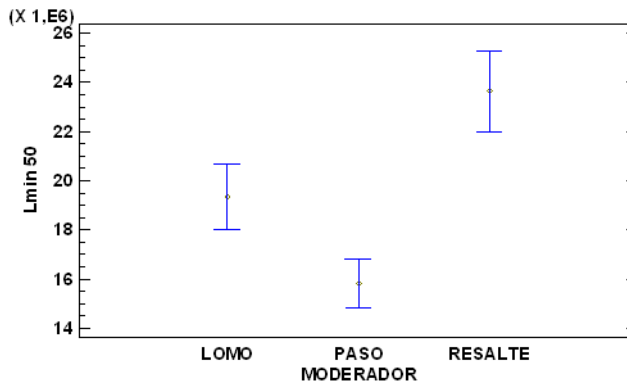
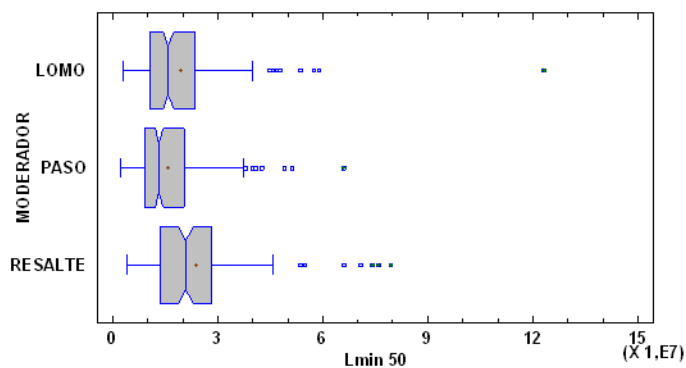


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 50

Factor: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 571

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmin 50 por ANCHO CARRIL

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5,97651E15	3	1,99217E15	13,12	0,0000
Intra grupos	8,61164E16	567	1,51881E14		
Total (Corr.)	9,20929E16	570			

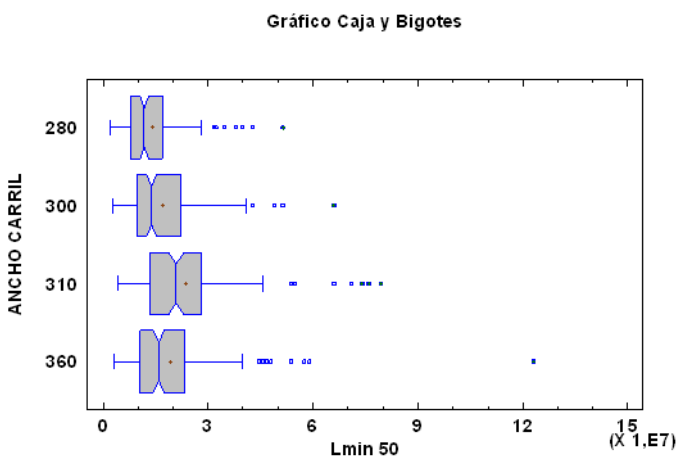
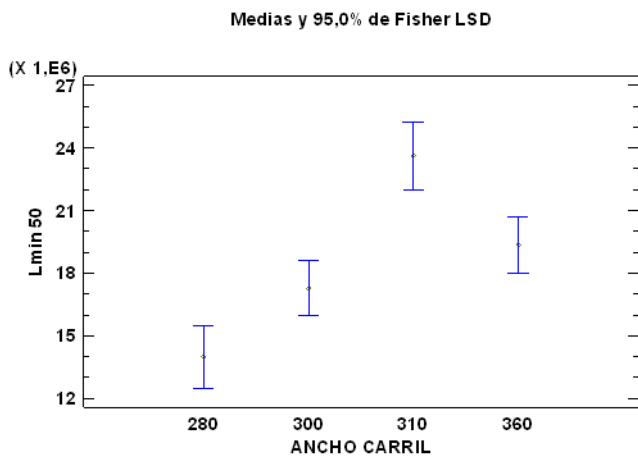
Tabla de Medias para Lmin 50 por ANCHO CARRIL con intervalos de confianza del 95,0%

ANCHO CARRIL	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
280	131	1,39591E7	1,07675E6	1,24637E7	1,54546E7
300	167	1,72769E7	953659,	1,59524E7	1,86014E7
310	111	2,3632E7	1,16974E6	2,20074E7	2,52566E7
360	162	1,93493E7	968264,	1,80045E7	2,06941E7
Total	571	1,83391E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 50 por ANCHO CARRIL

ANCHO CARRIL	Tamaño Muestra	Rango Promedio
280	131	219,611
300	167	276,548
310	111	357,041
360	162	300,753

Estadístico = 43,6476 Valor-P = 1,79305E-9



Variable dependiente: Lmin 50

Factor: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 571

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmin 50 por VEL LIMITE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5,62334E15	2	2,81167E15	18,47	0,0000
Intra grupos	8,64695E16	568	1,52235E14		
Total (Corr.)	9,20929E16	570			

Tabla de Medias para Lmin 50 por VEL LIMITE con intervalos de confianza del 95,0%

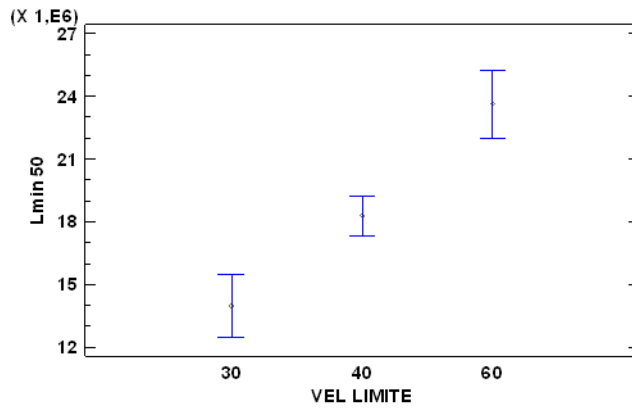
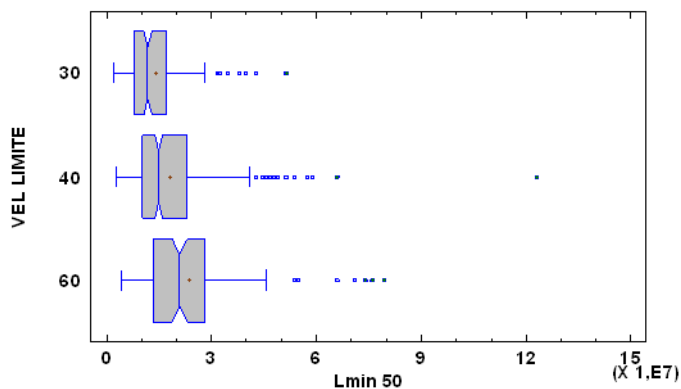
<i>VEL LIMITE</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
30	131	1,39591E7	1,07801E6	1,24619E7	1,54563E7
40	329	1,82973E7	680236,	1,73526E7	1,92421E7
60	111	2,3632E7	1,17111E6	2,20055E7	2,52585E7
Total	571	1,83391E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 50 por VEL LIMITE

<i>VEL LIMITE</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
30	131	219,611
40	329	288,467
60	111	357,041

Estadístico = 41,8771 Valor-P = 8,06294E-10

Medias y 95,0% de Fisher LSD

**Gráfico Caja y Bigotes**

Variable dependiente: Lmin 50
 Factor: Localizacion
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 571
 Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Lmin 50 por Localizacion

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,66314E14	1	2,66314E14	1,65	0,1995
Intra grupos	9,18265E16	569	1,61382E14		
Total (Corr.)	9,20929E16	570			

Tabla de Medias para Lmin 50 por Localizacion con intervalos de confianza del 95,0%

Localizacion	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
extremo	404	1,87782E7	632029,	1,79004E7	1,9656E7
intermedio	167	1,72769E7	983037,	1,59116E7	1,86422E7
Total	571	1,83391E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 50 por Localizacion

Localizacion	Tamaño Muestra	Rango Promedio
extremo	404	289,907
intermedio	167	276,548

Estadístico = 0,774925 Valor-P = 0,378696

Medias y 95,0% de Fisher LSD

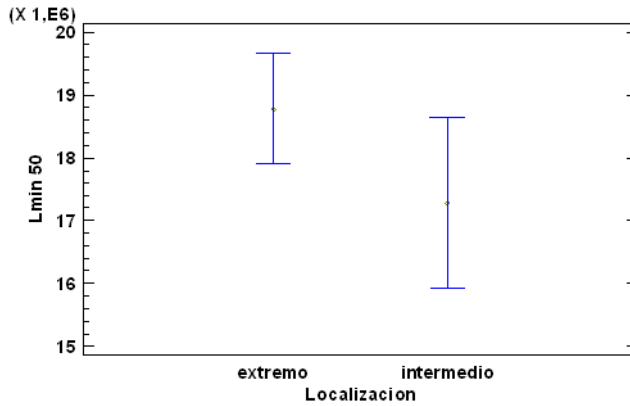
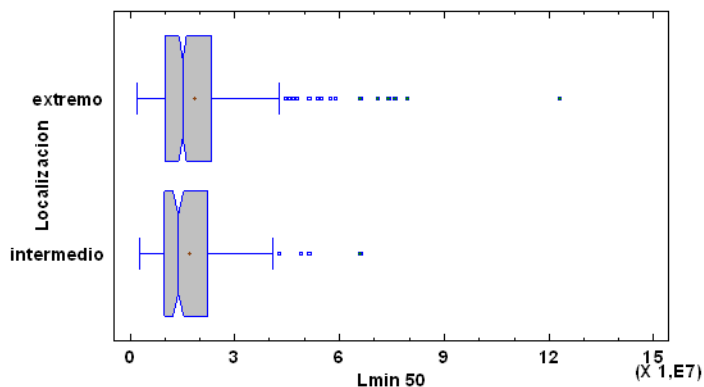


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 50

Factor: TIPO

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 571

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmin 50 por TIPO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,59494E13	3	2,86498E13	0,18	0,9123
Intra grupos	9,20069E16	567	1,6227E14		
Total (Corr.)	9,20929E16	570			

Tabla de Medias para Lmin 50 por TIPO con intervalos de confianza del 95,0%

TIPO	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
FURGONETA	108	1,83609E7	1,22576E6	1,66585E7	2,00634E7
MONOVOLUMEN	45	1,87211E7	1,89895E6	1,60837E7	2,13585E7
NORMAL	366	1,81291E7	665853,	1,72043E7	1,90538E7
SUV	52	1,94414E7	1,76651E6	1,6988E7	2,18949E7
Total	571	1,83391E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 50 por TIPO

TIPO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
FURGONETA	108	287,398
MONOVOLUMEN	45	255,978
NORMAL	366	285,721
SUV	52	311,038

Estadístico = 2,69728 Valor-P = 0,440686

Medias y 95,0% de Fisher LSD

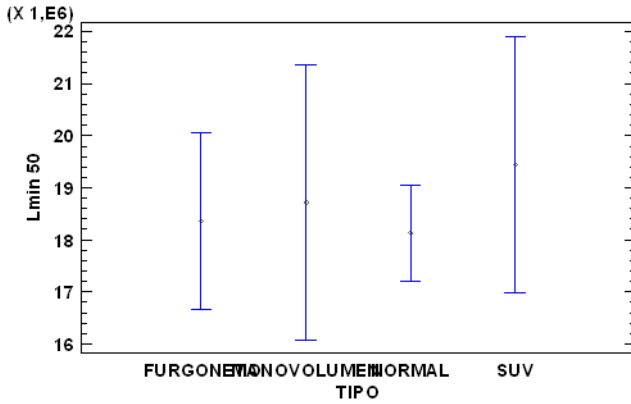
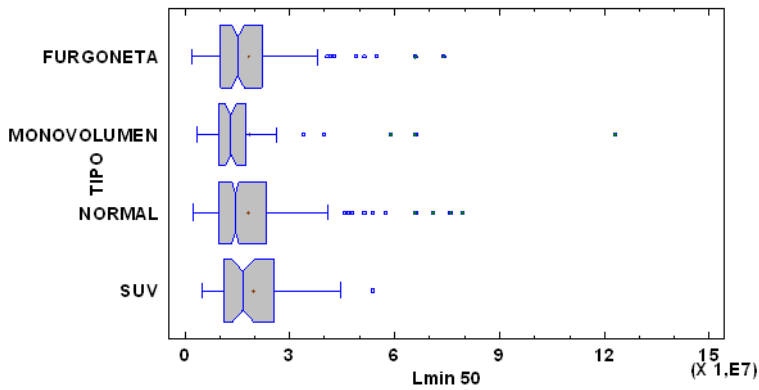


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 50

Factor: VEL+50

Número de observaciones: 629

Número de niveles: 45

Tabla ANOVA para Lmin 50 por VEL+50

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,91522E16	44	4,35278E14	3,26	0,0000
Intra grupos	7,78779E16	584	1,33353E14		
Total (Corr.)	9,70301E16	628			

Regresión Simple - Lmin 50 vs. VEL+50

Variable dependiente: Lmin 50

Variable independiente: VEL+50

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	4,6563E6	1,60006E6	2,91007	0,0038
Pendiente	320278,	35592,1	8,99859	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,1473E16	1	1,1473E16	80,97	0,0000
Residuo	8,06198E16	569	1,41687E14		
Total (Corr.)	9,20929E16	570			

Coefficiente de Correlación = 0,352961

R-cuadrada = 12,4581 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 12,3043 por ciento

Error estándar del est. = 1,19032E7

Error absoluto medio = 8,42847E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,94177 (P=0,2433)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,028986

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,3833	14,69%
Multiplicativa	0,3830	14,67%
Exponencial	0,3783	14,31%
Raíz Cuadrada Doble	0,3782	14,30%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,3758	14,13%
Raíz Cuadrada de Y	0,3753	14,09%
Curva S	-0,3693	13,64%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,3584	12,84%
Raíz Cuadrada de X	0,3538	12,52%
Lineal	0,3530	12,46%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,3516	12,36%
Log-Y Cuadrado-X	0,3510	12,32%
Logaritmo de X	0,3497	12,23%
Inversa-Y Log-X	-0,3403	11,58%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,3364	11,31%
Doble Inverso	0,3359	11,28%
Cuadrado de X	0,3336	11,13%
Inversa de X	-0,3298	10,88%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,2976	8,86%
Cuadrado de Y	0,2613	6,83%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,2597	6,75%
Cuadrado-Y Log-X	0,2544	6,47%

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
6	69,0	6,60693E7	2,67555E7	3,93138E7	3,35
9	60,0	7,07946E7	2,3873E7	4,69216E7	4,00
18	85,0	6,60693E7	3,188E7	3,41894E7	2,92
47	53,0	5,49541E7	2,16311E7	3,3323E7	2,82
89	69,0	7,4131E7	2,67555E7	4,73755E7	4,05
98	85,0	7,94328E7	3,188E7	4,75529E7	4,09
120	63,0	7,58578E7	2,48338E7	5,10239E7	4,37
126	50,0	4,46684E7	2,06702E7	2,39981E7	2,02
148	55,0	5,37032E7	2,22716E7	3,14316E7	2,66
156	46,0	4,57088E7	1,93891E7	2,63197E7	2,22
172	58,0	5,7544E7	2,32325E7	3,43115E7	2,91
178	53,0	4,7863E7	2,16311E7	2,6232E7	2,21
209	58,0	4,7863E7	2,32325E7	2,46306E7	2,08
266	51,0	5,88844E7	2,09905E7	3,78939E7	3,21
291	48,0	1,23027E8	2,00297E7	1,02997E8	9,29
487	42,0	5,12861E7	1,8108E7	3,31781E7	2,81
531	33,0	3,98107E7	1,52255E7	2,45852E7	2,07
533	28,0	5,12861E7	1,36241E7	3,7662E7	3,20
541	39,0	6,60693E7	1,71472E7	4,89222E7	4,17
554	33,0	3,98107E7	1,52255E7	2,45852E7	2,07
639	34,0	4,2658E7	1,55458E7	2,71122E7	2,29
640	36,0	4,89779E7	1,61863E7	3,27916E7	2,77
668	38,0	4,0738E7	1,68269E7	2,39111E7	2,02

Regresión Simple - Lmin 50 vs. ANCHO CARRIL

Variable dependiente: Lmin 50

Variable independiente: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	2,182E6	5,48442E6	0,397854	0,6909
Pendiente	51393,8	17364,1	2,95977	0,0032

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,39635E15	1	1,39635E15	8,76	0,0032
Residuo	9,06965E16	569	1,59396E14		
Total (Corr.)	9,20929E16	570			

Coeficiente de Correlación = 0,123136
 R-cuadrada = 1,51624 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 1,34315 por ciento
 Error estándar del est. = 1,26252E7
 Error absoluto medio = 8,99594E6
 Estadístico Durbin-Watson = 1,90463 (P=0,1273)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0476698

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Curva S	-0,1535	2,36%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,1472	2,17%
Multiplcativa	0,1462	2,14%
Doble Inverso	0,1428	2,04%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,1426	2,03%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,1403	1,97%
Exponencial	0,1390	1,93%
Raíz Cuadrada Doble	0,1368	1,87%
Inversa-Y Log-X	-0,1359	1,85%
Inversa de X	-0,1355	1,84%
Raíz Cuadrada de Y	0,1334	1,78%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,1325	1,76%
Log-Y Cuadrado-X	0,1320	1,74%
Logaritmo de X	0,1293	1,67%
Inversa de Y	-0,1292	1,67%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,1267	1,60%
Raíz Cuadrada de X	0,1262	1,59%
Lineal	0,1231	1,52%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,1226	1,50%
Cuadrado de X	0,1171	1,37%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,1054	1,11%
Cuadrado-Y Log-X	0,1014	1,03%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,0994	0,99%
Cuadrado de Y	0,0974	0,95%
Cuadrado Doble	0,0934	0,87%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
6	310,0	6,60693E7	1,81141E7	4,79553E7	3,85
9	310,0	7,07946E7	1,81141E7	5,26805E7	4,24
18	310,0	6,60693E7	1,81141E7	4,79553E7	3,85
47	310,0	5,49541E7	1,81141E7	3,684E7	2,94
52	310,0	5,37032E7	1,81141E7	3,55891E7	2,84
89	310,0	7,4131E7	1,81141E7	5,6017E7	4,52
98	310,0	7,94328E7	1,81141E7	6,13188E7	4,96
114	310,0	4,57088E7	1,81141E7	2,75947E7	2,19
120	310,0	7,58578E7	1,81141E7	5,77437E7	4,66
148	360,0	5,37032E7	2,06838E7	3,30194E7	2,64
169	360,0	4,67735E7	2,06838E7	2,60898E7	2,08
172	360,0	5,7544E7	2,06838E7	3,68602E7	2,95
178	360,0	4,7863E7	2,06838E7	2,71792E7	2,17
209	360,0	4,7863E7	2,06838E7	2,71792E7	2,17
266	360,0	5,88844E7	2,06838E7	3,82006E7	3,06
291	360,0	1,23027E8	2,06838E7	1,02343E8	8,64
428	280,0	4,2658E7	1,65723E7	2,60857E7	2,08
487	280,0	5,12861E7	1,65723E7	3,47139E7	2,77
533	300,0	5,12861E7	1,76001E7	3,3686E7	2,69
541	300,0	6,60693E7	1,76001E7	4,84692E7	3,89
640	300,0	4,89779E7	1,76001E7	3,13777E7	2,50

Regresión Simple - Lmin 50 vs. VEL LIMITE

Variable dependiente: Lmin 50

Variable independiente: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	5,36148E6	2,22853E6	2,40584	0,0165
Pendiente	312009,	52120,4	5,98632	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5,45642E15	1	5,45642E15	35,84	0,0000
Residuo	8,66364E16	569	1,52261E14		
Total (Corr.)	9,20929E16	570			

Coeficiente de Correlación = 0,243411

R-cuadrada = 5,92491 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 5,75958 por ciento

Error estándar del est. = 1,23394E7

Error absoluto medio = 8,63596E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,9939 (P=0,4709)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,00292007

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Curva S	-0,2743	7,52%
Multiplicativa	0,2716	7,38%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,2687	7,22%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,2671	7,14%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,2661	7,08%
Exponencial	0,2649	7,02%
Raíz Cuadrada Doble	0,2641	6,97%
Raíz Cuadrada de Y	0,2611	6,82%
Log-Y Cuadrado-X	0,2559	6,55%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,2536	6,43%
Doble Inverso	0,2469	6,09%
Logaritmo de X	0,2468	6,09%
Inversa de X	-0,2463	6,07%
Raíz Cuadrada de X	0,2455	6,03%
Lineal	0,2434	5,92%
Inversa-Y Log-X	-0,2413	5,82%
Cuadrado de X	0,2375	5,64%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,2372	5,63%
Inversa de Y	-0,2324	5,40%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,2218	4,92%
Cuadrado-Y Log-X	0,1767	3,12%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,1764	3,11%
Cuadrado de Y	0,1755	3,08%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,1752	3,07%
Cuadrado Doble	0,1722	2,97%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

Fila	X	Y	Predicciones		Residuos
			Y	Residuos	Studentizados
6	60,0	6,60693E7	2,4082E7	4,19873E7	3,45
9	60,0	7,07946E7	2,4082E7	4,67126E7	3,85
18	60,0	6,60693E7	2,4082E7	4,19873E7	3,45
47	60,0	5,49541E7	2,4082E7	3,08721E7	2,52
52	60,0	5,37032E7	2,4082E7	2,96212E7	2,42
89	60,0	7,4131E7	2,4082E7	5,0049E7	4,13
98	60,0	7,94328E7	2,4082E7	5,53508E7	4,58
120	60,0	7,58578E7	2,4082E7	5,17757E7	4,28
126	40,0	4,46684E7	1,78418E7	2,68265E7	2,18
148	40,0	5,37032E7	1,78418E7	3,58613E7	2,93
156	40,0	4,57088E7	1,78418E7	2,7867E7	2,27
169	40,0	4,67735E7	1,78418E7	2,89317E7	2,36
172	40,0	5,7544E7	1,78418E7	3,97022E7	3,25
178	40,0	4,7863E7	1,78418E7	3,00212E7	2,45
183	40,0	4,57088E7	1,78418E7	2,7867E7	2,27
209	40,0	4,7863E7	1,78418E7	3,00212E7	2,45
266	40,0	5,88844E7	1,78418E7	4,10425E7	3,36
291	40,0	1,23027E8	1,78418E7	1,05185E8	9,13
428	30,0	4,2658E7	1,47218E7	2,79362E7	2,28
462	30,0	3,98107E7	1,47218E7	2,5089E7	2,04
487	30,0	5,12861E7	1,47218E7	3,65644E7	2,99
533	40,0	5,12861E7	1,78418E7	3,34443E7	2,73
541	40,0	6,60693E7	1,78418E7	4,82275E7	3,96
639	40,0	4,2658E7	1,78418E7	2,48161E7	2,02
640	40,0	4,89779E7	1,78418E7	3,1136E7	2,54

Regresión Múltiple - Lmin 50 (MODELO 37)

Variable dependiente: Lmin 50

Variables independientes:

VEL+50

d6

Selección de la Variable: aleatorio=1

Parámetro	Estimación	Error		Estadístico	Valor-P
		Estándar	T		
CONSTANTE	4,11412E6	1,57542E6	2,61144	0,0093	
VEL+50	435111,	42639,5	10,2044	0,0000	
d6	-6,16742E6	1,31188E6	-4,70122	0,0000	

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,44926E16	2	7,24628E15	53,04	0,0000
Residuo	7,76003E16	568	1,3662E14		
Total (Corr.)	9,20929E16	570			

R-cuadrada = 15,7369 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 15,4402 por ciento
 Error estándar del est. = 1,16885E7
 Error absoluto medio = 8,1488E6
 Estadístico Durbin-Watson = 2,00422 (P=0,4799)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0021505

Análisis estadístico

Leq 0 m

Comparación de Varias Muestras

Variable dependiente: Leq 0
 Factor: MODERADOR
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 467
 Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Leq 0 por MODERADOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,31005E17	2	1,15503E17	292,43	0,0000
Intra grupos	1,83267E17	464	3,94972E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Tabla de Medias para Leq 0 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%

MODERADOR	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
LOMO	62	1,49223E7	2,52399E6	1,14151E7	1,84295E7
PASO	299	5,88185E6	1,14934E6	4,28481E6	7,47889E6
RESALTE	106	6,00461E7	1,93032E6	5,73638E7	6,27283E7
Total	467	1,93763E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 0 por MODERADOR

MODERADOR	Tamaño Muestra	Rango Promedio
LOMO	62	285,379
PASO	299	161,694
RESALTE	106	407,906

Estadístico = 270,85 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

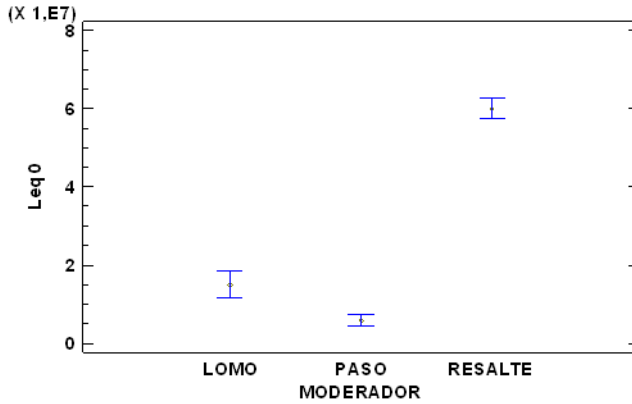
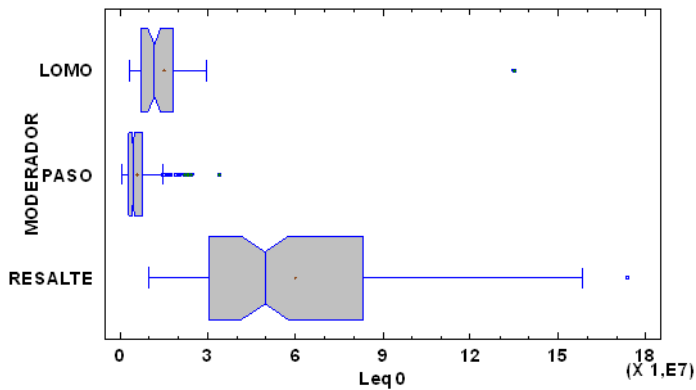


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq 0
 Factor: ANCHO CARRIL
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 467
 Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Leq 0 por ANCHO CARRIL

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,28472E17	2	1,14236E17	285,28	0,0000
Intra grupos	1,858E17	464	4,00431E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Tabla de Medias para Leq 0 por ANCHO CARRIL con intervalos de confianza del 95,0%

ANCHO CARRIL	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
280	132	4,60662E6	1,74171E6	2,18646E6	7,02679E6
300	229	9,06455E6	1,32235E6	7,2271E6	1,0902E7
310	106	6,00461E7	1,94362E6	5,73454E7	6,27468E7
Total	467	1,93763E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 0 por ANCHO CARRIL

ANCHO CARRIL	Tamaño Muestra	Rango Promedio
280	132	130,42
300	229	213,207
310	106	407,906

Estadístico = 259,226 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

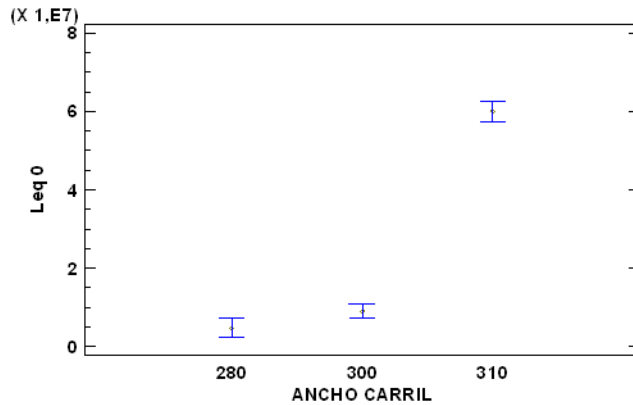
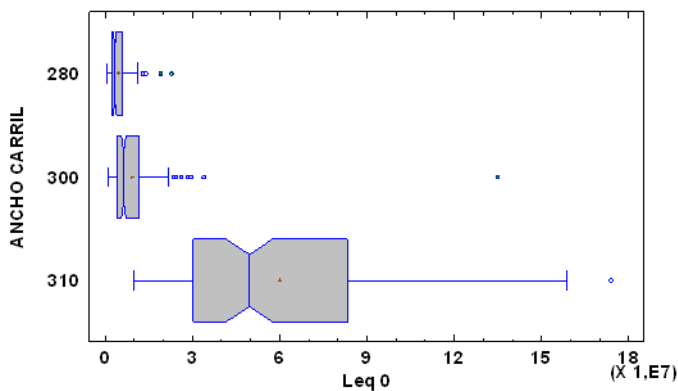


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq 0

Factor: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Leq 0 por VEL LIMITE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,28472E17	2	1,14236E17	285,28	0,0000
Intra grupos	1,858E17	464	4,00431E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Tabla de Medias para Leq 0 por VEL LIMITE con intervalos de confianza del 95,0%

VEL LIMITE	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
30	132	4,60662E6	1,74171E6	2,18646E6	7,02679E6
40	229	9,06455E6	1,32235E6	7,2271E6	1,0902E7
60	106	6,00461E7	1,94362E6	5,73454E7	6,27468E7
Total	467	1,93763E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 0 por VEL LIMITE

VEL LIMITE	Tamaño Muestra	Rango Promedio
30	132	130,42
40	229	213,207
60	106	407,906

Estadístico = 259,226 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

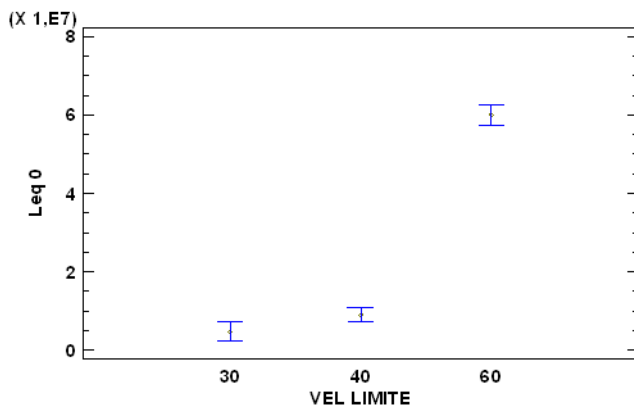
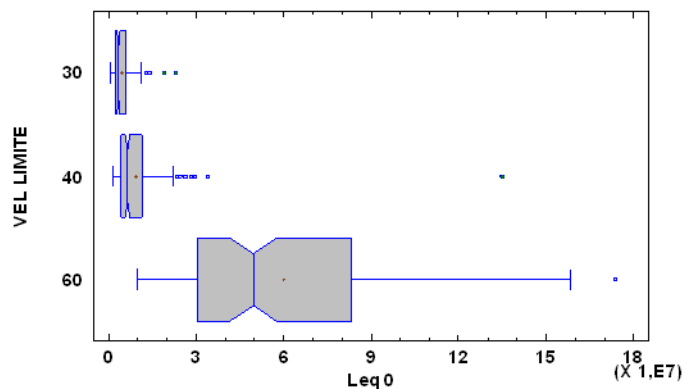


Gráfico o Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq 0

Factor: Localizacion

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Leq 0 por Localizacion

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4,77795E16	1	4,77795E16	60,62	0,0000
Intra grupos	3,66493E17	465	7,88156E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Tabla de Medias para Leq 0 por Localizacion con intervalos de confianza del 95,0%

Localizacion	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
extremo	238	2,92981E7	1,81977E6	2,67695E7	3,18268E7
intermedio	229	9,06455E6	1,85519E6	6,48672E6	1,16424E7
Total	467	1,93763E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 0 por Localizacion

Localizacion	Tamaño Muestra	Rango Promedio
extremo	238	254,006
intermedio	229	213,207

Estadístico = 10,6669 Valor-P = 0,00109014

Medias y 95,0% de Fisher LSD

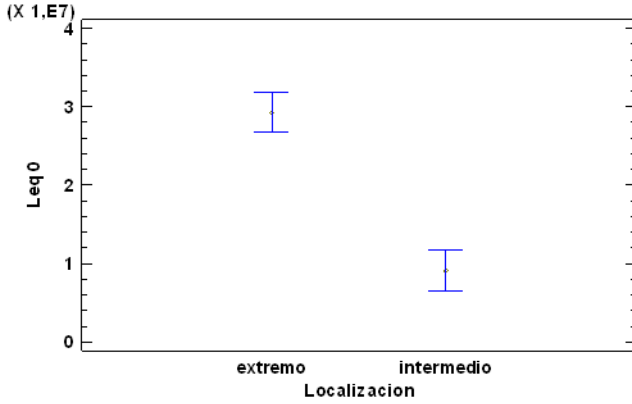
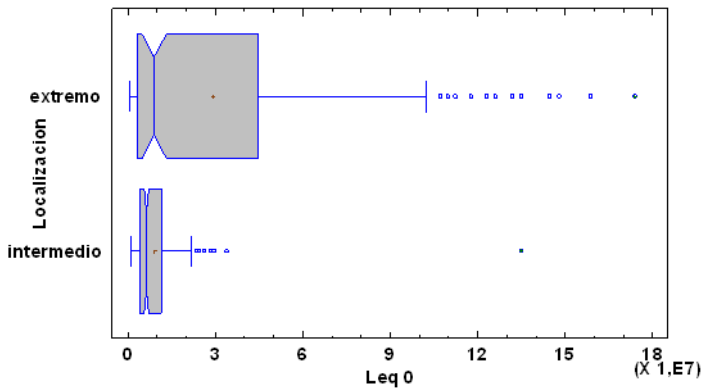


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq 0

Factor: TIPO

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Leq 0 por TIPO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,83121E15	3	1,27707E15	1,44	0,2302
Intra grupos	4,10441E17	463	8,86481E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Tabla de Medias para Leq 0 por TIPO con intervalos de confianza del 95,0%

TIPO	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
FURGONETA	93	2,44592E7	3,0874E6	2,01692E7	2,87493E7
MONOVOLUMEN	44	1,42393E7	4,48857E6	8,00229E6	2,04764E7
NORMAL	278	1,84119E7	1,78572E6	1,59306E7	2,08933E7
SUV	52	1,97881E7	4,12889E6	1,40509E7	2,55254E7
Total	467	1,93763E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 0 por TIPO

TIPO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
FURGONETA	93	257,333
MONOVOLUMEN	44	197,489
NORMAL	278	231,286
SUV	52	237,673

Estadístico = 6,15196 Valor-P = 0,104444

Medias y 95,0% de Fisher LSD

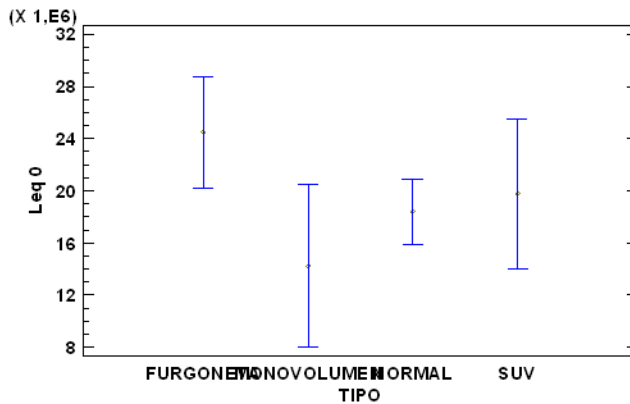
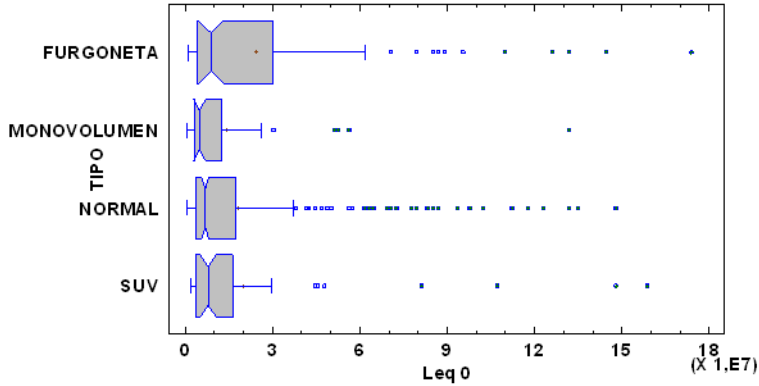


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq 0
 Factor: ANCHO(CMS)
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 467
 Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Leq 0 por ANCHO(CMS)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,31005E17	2	1,15503E17	292,43	0,0000
Intra grupos	1,83267E17	464	3,94972E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

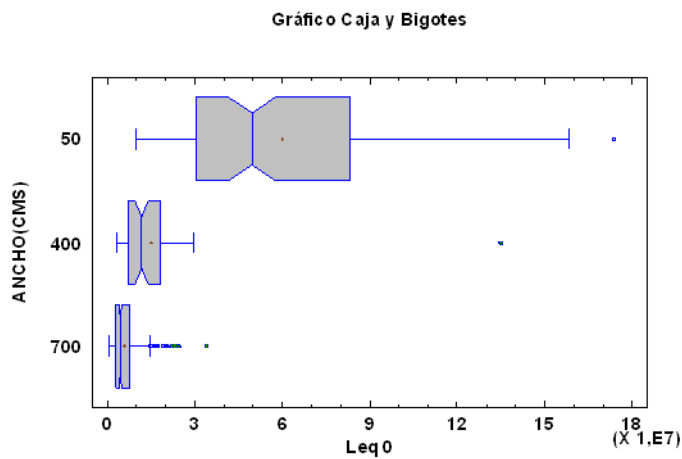
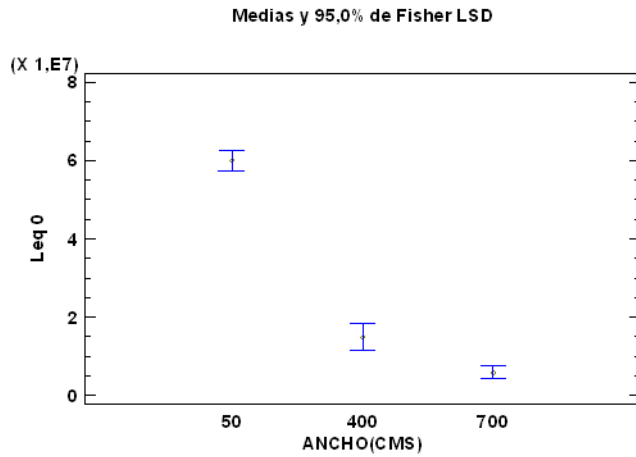
Tabla de Medias para Leq 0 por ANCHO(CMS) con intervalos de confianza del 95,0%

ANCHO(CMS)	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
50	106	6,00461E7	1,93032E6	5,73638E7	6,27283E7
400	62	1,49223E7	2,52399E6	1,14151E7	1,84295E7
700	299	5,88185E6	1,14934E6	4,28481E6	7,47889E6
Total	467	1,93763E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 0 por ANCHO(CMS)

ANCHO(CMS)	Tamaño Muestra	Rango Promedio
50	106	407,906
400	62	285,379
700	299	161,694

Estadístico = 270,85 Valor-P = 0



Variable dependiente: Leq 0

Factor: ALTURA(CMS)

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Leq 0 por ALTURA(CMS)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,31389E17	3	7,71298E16	195,27	0,0000
Intra grupos	1,82883E17	463	3,94995E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Tabla de Medias para Leq 0 por ALTURA(CMS) con intervalos de confianza del 95,0%

<i>ALTURA(CMS)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
3	106	6,00461E7	1,93038E6	5,73637E7	6,27284E7
6,5	62	1,49223E7	2,52406E6	1,1415E7	1,84296E7
6,9	132	4,60662E6	1,72985E6	2,20293E6	7,01032E6
10,3	167	6,88981E6	1,53793E6	4,75279E6	9,02683E6
Total	467	1,93763E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 0 por ALTURA(CMS)

<i>ALTURA(CMS)</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
3	106	407,906
6,5	62	285,379
6,9	132	130,42
10,3	167	186,413

Estadístico = 283,542 Valor-P = 0
Medias y 95,0% de Fisher LSD

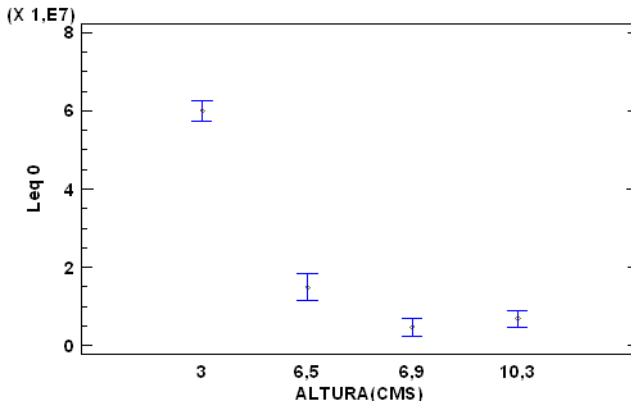
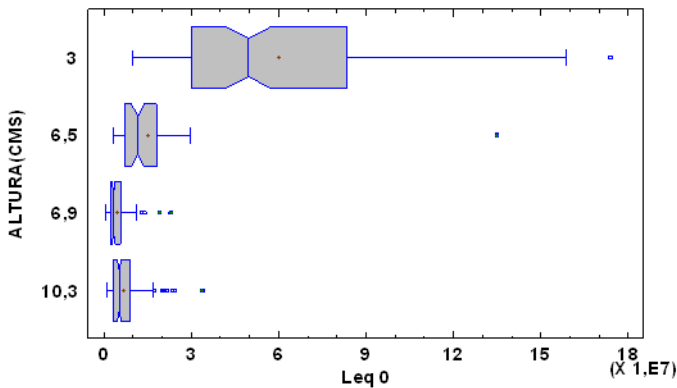


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq 0

Factor: PENDIENTE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Leq 0 por PENDIENTE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,31389E17	3	7,71298E16	195,27	0,0000
Intra grupos	1,82883E17	463	3,94995E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Tabla de Medias para Leq 0 por PENDIENTE con intervalos de confianza del 95,0%

PENDIENTE	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
0,05	62	1,49223E7	2,52406E6	1,1415E7	1,84296E7
0,06	132	4,60662E6	1,72985E6	2,20293E6	7,01032E6
0,07	167	6,88981E6	1,53793E6	4,75279E6	9,02683E6
0,15	106	6,00461E7	1,93038E6	5,73637E7	6,27284E7
Total	467	1,93763E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 0 por PENDIENTE

PENDIENTE	Tamaño Muestra	Rango Promedio
0,05	62	285,379
0,06	132	130,42
0,07	167	186,413
0,15	106	407,906

Estadístico = 283,542 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

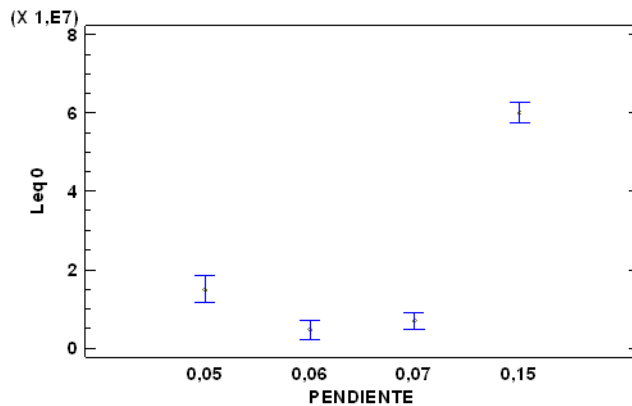
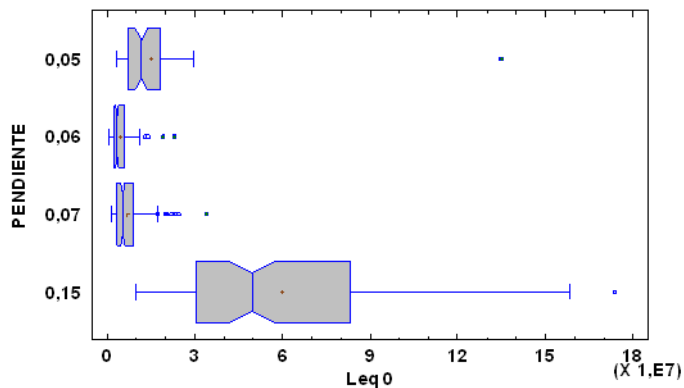


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Leq 0

Factor: BORDE(CMS)

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Leq 0 por BORDE(CMS)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,26808E17	1	2,26808E17	562,59	0,0000
Intra grupos	1,87464E17	465	4,03148E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

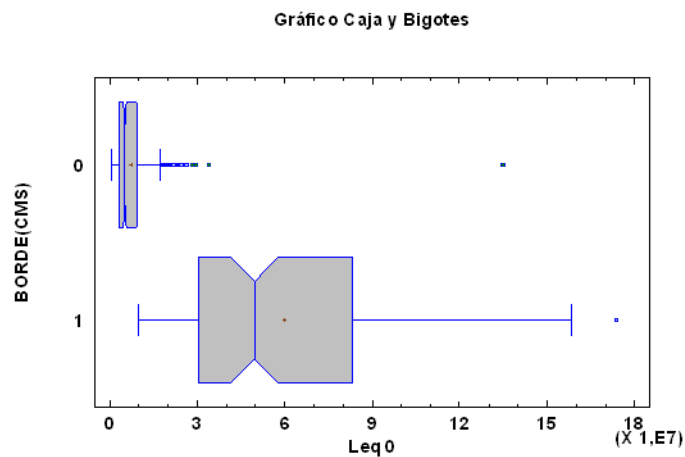
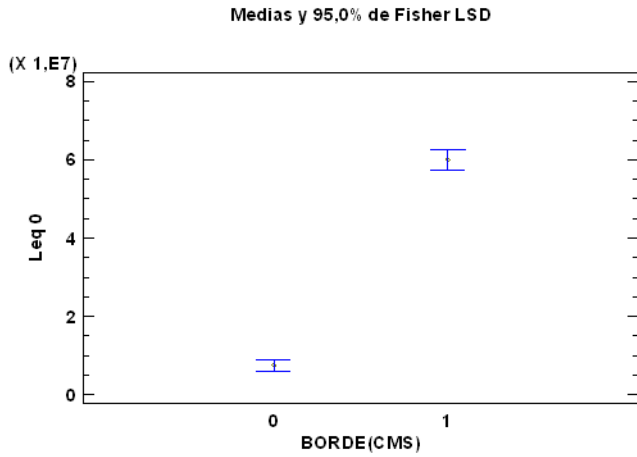
Tabla de Medias para Leq 0 por BORDE(CMS) con intervalos de confianza del 95,0%

BORDE(CMS)	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
0	361	7,4345E6	1,05677E6	5,9661E6	8,9029E6
1	106	6,00461E7	1,9502E6	5,73362E7	6,27559E7
Total	467	1,93763E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Leq 0 por BORDE(CMS)

BORDE(CMS)	Tamaño Muestra	Rango Promedio
0	361	182,936
1	106	407,906

Estadístico = 227,714 Valor-P = 0



Variable dependiente: Leq 0

Factor: VEL 0

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 73

Tabla ANOVA para Leq 0 por VEL 0

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,75651E17	72	5,21737E15	53,23	0,0000
Intra grupos	3,86216E16	394	9,80243E13		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Regresión Simple - Leq 0 vs. VEL 0

Variable dependiente: Leq 0

Variable independiente: VEL 0

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-3,68403E7	1,71422E6	-21,491	0,0000
Pendiente	1,6282E6	45198,0	36,0237	0,0000

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	3,04988E17	1	3,04988E17	1297,71	0,0000
Residuo	1,09284E17	465	2,3502E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Coefficiente de Correlación = 0,858022

R-cuadrada = 73,6202 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 73,5634 por ciento

Error estándar del est. = 1,53304E7

Error absoluto medio = 1,03137E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,97012 (P=0,3736)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0141029

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,9342	87,27%
Cuadrado de X	0,9087	82,57%
Exponencial	0,9079	82,43%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,9056	82,01%
Raíz Cuadrada Doble	0,8899	79,18%
Multiplicativa	0,8789	77,25%
Log-Y Cuadrado-X	0,8675	75,25%
Lineal	0,8580	73,62%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,8334	69,46%
Raíz Cuadrada de X	0,8071	65,15%
Cuadrado Doble	0,7716	59,53%
Logaritmo de X	0,7358	54,15%
Curva S	-0,7340	53,88%
Cuadrado de Y	0,6924	47,94%
Inversa-Y Log-X	-0,6712	45,05%
Doble Inverso	0,6628	43,93%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,6458	41,71%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,6334	40,11%
Cuadrado-Y Log-X	0,5608	31,45%
Inversa de X	-0,5387	29,02%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,4958	24,58%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3866	14,95%

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
17	83,0	1,34896E8	9,83006E7	3,65957E7	2,43
18	83,0	1,31826E8	9,83006E7	3,35251E7	2,22
22	69,0	1,25893E8	7,55057E7	5,03868E7	3,34
52	83,0	1,58489E8	9,83006E7	6,01888E7	4,04
53	73,0	1,23027E8	8,20185E7	4,10083E7	2,71
61	53,0	1,69824E7	4,94545E7	-3,2472E7	-2,13
63	82,0	1,31826E8	9,66724E7	3,51533E7	2,33
73	65,0	1,7378E8	6,89929E7	1,04787E8	7,24
79	49,0	9,54993E7	4,29417E7	5,25576E7	3,48
86	81,0	1,47911E8	9,50442E7	5,28667E7	3,53
89	71,0	1,44544E8	7,87621E7	6,57818E7	4,41
90	77,0	1,31826E8	8,85313E7	4,32943E7	2,87
103	69,0	1,12202E8	7,55057E7	3,66961E7	2,42
106	58,0	1,47911E8	5,75955E7	9,03153E7	6,14
119	58,0	2,13796E7	5,75955E7	-3,62159E7	-2,38
120	72,0	1,34896E8	8,03903E7	5,4506E7	3,63
332	53,0	1,34896E8	4,94545E7	8,54418E7	5,78

Regresión Simple - Leq 0 vs. ANCHO CARRIL

Variable dependiente: Leq 0

Variable independiente: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

Parámetro	Mínimos Cuadrados Estimado	Estándar Error	Estadístico T	Valor-P
Intercepto	-4,00106E8	3,11949E7	-12,826	0,0000
Pendiente	1,41422E6	105095,	13,4566	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,16111E17	1	1,16111E17	181,08	0,0000
Residuo	2,98162E17	465	6,41208E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Coeficiente de Correlación = 0,529411

R-cuadrada = 28,0276 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 27,8728 por ciento

Error estándar del est. = 2,53221E7

Error absoluto medio = 1,76665E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,3523 (P=0,0000)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,322845

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Log-Y Cuadrado-X	0,6751	45,58%
Exponencial	0,6688	44,72%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,6656	44,30%
Multiplicativa	0,6624	43,88%
Curva S	-0,6561	43,04%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,6283	39,48%
Raíz Cuadrada de Y	0,6207	38,53%
Raíz Cuadrada Doble	0,6169	38,06%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,6131	37,59%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,6055	36,67%
Cuadrado de X	0,5369	28,83%
Lineal	0,5294	28,03%
Raíz Cuadrada de X	0,5257	27,63%
Logaritmo de X	0,5219	27,24%
Inversa de X	-0,5145	26,47%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,5132	26,34%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,5110	26,11%
Inversa-Y Log-X	-0,5103	26,04%
Doble Inverso	0,5087	25,87%
Cuadrado Doble	0,3816	14,56%
Cuadrado de Y	0,3756	14,11%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,3727	13,89%
Cuadrado-Y Log-X	0,3697	13,67%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3639	13,24%
Inversa de Y	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			<i>Predicciones</i>		<i>Residuos</i>	
<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i>	<i>Residuos</i>	<i>Studentizados</i>	
17	310,0	1,34896E8	3,83033E7	9,6593E7	3,88	
18	310,0	1,31826E8	3,83033E7	9,35224E7	3,75	
22	310,0	1,25893E8	3,83033E7	8,75892E7	3,51	
30	310,0	1,1749E8	3,83033E7	7,91865E7	3,17	
39	310,0	9,33254E7	3,83033E7	5,50221E7	2,19	
52	310,0	1,58489E8	3,83033E7	1,20186E8	4,87	
53	310,0	1,23027E8	3,83033E7	8,47236E7	3,39	
60	310,0	9,77237E7	3,83033E7	5,94204E7	2,36	
63	310,0	1,31826E8	3,83033E7	9,35224E7	3,75	
65	310,0	1,09648E8	3,83033E7	7,13445E7	2,85	
67	310,0	1,07152E8	3,83033E7	6,88486E7	2,75	
71	310,0	8,91251E7	3,83033E7	5,08218E7	2,02	
73	310,0	1,7378E8	3,83033E7	1,35477E8	5,53	
77	310,0	9,33254E7	3,83033E7	5,50221E7	2,19	
79	310,0	9,54993E7	3,83033E7	5,7196E7	2,27	
82	310,0	1,02329E8	3,83033E7	6,4026E7	2,55	
86	310,0	1,47911E8	3,83033E7	1,09608E8	4,43	
89	310,0	1,44544E8	3,83033E7	1,06241E8	4,28	
90	310,0	1,31826E8	3,83033E7	9,35224E7	3,75	
103	310,0	1,12202E8	3,83033E7	7,38985E7	2,95	
106	310,0	1,47911E8	3,83033E7	1,09608E8	4,43	
120	310,0	1,34896E8	3,83033E7	9,6593E7	3,88	
332	300,0	1,34896E8	2,41611E7	1,10735E8	4,47	

Regresión Simple - Leq 0 vs. VEL LIMITE

Variable dependiente: Leq 0

Variable independiente: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-6,19397E7	3,91457E6	-15,8229	0,0000
Pendiente	1,94941E6	90862,2	21,4546	0,0000

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2,06084E17	1	2,06084E17	460,30	0,0000
Residuo	2,08188E17	465	4,47716E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Coeficiente de Correlación = 0,705309
 R-cuadrada = 49,7461 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 49,638 por ciento
 Error estándar del est. = 2,11593E7
 Error absoluto medio = 1,38567E7
 Estadístico Durbin-Watson = 1,92607 (P=0,2125)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0343806

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,8063	65,02%
Log-Y Cuadrado-X	0,8003	64,04%
Exponencial	0,7944	63,11%
Raíz Cuadrada de Y	0,7905	62,48%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,7877	62,05%
Raíz Cuadrada Doble	0,7782	60,56%
Multiplicativa	0,7781	60,55%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,7628	58,18%
Curva S	-0,7502	56,27%
Cuadrado de X	0,7250	52,56%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,7231	52,28%
Lineal	0,7053	49,75%
Raíz Cuadrada de X	0,6913	47,79%
Logaritmo de X	0,6743	45,47%
Inversa de X	-0,6324	40,00%
Cuadrado Doble	0,5365	28,78%
Doble Inverso	0,5219	27,24%
Cuadrado de Y	0,5189	26,92%
Inversa-Y Log-X	-0,5165	26,68%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,5112	26,14%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,5068	25,69%
Inversa de Y	-0,5046	25,46%
Cuadrado-Y Log-X	0,4925	24,26%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,4887	23,88%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,4580	20,98%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
17	60,0	1,34896E8	5,50251E7	7,98712E7	3,85
18	60,0	1,31826E8	5,50251E7	7,68005E7	3,69
22	60,0	1,25893E8	5,50251E7	7,08674E7	3,40
30	60,0	1,1749E8	5,50251E7	6,24646E7	2,99
52	60,0	1,58489E8	5,50251E7	1,03464E8	5,04
53	60,0	1,23027E8	5,50251E7	6,80017E7	3,26
60	60,0	9,77237E7	5,50251E7	4,26986E7	2,03
63	60,0	1,31826E8	5,50251E7	7,68005E7	3,69
65	60,0	1,09648E8	5,50251E7	5,46227E7	2,61
67	60,0	1,07152E8	5,50251E7	5,21268E7	2,49
68	60,0	1,28825E7	5,50251E7	-4,21426E7	-2,01
73	60,0	1,7378E8	5,50251E7	1,18755E8	5,83
82	60,0	1,02329E8	5,50251E7	4,73042E7	2,25
85	60,0	1,E7	5,50251E7	-4,50251E7	-2,15
86	60,0	1,47911E8	5,50251E7	9,28857E7	4,50
89	60,0	1,44544E8	5,50251E7	8,95188E7	4,33
90	60,0	1,31826E8	5,50251E7	7,68005E7	3,69
103	60,0	1,12202E8	5,50251E7	5,71767E7	2,73
106	60,0	1,47911E8	5,50251E7	9,28857E7	4,50
120	60,0	1,34896E8	5,50251E7	7,98712E7	3,85
121	60,0	9,77237E6	5,50251E7	-4,52528E7	-2,16
332	40,0	1,34896E8	1,60368E7	1,18859E8	5,82

Regresión Simple - Leq 0 vs. ANCHO(CMS)

Variable dependiente: Leq 0

Variable independiente: ANCHO(CMS)

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	6,04121E7	2,04352E6	29,5629	0,0000
Pendiente	-80049,0	3527,84	-22,6907	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,17677E17	1	2,17677E17	514,87	0,0000
Residuo	1,96595E17	465	4,22784E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Coeficiente de Correlación = -0,724876

R-cuadrada = 52,5445 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 52,4425 por ciento

Error estándar del est. = 2,05617E7

Error absoluto medio = 1,1203E7

Estadístico Durbin-Watson = 2,04504 (P=0,6865)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0251023

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada-Y Log-X	-0,8226	67,66%
Raíz Cuadrada Doble	-0,8216	67,50%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	0,8120	65,94%
Raíz Cuadrada de Y	-0,8117	65,89%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	-0,8089	65,44%
Exponencial	-0,8084	65,34%
Multiplicativa	-0,8012	64,19%
Log-Y Cuadrado-X	-0,7891	62,26%
Curva S	0,7800	60,84%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	-0,7776	60,47%
Logaritmo de X	-0,7462	55,68%
Inversa de X	0,7438	55,32%
Raíz Cuadrada de X	-0,7397	54,71%
Lineal	-0,7249	52,54%
Cuadrado de X	-0,6849	46,91%
Cuadrado-Y Inversa de X	0,5579	31,12%
Cuadrado-Y Log-X	-0,5553	30,83%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	-0,5469	29,91%
Cuadrado de Y	-0,5322	28,33%
Cuadrado Doble	-0,4968	24,68%
Inversa-Y Cuadrado-X	0,4829	23,32%
Inversa de Y	0,4756	22,62%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	0,4642	21,55%
Inversa-Y Log-X	0,4486	20,13%
Doble Inverso	-0,4225	17,85%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

Fila	X	Y	Predicciones		Residuos
			Y	Residuos	Studentizados
7	50,0	1,47911E7	5,64097E7	-4,16186E7	-2,04
17	50,0	1,34896E8	5,64097E7	7,84866E7	3,89
18	50,0	1,31826E8	5,64097E7	7,5416E7	3,73
22	50,0	1,25893E8	5,64097E7	6,94828E7	3,43
30	50,0	1,1749E8	5,64097E7	6,10801E7	3,01
52	50,0	1,58489E8	5,64097E7	1,0208E8	5,12
53	50,0	1,23027E8	5,64097E7	6,66172E7	3,29
59	50,0	1,44544E7	5,64097E7	-4,19553E7	-2,06
60	50,0	9,77237E7	5,64097E7	4,1314E7	2,02
63	50,0	1,31826E8	5,64097E7	7,5416E7	3,73
65	50,0	1,09648E8	5,64097E7	5,32381E7	2,62
67	50,0	1,07152E8	5,64097E7	5,07422E7	2,49
68	50,0	1,28825E7	5,64097E7	-4,35272E7	-2,13
73	50,0	1,7378E8	5,64097E7	1,1737E8	5,94
82	50,0	1,02329E8	5,64097E7	4,59196E7	2,25
85	50,0	1,E7	5,64097E7	-4,64097E7	-2,28
86	50,0	1,47911E8	5,64097E7	9,15011E7	4,56
89	50,0	1,44544E8	5,64097E7	8,81343E7	4,39
90	50,0	1,31826E8	5,64097E7	7,5416E7	3,73
93	50,0	1,47911E7	5,64097E7	-4,16186E7	-2,04
103	50,0	1,12202E8	5,64097E7	5,57922E7	2,74
106	50,0	1,47911E8	5,64097E7	9,15011E7	4,56
118	50,0	1,44544E7	5,64097E7	-4,19553E7	-2,06
120	50,0	1,34896E8	5,64097E7	7,84866E7	3,89
121	50,0	9,77237E6	5,64097E7	-4,66373E7	-2,29
332	400,0	1,34896E8	2,83925E7	1,06504E8	5,34

Regresión Simple - Leq 0 vs. ALTURA(CMS)

Variable dependiente: Leq 0

Variable independiente: ALTURA(CMS)

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	6,79354E7	3,02432E6	22,4631	0,0000
Pendiente	-6,76544E6	393575,	-17,1897	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,60965E17	1	1,60965E17	295,49	0,0000
Residuo	2,53307E17	465	5,44746E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Coefficiente de Correlación = **-0,623337**

R-cuadrada = **38,8549** porciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 38,7234 porciento

Error estándar del est. = **2,33398E7**

Error absoluto medio = **1,64319E7**

Estadístico Durbin-Watson = 1,59567 (P=**0,0000**)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,201052

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	0,7871	61,95%
Curva S	0,7482	55,98%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	-0,7474	55,85%
Inversa de X	0,7236	52,36%
Multiplicativa	-0,7068	49,96%
Logaritmo de X	-0,6878	47,31%
Raíz Cuadrada de Y	-0,6760	45,70%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	-0,6740	45,43%
Raíz Cuadrada de X	-0,6588	43,40%
Exponencial	-0,6344	40,25%
Lineal	-0,6233	38,85%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	-0,5891	34,70%
Log-Y Cuadrado-X	-0,5473	29,96%
Cuadrado de X	-0,5447	29,67%
Cuadrado-Y Inversa de X	0,5436	29,55%
Cuadrado-Y Log-X	-0,5166	26,69%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4948	24,48%
Cuadrado de Y	-0,4683	21,93%
Cuadrado Doble	-0,4094	16,76%
Doble Inverso	-0,3791	14,37%
Inversa-Y Log-X	0,3422	11,71%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	0,3163	10,00%
Inversa de Y	0,2868	8,22%
Inversa-Y Cuadrado-X	0,2257	5,09%
Raíz Cuadrada Doble	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
17	3,0	1,34896E8	4,76391E7	8,72572E7	3,81
18	3,0	1,31826E8	4,76391E7	8,41866E7	3,67
22	3,0	1,25893E8	4,76391E7	7,82535E7	3,40
30	3,0	1,1749E8	4,76391E7	6,98507E7	3,03
52	3,0	1,58489E8	4,76391E7	1,1085E8	4,88
53	3,0	1,23027E8	4,76391E7	7,53878E7	3,28
60	3,0	9,77237E7	4,76391E7	5,00847E7	2,16
63	3,0	1,31826E8	4,76391E7	8,41866E7	3,67
65	3,0	1,09648E8	4,76391E7	6,20088E7	2,68
67	3,0	1,07152E8	4,76391E7	5,95129E7	2,57
73	3,0	1,7378E8	4,76391E7	1,26141E8	5,60
79	3,0	9,54993E7	4,76391E7	4,78602E7	2,07
82	3,0	1,02329E8	4,76391E7	5,46902E7	2,36
86	3,0	1,47911E8	4,76391E7	1,00272E8	4,40
89	3,0	1,44544E8	4,76391E7	9,69049E7	4,24
90	3,0	1,31826E8	4,76391E7	8,41866E7	3,67
103	3,0	1,12202E8	4,76391E7	6,45628E7	2,80
106	3,0	1,47911E8	4,76391E7	1,00272E8	4,40
120	3,0	1,34896E8	4,76391E7	8,72572E7	3,81
332	6,5	1,34896E8	2,396E7	1,10936E8	4,87

Regresión Simple - Leq 0 vs. PENDIENTE (aleatorio=1)

Variable dependiente: Leq 0

Variable independiente: PENDIENTE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-2,83071E7	2,35175E6	-12,0366	0,0000
Pendiente	5,76746E8	2,59568E7	22,2194	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,13337E17	1	2,13337E17	493,70	0,0000
Residuo	2,00935E17	465	4,32117E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

Coeficiente de Correlación = 0,717614

R-cuadrada = 51,4969 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 51,3926 por ciento

Error estándar del est. = 2,07874E7

Error absoluto medio = 1,22419E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,99668 (P=0,4857)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,00132542

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,7922	62,76%
Raíz Cuadrada de Y	0,7762	60,25%
Raíz Cuadrada Doble	0,7626	58,16%
Log-Y Cuadrado-X	0,7549	56,98%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,7438	55,32%
Exponencial	0,7371	54,33%
Cuadrado de X	0,7302	53,32%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,7222	52,16%
Lineal	0,7176	51,50%
Raíz Cuadrada de X	0,7067	49,94%
Multiplicativa	0,7018	49,25%
Logaritmo de X	0,6913	47,79%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,6869	47,18%
Inversa de X	-0,6439	41,46%
Curva S	-0,6407	41,05%
Cuadrado Doble	0,5508	30,34%
Cuadrado de Y	0,5428	29,46%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,5356	28,68%
Cuadrado-Y Log-X	0,5253	27,59%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,4929	24,29%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,4060	16,48%
Inversa de Y	-0,3963	15,71%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,3877	15,03%
Inversa-Y Log-X	-0,3756	14,11%
Doble Inverso	0,3385	11,46%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
7	0,15	1,47911E7	5,82048E7	-4,34137E7	-2,11
17	0,15	1,34896E8	5,82048E7	7,66915E7	3,76
18	0,15	1,31826E8	5,82048E7	7,36209E7	3,60
22	0,15	1,25893E8	5,82048E7	6,76878E7	3,31
25	0,15	1,58489E7	5,82048E7	-4,23559E7	-2,05
30	0,15	1,1749E8	5,82048E7	5,9285E7	2,89
52	0,15	1,58489E8	5,82048E7	1,00285E8	4,97
53	0,15	1,23027E8	5,82048E7	6,48221E7	3,16
59	0,15	1,44544E7	5,82048E7	-4,37504E7	-2,12
63	0,15	1,31826E8	5,82048E7	7,36209E7	3,60
65	0,15	1,09648E8	5,82048E7	5,1443E7	2,50
67	0,15	1,07152E8	5,82048E7	4,89471E7	2,38
68	0,15	1,28825E7	5,82048E7	-4,53223E7	-2,20
73	0,15	1,7378E8	5,82048E7	1,15575E8	5,78
82	0,15	1,02329E8	5,82048E7	4,41245E7	2,14
85	0,15	1,E7	5,82048E7	-4,82048E7	-2,34
86	0,15	1,47911E8	5,82048E7	8,97061E7	4,42
89	0,15	1,44544E8	5,82048E7	8,63392E7	4,25
90	0,15	1,31826E8	5,82048E7	7,36209E7	3,60
93	0,15	1,47911E7	5,82048E7	-4,34137E7	-2,11
103	0,15	1,12202E8	5,82048E7	5,39971E7	2,63
106	0,15	1,47911E8	5,82048E7	8,97061E7	4,42
118	0,15	1,44544E7	5,82048E7	-4,37504E7	-2,12
120	0,15	1,34896E8	5,82048E7	7,66915E7	3,76
121	0,15	9,77237E6	5,82048E7	-4,84324E7	-2,35
332	0,05	1,34896E8	530181,	1,34366E8	6,78

Regresión Múltiple - Leq 0 (MODELO 39)

Variable dependiente: Leq 0

Variables independientes:

VEL 0^2

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-8,63416E6	829808,	-10,405	0,0000
VEL 0^2	19472,7	414,859	46,9383	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	3,42075E17	1	3,42075E17	2203,20	0,0000
Residuo	7,21972E16	465	1,55263E14		
Total (Corr.)	4,14272E17	466			

R-cuadrada = 82,5725 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 82,535 por ciento
 Error estándar del est. = 1,24604E7
 Error absoluto medio = 7,16564E6
 Estadístico Durbin-Watson = 2,04402 (P=0,6826)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0224589

Regresión Múltiple - SQRT(Leq 0) (MODELO 40)

Variable dependiente: SQRT(Leq 0)

Variables independientes:

VEL 0^2

Selección de la Variable: aleatorio=1

<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>Estadístico T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	1161,42	60,1623	19,3048	0,0000
VEL 0^2	1,69835	0,0300779	56,4651	0,0000

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2,60209E9	1	2,60209E9	3188,30	0,0000
Residuo	3,79503E8	465	816135,		
Total (Corr.)	2,98159E9	466			

R-cuadrada = 87,2718 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 87,2444 por ciento
 Error estándar del est. = 903,402
 Error absoluto medio = 608,596
 Estadístico Durbin-Watson = 1,7712 (P=0,0066)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,114265

Regresión Múltiple - SQRT(Leq 0) (MODELO 41)

Variable dependiente: SQRT(Leq 0)

Variables independientes:

VEL 0^2

d4

d5

Selección de la Variable: aleatorio=1

<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>Estadístico T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	2037,87	116,416	17,505	0,0000
VEL 0^2	1,43353	0,0466219	30,7479	0,0000
d4	-880,61	116,132	-7,58284	0,0000
d5	300,92	173,68	1,73261	0,0838

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2,66562E9	3	8,8854E8	1302,01	0,0000
Residuo	3,15969E8	463	682438,		
Total (Corr.)	2,98159E9	466			

R-cuadrada = 89,4027 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 89,334 por ciento
 Error estándar del est. = 826,098
 Error absoluto medio = 533,405
 Estadístico Durbin-Watson = 2,05336 (P=0,7176)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0269659

Regresión Múltiple - SQRT(Leq 0) (MODELO 42)

Variable dependiente: SQRT(Leq 0)

Variables independientes:

VEL 0²
 1/ANCHO(CMS)
 1/ALTURA(CMS)
 PENDIENTE²

Selección de la Variable: aleatorio=1

		<i>Error</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Estándar</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	3495,88	431,509	8,10152	0,0000
VEL 0 ²	1,42721	0,046952	30,3973	0,0000
1/ANCHO(CMS)	589882,	85316,7	6,91403	0,0000
1/ALTURA(CMS)	-12746,6	2950,81	-4,3197	0,0000
PENDIENTE ²	-385944,	55287,7	-6,98066	0,0000

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2,66647E9	4	6,66617E8	977,33	0,0000
Residuo	3,1512E8	462	682078,		
Total (Corr.)	2,98159E9	466			

R-cuadrada = 89,4311 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 89,3396 por ciento
 Error estándar del est. = 825,88
 Error absoluto medio = 532,587
 Estadístico Durbin-Watson = 2,05925 (P=0,7387)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0299376

Regresión Múltiple - SQRT(Leq 0) (MODELO 43)

Variable dependiente: SQRT(Leq 0)

Variables independientes:

VEL 0²
 d2
 1/ANCHO(CMS)
 1/ALTURA(CMS)
 PENDIENTE²

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	3382,9	430,489	7,85827	0,0000
VEL 0^2	1,4356	0,0467259	30,7239	0,0000
d2	263,845	96,3706	2,73782	0,0064
1/ANCHO(CMS)	580832,	84787,6	6,85043	0,0000
1/ALTURA(CMS)	-12137,9	2938,7	-4,13038	0,0000
PENDIENTE^2	-386410,	54903,3	-7,038	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,67151E9	5	5,34302E8	794,36	0,0000
Residuo	3,10078E8	461	672621,		
Total (Corr.)	2,98159E9	466			

R-cuadrada = 89,6002 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 89,4874 por ciento

Error estándar del est. = 820,135

Error absoluto medio = 527,751

Estadístico Durbin-Watson = 2,03549 (P=0,6491)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,017939

Regresión Múltiple - SQRT(Leq 0) (MODELO 44 NORMAL)

Variable dependiente: SQRT(Leq 0)

Variabes independientes:

VEL 0^2

1/ANCHO(CMS)

1/ALTURA(CMS)

PENDIENTE^2

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="NORMAL"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	3829,42	495,561	7,72743	0,0000
VEL 0^2	1,49048	0,0549904	27,1044	0,0000
1/ANCHO(CMS)	662217,	98516,7	6,72187	0,0000
1/ALTURA(CMS)	-14583,0	3343,13	-4,36207	0,0000
PENDIENTE^2	-454597,	64537,9	-7,04389	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,51288E9	4	3,78219E8	719,87	0,0000
Residuo	1,43434E8	273	525398,		
Total (Corr.)	1,65631E9	277			

R-cuadrada = 91,3402 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 91,2133 por ciento
 Error estándar del est. = 724,844
 Error absoluto medio = 480,107
 Estadístico Durbin-Watson = 2,18335 (P=0,9367)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0919651

Regresión Múltiple - SQRT(Leq 0) (MODELO 44 SUV)

Variable dependiente: SQRT(Leq 0)

Variables independientes:

VEL 0²
 1/ANCHO(CMS)
 1/ALTURA(CMS)
 PENDIENTE²

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="SUV"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	3507,98	1332,24	2,63315	0,0114
VEL 0 ²	1,38734	0,161454	8,5928	0,0000
1/ANCHO(CMS)	533796,	253405,	2,1065	0,0405
1/ALTURA(CMS)	-15247,9	9216,69	-1,65438	0,1047
PENDIENTE ²	-279109,	163266,	-1,70954	0,0939

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	3,05251E8	4	7,63127E7	88,15	0,0000
Residuo	4,06868E7	47	865677,		
Total (Corr.)	3,45938E8	51			

R-cuadrada = 88,2387 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 87,2377 por ciento
 Error estándar del est. = 930,418
 Error absoluto medio = 533,533
 Estadístico Durbin-Watson = 2,33131 (P=0,7758)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,166927

Regresión Múltiple - SQRT(Leq 0) (MODELO 44 FURGONETA")

Variable dependiente: SQRT(Leq 0)

Variables independientes:

VEL 0²
 PENDIENTE²

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="FURGONETA"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	1183,45	176,283	6,71333	0,0000
VEL 0 ²	1,40065	0,122709	11,4144	0,0000
PENDIENTE ²	68845,6	21826,8	3,15418	0,0022

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,28364E8	2	3,14182E8	261,92	0,0000
Residuo	1,07959E8	90	1,19955E6		
Total (Corr.)	7,36323E8	92			

R-cuadrada = 85,3381 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 85,0122 por ciento

Error estándar del est. = 1095,24

Error absoluto medio = 721,28

Estadístico Durbin-Watson = 2,05194 (P=0,5593)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0298758

Regresión Múltiple - SQRT(Leq 0) (MODELO 44 MONOVOLUMEN)

Variable dependiente: SQRT(Leq 0)

Variables independientes:

VEL 0^2

1/ANCHO(CMS)

1/ALTURA(CMS)

PENDIENTE^2

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="MONOVOLUMEN"

Parámetro	Error		Estadístico	
	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	3666,19	928,707	3,94762	0,0003
VEL 0^2	1,25989	0,133599	9,43046	0,0000
1/ANCHO(CMS)	689090,	174169,	3,95643	0,0003
1/ALTURA(CMS)	-14226,9	6642,6	-2,14176	0,0385
PENDIENTE^2	-445593,	103389,	-4,30988	0,0001

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,95635E8	4	4,89087E7	138,94	0,0000
Residuo	1,37287E7	39	352019,		
Total (Corr.)	2,09363E8	43			

R-cuadrada = 93,4426 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 92,7701 por ciento

Error estándar del est. = 593,312

Error absoluto medio = 400,054

Estadístico Durbin-Watson = 2,47146 (P=0,8668)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,237338

Regresión Múltiple - SQRT(Leq 0) (MODELO 45 PASO ELEVADO)

Variable dependiente: SQRT(Leq 0)

Variables independientes:

VEL 0^2

d1

d2

d3

Selección de la Variable: aleatorio=1 & MODERADOR="PASO"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	1074,21	67,7894	15,8463	0,0000
VEL 0^2	1,50305	0,0711215	21,1336	0,0000
d1	-218,806	108,16	-2,02299	0,0440
d2	234,853	80,1692	2,92947	0,0037
d3	39,7959	98,274	0,404949	0,6858

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,27848E8	4	3,19619E7	116,32	0,0000
Residuo	8,07819E7	294	274768,		
Total (Corr.)	2,08629E8	298			

R-cuadrada = 61,2797 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 60,7529 por ciento

Error estándar del est. = 524,184

Error absoluto medio = 369,878

Estadístico Durbin-Watson = 1,83745 (P=0,0801)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0809081

Regresión Múltiple - SQRT(Leq 0) (MODELO 45 RESALTE)

Variable dependiente: SQRT(Leq 0)

Variables independientes:

VEL 0^2

d1

d2

d3

Selección de la Variable: aleatorio=1 & MODERADOR="RESALTE"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	2387,46	328,056	7,27761	0,0000
VEL 0^2	1,37433	0,0822487	16,7095	0,0000
d1	-161,238	545,587	-0,295531	0,7682
d2	462,585	286,48	1,61472	0,1095
d3	484,698	455,357	1,06443	0,2897

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,62524E8	4	1,15631E8	71,40	0,0000
Residuo	1,63561E8	101	1,61941E6		
Total (Corr.)	6,26084E8	105			

R-cuadrada = 73,8756 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 72,841 por ciento

Error estándar del est. = 1272,56

Error absoluto medio = 901,876

Estadístico Durbin-Watson = 2,12532 (P=0,7393)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0707578

Regresión Múltiple - SQRT(Leq 0) (MODELO 45 LOMO)

Variable dependiente: SQRT(Leq 0)

Variabes independientes:

VEL 0^2

d1

d2

d3

Selección de la Variable: aleatorio=1 & MODERADOR="LOMO"

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
CONSTANTE	1365,91	310,227	4,40294	0,0000
VEL 0^2	2,15268	0,237193	9,07566	0,0000
d1	-161,567	328,616	-0,491659	0,6248
d2	-94,4221	371,939	-0,253864	0,8005
d3	-451,011	353,729	-1,27502	0,2075

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	7,57363E7	4	1,89341E7	21,28	0,0000
Residuo	5,07192E7	57	889811,		
Total (Corr.)	1,26456E8	61			

R-cuadrada = 59,8917 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 57,0771 por ciento

Error estándar del est. = 943,298

Error absoluto medio = 598,702

Estadístico Durbin-Watson = 1,9146 (P=0,3558)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,00618143

Análisis estadístico

Lmax 0 m

Comparación de Varias Muestras

Variable dependiente: Lmax 0

Factor: MODERADOR

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmax 0 por MODERADOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,13008E18	2	5,65042E17	261,43	0,0000
Intra grupos	1,00287E18	464	2,16136E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

Tabla de Medias para Lmax 0 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%

MODERADOR	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
LOMO	62	1,97106E7	5,90429E6	1,15064E7	2,79148E7
PASO	299	7,57282E6	2,68861E6	3,83692E6	1,13087E7
RESALTE	106	1,26701E8	4,51555E6	1,20427E8	1,32976E8
Total	467	3,62241E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 0 por MODERADOR

MODERADOR	Tamaño Muestra	Rango Promedio
LOMO	62	279,258
PASO	299	161,95
RESALTE	106	410,764

Estadístico = 274,064 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

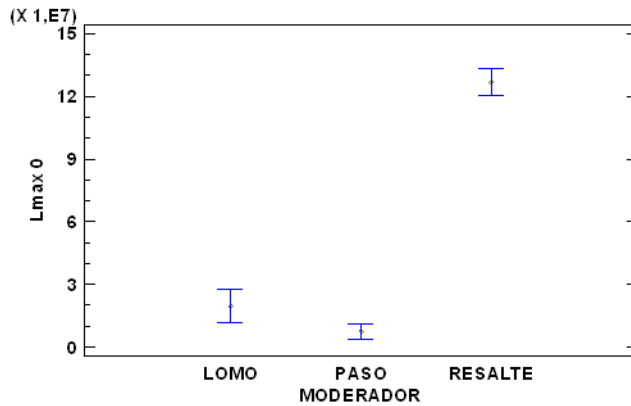
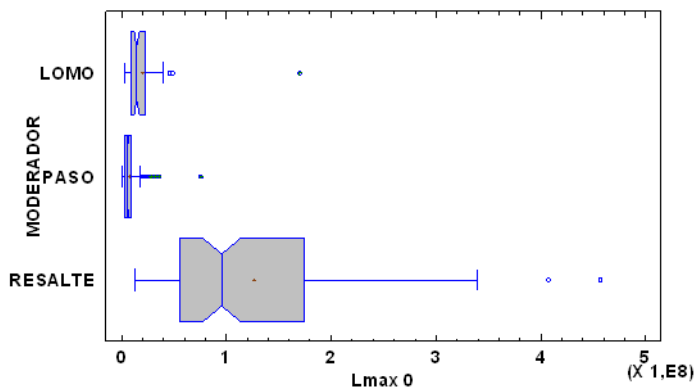


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 0
 Factor: ANCHO CARRIL
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 467
 Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmax 0 por ANCHO CARRIL

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,12519E18	2	5,62596E17	259,03	0,0000
Intra grupos	1,00776E18	464	2,1719E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

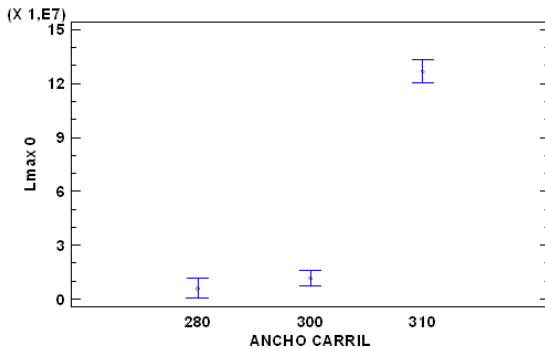
Tabla de Medias para Lmax 0 por ANCHO CARRIL con intervalos de confianza del 95,0%

ANCHO CARRIL	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
280	132	6,07347E6	4,05633E6	437074,	1,17099E7
300	229	1,17233E7	3,07966E6	7,44401E6	1,60026E7
310	106	1,26701E8	4,52655E6	1,20412E8	1,32991E8
Total	467	3,62241E7			

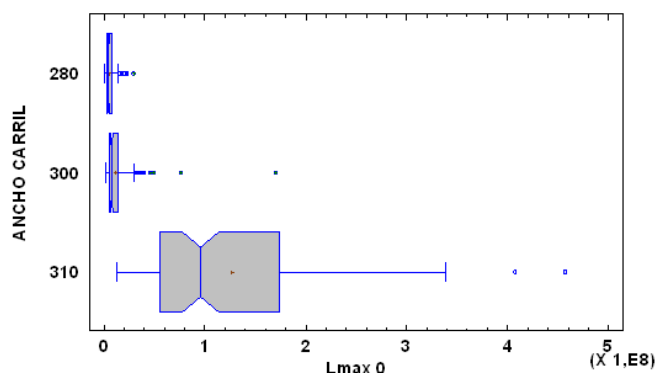
Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 0 por ANCHO CARRIL

ANCHO CARRIL	Tamaño Muestra	Rango Promedio
280	132	137,292
300	229	207,924
310	106	410,764

Estadístico = 258,2 Valor-P = 0
 Medias y 95,0% de Fisher LSD



Grano o Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 0

Factor: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmax 0 por VEL LIMITE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,12519E18	2	5,62596E17	259,03	0,0000
Intra grupos	1,00776E18	464	2,1719E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

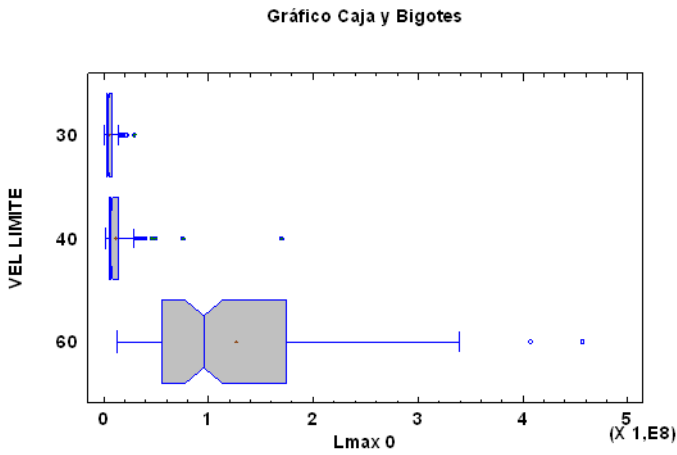
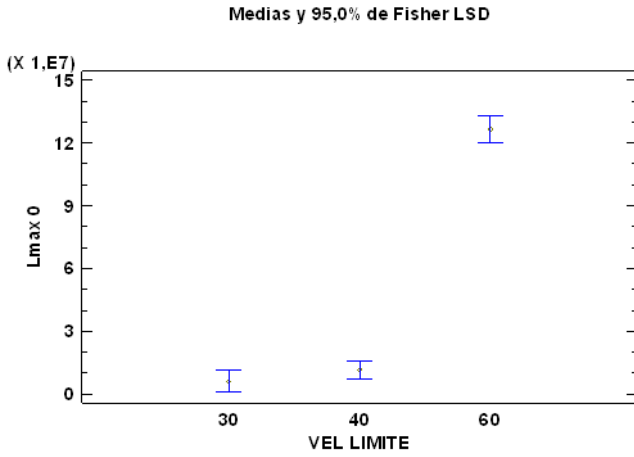
Tabla de Medias para Lmax 0 por VEL LIMITE con intervalos de confianza del 95,0%

VEL LIMITE	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
30	132	6,07347E6	4,05633E6	437074,	1,17099E7
40	229	1,17233E7	3,07966E6	7,44401E6	1,60026E7
60	106	1,26701E8	4,52655E6	1,20412E8	1,32991E8
Total	467	3,62241E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 0 por VEL LIMITE

VEL LIMITE	Tamaño Muestra	Rango Promedio
30	132	137,292
40	229	207,924
60	106	410,764

Estadístico = 258,2 Valor-P = 0



Variable dependiente: Lmax 0
 Factor: Localizacion
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 467
 Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Lmax 0 por Localizacion

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,69735E17	1	2,69735E17	67,32	0,0000
Intra grupos	1,86322E18	465	4,00692E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

Tabla de Medias para Lmax 0 por Localizacion con intervalos de confianza del 95,0%

Localizacion	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
extremo	238	5,97985E7	4,10315E6	5,40971E7	6,54999E7
intermedio	229	1,17233E7	4,183E6	5,91092E6	1,75357E7
Total	467	3,62241E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 0 por Localizacion

Localizacion	Tamaño Muestra	Rango Promedio
extremo	238	259,09
intermedio	229	207,924

Estadístico = 16,7772 Valor-P = 0,0000420366

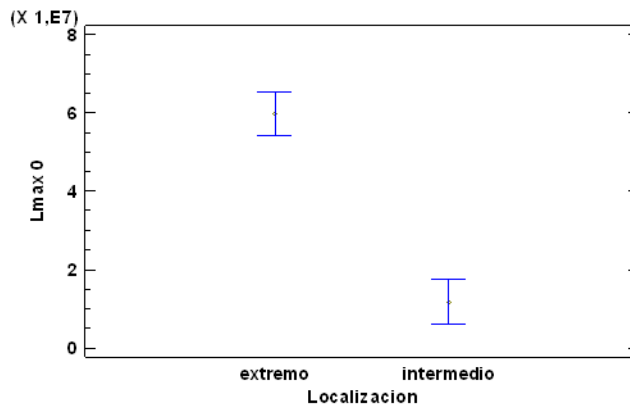
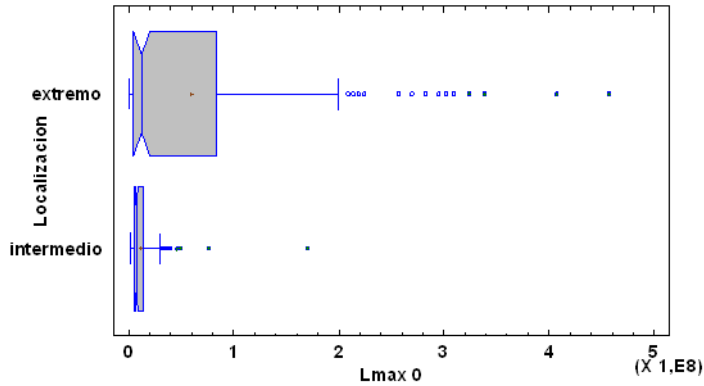
Medias y 95,0% de Fisher LSD

Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 0

Factor: TIPO

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmax 0 por TIPO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,579E16	3	8,59666E15	1,89	0,1306
Intra grupos	2,10716E18	463	4,55111E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

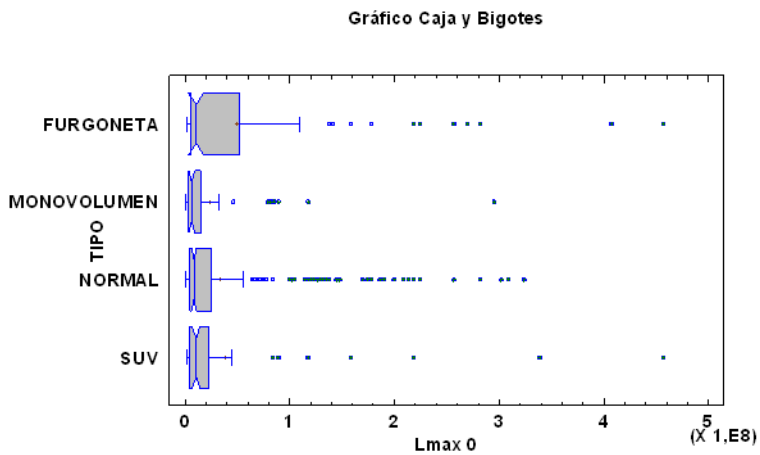
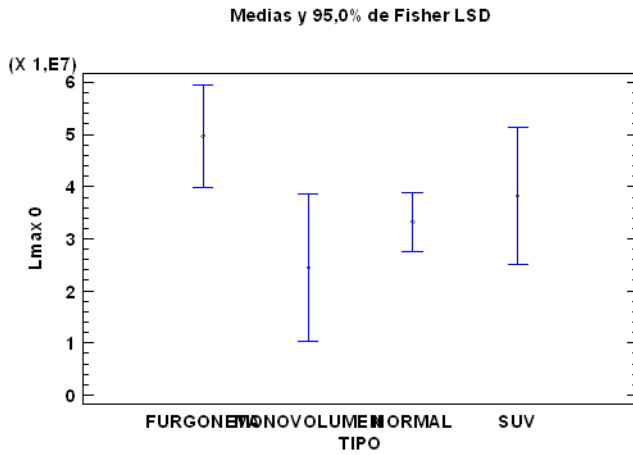
Tabla de Medias para Lmax 0 por TIPO con intervalos de confianza del 95,0%

TIPO	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
FURGONETA	93	4,97107E7	6,99548E6	3,99902E7	5,94312E7
MONOVOLUMEN	44	2,44218E7	1,01703E7	1,02898E7	3,85538E7
NORMAL	278	3,32043E7	4,0461E6	2,75821E7	3,88265E7
SUV	52	3,82352E7	9,35529E6	2,52356E7	5,12347E7
Total	467	3,62241E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 0 por TIPO

TIPO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
FURGONETA	93	258,952
MONOVOLUMEN	44	194,761
NORMAL	278	230,998
SUV	52	238,625

Estadístico = 7,09777 Valor-P = 0,0688442



Variable dependiente: Lmax 0

Factor: ANCHO(CMS)

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmax 0 por ANCHO(CMS)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,13008E18	2	5,65042E17	261,43	0,0000
Intra grupos	1,00287E18	464	2,16136E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

Tabla de Medias para Lmax 0 por ANCHO(CMS) con intervalos de confianza del 95,0%

ANCHO(CMS)	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
50	106	1,26701E8	4,51555E6	1,20427E8	1,32976E8
400	62	1,97106E7	5,90429E6	1,15064E7	2,79148E7
700	299	7,57282E6	2,68861E6	3,83692E6	1,13087E7
Total	467	3,62241E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 0 por ANCHO(CMS)

ANCHO(CMS)	Tamaño Muestra	Rango Promedio
50	106	410,764
400	62	279,258
700	299	161,95

Estadístico = 274,064 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

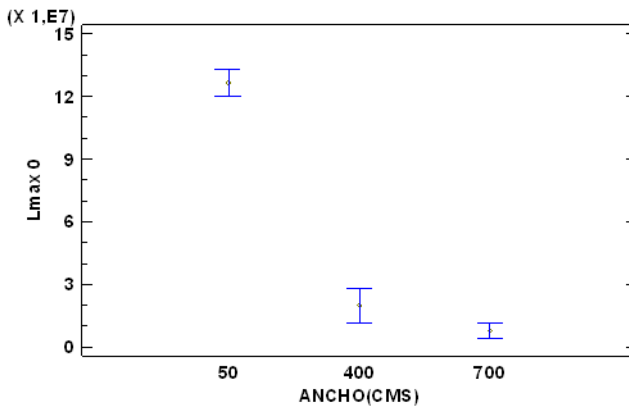
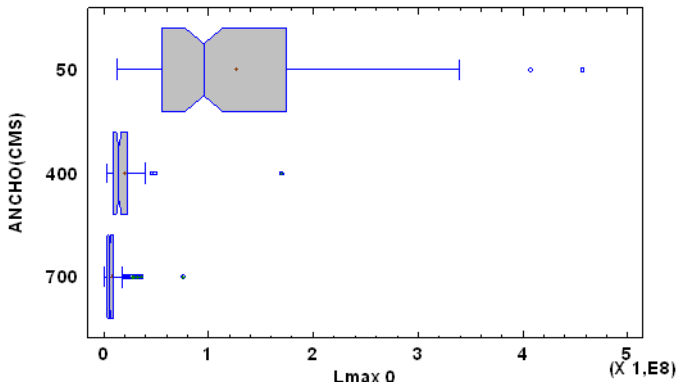


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 0

Factor: ALTURA(CMS)

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmax 0 por ALTURA(CMS)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,13062E18	3	3,76872E17	174,08	0,0000
Intra grupos	1,00234E18	463	2,16488E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

Tabla de Medias para Lmax 0 por ALTURA(CMS) con intervalos de confianza del 95,0%

ALTURA(CMS)	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
3	106	1,26701E8	4,51923E6	1,20422E8	1,32981E8
6,5	62	1,97106E7	5,9091E6	1,14997E7	2,79215E7
6,9	132	6,07347E6	4,04977E6	446164,	1,17008E7
10,3	167	8,75794E6	3,60047E6	3,75495E6	1,37609E7
Total	467	3,62241E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 0 por ALTURA(CMS)

ALTURA(CMS)	Tamaño Muestra	Rango Promedio
3	106	410,764
6,5	62	279,258
6,9	132	137,292
10,3	167	181,44

Estadístico = 281,955 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

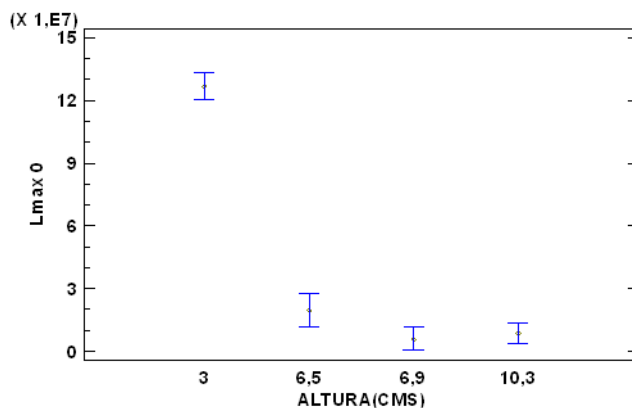
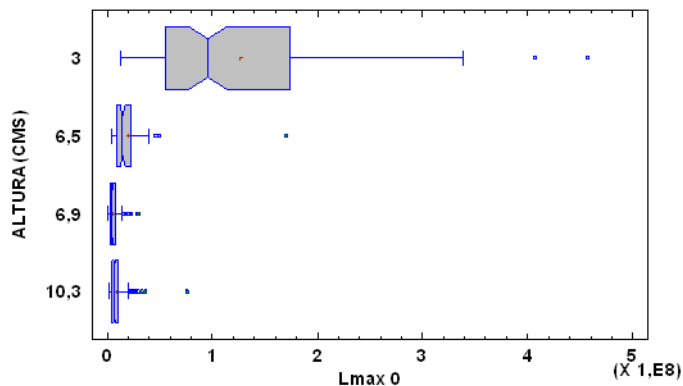


Gráfico o Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 0

Factor: PENDIENTE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmax 0 por PENDIENTE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,13062E18	3	3,76872E17	174,08	0,0000
Intra grupos	1,00234E18	463	2,16488E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

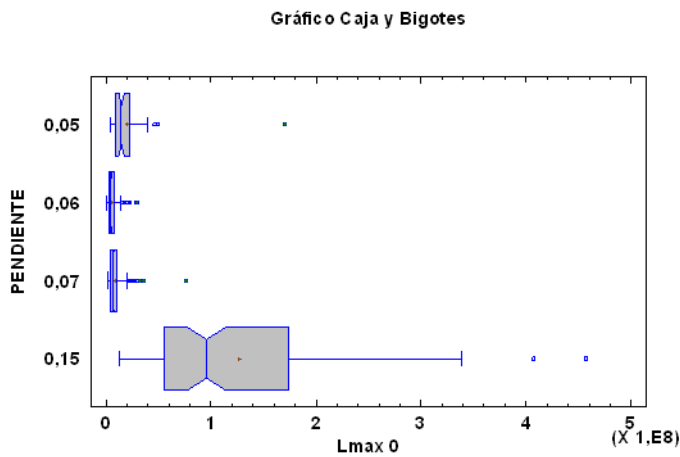
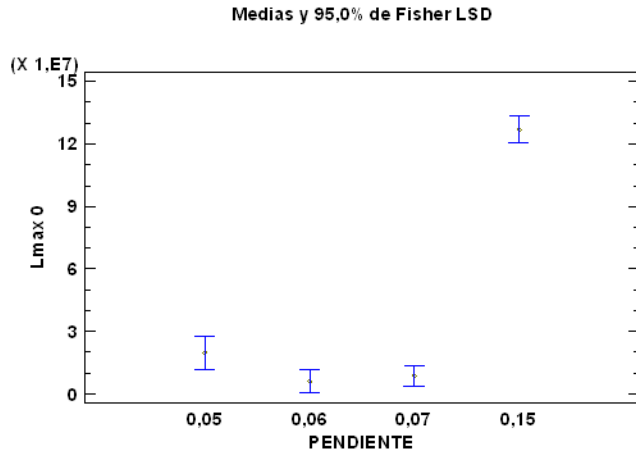
Tabla de Medias para Lmax 0 por PENDIENTE con intervalos de confianza del 95,0%

			Error Est.		
PENDIENTE	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
0,05	62	1,97106E7	5,9091E6	1,14997E7	2,79215E7
0,06	132	6,07347E6	4,04977E6	446164,	1,17008E7
0,07	167	8,75794E6	3,60047E6	3,75495E6	1,37609E7
0,15	106	1,26701E8	4,51923E6	1,20422E8	1,32981E8
Total	467	3,62241E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 0 por PENDIENTE

PENDIENTE	Tamaño Muestra	Rango Promedio
0,05	62	279,258
0,06	132	137,292
0,07	167	181,44
0,15	106	410,764

Estadístico = 281,955 Valor-P = 0



Variable dependiente: Lmax 0
 Factor: BORDE(CMS)
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 467
 Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Lmax 0 por BORDE(CMS)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,12252E18	1	1,12252E18	516,58	0,0000
Intra grupos	1,01044E18	465	2,17298E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

Tabla de Medias para Lmax 0 por BORDE(CMS) con intervalos de confianza del 95,0%

BORDE(CMS)	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
0	361	9,65743E6	2,45343E6	6,24833E6	1,30665E7
1	106	1,26701E8	4,52767E6	1,2041E8	1,32993E8
Total	467	3,62241E7			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmax 0 por BORDE(CMS)

BORDE(CMS)	Tamaño Muestra	Rango Promedio
0	361	182,097
1	106	410,764

Estadístico = 235,262 Valor-P = 0

Medias y 95.0% de Fisher LSD

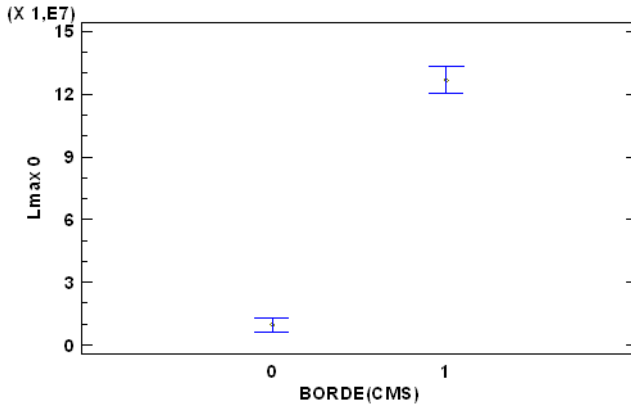
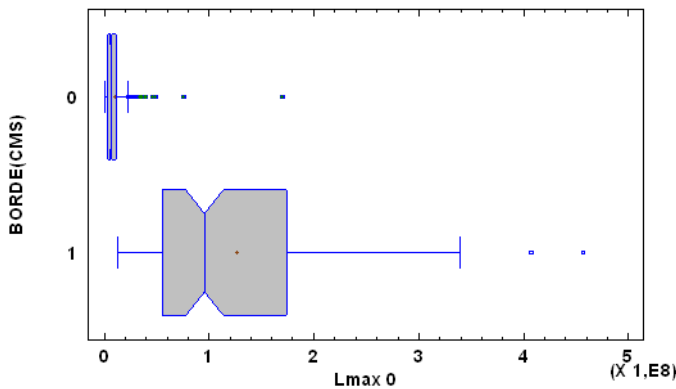


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmax 0

Factor: VEL 0

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 73

Tabla ANOVA para Lmax 0 por VEL 0

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,94133E18	72	2,69629E16	55,44	0,0000
Intra grupos	1,91626E17	394	4,86361E14		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

Regresión Simple - Lmax 0 vs. VEL 0

Variable dependiente: Lmax 0

Variable independiente: VEL 0

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-8,63969E7	4,28202E6	-20,1767	0,0000
Pendiente	3,55148E6	112902,	31,4563	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,45105E18	1	1,45105E18	989,50	0,0000
Residuo	6,81902E17	465	1,46646E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

Coefficiente de Correlación = 0,824804

R-cuadrada = 68,0302 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 67,9614 por ciento

Error estándar del est. = 3,82943E7

Error absoluto medio = 2,42386E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,99055 (P=0,4594)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,00400257

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,9403	88,42%
Exponencial	0,9181	84,29%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,9098	82,77%
Cuadrado de X	0,8865	78,58%
Log-Y Cuadrado-X	0,8864	78,58%
Multiplicativa	0,8766	76,85%
Raíz Cuadrada Doble	0,8758	76,71%
Lineal	0,8248	68,03%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,8128	66,06%
Raíz Cuadrada de X	0,7693	59,19%
Curva S	-0,7212	52,02%
Logaritmo de X	0,6950	48,31%
Inversa-Y Log-X	-0,6832	46,68%
Cuadrado Doble	0,6788	46,07%
Doble Inverso	0,6655	44,29%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,6176	38,14%
Cuadrado de Y	0,6029	36,35%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,5485	30,09%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,5138	26,40%
Inversa de X	-0,4991	24,91%
Cuadrado-Y Log-X	0,4830	23,33%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3293	10,84%
Raíz Cuadrada de Y	<sin ajuste>	
Inversa de Y	<sin ajuste>	
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
6	72,0	2,69153E8	1,69309E8	9,98441E7	2,64
17	83,0	3,23594E8	2,08376E8	1,15218E8	3,07
18	83,0	2,95121E8	2,08376E8	8,67453E7	2,30
22	69,0	2,5704E8	1,58655E8	9,83846E7	2,60
52	83,0	3,38844E8	2,08376E8	1,30468E8	3,49
63	82,0	4,0738E8	2,04824E8	2,02556E8	5,51
73	65,0	4,57088E8	1,44449E8	3,12639E8	8,86
79	49,0	2,23872E8	8,76255E7	1,36247E8	3,61
82	71,0	2,5704E8	1,65758E8	9,12816E7	2,41
86	81,0	3,0903E8	2,01273E8	1,07757E8	2,87
89	71,0	2,81838E8	1,65758E8	1,1608E8	3,08
90	77,0	2,81838E8	1,87067E8	9,47715E7	2,51
106	58,0	4,57088E8	1,19589E8	3,37499E8	9,69
120	72,0	3,01995E8	1,69309E8	1,32686E8	3,53

Regresión Simple - Lmax 0 vs. ANCHO CARRIL

Variable dependiente: Lmax 0

Variable independiente: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-8,60474E8	7,23174E7	-11,8986	0,0000
Pendiente	3,02309E6	243635,	12,4082	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5,30563E17	1	5,30563E17	153,96	0,0000
Residuo	1,60239E18	465	3,446E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

Coeficiente de Correlación = 0,498744

R-cuadrada = 24,8745 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 24,713 por ciento

Error estándar del est. = 5,87027E7

Error absoluto medio = 3,97305E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,38338 (P=0,0000)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,307471

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Log-Y Cuadrado-X	0,6703	44,93%
Exponencial	0,6630	43,96%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,6594	43,48%
Multiplicativa	0,6558	43,01%
Curva S	-0,6486	42,06%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,6131	37,59%
Raíz Cuadrada de Y	0,6048	36,58%
Raíz Cuadrada Doble	0,6007	36,09%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,5966	35,59%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,5884	34,63%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,5105	26,06%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,5074	25,75%
Inversa-Y Log-X	-0,5064	25,64%
Cuadrado de X	0,5064	25,64%
Doble Inverso	0,5043	25,43%
Lineal	0,4987	24,87%
Raíz Cuadrada de X	0,4949	24,50%
Logaritmo de X	0,4911	24,12%
Inversa de X	-0,4836	23,39%
Cuadrado Doble	0,3292	10,84%
Cuadrado de Y	0,3239	10,49%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,3212	10,32%
Cuadrado-Y Log-X	0,3186	10,15%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3133	9,82%
Inversa de Y	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
6	310,0	2,69153E8	7,6683E7	1,9247E8	3,32
17	310,0	3,23594E8	7,6683E7	2,46911E8	4,30
18	310,0	2,95121E8	7,6683E7	2,18438E8	3,78
22	310,0	2,5704E8	7,6683E7	1,80357E8	3,11
30	310,0	2,23872E8	7,6683E7	1,47189E8	2,53
49	310,0	2,18776E8	7,6683E7	1,42093E8	2,44
52	310,0	3,38844E8	7,6683E7	2,62161E8	4,57
53	310,0	2,0893E8	7,6683E7	1,32247E8	2,27
63	310,0	4,0738E8	7,6683E7	3,30697E8	5,85
65	310,0	2,18776E8	7,6683E7	1,42093E8	2,44
67	310,0	2,18776E8	7,6683E7	1,42093E8	2,44
71	310,0	2,18776E8	7,6683E7	1,42093E8	2,44
73	310,0	4,57088E8	7,6683E7	3,80405E8	6,81
77	310,0	1,99526E8	7,6683E7	1,22843E8	2,11
79	310,0	2,23872E8	7,6683E7	1,47189E8	2,53
82	310,0	2,5704E8	7,6683E7	1,80357E8	3,11
86	310,0	3,0903E8	7,6683E7	2,32347E8	4,03
89	310,0	2,81838E8	7,6683E7	2,05155E8	3,55
90	310,0	2,81838E8	7,6683E7	2,05155E8	3,55
103	310,0	2,13796E8	7,6683E7	1,37113E8	2,35
106	310,0	4,57088E8	7,6683E7	3,80405E8	6,81
120	310,0	3,01995E8	7,6683E7	2,25312E8	3,91
332	300,0	1,69824E8	4,64521E7	1,23372E8	2,11

Regresión Simple - Lmax 0 vs. VEL LIMITE

Variable dependiente: Lmax 0

Variable independiente: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-1,41929E8	9,17539E6	-15,4685	0,0000
Pendiente	4,27093E6	212973,	20,0539	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	9,89191E17	1	9,89191E17	402,16	0,0000
Residuo	1,14376E18	465	2,45971E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

Coefficiente de Correlación = 0,681003

R-cuadrada = 46,3766 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 46,2613 por ciento

Error estándar del est. = 4,95954E7

Error absoluto medio = 3,14436E7

Estadístico Durbin-Watson = 1,92666 (P=0,2144)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0343579

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Log-Y Cuadrado-X	0,8283	68,61%
Exponencial	0,8168	66,72%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,8157	66,53%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,8068	65,10%
Raíz Cuadrada de Y	0,7953	63,24%
Multiplicativa	0,7937	63,00%
Raíz Cuadrada Doble	0,7805	60,91%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,7624	58,12%
Curva S	-0,7585	57,53%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,7172	51,44%
Cuadrado de X	0,7028	49,39%
Lineal	0,6810	46,38%
Raíz Cuadrada de X	0,6659	44,34%
Logaritmo de X	0,6479	41,98%
Inversa de X	-0,6041	36,50%
Doble Inverso	0,5270	27,77%
Inversa-Y Log-X	-0,5260	27,67%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,5228	27,34%
Inversa de Y	-0,5181	26,85%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,5057	25,57%
Cuadrado Doble	0,4705	22,14%
Cuadrado de Y	0,4540	20,62%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,4429	19,62%
Cuadrado-Y Log-X	0,4298	18,47%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,3983	15,86%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
6	60,0	2,69153E8	1,14326E8	1,54827E8	3,17
17	60,0	3,23594E8	1,14326E8	2,09267E8	4,32
18	60,0	2,95121E8	1,14326E8	1,80795E8	3,71
22	60,0	2,5704E8	1,14326E8	1,42713E8	2,91
30	60,0	2,23872E8	1,14326E8	1,09546E8	2,23
49	60,0	2,18776E8	1,14326E8	1,0445E8	2,12
52	60,0	3,38844E8	1,14326E8	2,24518E8	4,65
63	60,0	4,0738E8	1,14326E8	2,93054E8	6,17
65	60,0	2,18776E8	1,14326E8	1,0445E8	2,12
67	60,0	2,18776E8	1,14326E8	1,0445E8	2,12
71	60,0	2,18776E8	1,14326E8	1,0445E8	2,12
73	60,0	4,57088E8	1,14326E8	3,42762E8	7,32
79	60,0	2,23872E8	1,14326E8	1,09546E8	2,23
82	60,0	2,5704E8	1,14326E8	1,42713E8	2,91
85	60,0	1,28825E7	1,14326E8	-1,01444E8	-2,06
86	60,0	3,0903E8	1,14326E8	1,94703E8	4,01
89	60,0	2,81838E8	1,14326E8	1,67512E8	3,43
90	60,0	2,81838E8	1,14326E8	1,67512E8	3,43
103	60,0	2,13796E8	1,14326E8	9,94699E7	2,02
106	60,0	4,57088E8	1,14326E8	3,42762E8	7,32
120	60,0	3,01995E8	1,14326E8	1,87669E8	3,86
121	60,0	1,51356E7	1,14326E8	-9,91907E7	-2,01
332	40,0	1,69824E8	2,89078E7	1,40917E8	2,87

Regresión Simple - Lmax 0 vs. ANCHO(CMS)

Variable dependiente: Lmax 0

Variable independiente: ANCHO(CMS)

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	1,25662E8	4,83146E6	26,0091	0,0000
Pendiente	-174467,	8340,83	-20,9172	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,03402E18	1	1,03402E18	437,53	0,0000
Residuo	1,09894E18	465	2,3633E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

Coefficiente de Correlación = **-0,696263**

R-cuadrada = **48,4782** porciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 48,3674 porciento

Error estándar del est. = **4,86138E7**

Error absoluto medio = **2,44199E7**

Estadístico Durbin-Watson = 2,00884 (P=**0,5380**)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,00672713

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	-0,8429	71,04%
Multiplicativa	-0,8390	70,38%
Exponencial	-0,8379	70,20%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	-0,8372	70,10%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	0,8324	69,29%
Raíz Cuadrada Doble	-0,8316	69,16%
Curva S	0,8220	67,58%
Raíz Cuadrada de Y	-0,8167	66,71%
Log-Y Cuadrado-X	-0,8109	65,76%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	-0,7746	59,99%
Inversa de X	0,7274	52,91%
Logaritmo de X	-0,7249	52,55%
Raíz Cuadrada de X	-0,7147	51,08%
Lineal	-0,6963	48,48%
Cuadrado de X	-0,6512	42,41%
Inversa-Y Cuadrado-X	0,5058	25,59%
Inversa de Y	0,5004	25,04%
Cuadrado-Y Inversa de X	0,4914	24,14%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	0,4898	23,99%
Cuadrado-Y Log-X	-0,4861	23,63%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4764	22,70%
Inversa-Y Log-X	0,4746	22,52%
Cuadrado de Y	-0,4612	21,27%
Doble Inverso	-0,4487	20,14%
Cuadrado Doble	-0,4264	18,18%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

Fila	X	Y	Predicciones		Residuos
			Y	Residuos	Studentizados
6	50,0	2,69153E8	1,16938E8	1,52215E8	3,17
17	50,0	3,23594E8	1,16938E8	2,06655E8	4,35
18	50,0	2,95121E8	1,16938E8	1,78182E8	3,73
22	50,0	2,5704E8	1,16938E8	1,40101E8	2,92
30	50,0	2,23872E8	1,16938E8	1,06934E8	2,22
49	50,0	2,18776E8	1,16938E8	1,01838E8	2,11
52	50,0	3,38844E8	1,16938E8	2,21906E8	4,69
63	50,0	4,0738E8	1,16938E8	2,90442E8	6,24
65	50,0	2,18776E8	1,16938E8	1,01838E8	2,11
67	50,0	2,18776E8	1,16938E8	1,01838E8	2,11
71	50,0	2,18776E8	1,16938E8	1,01838E8	2,11
73	50,0	4,57088E8	1,16938E8	3,4015E8	7,42
79	50,0	2,23872E8	1,16938E8	1,06934E8	2,22
82	50,0	2,5704E8	1,16938E8	1,40101E8	2,92
85	50,0	1,28825E7	1,16938E8	-1,04056E8	-2,16
86	50,0	3,0903E8	1,16938E8	1,92091E8	4,03
89	50,0	2,81838E8	1,16938E8	1,649E8	3,45
90	50,0	2,81838E8	1,16938E8	1,649E8	3,45
103	50,0	2,13796E8	1,16938E8	9,68577E7	2,01
106	50,0	4,57088E8	1,16938E8	3,4015E8	7,42
120	50,0	3,01995E8	1,16938E8	1,85057E8	3,88
121	50,0	1,51356E7	1,16938E8	-1,01803E8	-2,11
332	400,0	1,69824E8	5,5875E7	1,13949E8	2,36

Regresión Simple - Lmax 0 vs. ALTURA(CMS)

Variable dependiente: Lmax 0

Variable independiente: ALTURA(CMS)

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	1,43556E8	6,9729E6	20,5877	0,0000
Pendiente	-1,49539E7	907431,	-16,4794	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	7,86413E17	1	7,86413E17	271,57	0,0000
Residuo	1,34654E18	465	2,89579E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

Coefficiente de Correlación = **-0,607204**

R-cuadrada = **36,8697** porciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 36,7339 porciento

Error estándar del est. = **5,38125E7**

Error absoluto medio = **3,66335E7**

Estadístico Durbin-Watson = 1,6435 (P=**0,0001**)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,177118

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	0,8088	65,41%
Curva S	0,7942	63,08%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	-0,7684	59,04%
Multiplicativa	-0,7533	56,75%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	-0,7203	51,89%
Inversa de X	0,7073	50,03%
Raíz Cuadrada de Y	-0,6958	48,42%
Exponencial	-0,6802	46,27%
Logaritmo de X	-0,6712	45,06%
Raíz Cuadrada de X	-0,6423	41,25%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	-0,6074	36,89%
Lineal	-0,6072	36,87%
Log-Y Cuadrado-X	-0,5912	34,96%
Cuadrado de X	-0,5296	28,05%
Cuadrado-Y Inversa de X	0,4773	22,78%
Cuadrado-Y Log-X	-0,4520	20,43%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4320	18,66%
Doble Inverso	-0,4107	16,87%
Cuadrado de Y	-0,4079	16,64%
Inversa-Y Log-X	0,3764	14,17%
Cuadrado Doble	-0,3549	12,59%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	0,3516	12,36%
Inversa de Y	0,3229	10,43%
Inversa-Y Cuadrado-X	0,2625	6,89%
Raíz Cuadrada Doble	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
6	3,0	2,69153E8	9,86945E7	1,70459E8	3,21
17	3,0	3,23594E8	9,86945E7	2,24899E8	4,27
18	3,0	2,95121E8	9,86945E7	1,96426E8	3,71
22	3,0	2,5704E8	9,86945E7	1,58345E8	2,98
30	3,0	2,23872E8	9,86945E7	1,25178E8	2,35
49	3,0	2,18776E8	9,86945E7	1,20082E8	2,25
52	3,0	3,38844E8	9,86945E7	2,4015E8	4,57
53	3,0	2,0893E8	9,86945E7	1,10235E8	2,06
63	3,0	4,0738E8	9,86945E7	3,08686E8	5,97
65	3,0	2,18776E8	9,86945E7	1,20082E8	2,25
67	3,0	2,18776E8	9,86945E7	1,20082E8	2,25
71	3,0	2,18776E8	9,86945E7	1,20082E8	2,25
73	3,0	4,57088E8	9,86945E7	3,58394E8	7,02
79	3,0	2,23872E8	9,86945E7	1,25178E8	2,35
82	3,0	2,5704E8	9,86945E7	1,58345E8	2,98
86	3,0	3,0903E8	9,86945E7	2,10335E8	3,98
89	3,0	2,81838E8	9,86945E7	1,83144E8	3,46
90	3,0	2,81838E8	9,86945E7	1,83144E8	3,46
103	3,0	2,13796E8	9,86945E7	1,15102E8	2,15
106	3,0	4,57088E8	9,86945E7	3,58394E8	7,02
120	3,0	3,01995E8	9,86945E7	2,03301E8	3,85
332	6,5	1,69824E8	4,63557E7	1,23469E8	2,31

Regresión Simple - Lmax 0 vs. PENDIENTE

Variable dependiente: Lmax 0

Variable independiente: PENDIENTE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-7,04513E7	5,41483E6	-13,0108	0,0000
Pendiente	1,29027E9	5,97648E7	21,5892	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,06773E18	1	1,06773E18	466,09	0,0000
Residuo	1,06523E18	465	2,29081E15		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

Coefficiente de Correlación = 0,707522

R-cuadrada = 50,0587 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 49,9513 por ciento

Error estándar del est. = 4,78624E7

Error absoluto medio = 2,54068E7

Estadístico Durbin-Watson = 2,06506 (P=0,7587)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0354464

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,8159	66,57%
Raíz Cuadrada de Y	0,8012	64,20%
Log-Y Cuadrado-X	0,7980	63,68%
Raíz Cuadrada Doble	0,7886	62,18%
Exponencial	0,7801	60,86%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,7708	59,42%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,7651	58,54%
Multiplicativa	0,7445	55,42%
Cuadrado de X	0,7181	51,56%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,7165	51,34%
Lineal	0,7075	50,06%
Raíz Cuadrada de X	0,6981	48,73%
Logaritmo de X	0,6846	46,87%
Curva S	-0,6828	46,62%
Inversa de X	-0,6421	41,23%
Cuadrado Doble	0,4879	23,81%
Cuadrado de Y	0,4821	23,25%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,4767	22,73%
Cuadrado-Y Log-X	0,4688	21,97%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,4429	19,62%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,4301	18,49%
Inversa de Y	-0,4189	17,55%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4092	16,75%
Inversa-Y Log-X	-0,3959	15,67%
Doble Inverso	0,3557	12,65%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
6	0,15	2,69153E8	1,2309E8	1,46064E8	3,09
17	0,15	3,23594E8	1,2309E8	2,00504E8	4,29
18	0,15	2,95121E8	1,2309E8	1,72031E8	3,66
22	0,15	2,5704E8	1,2309E8	1,3395E8	2,83
30	0,15	2,23872E8	1,2309E8	1,00782E8	2,12
49	0,15	2,18776E8	1,2309E8	9,56865E7	2,02
52	0,15	3,38844E8	1,2309E8	2,15755E8	4,63
63	0,15	4,0738E8	1,2309E8	2,84291E8	6,20
65	0,15	2,18776E8	1,2309E8	9,56865E7	2,02
67	0,15	2,18776E8	1,2309E8	9,56865E7	2,02
68	0,15	2,5704E7	1,2309E8	-9,73857E7	-2,05
71	0,15	2,18776E8	1,2309E8	9,56865E7	2,02
73	0,15	4,57088E8	1,2309E8	3,33999E8	7,41
79	0,15	2,23872E8	1,2309E8	1,00782E8	2,12
82	0,15	2,5704E8	1,2309E8	1,3395E8	2,83
85	0,15	1,28825E7	1,2309E8	-1,10207E8	-2,32
86	0,15	3,0903E8	1,2309E8	1,8594E8	3,96
89	0,15	2,81838E8	1,2309E8	1,58749E8	3,37
90	0,15	2,81838E8	1,2309E8	1,58749E8	3,37
93	0,15	2,63027E7	1,2309E8	-9,67869E7	-2,04
106	0,15	4,57088E8	1,2309E8	3,33999E8	7,41
107	0,15	2,75423E7	1,2309E8	-9,55473E7	-2,01
118	0,15	2,23872E7	1,2309E8	-1,00702E8	-2,12
120	0,15	3,01995E8	1,2309E8	1,78906E8	3,81
121	0,15	1,51356E7	1,2309E8	-1,07954E8	-2,28
332	0,05	1,69824E8	-5,93768E6	1,75762E8	3,73

Regresión Múltiple - Lmax 0 (MODELO 47)

Variable dependiente: Lmax 0

Variables independientes:

VEL 0^2

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-2,57787E7	2,08737E6	-12,3499	0,0000
VEL 0^2	43104,1	1043,57	41,3044	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,67611E18	1	1,67611E18	1706,05	0,0000
Residuo	4,5684E17	465	9,82452E14		
Total (Corr.)	2,13295E18	466			

R-cuadrada = 78,5818 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 78,5358 por ciento
 Error estándar del est. = 3,13441E7
 Error absoluto medio = 1,69887E7
 Estadístico Durbin-Watson = 2,08716 (P=0,8266)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0440234

Regresión Múltiple - sqrt(Lmax 0) (MODELO 48)

Variable dependiente: sqrt(Lmax 0)

Variables independientes:

VEL 0^2

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	778,262	88,7145	8,77267	0,0000
VEL 0^2	2,6424	0,0443524	59,5773	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,29889E9	1	6,29889E9	3549,46	0,0000
Residuo	8,25191E8	465	1,7746E6		
Total (Corr.)	7,12408E9	466			

R-cuadrada = 88,4169 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 88,392 por ciento
 Error estándar del est. = 1332,14
 Error absoluto medio = 830,798
 Estadístico Durbin-Watson = 1,865 (P=0,0724)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0673801

Regresión Múltiple - sqrt(Lmax 0) (MODELO 49)

Variable dependiente: sqrt(Lmax 0)

Variables independientes:

VEL 0^2

d4

d5

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	1770,65	171,309	10,336	0,0000
VEL 0^2	2,14501	0,0686053	31,266	0,0000
d4	-879,657	170,891	-5,14747	0,0000
d5	1261,27	255,575	4,93504	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,43988E9	3	2,14663E9	1452,64	0,0000
Residuo	6,84193E8	463	1,47774E6		
Total (Corr.)	7,12408E9	466			

R-cuadrada = 90,396 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 90,3338 por ciento
 Error estándar del est. = 1215,62
 Error absoluto medio = 694,315
 Estadístico Durbin-Watson = 2,12566 (P=0,9126)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,063308

Regresión Múltiple - sqrt(Lmax 0) (MODELO 50)

Variable dependiente: sqrt(Lmax 0)

Variables independientes:

VEL 0^2

1/ANCHO(CMS)

PENDIENTE^2

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	1376,62	149,256	9,2232	0,0000
VEL 0^2	2,16461	0,0686494	31,5314	0,0000
1/ANCHO(CMS)	325226,	53047,1	6,13089	0,0000
PENDIENTE^2	-218412,	51651,1	-4,2286	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,43665E9	3	2,14555E9	1445,08	0,0000
Residuo	6,87429E8	463	1,48473E6		
Total (Corr.)	7,12408E9	466			

R-cuadrada = 90,3506 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 90,2881 por ciento
 Error estándar del est. = 1218,49
 Error absoluto medio = 702,637
 Estadístico Durbin-Watson = 2,11254 (P=0,8878)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0567238

Regresión Múltiple - sqrt(Lmax 0) (aleatorio=1)

Variable dependiente: sqrt(Lmax 0)

Variables independientes:

VEL 0^2

d2

1/ANCHO(CMS)

PENDIENTE^2

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	1324,71	147,955	8,95348	0,0000
VEL 0^2	2,17853	0,0678461	32,1099	0,0000
d2	517,828	140,879	3,67569	0,0003
1/ANCHO(CMS)	338786,	52474,4	6,45621	0,0000
PENDIENTE^2	-236648,	51208,0	-4,62131	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,45618E9	4	1,61404E9	1116,47	0,0000
Residuo	6,67897E8	462	1,44567E6		
Total (Corr.)	7,12408E9	466			

R-cuadrada = 90,6248 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 90,5436 por ciento

Error estándar del est. = 1202,36

Error absoluto medio = 697,993

Estadístico Durbin-Watson = 2,09318 (P=0,8427)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0469122

Regresión Múltiple - sqrt(Lmax 0) (MODELO 52 NORMAL)

Variable dependiente: sqrt(Lmax 0)

Variables independientes:

VEL 0^2

1/ANCHO(CMS)

1/ALTURA(CMS)

PENDIENTE^2

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="NORMAL"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	2792,44	614,726	4,54257	0,0000
VEL 0^2	2,18379	0,0682137	32,014	0,0000
1/ANCHO(CMS)	599469,	122207,	4,90538	0,0000
1/ALTURA(CMS)	-9040,27	4147,03	-2,17994	0,0301
PENDIENTE^2	-408863,	80057,0	-5,10715	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	3,53061E9	4	8,82651E8	1091,77	0,0000
Residuo	2,20709E8	273	808458,		
Total (Corr.)	3,75131E9	277			

R-cuadrada = 94,1165 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 94,0303 por ciento

Error estándar del est. = 899,143

Error absoluto medio = 609,167

Estadístico Durbin-Watson = 2,31928 (P=0,9962)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,160124

Regresión Múltiple - sqrt(Lmax 0) (MODELO 52 SUV)

Variable dependiente: sqrt(Lmax 0)

Variables independientes:

VEL 0²

PENDIENTE²

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="SUV"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	488,57	364,304	1,34111	0,1861
VEL 0 ²	1,95166	0,300079	6,50382	0,0000
PENDIENTE ²	176037,	58224,5	3,02342	0,0040

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	7,40237E8	2	3,70119E8	116,85	0,0000
Residuo	1,552E8	49	3,16735E6		
Total (Corr.)	8,95437E8	51			

R-cuadrada = 82,6677 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 81,9602 por ciento

Error estándar del est. = 1779,71

Error absoluto medio = 876,941

Estadístico Durbin-Watson = 2,18913 (P=0,6986)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0974918

Regresión Múltiple - sqrt(Lmax 0) (MODELO 52 FURGONETA)

Variable dependiente: sqrt(Lmax 0)

Variables independientes:

VEL 0²

PENDIENTE²

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="FURGONETA"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	713,575	273,637	2,60775	0,0107
VEL 0 ²	2,32256	0,190476	12,1935	0,0000
PENDIENTE ²	103249,	33880,8	3,04743	0,0030

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,66426E9	2	8,32132E8	287,90	0,0000
Residuo	2,60127E8	90	2,8903E6		
Total (Corr.)	1,92439E9	92			

R-cuadrada = 86,4826 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 86,1822 por ciento

Error estándar del est. = 1700,09

Error absoluto medio = 1043,55

Estadístico Durbin-Watson = 2,11925 (P=0,6824)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0611623

Regresión Múltiple - sqrt(Lmax 0) (MODELO 52 MONOVOLUMEN)

Variable dependiente: sqrt(Lmax 0)

Variables independientes:

VEL 0²

1/ANCHO(CMS)

PENDIENTE²

Selección de la Variable: aleatorio=1 & TIPO="MONOVOLUMEN"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	1463,89	198,193	7,3862	0,0000
VEL 0 ²	1,98627	0,139263	14,2627	0,0000
1/ANCHO(CMS)	422881,	79485,5	5,32023	0,0000
PENDIENTE ²	-311861,	74516,8	-4,1851	0,0002

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,40175E8	3	1,46725E8	360,49	0,0000
Residuo	1,62808E7	40	407021,		
Total (Corr.)	4,56456E8	43			

R-cuadrada = 96,4332 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 96,1657 por ciento

Error estándar del est. = 637,982

Error absoluto medio = 413,636

Estadístico Durbin-Watson = 2,25256 (P=0,6949)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,137173

Regresión Múltiple - sqrt(Lmax 0) (MODELO 53 PASO ELEVADO)

Variable dependiente: sqrt(Lmax 0)

Variables independientes:

VEL 0²

d1

d2

d3

Selección de la Variable: aleatorio=1 & MODERADOR="PASO"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	1184,42	85,3075	13,8842	0,0000
VEL 0 ²	1,70737	0,0895006	19,0766	0,0000
d1	-263,16	136,11	-1,93343	0,0541
d2	334,665	100,886	3,31724	0,0010
d3	83,1382	123,67	0,672259	0,5019

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,67214E8	4	4,18035E7	96,07	0,0000
Residuo	1,27928E8	294	435128,		
Total (Corr.)	2,95142E8	298			

R-cuadrada = 56,6555 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 56,0657 por ciento
 Error estándar del est. = 659,643
 Error absoluto medio = 441,01
 Estadístico Durbin-Watson = 1,91835 (P=0,2406)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,038867

Regresión Múltiple - sqrt(Lmax 0) (MODELO 53 RESALTE)

Variable dependiente: sqrt(Lmax 0)

Variables independientes:

VEL 0²

d1

d2

d3

Selección de la Variable: aleatorio=1 & MODERADOR="RESALTE"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	2424,68	531,242	4,56418	0,0000
VEL 0 ²	2,22537	0,133191	16,7081	0,0000
d1	-476,846	883,504	-0,539722	0,5906
d2	976,003	463,915	2,10384	0,0379
d3	1011,3	737,389	1,37145	0,1733

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,22082E9	4	3,05205E8	71,87	0,0000
Residuo	4,28912E8	101	4,24665E6		
Total (Corr.)	1,64973E9	105			

R-cuadrada = 74,0011 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 72,9715 por ciento
 Error estándar del est. = 2060,74
 Error absoluto medio = 1279,57
 Estadístico Durbin-Watson = 2,15539 (P=0,7868)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0834359

Regresión Múltiple - sqrt(Lmax 0) (MODELO 53 LOMO)

Variable dependiente: sqrt(Lmax 0)

Variables independientes:

VEL 0²

d1

d2

d3

Selección de la Variable: aleatorio=1 & MODERADOR="LOMO"

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	1439,51	377,379	3,8145	0,0003
VEL 0^2	2,57683	0,288536	8,93072	0,0000
d1	-195,41	399,748	-0,488833	0,6268
d2	-78,0318	452,449	-0,172465	0,8637
d3	-629,941	430,297	-1,46397	0,1487

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,08848E8	4	2,7212E7	20,67	0,0000
Residuo	7,50529E7	57	1,31672E6		
Total (Corr.)	1,83901E8	61			

R-cuadrada = 59,1884 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 56,3244 por ciento

Error estándar del est. = 1147,48

Error absoluto medio = 756,995

Estadístico Durbin-Watson = 2,06784 (P=0,5943)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0665613

Análisis estadístico**Lmin 0 m****Comparación de Varias Muestras**

Variable dependiente: Lmin 0

Factor: MODERADOR

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmin 0 por MODERADOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9,11877E15	2	4,55938E15	86,36	0,0000
Intra grupos	2,44959E16	464	5,27928E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

Tabla de Medias para Lmin 0 por MODERADOR con intervalos de confianza del 95,0%

MODERADOR	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
LOMO	62	9,91426E6	922766,	8,63205E6	1,11965E7
PASO	299	4,30878E6	420196,	3,72491E6	4,89266E6
RESALTE	106	1,4842E7	705723,	1,38614E7	1,58226E7
Total	467	7,44381E6			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 0 por MODERADOR

MODERADOR	Tamaño Muestra	Rango Promedio
LOMO	62	300,0
PASO	299	170,808
RESALTE	106	373,646

Estadístico = 193,903 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

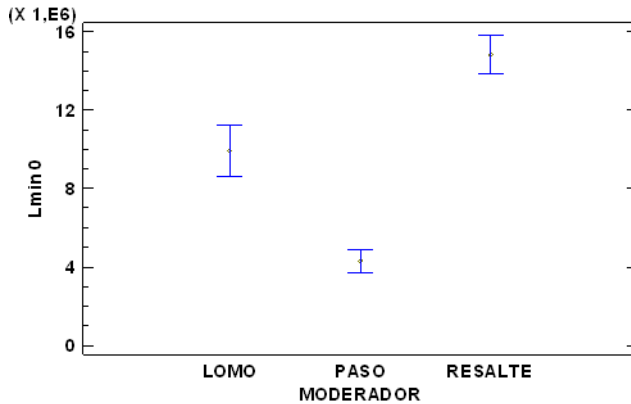
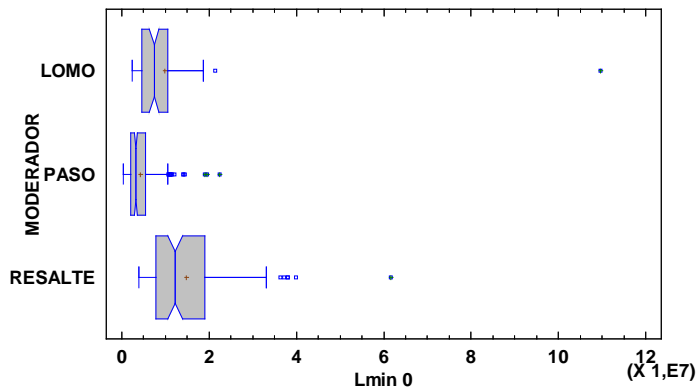


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 0

Factor: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmin 0 por ANCHO CARRIL

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,42268E15	2	4,21134E15	77,57	0,0000
Intra grupos	2,51919E16	464	5,4293E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

Tabla de Medias para Lmin 0 por ANCHO CARRIL con intervalos de confianza del 95,0%

ANCHO CARRIL	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
280	132	3,17173E6	641335,	2,28058E6	4,06289E6
300	229	6,48184E6	486916,	5,80526E6	7,15843E6
310	106	1,4842E7	715680,	1,38475E7	1,58364E7
Total	467	7,44381E6			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 0 por ANCHO CARRIL

ANCHO CARRIL	Tamaño Muestra	Rango Promedio
280	132	124,792
300	229	232,31
310	106	373,646

Estadístico = 199,992 Valor-P = 0

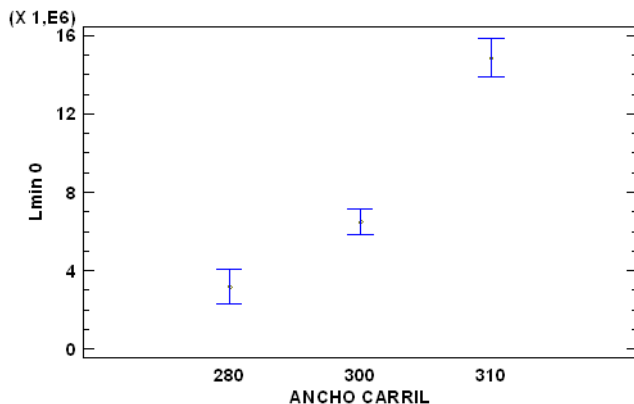
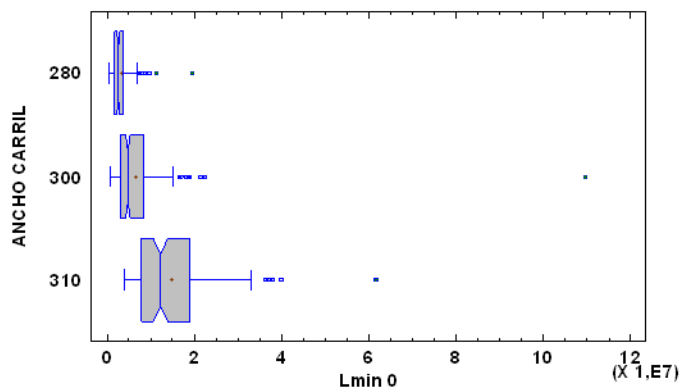
Medias y 95,0% de Fisher LSD

Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 0

Factor: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmin 0 por VEL LIMITE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,42268E15	2	4,21134E15	77,57	0,0000
Intra grupos	2,51919E16	464	5,4293E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

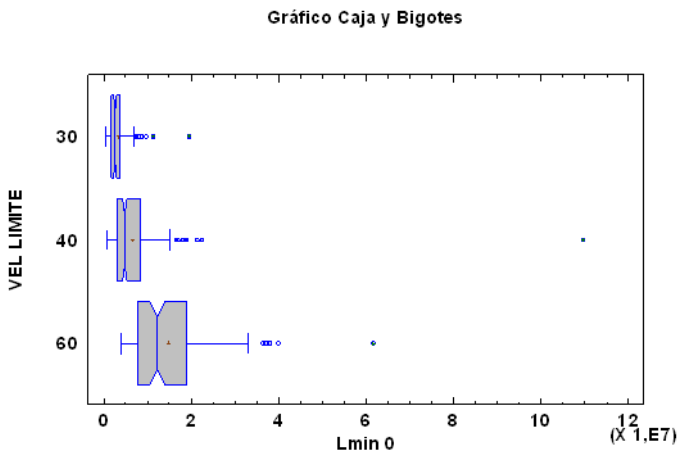
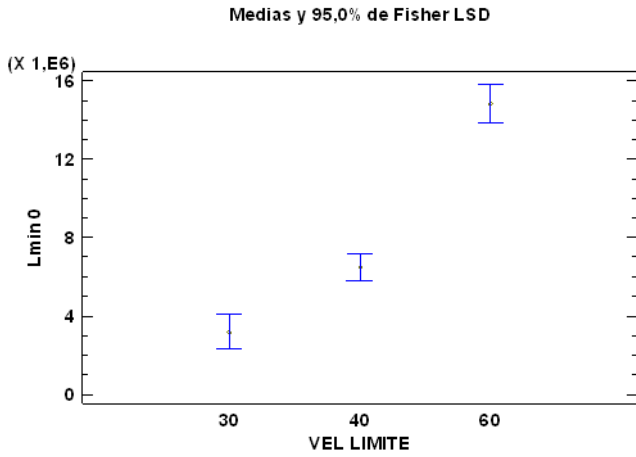
Tabla de Medias para Lmin 0 por VEL LIMITE con intervalos de confianza del 95,0%

VEL LIMITE	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
30	132	3,17173E6	641335,	2,28058E6	4,06289E6
40	229	6,48184E6	486916,	5,80526E6	7,15843E6
60	106	1,4842E7	715680,	1,38475E7	1,58364E7
Total	467	7,44381E6			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 0 por VEL LIMITE

VEL LIMITE	Tamaño Muestra	Rango Promedio
30	132	124,792
40	229	232,31
60	106	373,646

Estadístico = 199,992 Valor-P = 0



Variable dependiente: Lmin 0
 Factor: Localizacion
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 467
 Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Lmin 0 por Localizacion

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4,15813E14	1	4,15813E14	5,82	0,0162
Intra grupos	3,31988E16	465	7,13953E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

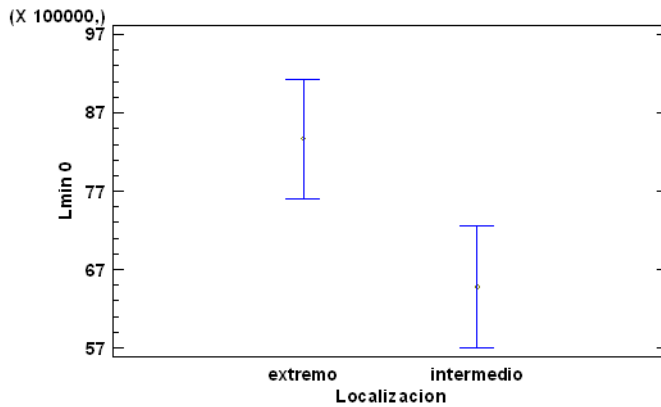
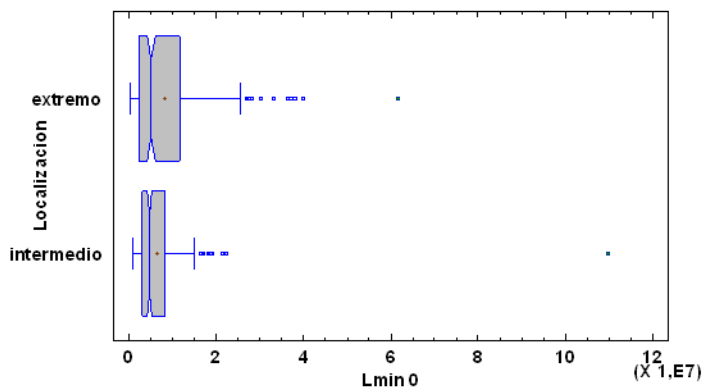
Tabla de Medias para Lmin 0 por Localizacion con intervalos de confianza del 95,0%

Localizacion	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
extremo	238	8,3694E6	547705,	7,60836E6	9,13045E6
intermedio	229	6,48184E6	558364,	5,70598E6	7,2577E6
Total	467	7,44381E6			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 0 por Localizacion

Localizacion	Tamaño Muestra	Rango Promedio
extremo	238	235,626
intermedio	229	232,31

Estadístico = 0,070468 Valor-P = 0,790657

Medias y 95,0% de Fisher LSD**Gráfico Caja y Bigotes**

Variable dependiente: Lmin 0
 Factor: TIPO
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 467
 Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmin 0 por TIPO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,19012E14	3	3,96707E13	0,55	0,6495
Intra grupos	3,34956E16	463	7,23447E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

Tabla de Medias para Lmin 0 por TIPO con intervalos de confianza del 95,0%

TIPO	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
FURGONETA	93	7,71223E6	881987,	6,48667E6	8,93778E6
MONOVOLUMEN	44	5,8937E6	1,28226E6	4,11195E6	7,67546E6
NORMAL	278	7,55201E6	510130,	6,84316E6	8,26085E6
SUV	52	7,69696E6	1,17951E6	6,05799E6	9,33594E6
Total	467	7,44381E6			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 0 por TIPO

TIPO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
FURGONETA	93	247,419
MONOVOLUMEN	44	203,557
NORMAL	278	233,951
SUV	52	236,019

Estadístico = 3,17053 Valor-P = 0,366068

Medias y 95,0% de Fisher LSD

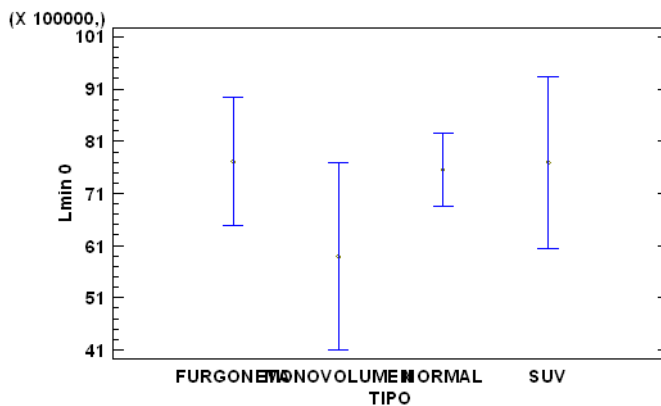
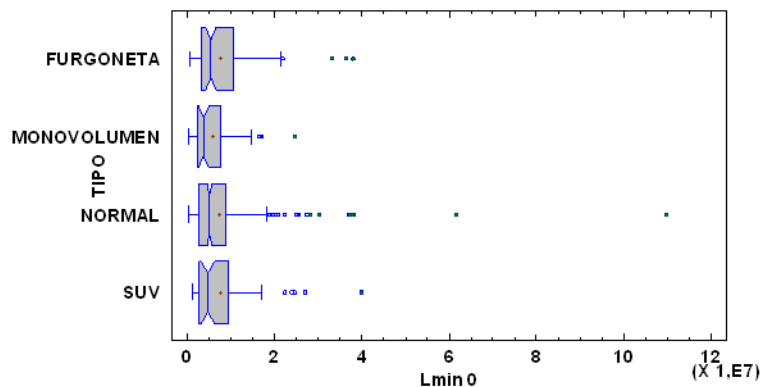


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 0

Factor: ANCHO(CMS)

Selección de la Variable: aleatorio=1

Número de observaciones: 467

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para Lmin 0 por ANCHO(CMS)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9,11877E15	2	4,55938E15	86,36	0,0000
Intra grupos	2,44959E16	464	5,27928E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

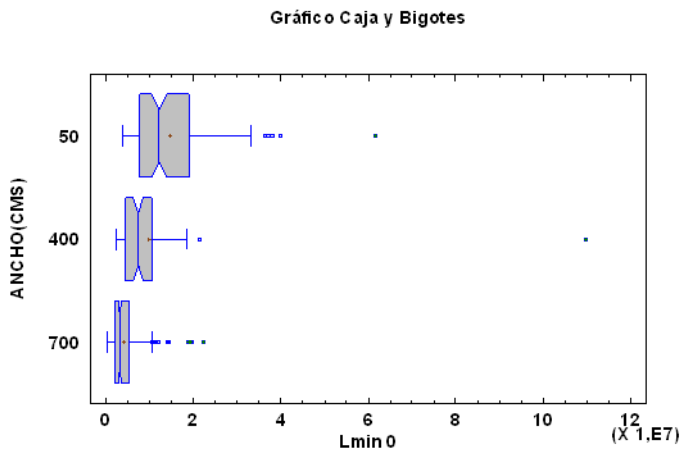
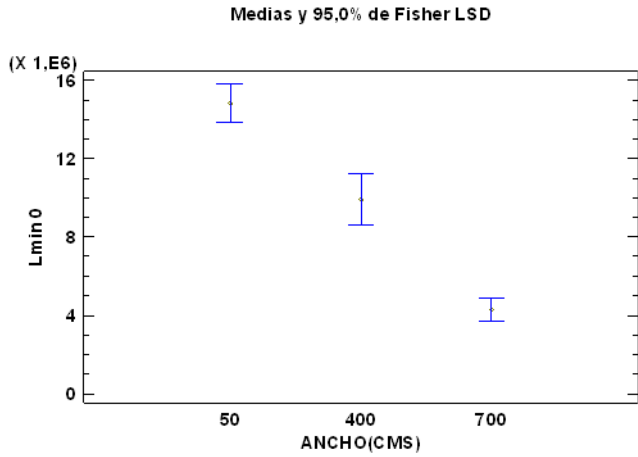
Tabla de Medias para Lmin 0 por ANCHO(CMS) con intervalos de confianza del 95,0%

ANCHO(CMS)	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
50	106	1,4842E7	705723,	1,38614E7	1,58226E7
400	62	9,91426E6	922766,	8,63205E6	1,11965E7
700	299	4,30878E6	420196,	3,72491E6	4,89266E6
Total	467	7,44381E6			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 0 por ANCHO(CMS)

ANCHO(CMS)	Tamaño Muestra	Rango Promedio
50	106	373,646
400	62	300,0
700	299	170,808

Estadístico = 193,903 Valor-P = 0



Variable dependiente: Lmin 0
 Factor: ALTURA(CMS)
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 467
 Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmin 0 por ALTURA(CMS)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9,42432E15	3	3,14144E15	60,13	0,0000
Intra grupos	2,41903E16	463	5,22469E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

Tabla de Medias para Lmin 0 por ALTURA(CMS) con intervalos de confianza del 95,0%

ALTURA(CMS)	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
3	106	1,4842E7	702065,	1,38664E7	1,58175E7
6,5	62	9,91426E6	917982,	8,63869E6	1,11898E7
6,9	132	3,17173E6	629134,	2,29753E6	4,04594E6
10,3	167	5,20753E6	559335,	4,43031E6	5,98475E6
Total	467	7,44381E6			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 0 por ALTURA(CMS)

ALTURA(CMS)	Tamaño Muestra	Rango Promedio
3	106	373,646
6,5	62	300,0
6,9	132	124,792
10,3	167	207,18

Estadístico = 221,383 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

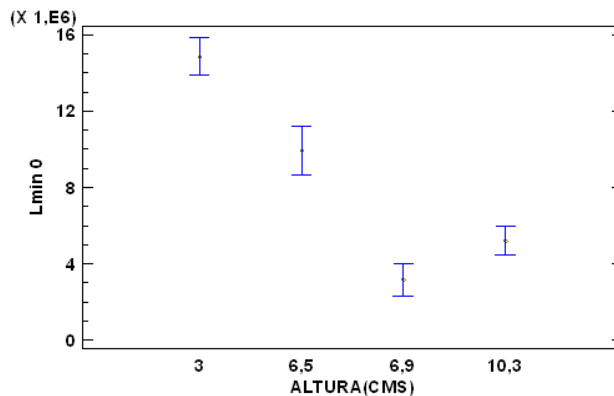
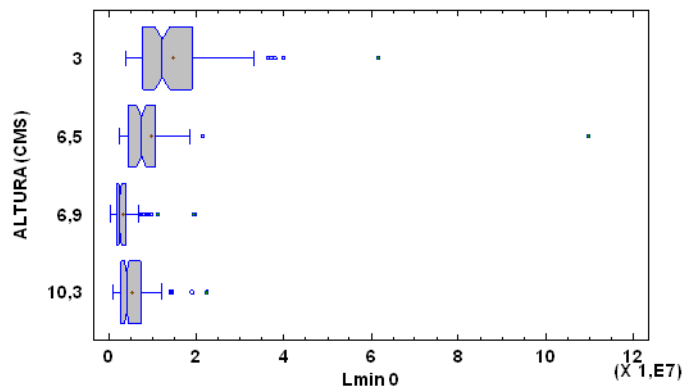


Gráfico o Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 0
 Factor: PENDIENTE
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 467
 Número de niveles: 4

Tabla ANOVA para Lmin 0 por PENDIENTE

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9,42432E15	3	3,14144E15	60,13	0,0000
Intra grupos	2,41903E16	463	5,22469E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

Tabla de Medias para Lmin 0 por PENDIENTE con intervalos de confianza del 95,0%

			Error Est.		
PENDIENTE	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
0,05	62	9,91426E6	917982,	8,63869E6	1,11898E7
0,06	132	3,17173E6	629134,	2,29753E6	4,04594E6
0,07	167	5,20753E6	559335,	4,43031E6	5,98475E6
0,15	106	1,4842E7	702065,	1,38664E7	1,58175E7
Total	467	7,44381E6			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 0 por PENDIENTE

PENDIENTE	Tamaño Muestra	Rango Promedio
0,05	62	300,0
0,06	132	124,792
0,07	167	207,18
0,15	106	373,646

Estadístico = 221,383 Valor-P = 0

Medias y 95.0% de Fisher LSD

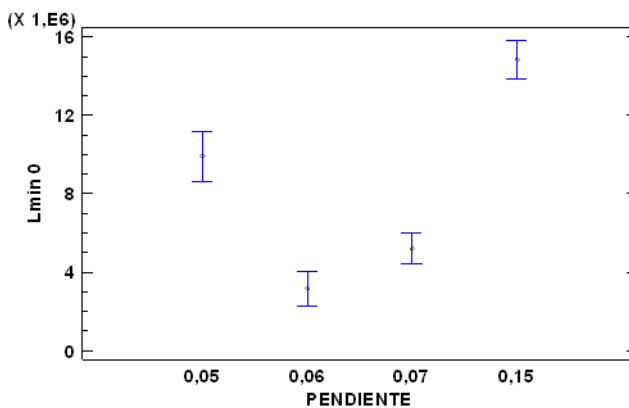
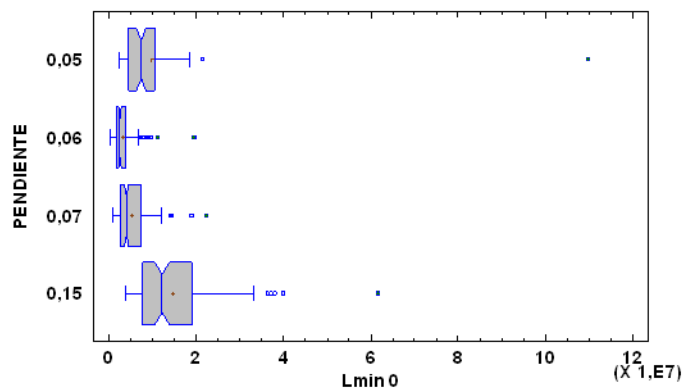


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 0
 Factor: BORDE(CMS)
 Selección de la Variable: aleatorio=1
 Número de observaciones: 467
 Número de niveles: 2

Tabla ANOVA para Lmin 0 por BORDE(CMS)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7,50522E15	1	7,50522E15	133,67	0,0000
Intra grupos	2,61094E16	465	5,61493E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

Tabla de Medias para Lmin 0 por BORDE(CMS) con intervalos de confianza del 95,0%

BORDE(CMS)	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
0	361	5,2715E6	394383,	4,72349E6	5,8195E6
1	106	1,4842E7	727812,	1,38307E7	1,58533E7
Total	467	7,44381E6			

Prueba de Kruskal-Wallis para Lmin 0 por BORDE(CMS)

BORDE(CMS)	Tamaño Muestra	Rango Promedio
0	361	192,996
1	106	373,646

Estadístico = 146,838 Valor-P = 0

Medias y 95,0% de Fisher LSD

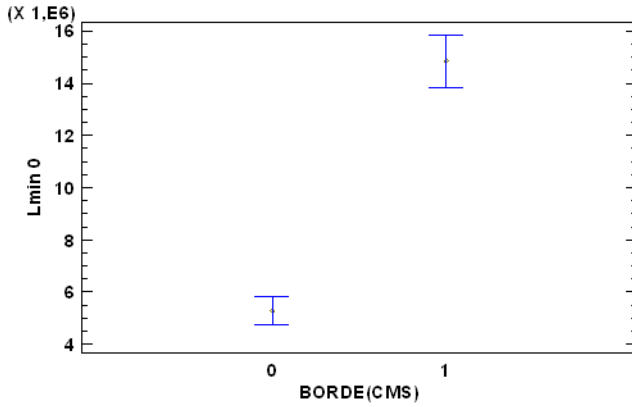
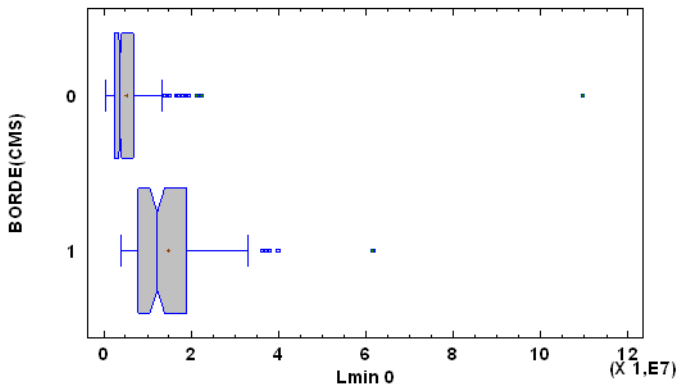


Gráfico Caja y Bigotes



Variable dependiente: Lmin 0
 Factor: VEL 0
 Número de observaciones: 517
 Número de niveles: 76

Tabla ANOVA para Lmin 0 por VEL 0

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,04525E16	75	2,72701E14	8,12	0,0000
Intra grupos	1,48028E16	441	3,35664E13		
Total (Corr.)	3,52553E16	516			

Regresión Simple - Lmin 0 vs. VEL 0

Variable dependiente: Lmin 0

Variable independiente: VEL 0

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-4,62471E6	725198,	-6,37717	0,0000
Pendiente	349541,	19121,0	18,2805	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,4056E16	1	1,4056E16	334,18	0,0000
Residuo	1,95586E16	465	4,20615E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

Coefficiente de Correlación = 0,646646

R-cuadrada = 41,8152 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 41,69 por ciento

Error estándar del est. = 6,48549E6

Error absoluto medio = 3,17611E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,7906 (P=0,0118)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,103818

Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,7886	62,19%
Multiplicativa	0,7874	61,99%
Exponencial	0,7699	59,28%
Raíz Cuadrada de Y	0,7669	58,82%
Raíz Cuadrada Doble	0,7657	58,63%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,7438	55,32%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,7317	53,54%
Log-Y Cuadrado-X	0,7031	49,44%
Curva S	-0,6971	48,59%
Lineal	0,6466	41,82%
Cuadrado de X	0,6389	40,82%
Raíz Cuadrada de X	0,6323	39,97%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,6217	38,65%
Doble Inverso	0,6107	37,29%
Inversa-Y Log-X	-0,6050	36,60%
Logaritmo de X	0,6003	36,04%
Inversa de X	-0,4777	22,82%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,4303	18,51%
Cuadrado Doble	0,2878	8,28%
Cuadrado de Y	0,2824	7,98%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,2703	7,31%
Cuadrado-Y Log-X	0,2503	6,27%

Residuos Atípicos

Fila	X	Y	Predicciones		Residuos	
			Y	Residuos	Studentizados	
22	69,0	3,31131E7	1,94936E7	1,36195E7	2,12	
30	78,0	3,80189E7	2,26395E7	1,53794E7	2,41	
39	63,0	3,71535E7	1,73964E7	1,97571E7	3,09	
43	54,0	3,01995E7	1,42505E7	1,5949E7	2,48	
52	83,0	3,98107E7	2,43872E7	1,54235E7	2,42	
53	73,0	6,16595E7	2,08918E7	4,07677E7	6,62	
65	75,0	3,63078E7	2,15909E7	1,47169E7	2,30	
73	65,0	3,80189E7	1,80955E7	1,99235E7	3,12	
332	53,0	1,09648E8	1,3901E7	9,57469E7	20,33	
373	30,0	2,13796E7	5,86152E6	1,55181E7	2,41	

Regresión Simple - Lmin 0 vs. ANCHO CARRIL

Variable dependiente: Lmin 0

Variable independiente: ANCHO CARRIL

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-9,02476E7	9,44228E6	-9,55781	0,0000
Pendiente	329352,	31810,8	10,3535	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,29733E15	1	6,29733E15	107,19	0,0000
Residuo	2,73173E16	465	5,87469E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

Coeficiente de Correlación = 0,432827

R-cuadrada = 18,7339 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 18,5591 por ciento

Error estándar del est. = 7,66465E6

Error absoluto medio = 4,23859E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,67928 (P=0,0002)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,159052

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Log-Y Cuadrado-X	0,6198	38,42%
Exponencial	0,6170	38,06%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,6155	37,88%
Multiplicativa	0,6140	37,70%
Curva S	-0,6111	37,34%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,5661	32,05%
Raíz Cuadrada de Y	0,5623	31,62%
Raíz Cuadrada Doble	0,5604	31,40%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,5585	31,19%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,5546	30,76%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,4941	24,42%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4940	24,40%
Inversa-Y Log-X	-0,4939	24,39%
Doble Inverso	0,4936	24,36%
Cuadrado de X	0,4364	19,05%
Lineal	0,4328	18,73%
Raíz Cuadrada de X	0,4310	18,58%
Logaritmo de X	0,4292	18,42%
Inversa de X	-0,4255	18,11%
Cuadrado Doble	0,1557	2,42%
Cuadrado de Y	0,1545	2,39%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,1538	2,37%
Cuadrado-Y Log-X	0,1532	2,35%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,1520	2,31%
Inversa de Y	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
9	310,0	2,81838E7	1,18516E7	1,63322E7	2,14
22	310,0	3,31131E7	1,18516E7	2,12615E7	2,80
30	310,0	3,80189E7	1,18516E7	2,61673E7	3,46
39	310,0	3,71535E7	1,18516E7	2,53019E7	3,35
43	310,0	3,01995E7	1,18516E7	1,83479E7	2,41
52	310,0	3,98107E7	1,18516E7	2,79591E7	3,71
53	310,0	6,16595E7	1,18516E7	4,98079E7	6,83
55	310,0	2,81838E7	1,18516E7	1,63322E7	2,14
65	310,0	3,63078E7	1,18516E7	2,44562E7	3,23
73	310,0	3,80189E7	1,18516E7	2,61673E7	3,46
96	310,0	2,75423E7	1,18516E7	1,56907E7	2,06
114	310,0	2,75423E7	1,18516E7	1,56907E7	2,06
332	300,0	1,09648E8	8,55811E6	1,0109E8	16,68
469	280,0	1,94984E7	1,97106E6	1,75274E7	2,31

Regresión Simple - Lmin 0 vs. VEL LIMITE

Variable dependiente: Lmin 0

Variable independiente: VEL LIMITE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-8,95791E6	1,36275E6	-6,57339	0,0000
Pendiente	393204,	31631,2	12,4309	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	8,38438E15	1	8,38438E15	154,53	0,0000
Residuo	2,52302E16	465	5,42586E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

Coeficiente de Correlación = 0,499426

R-cuadrada = 24,9427 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 24,7812 por ciento

Error estándar del est. = 7,36604E6

Error absoluto medio = 3,9553E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,82284 (P=0,0277)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0866893

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Multiplicativa	0,6483	42,03%
Curva S	-0,6461	41,75%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,6461	41,74%
Exponencial	0,6419	41,20%
Log-Y Cuadrado-X	0,6293	39,60%
Raíz Cuadrada de Y	0,6210	38,57%
Raíz Cuadrada Doble	0,6208	38,53%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,6184	38,24%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,6167	38,03%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,6071	36,85%
Cuadrado de X	0,5003	25,03%
Lineal	0,4994	24,94%
Raíz Cuadrada de X	0,4968	24,68%
Logaritmo de X	0,4924	24,24%
Doble Inverso	0,4836	23,39%
Inversa de X	-0,4781	22,86%
Inversa-Y Log-X	-0,4681	21,91%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4581	20,99%
Inversa de Y	-0,4471	19,99%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,4239	17,97%
Cuadrado Doble	0,1768	3,13%
Cuadrado de Y	0,1768	3,13%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,1760	3,10%
Cuadrado-Y Log-X	0,1746	3,05%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,1699	2,89%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
22	60,0	3,31131E7	1,46343E7	1,84788E7	2,53
30	60,0	3,80189E7	1,46343E7	2,33846E7	3,22
39	60,0	3,71535E7	1,46343E7	2,25192E7	3,10
43	60,0	3,01995E7	1,46343E7	1,55652E7	2,13
52	60,0	3,98107E7	1,46343E7	2,51764E7	3,47
53	60,0	6,16595E7	1,46343E7	4,70252E7	6,71
65	60,0	3,63078E7	1,46343E7	2,16735E7	2,98
73	60,0	3,80189E7	1,46343E7	2,33846E7	3,22
332	40,0	1,09648E8	6,77023E6	1,02878E8	18,35
469	30,0	1,94984E7	2,83819E6	1,66603E7	2,28
523	40,0	2,23872E7	6,77023E6	1,5617E7	2,13

Regresión Simple - Lmin 0 vs. ANCHO(CMS)

Variable dependiente: Lmin 0

Variable independiente: ANCHO(CMS)

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	1,58294E7	721764,	21,9316	0,0000
Pendiente	-16357,9	1246,02	-13,1281	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	9,0898E15	1	9,0898E15	172,35	0,0000
Residuo	2,45248E16	465	5,27416E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

Coeficiente de Correlación = -0,520012

R-cuadrada = 27,0412 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 26,8843 por ciento

Error estándar del est. = 7,26234E6

Error absoluto medio = 3,93833E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,88032 (P=0,0981)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0580368

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Log-Y Cuadrado-X	-0,6305	39,75%
Raíz Cuadrada de Y	-0,6268	39,29%
Exponencial	-0,6263	39,22%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	-0,6255	39,12%
Raíz Cuadrada Doble	-0,6187	38,28%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	-0,6146	37,78%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	-0,6046	36,55%
Multiplicativa	-0,5973	35,67%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	0,5781	33,43%
Curva S	0,5668	32,13%
Lineal	-0,5200	27,04%
Cuadrado de X	-0,5176	26,79%
Raíz Cuadrada de X	-0,5141	26,43%
Logaritmo de X	-0,5031	25,31%
Inversa de X	0,4821	23,24%
Inversa-Y Cuadrado-X	0,4046	16,37%
Inversa de Y	0,3933	15,47%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	0,3806	14,48%
Inversa-Y Log-X	0,3645	13,29%
Doble Inverso	-0,3391	11,50%
Cuadrado Doble	-0,2129	4,53%
Cuadrado de Y	-0,2048	4,20%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	-0,1968	3,87%
Cuadrado-Y Log-X	-0,1871	3,50%
Cuadrado-Y Inversa de X	0,1723	2,97%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
22	50,0	3,31131E7	1,50115E7	1,81016E7	2,52
30	50,0	3,80189E7	1,50115E7	2,30074E7	3,21
39	50,0	3,71535E7	1,50115E7	2,2142E7	3,09
43	50,0	3,01995E7	1,50115E7	1,5188E7	2,11
52	50,0	3,98107E7	1,50115E7	2,47992E7	3,47
53	50,0	6,16595E7	1,50115E7	4,6648E7	6,75
65	50,0	3,63078E7	1,50115E7	2,12963E7	2,97
73	50,0	3,80189E7	1,50115E7	2,30074E7	3,21
332	400,0	1,09648E8	9,28626E6	1,00362E8	18,02
469	700,0	1,94984E7	4,3789E6	1,51195E7	2,09
523	700,0	2,23872E7	4,3789E6	1,80083E7	2,50
538	700,0	1,90546E7	4,3789E6	1,46757E7	2,03

Regresión Simple - Lmin 0 vs. ALTURA(CMS)

Variable dependiente: Lmin 0

Variable independiente: ALTURA(CMS)

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	1,64025E7	1,00794E6	16,2733	0,0000
Pendiente	-1,24815E6	131170,	-9,51555	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5,47869E15	1	5,47869E15	90,55	0,0000
Residuo	2,81359E16	465	6,05074E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

Coeficiente de Correlación = -0,403714

R-cuadrada = 16,2985 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 16,1185 por ciento

Error estándar del est. = 7,77865E6

Error absoluto medio = 4,53137E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,65073 (P=0,0001)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,173776

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	0,5481	30,04%
Curva S	0,5235	27,40%
Multiplicativa	-0,4829	23,32%
Inversa de X	0,4664	21,75%
Raíz Cuadrada de Y	-0,4582	21,00%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	-0,4530	20,52%
Logaritmo de X	-0,4446	19,77%
Raíz Cuadrada de X	-0,4263	18,17%
Exponencial	-0,4183	17,49%
Lineal	-0,4037	16,30%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	-0,3908	15,27%
Cuadrado de X	-0,3528	12,45%
Log-Y Cuadrado-X	-0,3446	11,87%
Doble Inverso	-0,2852	8,13%
Inversa-Y Log-X	0,2440	5,95%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	0,2168	4,70%
Inversa de Y	0,1868	3,49%
Cuadrado-Y Inversa de X	0,1757	3,09%
Cuadrado-Y Log-X	-0,1750	3,06%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	-0,1722	2,97%
Cuadrado de Y	-0,1677	2,81%
Cuadrado Doble	-0,1554	2,42%
Inversa-Y Cuadrado-X	0,1272	1,62%
Raíz Cuadrada Doble	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Log-X	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

Fila	X	Y	Predicciones		Residuos	
			Y	Residuos	Studentizados	
9	3,0	2,81838E7	1,2658E7	1,55258E7	2,01	
22	3,0	3,31131E7	1,2658E7	2,04551E7	2,66	
30	3,0	3,80189E7	1,2658E7	2,53609E7	3,31	
39	3,0	3,71535E7	1,2658E7	2,44955E7	3,19	
43	3,0	3,01995E7	1,2658E7	1,75415E7	2,27	
52	3,0	3,98107E7	1,2658E7	2,71527E7	3,55	
53	3,0	6,16595E7	1,2658E7	4,90015E7	6,61	
55	3,0	2,81838E7	1,2658E7	1,55258E7	2,01	
65	3,0	3,63078E7	1,2658E7	2,36498E7	3,08	
73	3,0	3,80189E7	1,2658E7	2,53609E7	3,31	
332	6,5	1,09648E8	8,28946E6	1,01358E8	16,37	
523	10,3	2,23872E7	3,54647E6	1,88407E7	2,44	
538	10,3	1,90546E7	3,54647E6	1,55081E7	2,01	

Regresión Simple - Lmin 0 vs. PENDIENTE

Variable dependiente: Lmin 0

Variable independiente: PENDIENTE

Selección de la Variable: aleatorio=1

Lineal: $Y = a + b \cdot X$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-975556,	861494,	-1,1324	0,2581
Pendiente	1,01835E8	9,50853E6	10,7098	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,65106E15	1	6,65106E15	114,70	0,0000
Residuo	2,69636E16	465	5,79862E13		
Total (Corr.)	3,36146E16	466			

Coeficiente de Correlación = 0,444817

R-cuadrada = 19,7862 porciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 19,6137 porciento

Error estándar del est. = 7,61486E6

Error absoluto medio = 4,28279E6

Estadístico Durbin-Watson = 1,71551 (P=0,0010)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,140667

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,5534	30,63%
Log-Y Cuadrado-X	0,5434	29,53%
Raíz Cuadrada de Y	0,5378	28,92%
Exponencial	0,5292	28,00%
Raíz Cuadrada Doble	0,5248	27,54%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,5170	26,73%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,5072	25,73%
Multiplicativa	0,5002	25,02%
Cuadrado de X	0,4593	21,10%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,4556	20,76%
Curva S	-0,4498	20,23%
Lineal	0,4448	19,79%
Raíz Cuadrada de X	0,4332	18,76%
Logaritmo de X	0,4176	17,44%
Inversa de X	-0,3728	13,90%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,3285	10,79%
Inversa de Y	-0,3228	10,42%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,3171	10,05%
Inversa-Y Log-X	-0,3085	9,52%
Doble Inverso	0,2804	7,86%
Cuadrado Doble	0,1556	2,42%
Cuadrado de Y	0,1461	2,13%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,1390	1,93%
Cuadrado-Y Log-X	0,1300	1,69%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,1059	1,12%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Residuos Atípicos

			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
22	0,15	3,31131E7	1,42997E7	1,88134E7	2,50
30	0,15	3,80189E7	1,42997E7	2,37193E7	3,16
39	0,15	3,71535E7	1,42997E7	2,28538E7	3,04
43	0,15	3,01995E7	1,42997E7	1,58998E7	2,11
52	0,15	3,98107E7	1,42997E7	2,5511E7	3,40
53	0,15	6,16595E7	1,42997E7	4,73598E7	6,52
65	0,15	3,63078E7	1,42997E7	2,20081E7	2,93
73	0,15	3,80189E7	1,42997E7	2,37193E7	3,16
332	0,05	1,09648E8	4,11619E6	1,05532E8	18,13
373	0,05	2,13796E7	4,11619E6	1,72634E7	2,28
523	0,07	2,23872E7	6,15289E6	1,62343E7	2,14

Regresión Múltiple - SQRT(Lmin 0) (MODELO 55)

Variable dependiente: SQRT(Lmin 0)

Variables independientes:

VEL 0

Selección de la Variable: aleatorio=1

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	519,509	83,1838	6,24531	0,0000
VEL 0	56,5208	2,19327	25,7701	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	3,67521E8	1	3,67521E8	664,10	0,0000
Residuo	2,57337E8	465	553413,		
Total (Corr.)	6,24858E8	466			

R-cuadrada = 58,8167 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 58,7281 por ciento

Error estándar del est. = 743,918

Error absoluto medio = 514,722

Estadístico Durbin-Watson = 1,65461 (P=0,0001)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,17152

Regresión Múltiple - SQRT(Lmin 0) (MODELO 56)

Variable dependiente: SQRT(Lmin 0)

Variables independientes:

VEL 0

PENDIENTE^2

d4

d5

Selección de la Variable: aleatorio=1

		<i>Error</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Estándar</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	617,791	199,321	3,09948	0,0021
VEL 0	58,3509	3,61514	16,1407	0,0000
PENDIENTE^2	166349,	64640,3	2,57346	0,0104
d4	-949,388	157,859	-6,01414	0,0000
d5	-4049,42	1281,58	-3,15971	0,0017

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	3,94875E8	4	9,87188E7	198,31	0,0000
Residuo	2,29983E8	462	497799,		
Total (Corr.)	6,24858E8	466			

R-cuadrada = 63,1944 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 62,8757 por ciento

Error estándar del est. = 705,549

Error absoluto medio = 480,065

Estadístico Durbin-Watson = 1,83008 (P=0,0331)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0839906