



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Análisis del comportamiento de automóviles diversos circulando
sobre badenes.*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Borja Rodríguez-Carreño Poole

DIRECTORES: Carlos Casqueiro Placer

CURSO ACADÉMICO: 2015-2016

Universida_{de}Vigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Análisis del comportamiento de automóviles diversos circulando
sobre badenes.*

Grado en Ingeniería Mecánica
Intensificación en Tecnología Naval
Infantería de Marina

UniversidadeVigo

RESUMEN

Los badenes y otros elementos similares empleados en las vías urbanas como ralentizadores de velocidad son definidos según diversas normativas. En España, para vías de carácter estatal, se dispone de la ORDEN FOM/3053/2008 que define la geometría que estos dispositivos deben tener según la velocidad admitida en la vía.

El empleo de estos elementos provoca principalmente dos consecuencias: la aparición de aceleración vertical sobre el vehículo y sus ocupantes y la variación de la fuerza normal de contacto entre las ruedas y el suelo. La primera de las cuestiones afecta al confort y la salud de los ocupantes. La segunda afecta a la maniobrabilidad del vehículo y por tanto a su seguridad activa.

Este trabajo analiza el efecto sobre las aceleraciones verticales y la adherencia del vehículo que tiene circular sobre los badenes recogidos en la normativa citada, con diferentes tipos de vehículos y a diferentes velocidades. Para ello se realizan diferentes simulaciones empleando el software CarSim, específicamente diseñado para el análisis de la dinámica vehicular.

PALABRAS CLAVE

Reductor de velocidad, Badén, Orden FOM/3053/2008, ISO 2631, CarSim

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la elaboración de este trabajo en primer lugar a aquellos tres futuros alféreces de navío con los que he compartido algo más que unas cuantas paredes y a todos los AA.AA de la promoción 146 de IM, dentro de poco Tenientes, por tantos momentos y recuerdos de los últimos 5 años.

En segundo lugar quiero hacer una especial mención al Doctor D. Carlos Casqueiro Placer, quien con paciencia, interés y mucho tiempo, de cerca ha tutelado el desarrollo de este proyecto.

No está de mal agradecer también al personal del Centro Universitario de la Defensa y a todo el personal civil que trabaja en esta Escuela ya que sin ellos el desarrollo de este trabajo no habría sido posible.

Por último, y por ello con más dedicación y cariño, quiero hacer una mención también a las personas que materializan mis más profundas motivaciones y aspiraciones en la vida. Mi familia y novia han constituido un continuo empuje en el día a día durante cada hora que he trabajado en este proyecto.

CONTENIDO

Índice de Figuras	3
Índice de Tablas.....	5
Índice de Gráficas.....	9
1 Introducción.....	13
1.1. Tipos de badenes	16
1.1.1. Paso de peatones sobreelevado	16
1.1.2. Lomo de asno.....	16
1.2. Normativa.....	18
1.2.1. Normativa	18
1.3. Efecto de los badenes sobre los pasajeros.....	19
1.3.1. Vibración/impacto	20
1.3.2. Efecto sobre el cuerpo de las vibraciones.....	20
1.3.3. Formas de medir los efectos	20
1.3.4. Normativa ISO 2631	21
1.3.5. Normativa British standard BS 6481	22
1.3.6. Directiva 2002/44/CE	22
1.3.7. Real decreto 1311/2005 español.....	22
1.3.8. Parámetros escogidos para estudio.....	23
2 Objetivos	24
3 Ensayos.....	25
3.1. Medios utilizados. Software.....	25
3.2. Introducción de datos en software y definición de los ensayos	25
3.2.1. Introducción y selección de vehículos a emplear	26
3.2.2. Rango de velocidades.	29
3.2.3. Diseño y selección de los badenes.....	30
3.2.4. Ejecución y simulación.....	33
3.2.5. Parámetros a estudiar	36
3.3. Ensayos realizados	36
3.4. Resultados	42
4 Análisis de resultados.....	167
4.1 Descripción de resultados de aceleración vertical.	167

4.1.1 Dispositivos de 30Km/h.	168
4.1.2 Dispositivos de 40Km/h.	169
4.1.3 Dispositivos de 50Km/h.	170
4.2 Análisis de resultados de aceleración vertical.....	171
4.3 Descripción de resultados de fuerza vertical.....	172
4.3.1 Dispositivos de 30Km/h.	173
4.3.2 Dispositivos de 40Km/h.	174
4.3.3 Dispositivos de 50Km/h.	175
4.4 Análisis de resultados de fuerza vertical.....	176
5 Conclusiones y lineas futuras	177
5.1 Conclusiones	177
5.2 Líneas futuras	178
6 Bibliografía.....	179

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Seguridad del peatón según velocidad del vehículo (Imagen tomada de [2])	13
Figura 1-2 Extracto de artículo de periódico sobre la discordia por los badenes (Imagen tomada de [7]).....	14
Figura 1-3 Situación ideal del efecto de las vibraciones (Imagen tomada de [8])	15
Figura 1-4 Plano medidas límite de badén de paso sobreelevado (Imagen tomada de [6])	16
Figura 1-5 Fotografía badén de paso peatonal	16
Figura 1-6 Plano limite medidas badén lomo de asno in situ (Imagen tomada de [6]).....	17
Figura 1-7 Ejemplo de badén de lomo de asno in situ	17
Figura 1-8 Ejemplo de badén de lomo de asno prefabricado	18
Figura 1-9 Señales viales.....	19
Figura 1-10 Señalización badén sobreelevado peatonal (Imagen tomada de [6]).....	19
Figura 1-11 Señalización badén lomo de asno (Imagen tomada de [6])	19
Figura 1-12 Ejes vibratorios para una persona sentada (Imagen tomada de [13])	20
Figura 1-13 Curvas de ponderación en frecuencias norma ISO 2631-1 (Imagen tomada de [14])...	21
Figura 3-1 Página principal CarSim	26
Figura 3-2 Características específicas del vehículo.....	27
Figura 3-3 Clase A hatchback 2012	28
Figura 3-4 Clase B hatchback 2012	28
Figura 3-5 Clase C hatchback 2012	28
Figura 3-6 Clase E Sedan	29
Figura 3-7 Clase European van (Large)	29
Figura 3-8 CarSim Datos del procedimiento.....	29
Figura 3-9 Cuadro de velocidades y sanciones según DGT (Imagen tomada de [10]).....	30
Figura 3-10 CarSim Diseño de los badenes	31
Figura 3-11 Badén de paso peatonal 1m	32
Figura 3-12 Badén de paso peatonal 1,5m	32
Figura 3-13 Badén de paso peatonal 2m	32
Figura 3-14 Badén prefabricado velocidad de 50Km/h	33
Figura 3-15 Badén prefabricado para una velocidad menor de 50Km/h.....	33
Figura 3-16 Pagina principal CarSim	33
Figura 3-17 Ejemplo de animación de CarSim	34
Figura 3-18 Abanico de tipos de gráficas ofertadas por CarSim.....	34

Figura 3-19 Ejemplo de las gráficas ofrecidas por CarSim a través de WinEP	35
Figura 3-20 Hoja de Microsoft Excel 2010	35
Figura 4-1 Código de colores en función de los intervalos definidos en la Tabla 1-2 Criterios ISO de confort en vibración de cuerpo entero	167
Figura 4-2 Ruedas traseras levantándose de la calzada (Imagen tomada de [8])	173
Figura 4-3 Descomposición de fuerzas rueda delantera. (Imagen tomada de [20]) Los vectores han sido añadidos por el autor de este proyecto.	174

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Valores límite badén de lomo de asno prefabricado (Valores tomados de [7]).....	18
Tabla 1-2 Criterios ISO de confort en vibración de cuerpo entero	22
Tabla 3-1 Datos extraídos de ensayo 1.....	42
Tabla 3-2 Datos extraídos de ensayo 2.....	43
Tabla 3-3 Datos extraídos de ensayo 3.....	44
Tabla 3-4 Datos extraídos de ensayo 4.....	45
Tabla 3-5 Datos extraídos de ensayo 5.....	46
Tabla 3-6 Datos extraídos de ensayo 6.....	47
Tabla 3-7 Datos extraídos de ensayo 7.....	48
Tabla 3-8 Datos extraídos de ensayo 8.....	49
Tabla 3-9 Datos extraídos de ensayo 9.....	50
Tabla 3-10 Datos extraídos de ensayo 10.....	51
Tabla 3-11 Datos extraídos de ensayo 11.....	52
Tabla 3-12 Datos extraídos de ensayo 12.....	53
Tabla 3-13 Datos extraídos de ensayo 13.....	54
Tabla 3-14 Datos extraídos de ensayo 14.....	55
Tabla 3-15 Datos extraídos de ensayo 15.....	56
Tabla 3-16 Datos extraídos de ensayo 16.....	57
Tabla 3-17 Datos extraídos de ensayo 17.....	58
Tabla 3-18 Datos extraídos de ensayo 18.....	59
Tabla 3-19 Datos extraídos de ensayo 19.....	60
Tabla 3-20 Datos extraídos de ensayo 20.....	61
Tabla 3-21 Datos extraídos de ensayo 21.....	62
Tabla 3-22 Datos extraídos de ensayo 22.....	63
Tabla 3-23 Datos extraídos de ensayo 23.....	64
Tabla 3-24 Datos extraídos de ensayo 24.....	65
Tabla 3-25 Datos extraídos de ensayo 25.....	66
Tabla 3-26 Datos extraídos de ensayo 26.....	67
Tabla 3-27 Datos extraídos de ensayo 27.....	68
Tabla 3-28 Datos extraídos de ensayo 28.....	69
Tabla 3-29 Datos extraídos de ensayo 29.....	70
Tabla 3-30 Datos extraídos de ensayo 30.....	71

Tabla 3-31 Datos extraídos de ensayo 31.....	72
Tabla 3-32 Datos extraídos de ensayo 32.....	73
Tabla 3-33 Datos extraídos de ensayo 33.....	74
Tabla 3-34 Datos extraídos de ensayo 34.....	75
Tabla 3-35 Datos extraídos de ensayo 35.....	76
Tabla 3-36 Datos extraídos de ensayo 36.....	77
Tabla 3-37 Datos extraídos de ensayo 37.....	78
Tabla 3-38 Datos extraídos de ensayo 38.....	79
Tabla 3-39 Datos extraídos de ensayo 39.....	80
Tabla 3-40 Datos extraídos de ensayo 40.....	81
Tabla 3-41 Datos extraídos de ensayo 41.....	82
Tabla 3-42 Datos extraídos de ensayo 42.....	83
Tabla 3-43 Datos extraídos de ensayo 43.....	84
Tabla 3-44 Datos extraídos de ensayo 44.....	85
Tabla 3-45 Datos extraídos de ensayo 45.....	86
Tabla 3-46 Datos extraídos de ensayo 46.....	87
Tabla 3-47 Datos extraídos de ensayo 47.....	88
Tabla 3-48 Datos extraídos de ensayo 48.....	89
Tabla 3-49 Datos extraídos de ensayo 49.....	90
Tabla 3-50 Datos extraídos de ensayo 50.....	91
Tabla 3-51 Datos extraídos de ensayo 51.....	92
Tabla 3-52 Datos extraídos de ensayo 52.....	93
Tabla 3-53 Datos extraídos de ensayo 53.....	94
Tabla 3-54 Datos extraídos de ensayo 54.....	95
Tabla 3-55 Datos extraídos de ensayo 55.....	96
Tabla 3-56 Datos extraídos de ensayo 56.....	97
Tabla 3-57 Datos extraídos de ensayo 57.....	98
Tabla 3-58 Datos extraídos de ensayo 58.....	99
Tabla 3-59 Datos extraídos de ensayo 59.....	100
Tabla 3-60 Datos extraídos de ensayo 60.....	101
Tabla 3-61 Datos extraídos de ensayo 61.....	102
Tabla 3-62 Datos extraídos de ensayo 62.....	103
Tabla 3-63 Datos extraídos de ensayo 63.....	104
Tabla 3-64 Datos extraídos de ensayo 64.....	105
Tabla 3-65 Datos extraídos de ensayo 65.....	106
Tabla 3-66 Datos extraídos de ensayo 66.....	107

Tabla 3-67 Datos extraídos de ensayo 67.....	108
Tabla 3-68 Datos extraídos de ensayo 68.....	109
Tabla 3-69 Datos extraídos de ensayo 69.....	110
Tabla 3-70 Datos extraídos de ensayo 70.....	111
Tabla 3-71 Datos extraídos de ensayo 71.....	112
Tabla 3-72 Datos extraídos de ensayo 72.....	113
Tabla 3-73 Datos extraídos de ensayo 73.....	114
Tabla 3-74 Datos extraídos de ensayo 74.....	115
Tabla 3-75 Datos extraídos de ensayo 75.....	116
Tabla 3-76 Datos extraídos de ensayo 76.....	117
Tabla 3-77 Datos extraídos de ensayo 77.....	118
Tabla 3-78 Datos extraídos de ensayo 78.....	119
Tabla 3-79 Datos extraídos de ensayo 79.....	120
Tabla 3-80 Datos extraídos de ensayo 80.....	121
Tabla 3-81 Datos extraídos de ensayo 81.....	122
Tabla 3-82 Datos extraídos de ensayo 82.....	123
Tabla 3-83 Datos extraídos de ensayo 83.....	124
Tabla 3-84 Datos extraídos de ensayo 84.....	125
Tabla 3-85 Datos extraídos de ensayo 85.....	126
Tabla 3-86 Datos extraídos de ensayo 86.....	127
Tabla 3-87 Datos extraídos de ensayo 87.....	128
Tabla 3-88 Datos extraídos de ensayo 88.....	129
Tabla 3-89 Datos extraídos de ensayo 89.....	130
Tabla 3-90 Datos extraídos de ensayo 90.....	131
Tabla 3-91 Datos extraídos de ensayo 91.....	132
Tabla 3-92 Datos extraídos de ensayo 92.....	133
Tabla 3-93 Datos extraídos de ensayo 93.....	134
Tabla 3-94 Datos extraídos de ensayo 94.....	135
Tabla 3-95 Datos extraídos de ensayo 95.....	136
Tabla 3-96 Datos extraídos de ensayo 96.....	137
Tabla 3-97 Datos extraídos de ensayo 97.....	138
Tabla 3-98 Datos extraídos de ensayo 98.....	139
Tabla 3-99 Datos extraídos de ensayo 99.....	140
Tabla 3-100 Datos extraídos de ensayo 100.....	141

Tabla 3-101 Datos extraídos de ensayo 101.....	142
Tabla 3-102 Datos extraídos de ensayo 102.....	143
Tabla 3-103 Datos extraídos de ensayo 103.....	144
Tabla 3-104 Datos extraídos de ensayo 104.....	145
Tabla 3-105 Datos extraídos de ensayo 105.....	146
Tabla 3-106 Datos extraídos de ensayo 106.....	147
Tabla 3-107 Datos extraídos de ensayo 107.....	148
Tabla 3-108 Datos extraídos de ensayo 108.....	149
Tabla 3-109 Datos extraídos de ensayo 109.....	150
Tabla 3-110 Datos extraídos de ensayo 110.....	151
Tabla 3-111 Datos extraídos de ensayo 111.....	152
Tabla 3-112 Datos extraídos de ensayo 112.....	153
Tabla 3-113 Datos extraídos de ensayo 113.....	154
Tabla 3-114 Datos extraídos de ensayo 114.....	155
Tabla 3-115 Datos extraídos de ensayo 115.....	156
Tabla 3-116 Datos extraídos de ensayo 116.....	157
Tabla 3-117 Datos extraídos de ensayo 117.....	158
Tabla 3-118 Datos extraídos de ensayo 118.....	159
Tabla 3-119 Datos extraídos de ensayo 119.....	160
Tabla 3-120 Datos extraídos de ensayo 120.....	161
Tabla 3-121 Datos extraídos de ensayo 121.....	162
Tabla 3-122 Datos extraídos de ensayo 122.....	163
Tabla 3-123 Datos extraídos de ensayo 123.....	164
Tabla 3-124 Datos extraídos de ensayo 124.....	165
Tabla 3-125 Datos extraídos de ensayo 125.....	166
Tabla 4-1 Cuadro Resumen de valores máximos de RMS para las velocidades a las que están diseñados todos los badenes.....	172
Tabla 4-2 Cuadro resumen mínimas adherencias.....	176

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 3-1 Ensayo 1, Fuerza y aceleración vertical.....	42
Gráfica 3-2 Ensayo 2, Fuerza y aceleración vertical.....	43
Gráfica 3-3 Ensayo 3, Fuerza y aceleración vertical.....	44
Gráfica 3-4 Ensayo 4, Fuerza y aceleración vertical.....	45
Gráfica 3-5 Ensayo 5, Fuerza y aceleración vertical.....	46
Gráfica 3-6 Ensayo 6, Fuerza y aceleración vertical.....	47
Gráfica 3-7 Ensayo 7, Fuerza y aceleración vertical.....	48
Gráfica 3-8 Ensayo 8, Fuerza y aceleración vertical.....	49
Gráfica 3-9 Ensayo 9, Fuerza y aceleración vertical.....	50
Gráfica 3-10 Ensayo 10, Fuerza y aceleración vertical.....	51
Gráfica 3-11 Ensayo 11, Fuerza y aceleración vertical.....	52
Gráfica 3-12 Ensayo 12, Fuerza y aceleración vertical.....	53
Gráfica 3-13 Ensayo 13, Fuerza y aceleración vertical.....	54
Gráfica 3-14 Ensayo 14, Fuerza y aceleración vertical.....	55
Gráfica 3-15 Ensayo 15, Fuerza y aceleración vertical.....	56
Gráfica 3-16 Ensayo 16, Fuerza y aceleración vertical.....	57
Gráfica 3-17 Ensayo 17, Fuerza y aceleración vertical.....	58
Gráfica 3-18 Ensayo 18, Fuerza y aceleración vertical.....	59
Gráfica 3-19 Ensayo 19, Fuerza y aceleración vertical.....	60
Gráfica 3-20 Ensayo 20, Fuerza y aceleración vertical.....	61
Gráfica 3-21 Ensayo 21, Fuerza y aceleración vertical.....	62
Gráfica 3-22 Ensayo 21, Fuerza y aceleración vertical.....	63
Gráfica 3-23 Ensayo 23, Fuerza y aceleración vertical.....	64
Gráfica 3-24 Ensayo 24, Fuerza y aceleración vertical.....	65
Gráfica 3-25 Ensayo 25, Fuerza y aceleración vertical.....	66
Gráfica 3-26 Ensayo 26, Fuerza y aceleración vertical.....	67
Gráfica 3-27 Ensayo 27, Fuerza y aceleración vertical.....	68
Gráfica 3-28 Ensayo 28, Fuerza y aceleración vertical.....	69
Gráfica 3-29 Ensayo 29, Fuerza y aceleración vertical.....	70
Gráfica 3-30 Ensayo 30, Fuerza y aceleración vertical.....	71
Gráfica 3-31 Ensayo 31, Fuerza y aceleración vertical.....	72
Gráfica 3-32 Ensayo 32, Fuerza y aceleración vertical.....	73

Gráfica 3-33 Ensayo 33, Fuerza y aceleración vertical.....	74
Gráfica 3-34 Ensayo 34, Fuerza y aceleración vertical.....	75
Gráfica 3-35 Ensayo 35, Fuerza y aceleración vertical.....	76
Gráfica 3-36 Ensayo 36, Fuerza y aceleración vertical.....	77
Gráfica 3-37 Ensayo 37, Fuerza y aceleración vertical.....	78
Gráfica 3-38 Ensayo 38, Fuerza y aceleración vertical.....	79
Gráfica 3-39 Ensayo 39, Fuerza y aceleración vertical.....	80
Gráfica 3-40 Ensayo 40, Fuerza y aceleración vertical.....	81
Gráfica 3-41 Ensayo 41, Fuerza y aceleración vertical.....	82
Gráfica 3-42 Ensayo 41, Fuerza y aceleración vertical.....	83
Gráfica 3-43 Ensayo 43, Fuerza y aceleración vertical.....	84
Gráfica 3-44 Ensayo 44, Fuerza y aceleración vertical.....	85
Gráfica 3-45 Ensayo 45, Fuerza y aceleración vertical.....	86
Gráfica 3-46 Ensayo 46, Fuerza y aceleración vertical.....	87
Gráfica 3-47 Ensayo 47, Fuerza y aceleración vertical.....	88
Gráfica 3-48 Ensayo 48, Fuerza y aceleración vertical.....	89
Gráfica 3-49 Ensayo 49, Fuerza y aceleración vertical.....	90
Gráfica 3-50 Ensayo 50, Fuerza y aceleración vertical.....	91
Gráfica 3-51 Ensayo 51, Fuerza y aceleración vertical.....	92
Gráfica 3-52 Ensayo 52, Fuerza y aceleración vertical.....	93
Gráfica 3-53 Ensayo 53, Fuerza y aceleración vertical.....	94
Gráfica 3-54 Ensayo 54, Fuerza y aceleración vertical.....	95
Gráfica 3-55 Ensayo 55, Fuerza y aceleración vertical.....	96
Gráfica 3-56 Ensayo 56, Fuerza y aceleración vertical.....	97
Gráfica 3-57 Ensayo 56, Fuerza y aceleración vertical.....	98
Gráfica 3-58 Ensayo 58, Fuerza y aceleración vertical.....	99
Gráfica 3-59 Ensayo 59, Fuerza y aceleración vertical.....	100
Gráfica 3-60 Ensayo 60, Fuerza y aceleración vertical.....	101
Gráfica 3-61 Ensayo 61, Fuerza y aceleración vertical.....	102
Gráfica 3-62 Ensayo 62, Fuerza y aceleración vertical.....	103
Gráfica 3-63 Ensayo 63, Fuerza y aceleración vertical.....	104
Gráfica 3-64 Ensayo 64, Fuerza y aceleración vertical.....	105
Gráfica 3-65 Ensayo 65, Fuerza y aceleración vertical.....	106
Gráfica 3-66 Ensayo 66, Fuerza y aceleración vertical.....	107
Gráfica 3-67 Ensayo 67, Fuerza y aceleración vertical.....	108
Gráfica 3-68 Ensayo 68, Fuerza y aceleración vertical.....	109

Gráfica 3-69 Ensayo 69, Fuerza y aceleración vertical.....	110
Gráfica 3-70 Ensayo 70, Fuerza y aceleración vertical.....	111
Gráfica 3-71 Ensayo 71, Fuerza y aceleración vertical.....	112
Gráfica 3-72 Ensayo 72, Fuerza y aceleración vertical.....	113
Gráfica 3-73 Ensayo 73, Fuerza y aceleración vertical.....	114
Gráfica 3-74 Ensayo 74, Fuerza y aceleración vertical.....	115
Gráfica 3-75 Ensayo 75, Fuerza y aceleración vertical.....	116
Gráfica 3-76 Ensayo 76, Fuerza y aceleración vertical.....	117
Gráfica 3-77 Ensayo 77, Fuerza y aceleración vertical.....	118
Gráfica 3-78 Ensayo 78, Fuerza y aceleración vertical.....	119
Gráfica 3-79 Ensayo 79, Fuerza y aceleración vertical.....	120
Gráfica 3-80 Ensayo 80, Fuerza y aceleración vertical.....	121
Gráfica 3-81 Ensayo 81, Fuerza y aceleración vertical.....	122
Gráfica 3-82 Ensayo 82, Fuerza y aceleración vertical.....	123
Gráfica 3-83 Ensayo 83, Fuerza y aceleración vertical.....	124
Gráfica 3-84 Ensayo 84, Fuerza y aceleración vertical.....	125
Gráfica 3-85 Ensayo 85, Fuerza y aceleración vertical.....	126
Gráfica 3-86 Ensayo 86, Fuerza y aceleración vertical.....	127
Gráfica 3-87 Ensayo 87, Fuerza y aceleración vertical.....	128
Gráfica 3-88 Ensayo 88, Fuerza y aceleración vertical.....	129
Gráfica 3-89 Ensayo 89, Fuerza y aceleración vertical.....	130
Gráfica 3-90 Ensayo 90, Fuerza y aceleración vertical.....	131
Gráfica 3-91 Ensayo 91, Fuerza y aceleración vertical.....	132
Gráfica 3-92 Ensayo 92, Fuerza y aceleración vertical.....	133
Gráfica 3-93 Ensayo 93, Fuerza y aceleración vertical.....	134
Gráfica 3-94 Ensayo 94, Fuerza y aceleración vertical.....	135
Gráfica 3-95 Ensayo 50, Fuerza y aceleración vertical.....	136
Gráfica 3-96 Ensayo 96, Fuerza y aceleración vertical.....	137
Gráfica 3-97 Ensayo 97, Fuerza y aceleración vertical.....	138
Gráfica 3-98 Ensayo 98, Fuerza y aceleración vertical.....	139
Gráfica 3-99 Ensayo 99, Fuerza y aceleración vertical.....	140
Gráfica 3-100 Ensayo 100, Fuerza y aceleración vertical.....	141
Gráfica 3-101 Ensayo 101, Fuerza y aceleración vertical.....	142
Gráfica 3-102 Ensayo 102, Fuerza y aceleración vertical.....	143

Gráfica 3-103 Ensayo 103, Fuerza y aceleración vertical.....	144
Gráfica 3-104 Ensayo 104, Fuerza y aceleración vertical.....	145
Gráfica 3-105 Ensayo 105, Fuerza y aceleración vertical.....	146
Gráfica 3-106 Ensayo 106, Fuerza y aceleración vertical.....	147
Gráfica 3-107 Ensayo 107, Fuerza y aceleración vertical.....	148
Gráfica 3-108 Ensayo 108, Fuerza y aceleración vertical.....	149
Gráfica 3-109 Ensayo 109, Fuerza y aceleración vertical.....	150
Gráfica 3-110 Ensayo 110, Fuerza y aceleración vertical.....	151
Gráfica 3-111 Ensayo 50, Fuerza y aceleración vertical.....	152
Gráfica 3-112 Ensayo 112, Fuerza y aceleración vertical.....	153
Gráfica 3-113 Ensayo 113, Fuerza y aceleración vertical.....	154
Gráfica 3-114 Ensayo 114, Fuerza y aceleración vertical.....	155
Gráfica 3-115 Ensayo 115, Fuerza y aceleración vertical.....	156
Gráfica 3-116 Ensayo 116, Fuerza y aceleración vertical.....	157
Gráfica 3-117 Ensayo 117, Fuerza y aceleración vertical.....	158
Gráfica 3-118 Ensayo 118, Fuerza y aceleración vertical.....	159
Gráfica 3-119 Ensayo 41, Fuerza y aceleración vertical.....	160
Gráfica 3-120 Ensayo 120, Fuerza y aceleración vertical.....	161
Gráfica 3-121 Ensayo 121, Fuerza y aceleración vertical.....	162
Gráfica 3-122 Ensayo 122, Fuerza y aceleración verticalb.....	163
Gráfica 3-123 Ensayo 123, Fuerza y aceleración vertical.....	164
Gráfica 3-124 Ensayo 124, Fuerza y aceleración vertical.....	165
Gráfica 3-125 Ensayo 125, Fuerza y aceleración vertical.....	166
Gráfica 4-1 Badén de Paso Peatonal 1m	168
Gráfica 4-2 Badén prefabricado para una velocidad menor de 50Km/h.....	169
Gráfica 4-3 Badén de paso peatonal 1,5m.....	169
Gráfica 4-4 Badén de paso peatonal 2,5m.....	170
Gráfica 4-5 Badén prefabricado para una velocidad de 50 km/h.	171
Gráfica 4-6 Mínimas adherencias en badén de paso peatonal 1 m.....	173
Gráfica 4-7 Mínimas adherencias en badén de paso peatonal 1,5m.....	174
Gráfica 4-8 Mínimas adherencias en badén de paso peatonal 2,5 m.....	175

1 INTRODUCCIÓN

La actividad vial en los entornos urbanos adquiere en la sociedad actual un uso masivo tanto a nivel particular como laboral. Uno de los inconvenientes de este uso masivo es la dificultad de compatibilizar el uso del vehículo con la vida del peatón, lo que requiere una reglamentación adecuada acompañada de una serie de medidas para asegurarse de su cumplimiento.

Dentro de esta reglamentación, el conjunto de medidas relacionadas con el control de la velocidad se dirige a controlar uno de los mayores factores de riesgo en lo relativo a accidentes en el viario urbano por lo que su estudio, análisis y regulación adquiere una vital importancia para reducir los siniestros.

En este contexto, se entiende por calmado o templado de tráfico el conjunto de medidas encaminadas a reducir la velocidad de los vehículos hasta hacerlos plenamente compatibles con las actividades que se desarrollan en el viario sobre el que se aplica según explica el Ayuntamiento de Madrid en su documento *Templado de tráfico* [1].

El control de la velocidad de los vehículos en entornos urbanos se basa en la importancia que la velocidad del vehículo cobra en la seguridad del peatón como se muestra en la referencia [2].

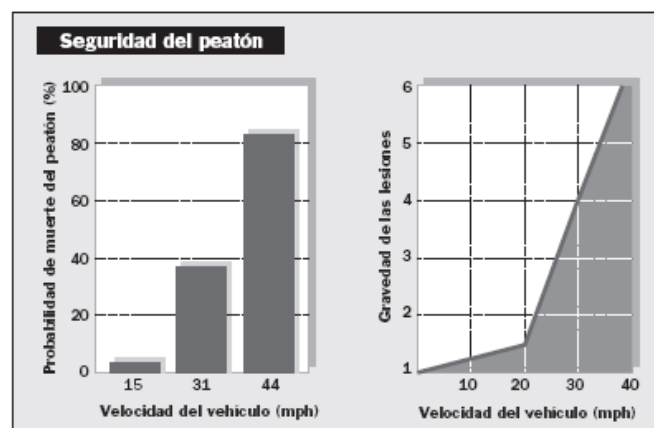


Figura 1-1 Seguridad del peatón según velocidad del vehículo (Imagen tomada de [2])

Dentro de la diversidad de métodos aplicables para el control y la reducción de la velocidad en escenarios urbanos, en la legislación española destacan: badenes y elevaciones de la calzada,

estrechamientos, cambios de alineación, franjas transversales de alerta, obstáculos en intersecciones, puertas, cambios en el pavimento o introducción de vegetación. Estas medidas son descritas y aplicadas en diferentes puntos geográficos del país como Madrid, Murcia o Navarra [1] [3] [4] [5].

Uno de los elementos de control de velocidad urbana más utilizado en el ámbito nacional es el empleo de ralentizadores de velocidad o badenes y elevaciones en la calzada.

Los badenes consisten en elevaciones sobre la carretera con su correspondiente bajada llegando a definirse como un montículo sobre la trazada para obligar a los conductores a reducir la velocidad para mantener el control del vehículo, no dañarlo y evitar la incomodidad del sobresalto. Todo ello ira relacionado con un aumento de la aceleración vertical cuyo estudio será objeto de este proyecto.

Se sitúan en la calzada generalmente en tramos rectos y bajo determinados parámetros en la definición de su geometría, de separación o señalización [1] [3] [4] [5].

La situación actual de los badenes en España se encuentra sobre una controversia social debido a la irregularidad en un alto porcentaje de los badenes instalados en todo el territorio nacional. A pesar de la claridad de la normativa española reflejada en la ORDEN FOM/3053/2008 [6], los diferentes organismos responsables de áreas urbanas como ayuntamientos o diputaciones aplican su propia normativa sobre los badenes sin atender a las especificaciones de la norma estatal, la cual es de un organismo superior y debe ser cumplida. Figura 1-2 Extracto de artículo de periódico sobre la discordia por los badenes (Imagen tomada de [7] [7]) nos muestra un ejemplo extraído de la prensa que refleja la polémica en torno al uso de esos dispositivos.

Los nuevos badenes que traen de cabeza a los conductores de Santutxu

Los resaltos colocados en la Avenida Indalecio Prieto causan el enfado de muchos automovilistas ante su "desproporcionada" altura. El Ayuntamiento dice que cumplen "escrupulosamente" la normativa

ELCORREO.COM

Me gusta 1708

28 abril 2015
17:21



Bajos de coches golpeados, saltos inesperados, caras de asombro, enfados...

Los nuevos badenes que se han instalado en la Avenida Indalecio Prieto de

Bilbao están causando entre otros a los conductores una



Un vehículo atraviesa un badén en la bajada de la Avenida de Indalecio Prieto.

FUENTE: JORDANO

Figura 1-2 Extracto de artículo de periódico sobre la discordia por los badenes (Imagen tomada de [7])

La razón de esta discordia reside en que la ley FOM/305/2008 entró en vigor en el año 2008 estableciendo un periodo máximo de dos años para que los organismos urbanos competentes se adaptaran a la normativa modificando aquellos tramos urbanos que no se correspondiesen con los datos que fija este documento.

La ley cita textualmente: "En el plazo máximo de dos años desde la entrada en vigor de esta instrucción todos los dispositivos existentes en la Red de Carreteras del Estado relacionados con el contenido de la Instrucción que se aprueba por esta orden deberán ser adaptados a lo dispuesto en ella" [6].

En todo caso, la normativa solo fija las medidas que se han de aplicar a las diferentes velocidades aplicables en el entorno urbano, sin especificar el efecto que su empleo ha de tener sobre la respuesta esperada en relación al comportamiento del vehículo y sus ocupantes. Por este motivo su utilización también puede ponerse en cuestión.

El mayor inconveniente del empleo de badenes, relatado por diferentes autores es que las geometrías habitualmente empleadas no realizan una adecuada discriminación entre las perturbación sufrida por quien circula a velocidad legal y quien incumple los límites establecidos. La situación ideal

sería la de nula perturbación para los conductores respetuosos con los límites y una perturbación perceptible para aquellos que incumplen como se explica gráficamente en la referencia [8] y se muestra en Figura 1-3 Situación ideal del efecto de las vibraciones (Imagen tomada de [8]).

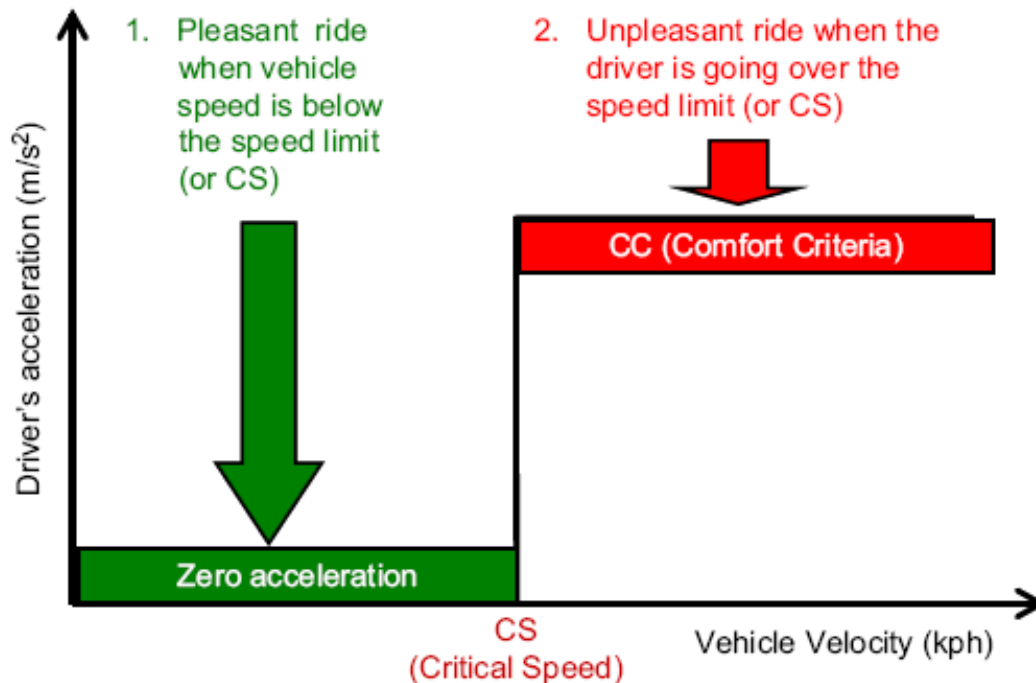


Figura 1-3 Situación ideal del efecto de las vibraciones (Imagen tomada de [8])

Las perturbaciones causadas por los badenes han sido documentadas como causa de lesiones en ocupantes de vehículos [9] .

En este sentido, actualmente se están desarrollando nuevos tipos de badén, como el que ya en funcionamiento en Madrid “el Baden inteligente” capaz de distinguir entre los conductores que respetan los límites de velocidad y los que no, “premiando” con un comportamiento no perceptible a los que circulen dentro de los límites de velocidad y actuando como un badén normal en el caso de que se circule a mayor velocidad. Para lograr este objetivo, el badén inteligente contiene en su interior un líquido no newtoniano cuya función es mantenerse fluido cuando es alcanzado a velocidades bajas y hacerse sólido cuando la fuerza es mayor. El líquido se puede diseñar para que actúe a diferentes velocidades [10].

Como consecuencia en el empleo de este tipo de badenes inteligentes, se resume en el que el conductor que circulara a la velocidad establecida y para la que está diseñada, el conductor no sentiría ninguna vibración pero aquel conductor que excediera la velocidad sería único responsable de los efectos vibratorios que se desarrollasen sobre su vehículo y pasajeros.

Existen una gran cantidad y variedad de estudios y trabajos sobre el efecto que producen los badenes sobre los pasajeros debido a las vibraciones transmitidas al vehículo. Entre ellos destacan los estudios de [11] en este artículo se analiza el efecto de las vibraciones producidas por vehículos al circular sobre dispositivos reductores de velocidad para varios perfiles y vehículos a distintas velocidades.

Las normativas referenciadas en este trabajo son las únicas que existen sobre la relación de las vibraciones con el cuerpo humano y exclusivamente hacen referencia a los efectos sobre trabajadores que están expuestas a vibraciones durante un periodo de tiempo determinado.

1.1. Tipos de badenes

Para disminuir o reducir los inconvenientes debidos a la circulación sobre badenes existen diversos factores como la distancia entre badenes, la forma, la pendiente, la longitud y la velocidad a la que está diseñada la circulación. Estos factores son los que definen la diversidad que existe actualmente sobre los badenes.

Centrándonos en la ORDEN FOM/3053/2008 [6], existen dos tipos básicos de este ralentizador de velocidad atendiendo a su geometría:

- Pasos de peatones elevados.
- Lomo de asno.

La normativa española indica que los badenes se instalarán únicamente en tramos urbanos diseñados para velocidades que estén comprendidas entre 30 y 50 km/h.

1.1.1. Paso de peatones sobreelevado

Estos dispositivos de regulación de velocidad además cumplen la función de ser pasos peatonales, situándose su rasante a un nivel ligeramente superior al del firme. A efectos legales le son de aplicación las disposiciones vigentes relativas tanto a pasos de peatones como a reductores de velocidad [6].

Sus dimensiones límite para cumplir con la normativa española serán: Altura: $10\text{ cm} \pm 1\text{ cm}$. Longitud de la zona elevada: $4\text{ m} \pm 0,20\text{ m}$ (en casos excepcionales se autorizarán longitudes inferiores, hasta un mínimo de 2,5 m) [6].

Longitud de las rampas: Entre 1 y 2,5 m (un metro para el caso de «zona 30», un metro y cincuenta centímetros cuando se señalicen para 40 km/h, y dos metros cincuenta centímetros para velocidad igual a 50 km/h) [6].

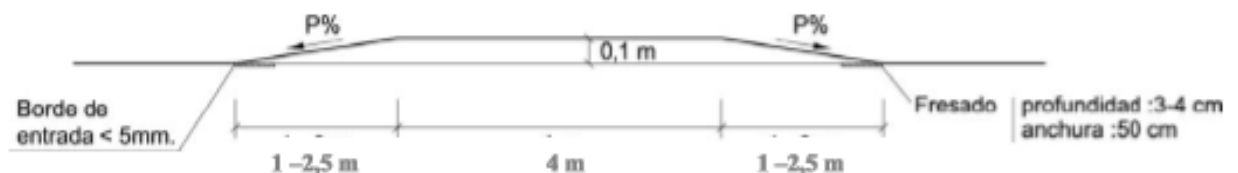


Figura 1-4 Plano medidas límite de badén de paso sobreelevado (Imagen tomada de [6])



Figura 1-5 Fotografía badén de paso peatonal

1.1.2. Lomo de asno

Lomo de asno. Son dispositivos de sección transversal de segmento circular que se clasifican en dos tipos fundamentales: Ejecutados totalmente in situ o prefabricados.

1.1.2.1. Lomo de asno in situ

Las dimensiones del lomo de asno ejecutado in situ, que tendrá sección transversal de segmento circular, serán: Altura: $6 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$. Longitud: $4 \text{ m} \pm 0,20 \text{ m}$ [6].

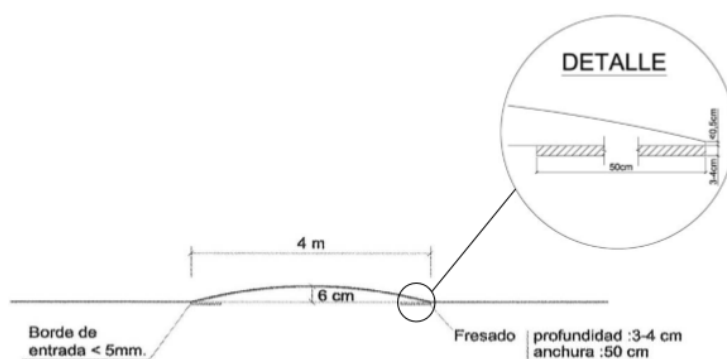


Figura 1-6 Plano limite medidas badén lomo de asno in situ (Imagen tomada de [6])



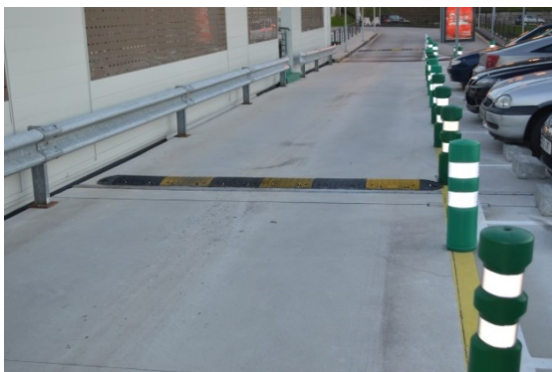
Figura 1-7 Ejemplo de badén de lomo de asno in situ

1.1.2.2. Lomo de asno prefabricado

Las dimensiones recomendadas para los badenes lomo de asno prefabricado en función de la velocidad máxima permitida son:

VELOCIDAD MAXIMA	LONGITUD	ALTURA
50 Km/h	$\geq 60 \text{ cm}$	$\leq 3 \text{ cm}$

VELOCIDAD MAXIMA	LONGITUD	ALTURA
<50 Km/h	Entre 60 y 120 cm	Entre 5 y 7 cm

Tabla 1-1 Valores límite badén de lomo de asno prefabricado (Valores tomados de [6])**Figura 1-8 Ejemplo de badén de lomo de asno prefabricado**

1.2. Normativa

1.2.1. Normativa

La publicación en el BOE núm. 261 Miércoles 29 octubre 2008 42795 [6] describe la normativa vigente de los ralentizadores de velocidad o badenes en las vías urbanas del ámbito nacional y no incluye a aquellas carreteras cuya jurisdicción pertenezca a un nivel subestatal como dependientes de la comunidad autónoma correspondientes o de municipios y ayuntamientos.

Determina las velocidades para las que se pueden aplicar en ambientes interurbanos dichos ralentizadores de velocidad limitando el uso de los badenes para velocidades de entre 30 y 50 km/h.

Define la forma que tendrá el badén y las medidas de la pendiente, la longitud del tramo recto y la pendiente del fresado correspondientes a unas velocidades dadas comprendidas en el intervalo especificado en el párrafo anterior y que se analizará más detalladamente en párrafos subsiguientes.

Además de las características físicas también incluye los criterios en caso de materializarse los badenes sobre una misma vía, estableciendo una distancia que estaría comprendida entre 50 y 200 m siempre intentando que este valor estuviera debajo de 150m

En este documento también se clasifican los ralentizadores de velocidad por la morfología de su geometría, define los materiales y excluye materiales cuyas características físicas no se consideran óptimas para las prestaciones que se esperan de los ralentizadores de velocidad.

El segundo objetivo que se puede recoger de esta norma es la necesidad que suscita su señalización para advertir a los conductores de la necesidad de reducir su velocidad, indicar el correcto sentido de la vía y de asegurar la coordinación para evitar incidentes entre peatón y vehículo para badenes de tipo peatonal.

A nivel general en esta Orden Ministerial [6] se establece una señalización a una distancia prudente, para que el conductor disponga del tiempo necesario para reducir la velocidad del coche, y otra señalización sobre el cambio de perfil para indicar el sentido vial y en caso de badenes de tipo peatonal la correspondiente señalización para indicar la posible existencia de viandantes.

La señalización a una distancia determinada vendrá dada por el uso de las señales de tráfico R301 P-15a P-20 indicadas a continuación:

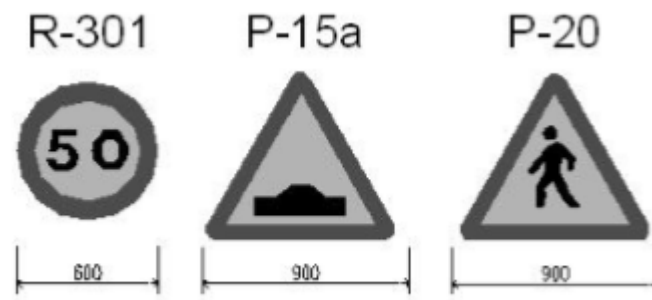


Figura 1-9 Señales viales

Para un badén sobreelevado de paso peatonal la señalización que establece la ley vendrá formada por una serie de bandas blancas transversales situadas en el plano superior; de 50 cm de anchura y separación, y replanteadas de forma que su representación final suponga un dibujo simétrico en la sección transversal de los carriles respecto de su eje. [6]

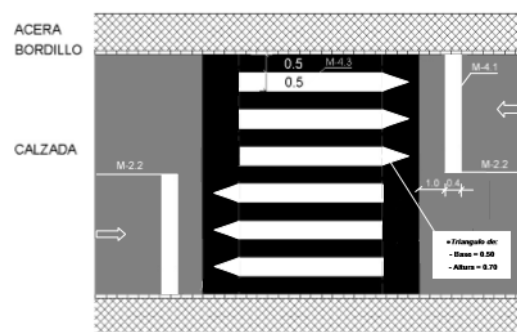


Figura 1-10 Señalización badén sobreelevado peatonal (Imagen tomada de [6])

A diferencia de los badenes sobreelevados, los badenes de lomo de asno no contemplan el paso de viandantes y su señalización vendrá determinada por la longitud del mismo tal y como menciona [6].

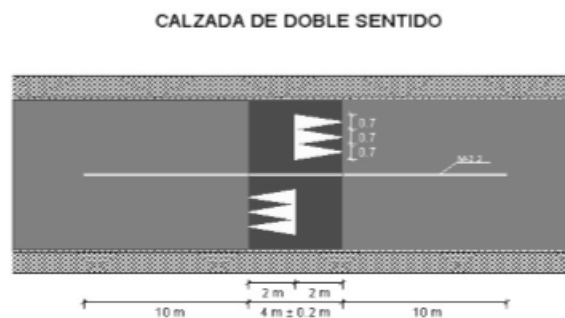


Figura 1-11 Señalización badén lomo de asno (Imagen tomada de [6])

1.3.Efecto de los badenes sobre los pasajeros.

La exposición a vibraciones por parte de los pasajeros es un aspecto fundamental de gran influencia sobre su confort, pero también desde el punto de vista de la salud, hasta tal punto que en el campo que nos ocupa se han documentado incluso lesiones en la columna vertebral, debidas a la circulación sobre elementos sobreelevados destinados a la reducción de velocidad [12].

1.3.1. Vibración/impacto

La vibración que se produce tras el impacto de las ruedas del vehículo con el badén determina el confort de los ocupantes.

La vibración es un movimiento ondulatorio que se produce a consecuencia de la perturbación del medio. En los vehículos, la vibración se produce en el contacto rueda-suelo y acaba transmitiéndose al resto de elementos del automóvil incluyendo a las personas, que llegan a desatar riesgos para la salud a consecuencia de la vibración.

Para nuestro estudio, el objeto de análisis es la persona sentada y para esta posición del cuerpo humano se definen tres ejes para el estudio de las vibraciones sobre el cuerpo entero siendo el corazón el origen.

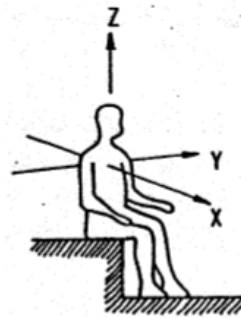


Figura 1-12 Ejes vibratorios para una persona sentada (Imagen tomada de [13])

La magnitud de estudio es la aceleración de las partículas en los tres ejes, diferenciando la correspondiente a la dirección longitudinal (az) y a las transversales (ax, ay) [14].

1.3.2. Efecto sobre el cuerpo de las vibraciones

El estudio y análisis de la vibración sobre los pasajeros no es sencillo, además del inconveniente de no ajustarse por igual sobre todos los pasajeros, pues el efecto de las vibraciones puede variar de una persona a otra.

Las vibraciones que reciben los ocupantes del vehículo definen la comodidad que ofrece el automóvil.

Además de lo ya mencionado, intervienen en la necesidad de su estudio y análisis los posibles efectos sobre la integridad y salud del cuerpo humano ya que las vibraciones pueden causar sobre el cuerpo humano entre otros: riesgos para la salud de la columna vertebral, alteraciones de las funciones fisiológicas, neuromusculares, cardiovasculares, respiratorias, endocrinas y metabólicas, alteraciones sensoriales y del sistema nervioso central y afección de los procesos de adquisición y transmisión de información.

Los badenes generan incluso más inconvenientes que pueden llegar a considerarse problemáticos, como puede ser el aumento del consumo, al provocar una frenada y una recuperación de esa velocidad al salir del badén, el desgaste de algunos elementos mecánicos del vehículo y sobre todo el confort y la comodidad de los pasajeros que se ve alterada por el efecto de las vibraciones producidas.

1.3.3. Formas de medir los efectos

En la actualidad no existe una normativa asociada a los efectos que se producen sobre los ocupantes sino que están orientadas al mundo laboral de entre las cuales destacan la normativa ISO 2631 [13] y la normativa británica British Standard BS 6481 [15]. En la Unión Europea entra en vigor la DIRECTIVA 2002/44/CE y particularmente en España el Real Decreto 1311/2005 [16].

Una normativa que regulase los efectos que se desarrollan en las personas, también fuera del ámbito laboral, tras el impacto y como consecuencia de las vibraciones es más que demandable a la administración vial del estado.

1.3.4. Normativa ISO 2631

La norma ISO 2631 analiza la el efecto de las vibraciones, provocados por la variación de la aceleración vertical producida por el contacto de las ruedas del vehículo con el suelo, sobre los pasajeros, los efectos que pueden provocar en la salud y los sistemas dedicados a reducir estas vibraciones.

Marjanen posee distintos trabajos relativos al estudio de las vibraciones con las diferentes partes de la ISO 2631 y aplicables a las producidas por la circulación sobre badenes [17] [18] [19].

La ISO 2631 está compuesta por cuatro partes: 2631-1, 2631-2, 2631-4 y 2631-5:

- 2631-1: Define métodos que ayudan a cuantificar los efectos que se producen por la vibración en el cuerpo humano.
- 2631-2: Incluye los métodos para el análisis de las vibraciones sobre construcciones relacionadas con las comodidades y confort de los pasajeros.
- 2631-4: Ayudas en el diseño y evaluación de los sistemas de sujeción de los pasajeros.
- 2631-5: Analiza el efecto de múltiples choques sobre la salud.

La norma ISO 2631-1 Establece los métodos para valorar la vibración que se transmite a los cuerpos, mediante la introducción de una serie de parámetros para cuantificarla.

El método de valoración de la vibración utilizado por la norma ISO 2631-1 es el valor de la RMS que se define como el valor de referencia de la aceleración ponderada en frecuencia [13].

Ecuación 1 Valor de RMS

$$RMS = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{\frac{1}{2}}.$$

Donde $a_w(t)$ es la aceleración instantánea ponderada en frecuencia y T es el tiempo de medición.

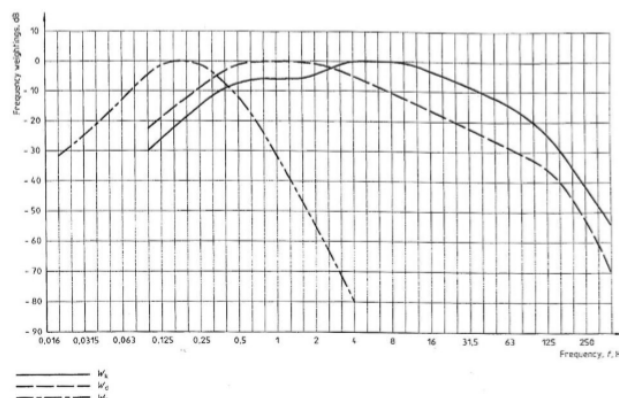


Figura 1-13 Curvas de ponderación en frecuencias norma ISO 2631-1(Imagen tomada de [14])

Los valores obtenidos en la ecuación 1 se pueden clasificar en la siguiente tabla perteneciente a la ISO 2631-1 para definir la comodidad en vibraciones durante la conducción vial.

Vibración	Reacción
Menos de 0.315m/s ²	cómodo
0.315-0.63m/s ²	Poco cómodo
0.5-1m/s ²	Algo incómodo
0.8-1.6 m/s ²	Incómodo
1.25-2,5m/s ²	Muy incómodo
Más de 2m/s ²	Extremadamente incómodo

Tabla 1-2 Criterios ISO de confort en vibración de cuerpo entero (Valores tomados de [13])

A pesar de ello este valor no es suficiente ya que el uso de una expresión de RMS tiene el inconveniente de que para señales con valores de pico muy altos en una pequeña parte del tiempo total de medida los valores resultan poco representativos.

Por lo que es necesario establecer un nuevo valor que comprenda los valores de pico muy altos en todo el tiempo total. Un valor eficaz móvil de la aceleración ponderada:

Ecuación 2 Ecuación de MTVV

$$MTVV = MAX \left[\frac{1}{\tau} \int_{\tau_0-1}^{\tau_0} a_w^2(t) dt \right]^{\frac{1}{2}}.$$

Para MTVV el valor del tiempo analizado es más pequeño, para intervalos de segundos.

Se define también el parámetro VDV como el valor de la dosis de vibración que se caracteriza por tener aún más sensibilidad en los picos que los valores de RMS o MTVV.

Ecuación 3 Valor VDV

$$VDV = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^4(t) dt \right]^{\frac{1}{4}}.$$

La norma establece valores admisibles para todos estos parámetros.

Esta norma, u otras similares como la BS 6481, son usadas por algunos autores en el campo concreto que nos ocupa [12] [15].

1.3.5. Normativa British standard BS 6481

Similar en muchos aspectos a la ISO 2631, define el parámetro VDV de manera idéntica en función de la aceleración ponderada en frecuencia. Establece que en caso de estudiarse N periodos con señales distintas se podría hallar el valor de VDV como la raíz cuarta del sumatorio de los N valores de VDV elevados a la cuarta potencia [15].

1.3.6. Directiva 2002/44/CE

La directiva europea 2002/44/CE se conoce como la guía de las vibraciones de la Unión Europea y debe ser cumplida desde julio del 2005 en todos los estados miembros.

El objetivo de la directiva es proteger a los trabajadores de los efectos nocivos que para su salud pueden tener un alto valor y constante de las vibraciones recibidas en el puesto de trabajo.

1.3.7. Real decreto 1311/2005 español.

El Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas, supuso la transposición al derecho español de la Directiva 2002/44/CE, del Parlamento

Europeo y de Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones), y fue publicado en el Boletín Oficial del Estado el día 5 de noviembre de 2005 [16].

El Real Decreto consta de ocho artículos, una disposición adicional, una disposición transitoria, una disposición derogatoria, dos disposiciones finales y un anexo. La norma determina en su articulado el objeto y el ámbito de aplicación referido a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados de vibraciones mecánicas como consecuencia de su trabajo; incluye lo que, a los efectos del Real Decreto, debe entenderse por vibración transmitida al sistema mano-brazo y vibración transmitida al cuerpo entero; especifica los valores límite de exposición diaria.

1.3.8 Parámetros escogidos para estudio.

Tras el análisis de la normativa recogida en los apartados anteriores se establece que los principales parámetros a estudiar son por tanto los valores de la aceleración vertical al paso de los vehículos por los badenes así como el efecto que puede suponer dicha aceleración sobre los ocupantes del vehículo, evaluados mediante el valor RMS de dicha aceleración así como el VDV de la perturbación. Sin embargo, dada la tipología de las diferentes vibraciones y aunque calcularemos ambos, nos centraremos en el análisis de los resultados del RMS.

Además la reducción de adherencia debido a la fuerza vertical ocasiona una importante pérdida de control del vehículo y por tanto será también un factor de estudio en este proyecto. Para poder sacar valores de adherencia es necesario previamente realizar un estudio sobre las fuerzas verticales del automóvil que pueden influir sobre dicha variable.

2 OBJETIVOS

Los objetivos de este proyecto son realizar un análisis del comportamiento de diversos tipos de vehículos circulando sobre badenes. Los badenes escogidos son los que recoge la ley y podemos encontrar circulando por las carreteras españolas. Los vehículos escogidos pertenecen a cada una de las clases más habituales en nuestra sociedad vial.

El objetivo del presente proyecto es analizar el efecto que se produce en los vehículos y en sus ocupantes, mediante el estudio de la adherencia y las vibraciones, cuando el vehículo realiza el tránsito sobre el ralentizador de velocidad conocido como badén.

Para cumplimentar los objetivos se estudiará la variación de la aceleración y de la fuerza vertical en el momento en el que un determinado vehículo a una cierta velocidad incide sobre un badén de unas medidas especificadas en la ley española [6]. Estos valores se utilizarán para obtener los valores de RMS de la aceleración vertical y de VDV a través de la Ecuación 1 Valor de RMS y Ecuación 3 Valor VDV.

Los datos recogidos servirán de base para establecer conclusiones sobre el efecto de las vibraciones asociadas a las personas durante el tránsito entre los badenes diseñados a diferentes velocidades, tanto a la velocidad definida para esa vía como los posibles excesos de velocidad interurbana en relación con el cuadro de sanciones de la DGT Figura 3-9 Cuadro de velocidades y sanciones según DGT (Imagen tomada de [10] [10]). También se establecerán datos y conclusiones sobre la adherencia del vehículo así como de la relación de contacto rueda-suelo.

Se realizarán ciento veinticinco ensayos en los que se empleará para el estudio diferentes segmentos de vehículos, las velocidades urbanas especificadas en la ley [6], las velocidades próximas a las sanciones correspondientes a excesos de velocidad y los badenes diseñados para limitar la velocidad dentro de los intervalos de velocidad establecidos para circular por los ambientes urbanos.

Dentro de los objetivos establecidos para este proyecto se incluye la determinación de las líneas futuras para seguir avanzando en el desarrollo de los badenes como medio para garantizar el cumplimiento de los requerimientos automovilísticos que la administración civil impone sobre los usuarios del entorno vial urbano para beneficio de todos.

3 ENSAYOS

3.1. Medios utilizados. Software

Entre los medios software utilizados para desarrollar este proyecto se ha utilizado el software “CarSim” de la compañía “Mechanical Simulation Corporation” y es utilizado por las grandes marcas líderes como Toyota o Ford.

Este software se caracteriza por ofrecer al operador una simulación precisa de las reacciones de los automóviles y sus componentes así como de los pasajeros.

Para el desarrollo de este proyecto se ha utilizado dicho software en sus dos versiones más recientes (9.0.1 y 8.0.2). Además de este software principal también se ha empleado el software “AutoCad” como elemento de apoyo en el diseño de los badenes introducidos a la hora de simular los ensayos y el Microsoft Office Excel para el tratamiento de resultados y obtención de valores de RMS y VDV.

El software Carsim 8.0.2 utiliza como sistema para representación de gráficas y extracción de datos el programa “WinEP”.

3.2. Introducción de datos en software y definición de los ensayos

El software CarSim se caracteriza por tener la capacidad de simular una gran variedad de situaciones a las que se pueden enfrentar los vehículos y permite extraer valores numéricos de dichas interacciones.

Para el desarrollo de este proyecto se ha empleado CarSim para simular el procedimiento de interacción con un perfil en la calzada. Para nuestro proyecto el software CarSim ha simulado los diferentes tipos de vehículos y su interacción con los badenes diseñados a diferentes velocidades.

Inicialmente al abrir el software aparece la pantalla principal de programa:

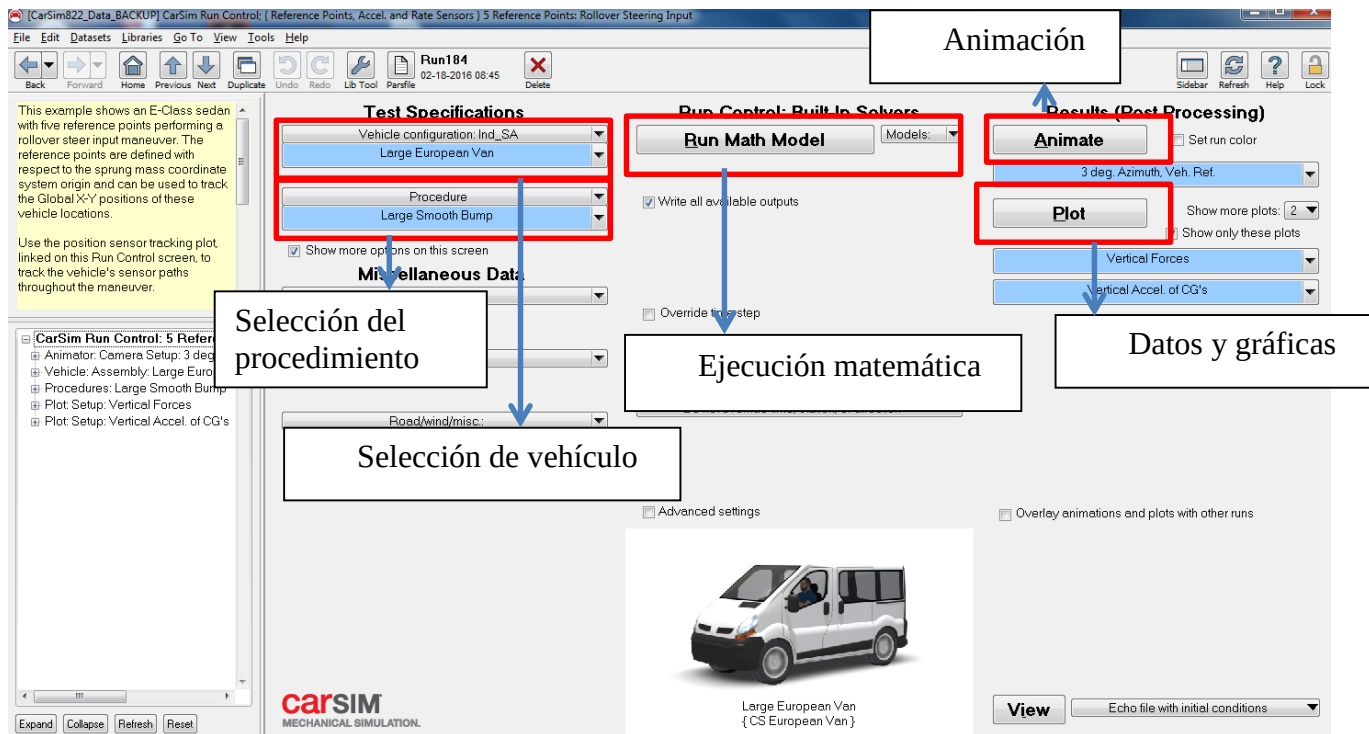


Figura 3-1 Página principal CarSim

Entre las diversas elecciones de características en esta página principal destaca la selección de vehículos, compilar los datos matemáticos y la salida de resultados expresada en gráficas matemáticas y video.

3.2.1. Introducción y selección de vehículos a emplear

Para la selección de vehículos de los diferentes ensayos se selecciona la flecha de la pestaña de color azul en la que viene el nombre del vehículo seleccionado actualmente, en el caso de Figura 3-1 Página principal CarSim la pestaña “Large European Van”, y se elige el vehículo de la extensa lista, dividida por clases.

Los vehículos, incluyendo sus características, son proporcionados por el software. Además se pueden modificar dichas especificaciones técnicas de cada vehículo haciendo click directamente sobre el nombre del vehículo.

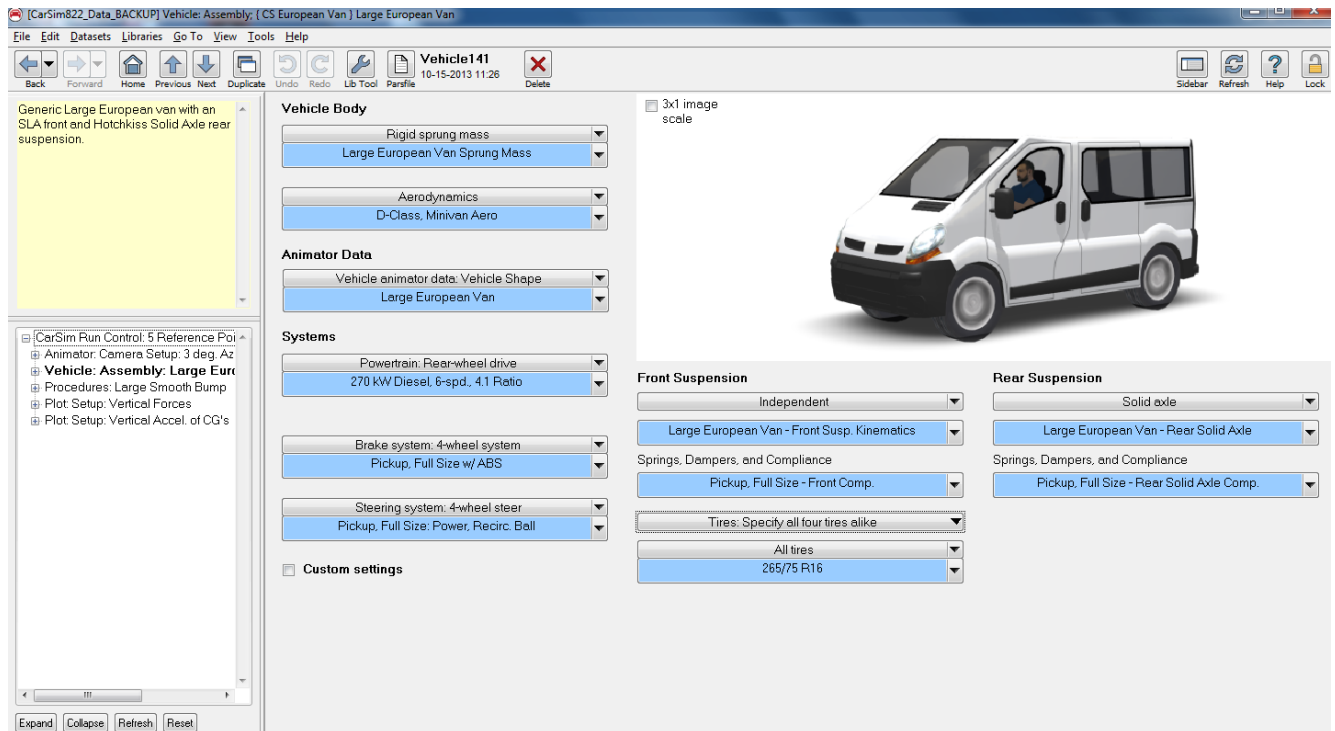


Figura 3-2 Características específicas del vehículo

Sin embargo, en este proyecto no se han modificado las características de los vehículos sino que se han utilizado las incorporadas por defecto.

La clasificación a escala global de los vehículos se divide en segmentos o clases. Las clases y los vehículos escogidos para realizar este proyecto han sido los siguientes:

- Clase A hatchback 2012.
- Clase B hatchback 2012.
- Clase C hatchback 2012.
- Clase E Sedan.
- Clase Large European Van.

Estos automóviles entran dentro de las clasificaciones para vehículos reales por lo que se pueden relacionar íntimamente con los vehículos que podemos encontrar en las carreteras europeas.

1. Clase A hatchback 2012.

Este vehículo clase A se puede relacionar con vehículos dentro del mercado europeo como un “Renault twingo,” o un “Hyundai Getz” que son vehículos diseñados para circular por terreno urbano con baja potencia, tamaño reducido y capacidad para cuatro adultos.

Las características particulares de este vehículo que nos ofrece el software son una potencia de 100CV y cinco velocidades.



Figura 3-3 Clase A hatchback 2012

2. Clase B hatchback 2012.

Los automóviles de clase B son algo más grandes que el tipo A y tienen mayor potencia, generalmente tienen espacio para cuatro adultos y un niño.

Entre los vehículos de clase B que podemos encontrar en Europa está el Seat Ibiza, Fiat Punto, Ford Focus, Peugeot 207, Volkswagen Polo, Audi A1 o Citroën C3.

El vehículo que emplea el software presenta las siguientes prestaciones en Potencia: Máxima potencia media de 150CV y mínima de 90 CV y algunos incluyen una 6ª velocidad.



Figura 3-4 Clase B hatchback 2012

3. Clase C hatchback 2012.

Los automóviles tipo C son muy similares a los tipo B salvo que disponen de algo más de potencia y tamaño, generalmente tienen espacio para cinco adultos.

Las prestaciones para los vehículos tipo C para el software son iguales que para los coches tipo B en potencia: potencias entre los 90 y 150 CV y 6 velocidades.

BMW Serie 1, Mercedes-Benz Clase A, Toyota Auris o Nissan Pulsar.



Figura 3-5 Clase C hatchback 2012

4. Clase E Sedan.

Son vehículos de alta potencia diseñados para un uso constante del máximo número de pasajeros con un nivel de confort muy elevado por lo que son automóviles amplios. Generalmente tienen espacio para cinco adultos. Sedán o berlina se refiere al tipo de carrocería.

Suelen ser coches de alta gama como el Audi A6, el Citroën C5 o el Tesla Model S (Eléctrico). Estos coches rondan las altas potencias con 150 KW de media y 6 velocidades.



Figura 3-6 Clase E Sedan

5. Clase European van (Large).

Dedicado a servicios laborales este tipo de automóviles se caracterizan por ser altamente espacioso y sostener una elevada capacidad de carga lo que requiere a su vez altas potencias para desplazar dicho peso.



Figura 3-7 Clase European van (Large)

3.2.2. Rango de velocidades.

Una vez seleccionado el tipo de vehículo la pestaña inferior permite definir el procedimiento en el que se podrá introducir tanto la velocidad como el badén.

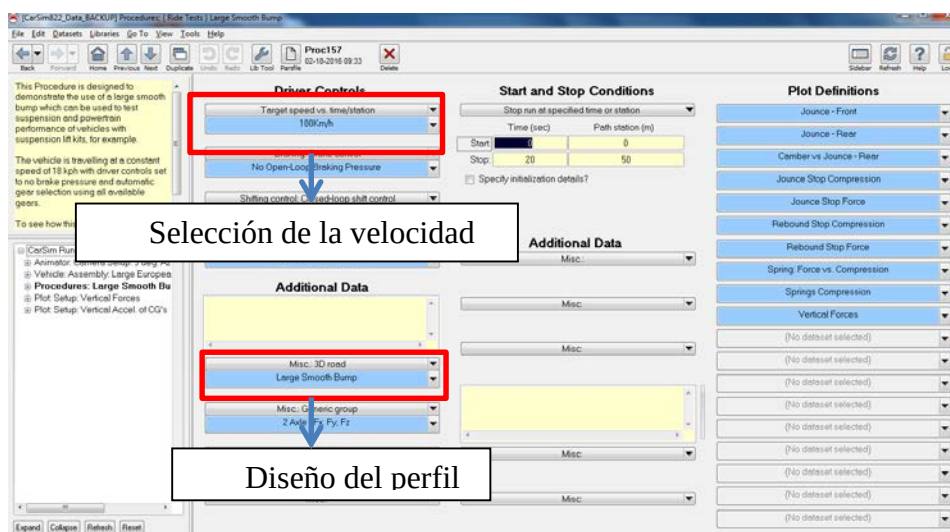


Figura 3-8 CarSim Datos del procedimiento

Las velocidades escogidas para el estudio de cada uno de los ensayos serán en función de los límites de velocidad establecidos para zonas urbanas y criterios que establece la DGT en función de las sanciones y excesos propios de los límites de velocidad exigidos para la circulación por el organismo competente. La relación de velocidades, intervalos y sanciones se exhiben en la siguiente ilustración.





Figura 3-9 Cuadro de velocidades y sanciones según DGT (Imagen tomada de [10])

Observando las velocidades comprendidas para tramos urbanos podemos diferenciar claramente 3 tipos de dispositivos:

- Dispositivos de 30.
- Dispositivos de 40.
- Dispositivos de 50.

Para una velocidad de 30Km/h la variación de las sanciones se establece para 50Km/h 60Km/h y 70 Km/h. En los ensayos realizados en este proyecto para dispositivos de 30 Km/h se establecerán estas velocidades para estudio en función de las vibraciones que se producen por cada exceso de velocidad.

Sin embargo para los dispositivos diseñados para circular a 40 Km/h las velocidades de estudio variarán para 60Km/h, 70km/h y 80Km/h.

Finalmente para el análisis de los dispositivos urbanos de máxima velocidad, 50Km/h, las velocidades que se emplearán en los ensayos para estos dispositivos serán 50Km/h, 70Km/h, 80Km/h y 100Km/h.

3.2.3. Diseño y selección de los badenes.

Los perfiles empleados para desarrollar este proyecto coinciden en su totalidad con los badenes específicos que se desarrollan en la ley [6] expuesta en el apartado anterior.

Los badenes extraídos de la ley mencionada se relacionan en la misma con sus respectivas velocidades existiendo tres velocidades principales en los tramos urbanos. Estas velocidades son 30km/h, 40km/h y 50km/h.

En función de las citadas velocidades se desarrollarán tres dispositivos reguladores de velocidad: Dispositivos de 30Km/h, dispositivos de 40Km/h y dispositivos de 50Km/h.

- Dispositivos de 30: Badén de paso peatonal 1m y badén prefabricado para una velocidad menor de 50Km/h.

- Dispositivos de 40: Badén de paso peatonal 1,5m.
- Dispositivos de 50: Badén de paso peatonal 2,5m y badén prefabricado para una velocidad de 50Km/h.

Los perfiles a desarrollar vendrán definidos por el tipo de badén que se exponen a continuación. Las variaciones en dimensión de las medidas se deben directamente al incremento de la fuerza vertical que se genera en el vehículo como consecuencia de un exceso de velocidad para el badén definido.

En el software CarSim el diseño de los badenes se realiza mediante la introducción de valores en una tabla en la que se define las prestaciones de dicho perfil. Dicha tabla contiene 6 columnas que rellenándolas adecuadamente perfilarán el relieve.

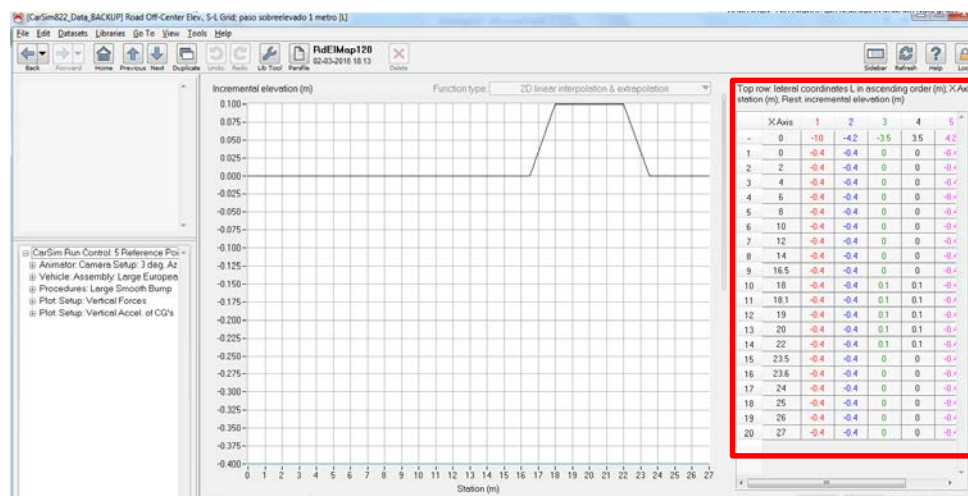


Figura 3-10 CarSim Diseño de los badenes

La Figura 3-10 CarSim Diseño de los badenes corresponde al diseño del badén de paso peatonal 1,5 m en el que se puede observar sobre la imagen 2D una pendiente de 1,5m de longitud hasta llegar a una altura de 10 cm y 4m de longitud el tramo de mayor altura hasta la pendiente de nuevo de longitud 1,5m.

Aparte de presentar sobre la pantalla una imagen 2D, el software también ofrece una perspectiva en visión 3D de los badenes diseñados.

Las siguientes imágenes corresponden al diseño de los badenes introduciendo en el software las correspondientes medidas que se describen en BOE núm. 261 Miércoles 29 octubre 2008 42795 [6]

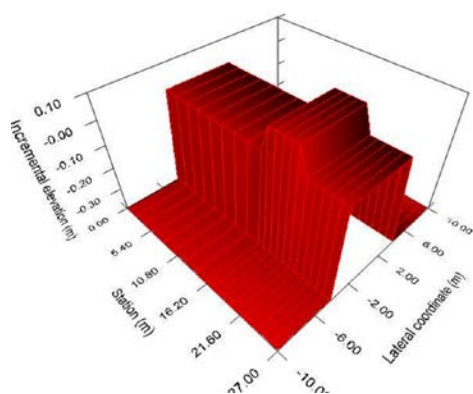


Figura 3-11 Badén de paso peatonal 1m

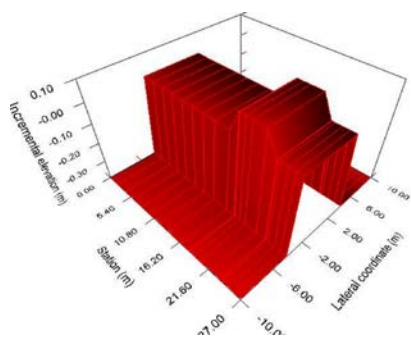


Figura 3-12 Badén de paso peatonal 1,5m

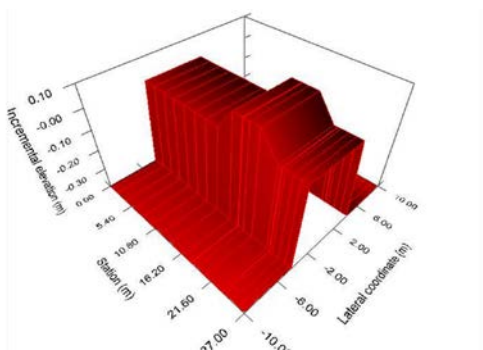


Figura 3-13 Badén de paso peatonal 2m

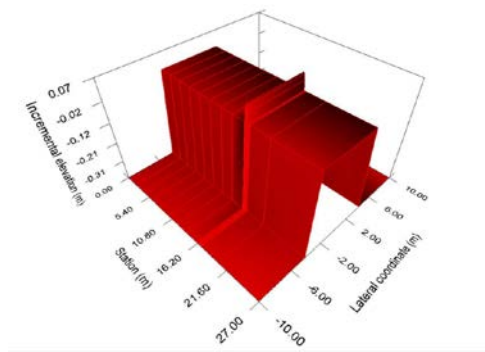


Figura 3-14 Badén prefabricado velocidad de 50Km/h

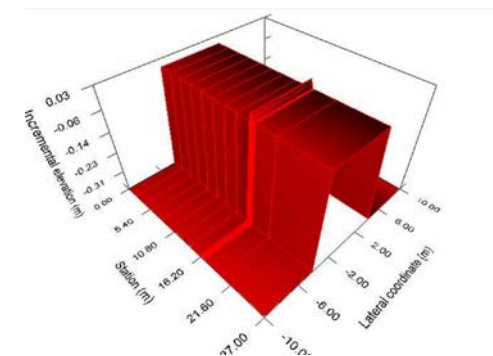


Figura 3-15 Badén prefabricado para una velocidad menor de 50Km/h

3.2.4. Ejecución y simulación

Una vez definido todos los parámetros para realizar un ensayo (vehículo, velocidad y tipo de badén) podemos realizar la ejecución de la simulación y analizar los resultados obtenidos.

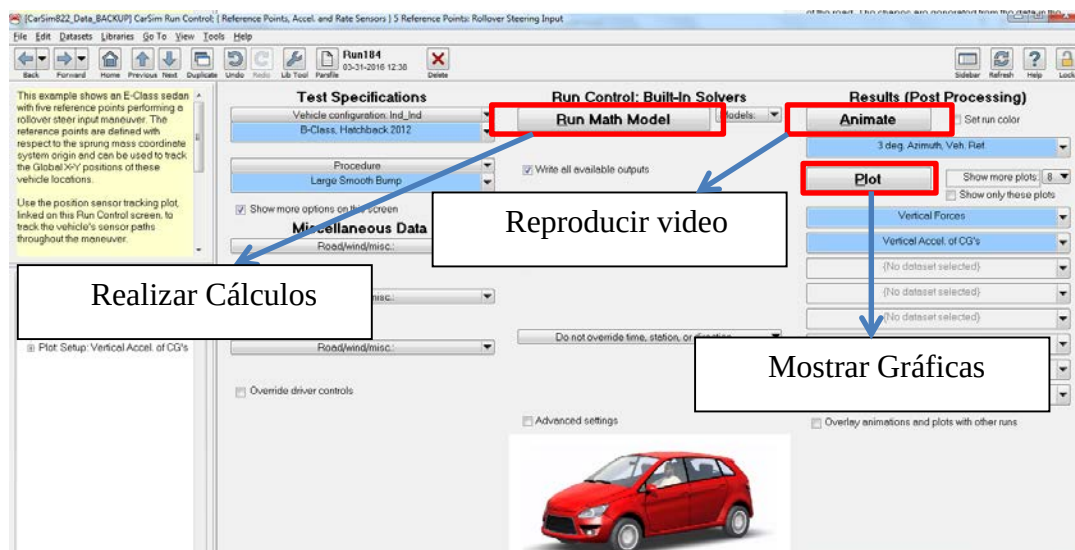


Figura 3-16 Pagina principal CarSim

Es importante realizar los cálculos antes de “Reproducir video” o “Mostrar gráfica” ya que sino el programa no habrá hecho la simulación con los valores deseados y podría inducir a importantes errores en las soluciones.

El video no es más que una mera representación visual para comprobar que los parámetros seleccionados son correctos pero no aportan datos para la realización de cálculos necesarios para desarrollar este proyecto.

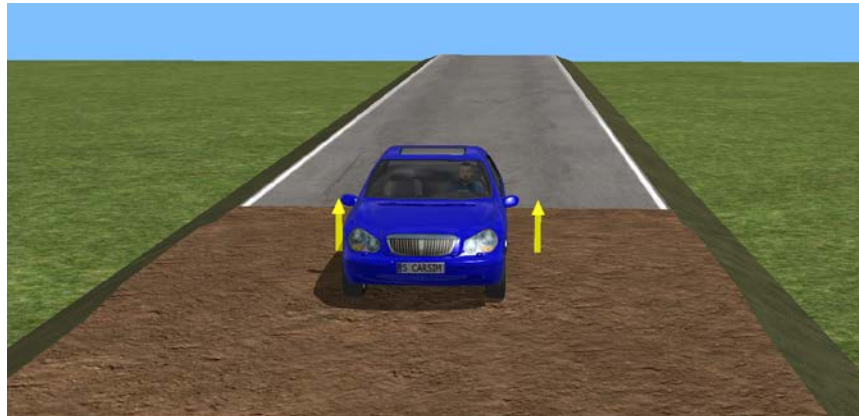


Figura 3-17 Ejemplo de animación de CarSim

Tiene mayor interés para nuestro estudio los datos que se recogen en las gráficas. En la pestaña “Plot” se pueden elegir las gráficas que se necesiten para realizar los análisis sobre los datos escogidos.

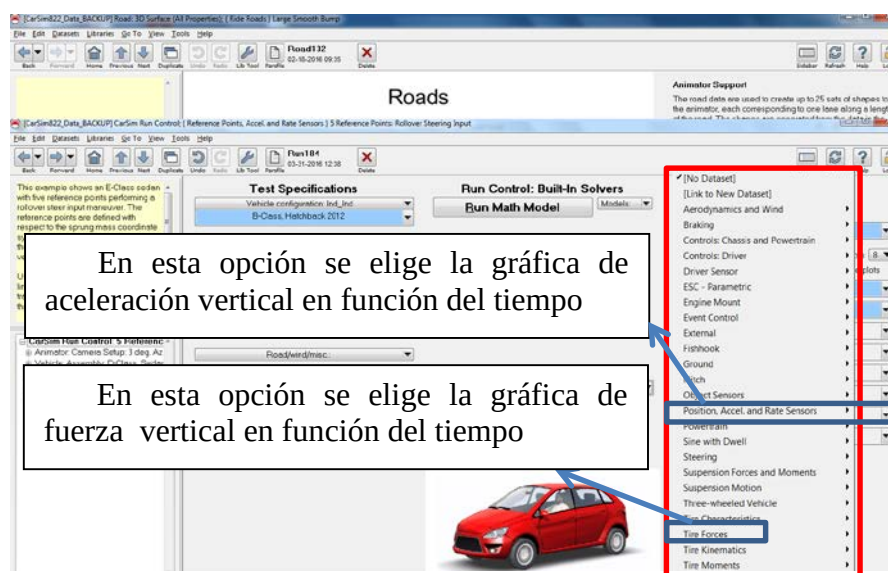


Figura 3-18 Abanico de tipos de gráficas ofertadas por CarSim

El software CarSim nos ofrece las gráficas a través del programa WinEP que ha sido un programa muy útil para la elaboración de este proyecto ya que en la versión más avanzada del software la recogida de datos se realizaba sobre el mismo programa y no dejaba extraerlos a otras fuentes. Sin embargo, en una versión más antigua del programa utilizaba WinEP del cual se podía descargar los datos de todos los puntos del ensayo en formato .txt.

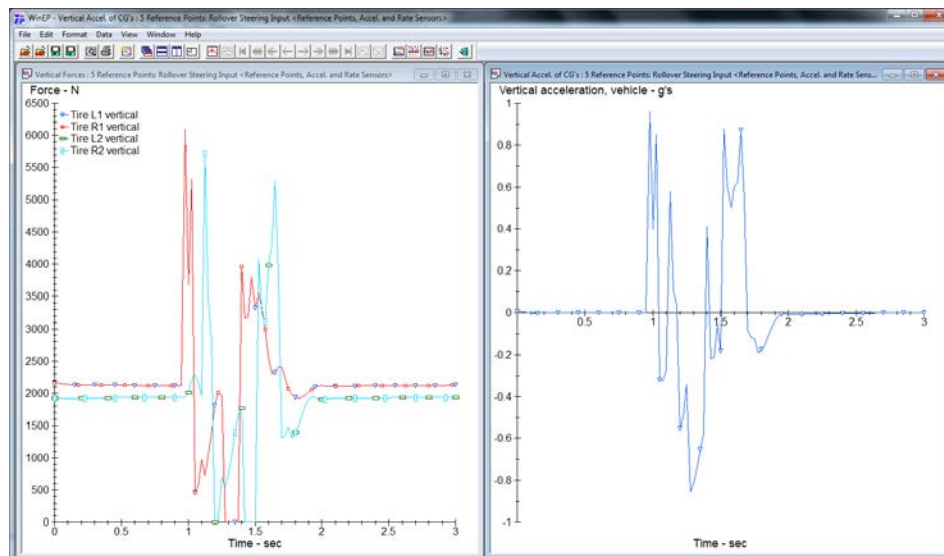


Figura 3-19 Ejemplo de las gráficas ofrecidas por CarSim a través de WinEP

Estos datos por puntos son los objetivos de estudio en el ensayo ya que de estos puntos se obtienen los datos de $F_{\max}$ y $F_{\min}$ por cada eje así como la $a_{\max}$ y $a_{\min}$.

Si aplicáramos la Ecuación 1 Valor de RMS y Ecuación 3 Valor VDV a todos los puntos de las gráficas extraídos podríamos obtener los valores de RMS y VDV de cada ensayo.

Para ello se utilizó una hoja de cálculo en el programa Microsoft Excel 2010 se insertaron las operaciones correctamente y el programa nos daba los valores deseados.

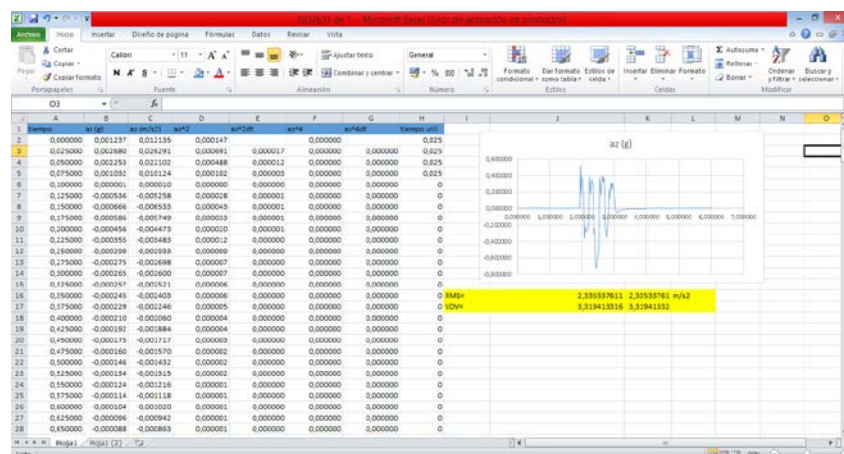


Figura 3-20 Hoja de Microsoft Excel 2010

La hoja de Excel incluye ocho columnas para el tratamiento de los datos:

- Columna 1.-La primera columna corresponde al tiempo dentro del ensayo en el que se toma esa medida y aumenta el tiempo entre puntos para todos los puntos estudiados en 0,025s.
- Columna 2.-La segunda columna hace referencia a la aceleración calculada en ese preciso momento de tiempo.
- Columna 3.-Los valores registrados de aceleración vienen en unidades de gravedad mientras que la Ecuación 1 Valor de RMS y Ecuación 3 Valor VDV emplean m/s^2 como

unidades para la aceleración. Por tanto en esta columna se multiplican los valores de la segunda columna por $9,81\text{m/s}^2$.

- Columna 4.-En la ecuación de RMS los valores de a_z están elevados al cuadrado asique en esta columna realizamos dicha operación.
- Columna 5.-En la columna cinco multiplicamos el valor al cuadrado de la aceleración en m/s^2 por la diferencia de tiempos entre el punto en ese momento y el anterior que siempre va a ser 0.0025s como hemos definido en la primera columna.
- Columna 6.-En esta columna los valores de a_z para calcular VDV están elevados a la cuarta asique en esta columna realizamos dicha operación.
- Columna 7.-En la columna 7 se realiza la misma operación que en la columna 5 salvo que aquí los valores de la aceleración vertical están elevados a la cuarta para el cálculo de VDV.
- Columna 8.-En la columna de tiempo útil hemos introducido la siguiente operación para únicamente escoger aquellos valores representativos que para nuestro estudio será aquel en el que la aceleración vertical llegue a ser mayor de $0,01\text{m/s}^2$ (Columna 3).

Tiempo útil para el punto 5 = SI (ABS (C5) <0,01; 0; 1)(A6-A5).*

- También es importante que para completar todos los datos de las ecuaciones de RMS y VDV es necesario realizar la autosuma de todos los valores de la aceleración al cuadrado y del tiempo útil para calcular el valor RMS y particularmente de la aceleración a la cuarta para el valor de VDV.
- Por último se introduce en la Casilla J16 la ecuación que nos dará el valor de RMS Ecuación 1 Valor de RMS. Y en la casilla J17 Ecuación 3 Valor VDV

Valor de RMS: RAIZ (SUMA (E2:E242)/SUMA (H2:H242))

Valor de VDV: (SUMA (G2:G242)/SUMA (H2:H242)) ^0,25

3.2.5. Parámetros a estudiar

- Aceleración vertical: Como se define en la Ecuación 1 Valor de RMS dicha variable de RMS definida en la norma ISO2631 [13] depende directamente del valor de la aceleración vertical (a_w). En cada ensayo se obtendrán los valores máximos y mínimos que pudieran llegar a causar los valores máximos de RMS y por tanto los valores más nocivos para los pasajeros de los vehículos. Estos datos de RMS obtenidos aplicando la Ecuación 1 Valor de RMS se compararán con los valores de Tabla 1-2 Criterios ISO de confort en vibración de cuerpo entero con el fin de establecer conclusiones sobre la relación entre la velocidad, el valor de RMS y la comodidad o vibración sufrida por los pasajeros.
- Fuerza vertical: El valor de la fuerza vertical es importante en el estudio de la adherencia y de la relación de contacto suela-rueda. La adherencia es la relación de fricción entre el suelo y el neumático y por tanto la adherencia es un factor clave en la seguridad del vehículo y en la maniobrabilidad pues a través de esta se ejerce el control del vehículo.

3.3. Ensayos realizados

- 1 Clase A hatckback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 30km/h
- 2 Clase A hatckback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 50km/h
- 3 Clase A hatckback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 60Km/h

- 4 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 70Km/h
- 5 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 80Km/h
- 6 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 30Km/h
- 7 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 50Km/h
- 8 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 60Km/h
- 9 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 70Km/h
- 10 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 80Km/h
- 11 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 40Km/h
- 12 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 60Km/h
- 13 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 70Km/h
- 14 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 80Km/h
- 15 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 90Km/h
- 16 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 50Km/h
- 17 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 70Km/h
- 18 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 80Km/h
- 19 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 90Km/h
- 20 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 100Km/h
- 21 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 50Km/h
- 22 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 70Km/h
- 23 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 80Km/h
- 24 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 90Km/h
- 25 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 100Km/h
- 26 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 30km/h
- 27 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 50km/h
- 28 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 60Km/h
- 29 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 70Km/h
- 30 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 80Km/h

- 31 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 30Km/h
- 32 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 50Km/h
- 33 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 60Km/h
- 34 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 70Km/h
- 35 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 80Km/h
- 36 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 40Km/h
- 37 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 60Km/h
- 38 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 70Km/h
- 39 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 80Km/h
- 40 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 90Km/h
- 41 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 50Km/h
- 42 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 70Km/h
- 43 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 80Km/h
- 44 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 90Km/h
- 45 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 100Km/h
- 46 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 50Km/h
- 47 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 70Km/h
- 48 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 80Km/h
- 49 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 90Km/h
- 50 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 100Km/h
- 51 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 30km/h
- 52 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 50km/h
- 53 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 60Km/h
- 54 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 70Km/h
- 55 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 80Km/h
- 56 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 30Km/h
- 57 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 50Km/h

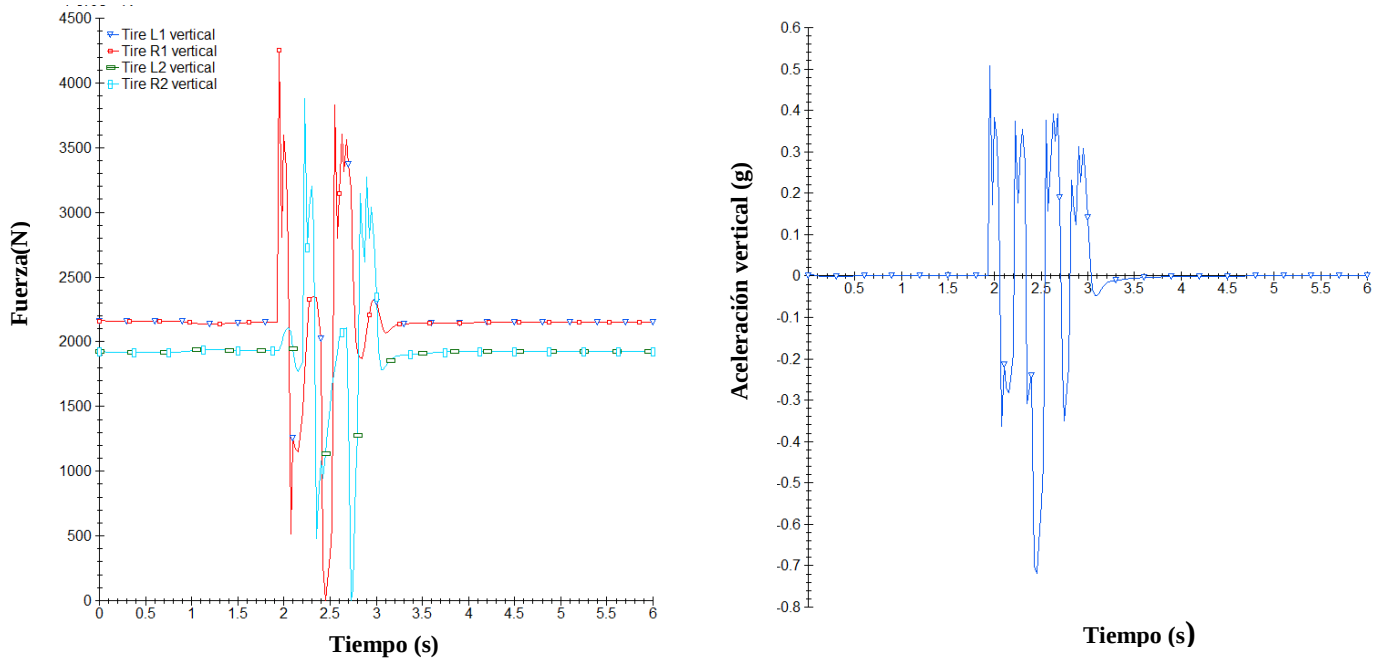
- 58 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 60Km/h
- 59 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 70Km/h
- 60 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 80Km/h
- 61 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 40Km/h
- 62 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 60Km/h
- 63 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 70Km/h
- 64 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 80Km/h
- 65 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 90Km/h
- 66 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 50Km/h
- 67 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 70Km/h
- 68 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 80Km/h
- 69 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 90Km/h
- 70 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 100Km/h
- 71 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 50Km/h
- 72 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 70Km/h
- 73 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 80Km/h
- 74 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 90Km/h
- 75 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 100Km/h
- 76 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 30km/h
- 77 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 50km/h
- 78 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 60Km/h
- 79 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 70Km/h
- 80 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 80Km/h
- 81 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 30Km/h
- 82 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 50Km/h
- 83 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 60Km/h

- 84 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 70Km/h
- 85 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 80Km/h
- 86 Clase E Sedan Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 40Km/h
- 87 Clase E Sedan Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 60Km/h
- 88 Clase E Sedan Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 70Km/h
- 89 Clase E Sedan Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 80Km/h
- 90 Clase E Sedan Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 90Km/h
- 91 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 50Km/h
- 92 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 70Km/h
- 93 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 80Km/h
- 94 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 90Km/h
- 95 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 100Km/h
- 96 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 50Km/h
- 97 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 70Km/h
- 98 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 80Km/h
- 99 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 90Km/h
- 100Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 100Km/h
- 101Large European van Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 30km/h
- 102Large European van Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 50km/h
- 103Large European van Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 60Km/h
- 104Large European van Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 70Km/h
- 105Large European van Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m. 80Km/h
- 106Large European van Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 30Km/h
- 107Large European van Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 50Km/h
- 108Large European van Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 60Km/h
- 109Large European van Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 70Km/h
- 110Large European van Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 80Km/h
- 111Large European van Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 40Km/h
- 112Large European van Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 60Km/h
- 113Large European van Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 70Km/h
- 114Large European van Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 80Km/h.
- 115Large European van Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m. 90Km/h.
- 116Large European van Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 50Km/h.
- 117Large European van Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 70Km/h.
- 118Large European van Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 80Km/h.
- 119Large European van Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 90Km/h.
- 120Large European van Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m. 100Km/h.
- 121Large European van Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 50Km/h.

- 122Large European van Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 70Km/h.
- 123Large European van Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 80Km/h.
- 124Large European van Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 90Km/h.
- 125Large European van Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h. 100Km/h.

3.4. Resultados

1 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.30km/h.

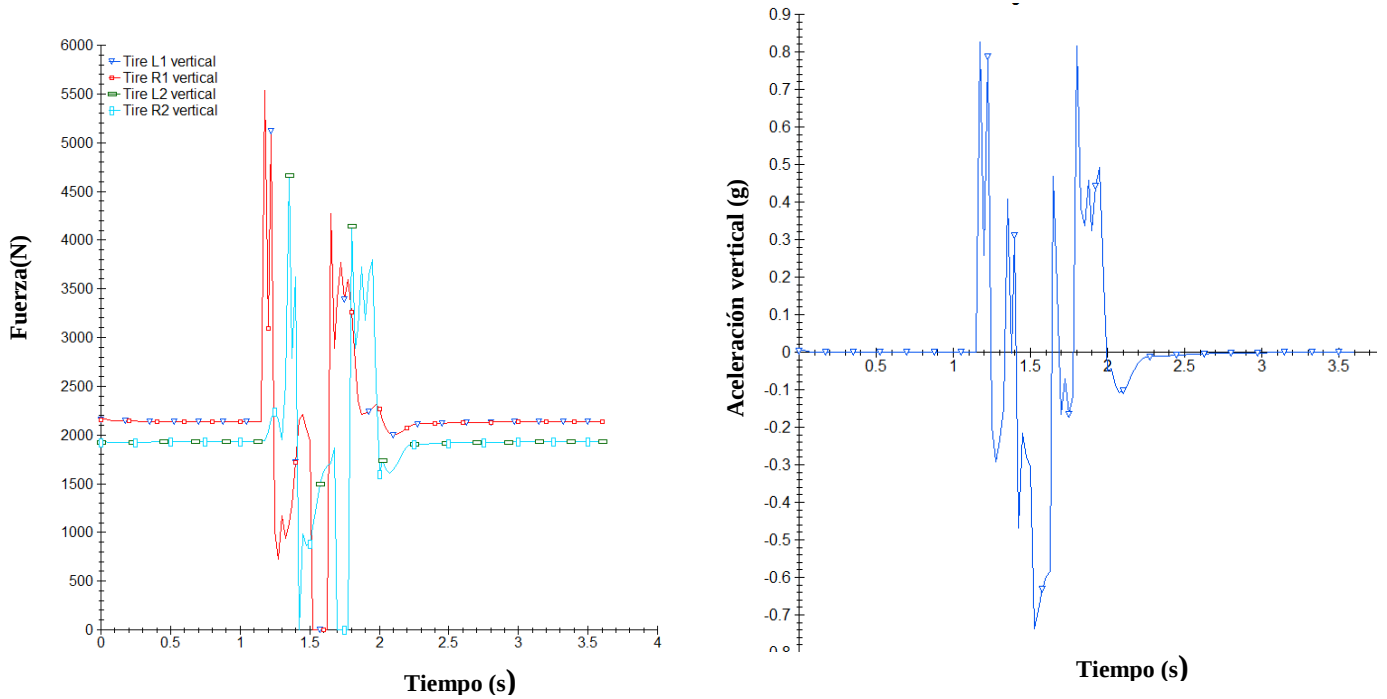


Gráfica 3-1 Ensayo 1, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	4249,97
Ftrasera maxima (N)	3146,17
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0,508
$a_{\max}(-)$ (g)	-0,719
RMS (m/s^2)	2,3
VDV (m/s^2)	3,31

Tabla 3-1 Datos extraídos de ensayo 1

2 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.50km/h.

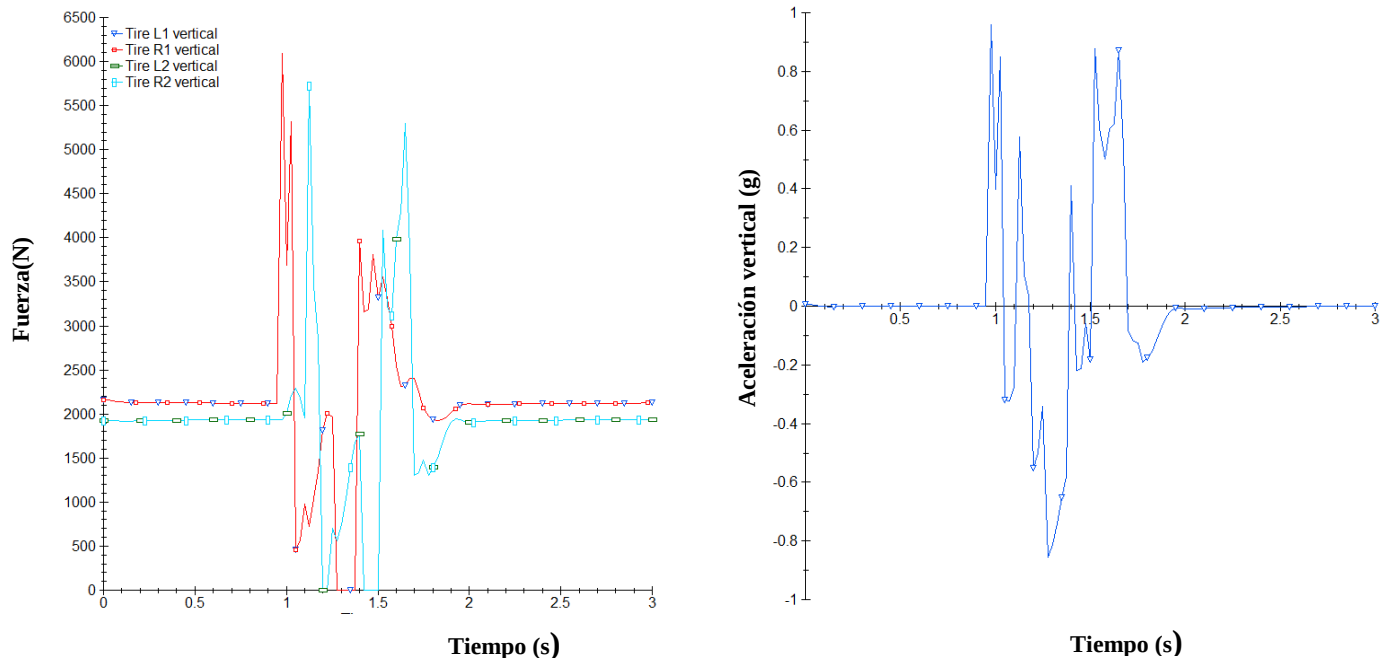


Gráfica 3-2 Ensayo 2, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157.84
Ftrasera inicial (N)	192560
Fdelantera maxima (N)	5536.82
Ftrasera maxima (N)	4664.27
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.82
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.73
RMS (m/s^2)	2.72
VDV (m/s^2)	4.10

Tabla 3-2 Datos extraídos de ensayo 2

3 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.60Km/h.

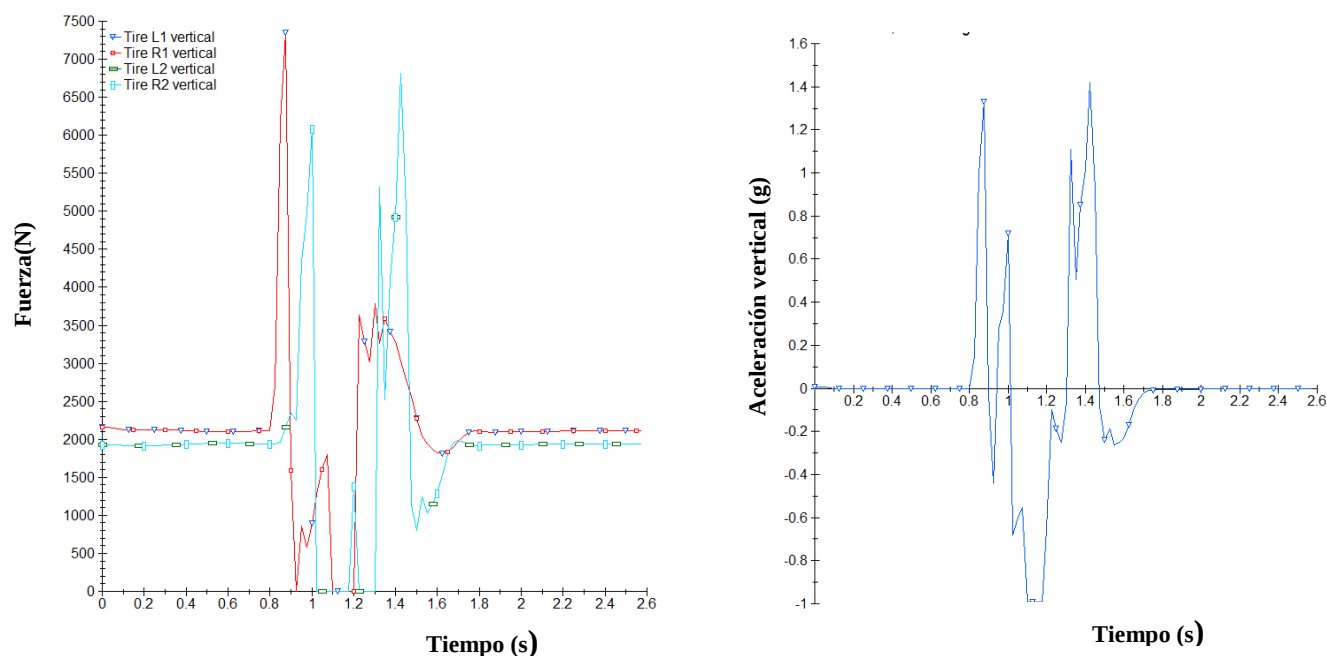


Gráfica 3-3 Ensayo 3, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	6092.40
Ftrasera maxima (N)	5728.06
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max(+)} (g)$	0.960
$a_{\max(-)} (g)$	-0.850
RMS (m/s^2)	3.37
VDV (m/s^2)	4.91

Tabla 3-3 Datos extraídos de ensayo 3

4 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.70Km/h.

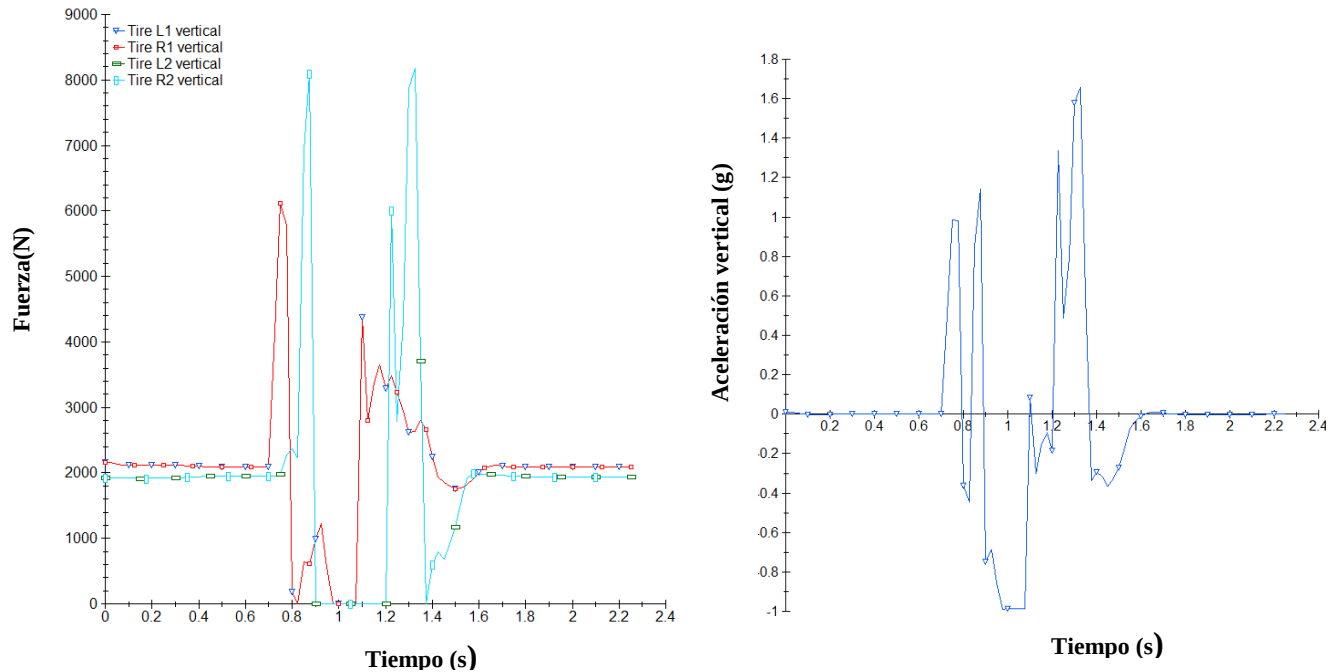


Gráfica 3-4 Ensayo 4, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	7334.12
Ftrasera maxima (N)	6812.34
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.41
$a_{\max}(-)$ (g)	0.991
RMS (m/s^2)	4.55
VDV (m/s^2)	6.80

Tabla 3-4 Datos extraídos de ensayo 4

5 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.80Km/h.

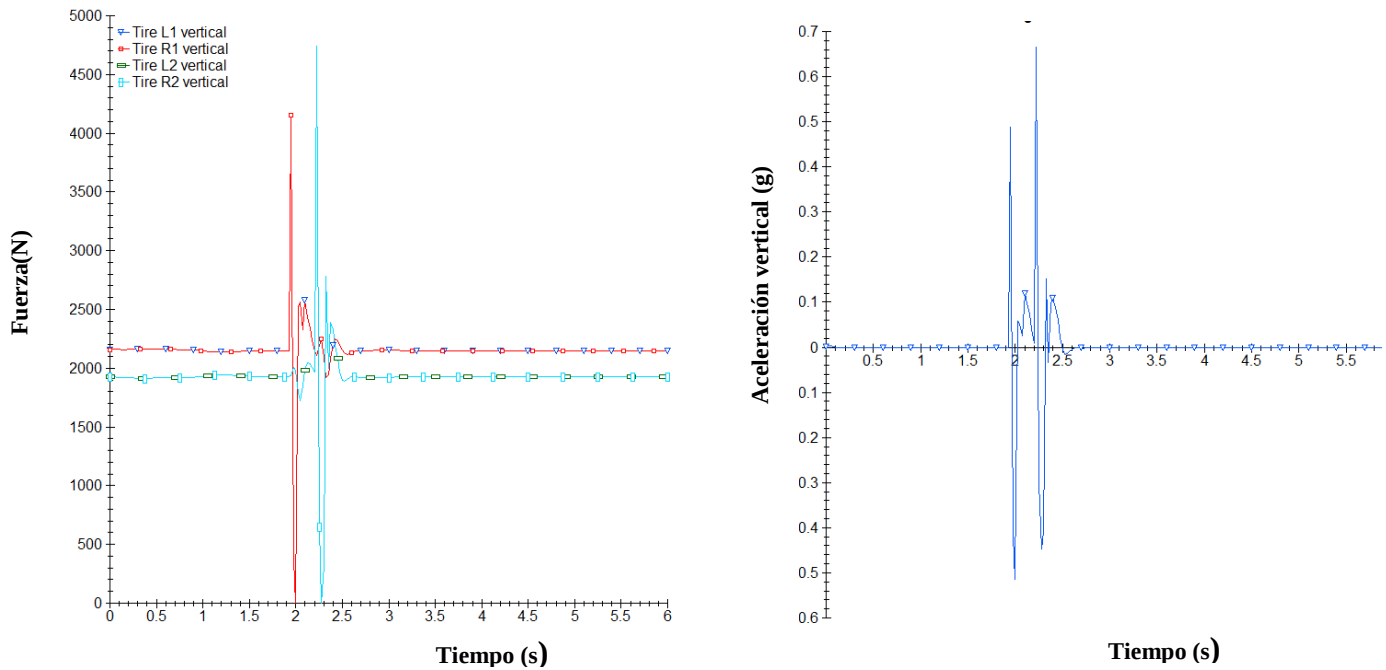


Gráfica 3-5 Ensayo 5, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	6109.8
Ftrasera maxima (N)	8176.68
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max(+)} (g)$	1.657
$a_{\max(-)} (g)$	-0.989
RMS (m/s^2)	5.56
VDV (m/s^2)	7.98

Tabla 3-5 Datos extraídos de ensayo 5

6 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 Km/h.30Km/h.

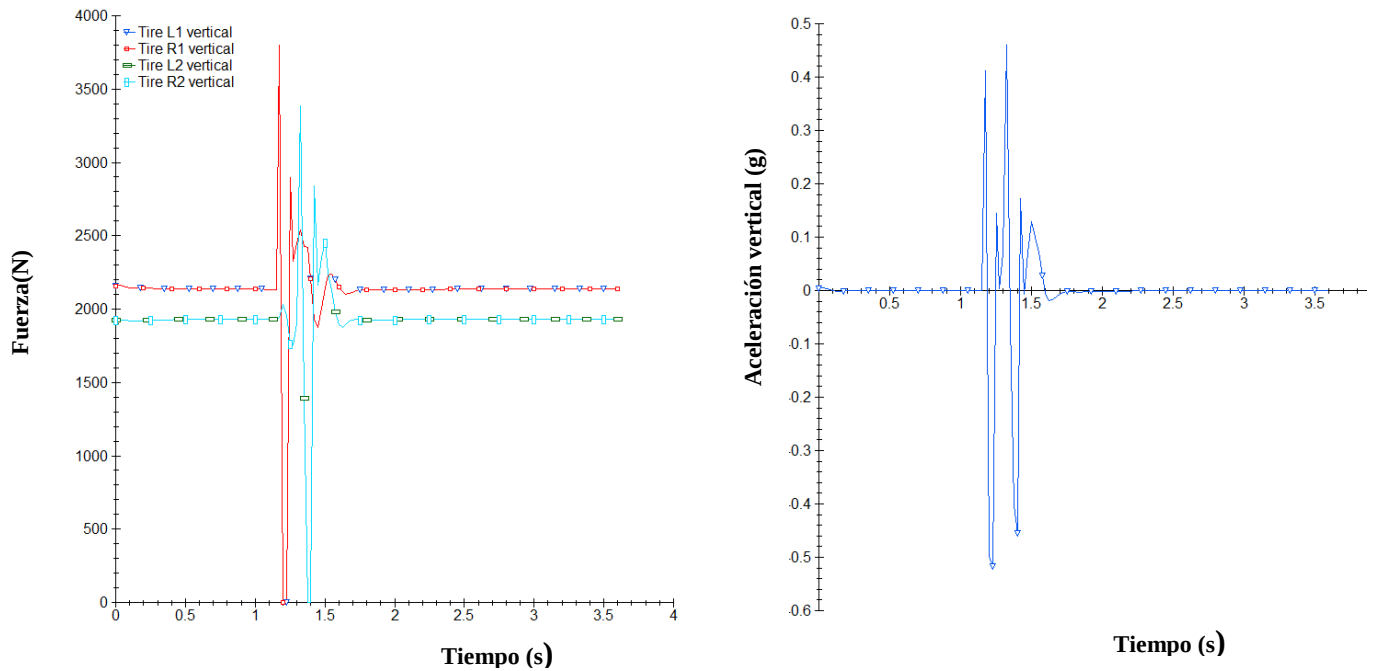


Gráfica 3-6 Ensayo 6, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	4151.89
Ftrasera maxima (N)	4738.74
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.665
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.514
RMS (m/s^2)	1.93
VDV (m/s^2)	3.10

Tabla 3-6 Datos extraídos de ensayo 6

7 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.50Km/h.

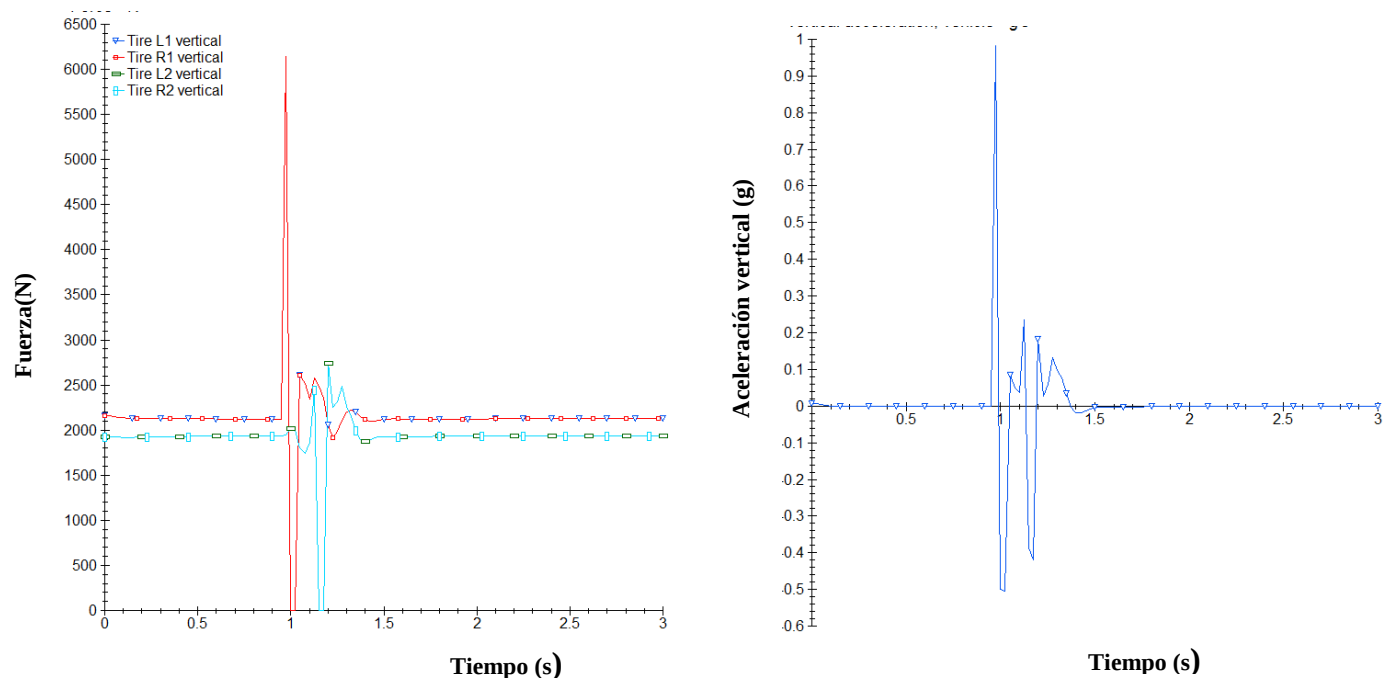


Gráfica 3-7 Ensayo 7, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	3800.57
Ftrasera maxima (N)	3384.76
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.460
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.517
RMS (m/s^2)	1.68
VDV (m/s^2)	2.73

Tabla 3-7 Datos extraídos de ensayo 7

8 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.60Km/h.

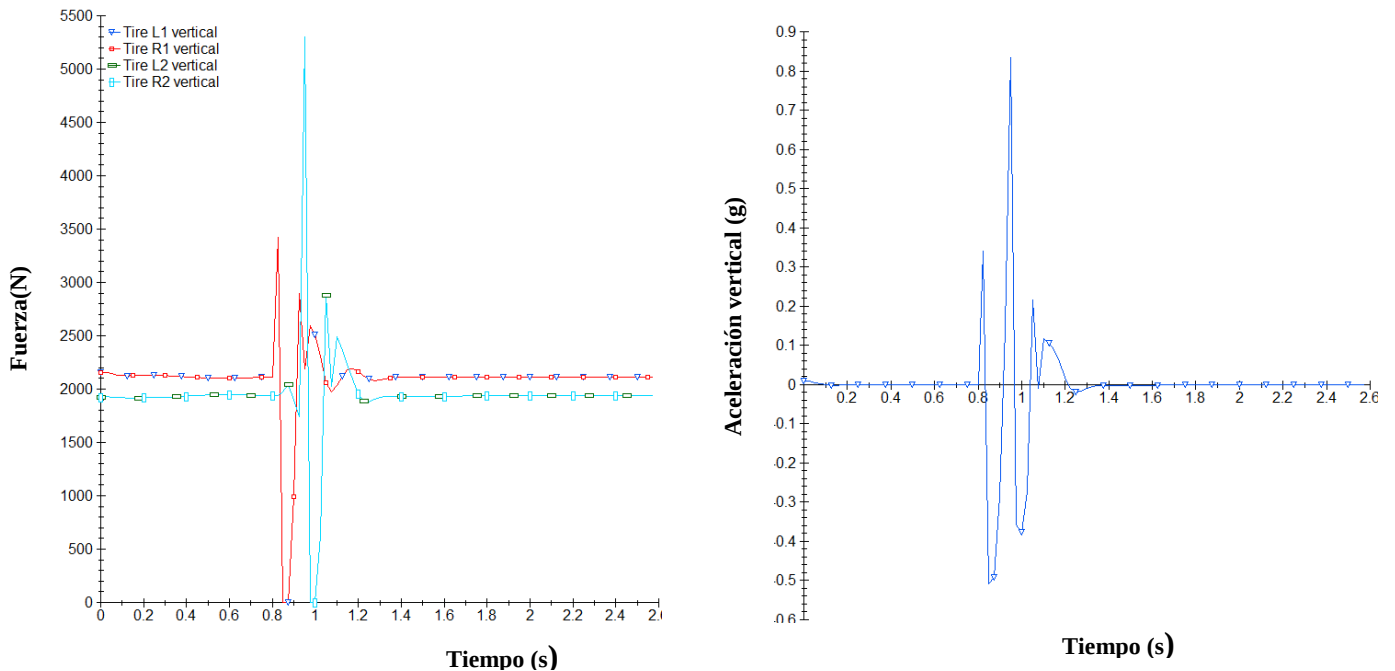


Gráfica 3-8 Ensayo 8, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	6147.11
Ftrasera maxima (N)	1925.60
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.981
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.505
RMS (m/s^2)	1.98
VDV (m/s^2)	3.84

Tabla 3-8 Datos extraídos de ensayo 8

9 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 70Km/h.

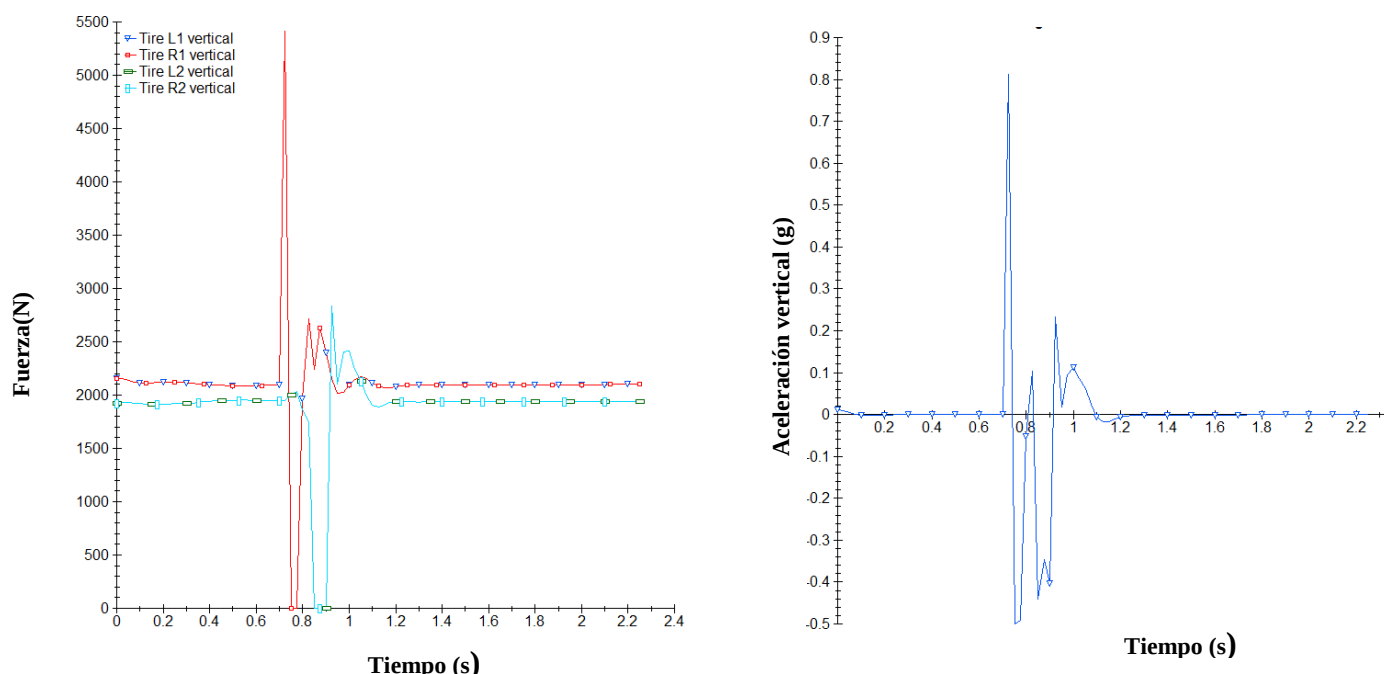


Gráfica 3-9 Ensayo 9, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	3422.01
Ftrasera maxima (N)	5298.58
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.833
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.509
RMS (m/s^2)	1.96
VDV (m/s^2)	3.41

Tabla 3-9 Datos extraídos de ensayo 9

10 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.80Km/h.

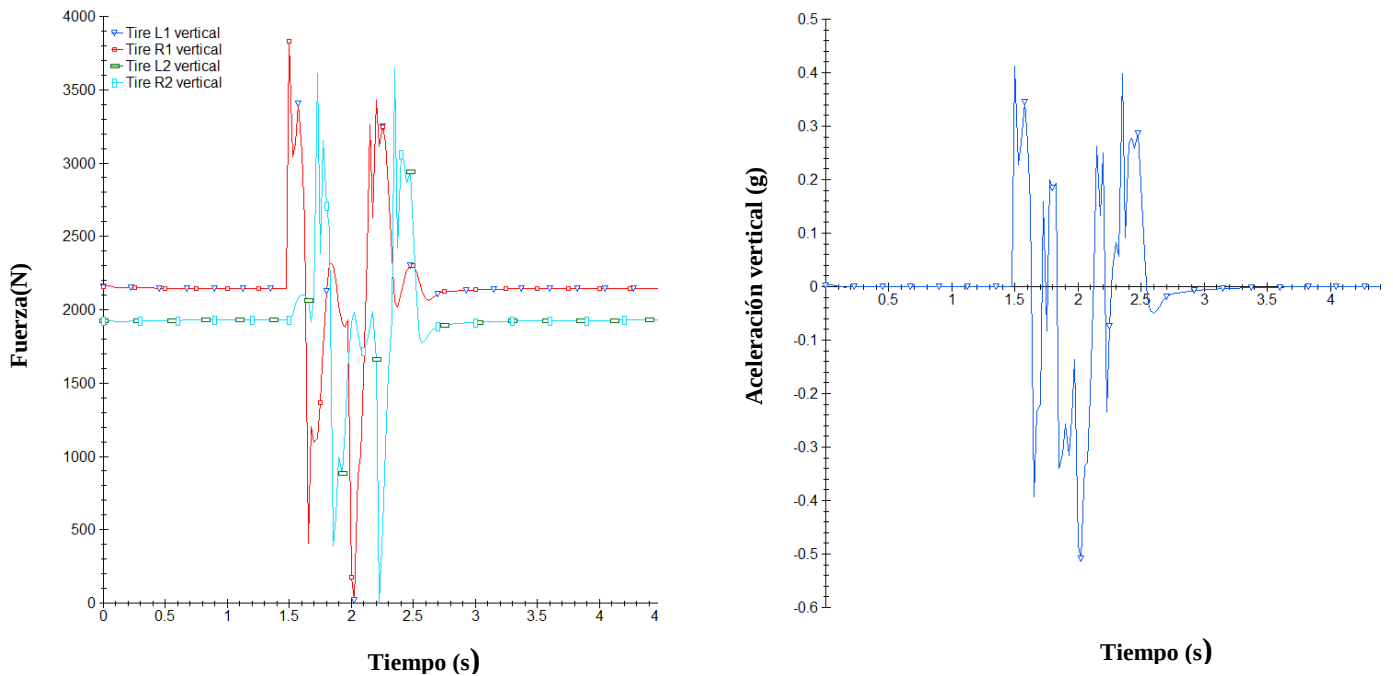


Gráfica 3-10 Ensayo 10, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	5412.04
Ftrasera maxima (N)	2833.09
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.812
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.500
RMS (m/s^2)	1.90
VDV (m/s^2)	3.46

Tabla 3-10 Datos extraídos de ensayo 10

11 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.40Km/h.

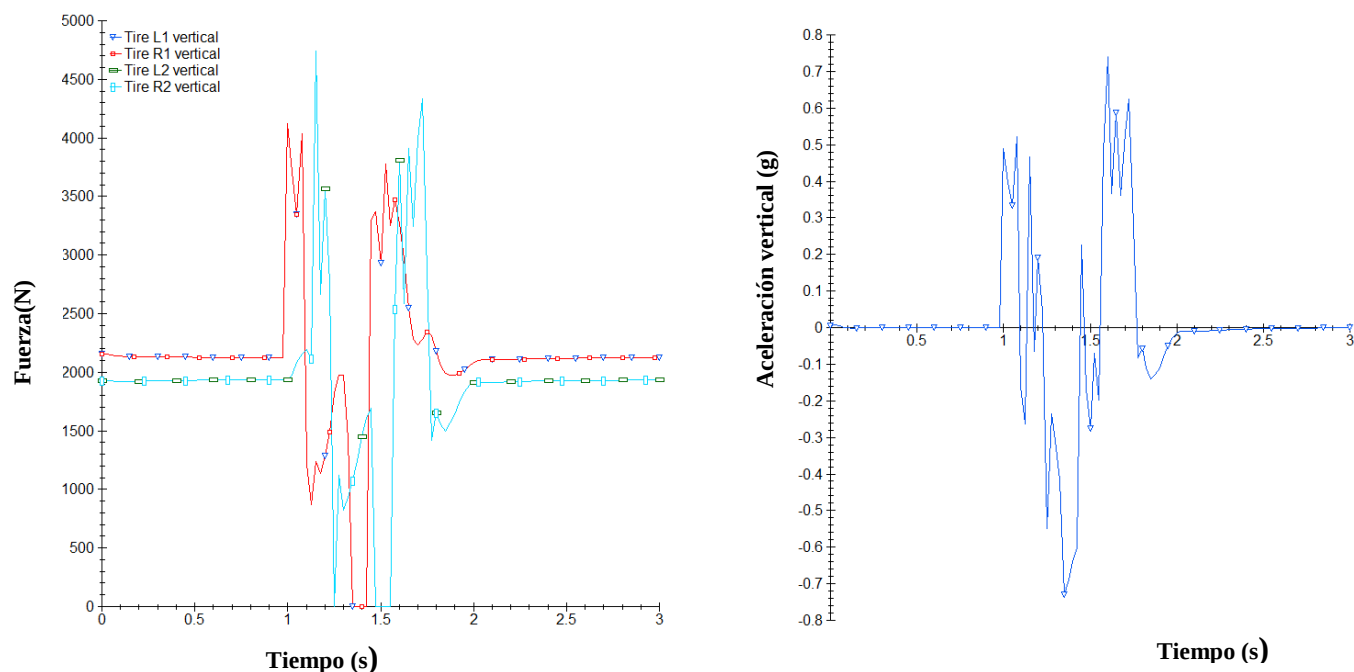


Gráfica 3-11 Ensayo 11, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	3833.10
Ftrasera maxima (N)	3644.62
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0.9
Adherencia trasera minima %	0.4110
$a_{\max}(+)$ (g)	0.411
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.508
RMS (m/s^2)	1.76
VDV (m/s^2)	2.44

Tabla 3-11 Datos extraídos de ensayo 11

12 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.60Km/h.

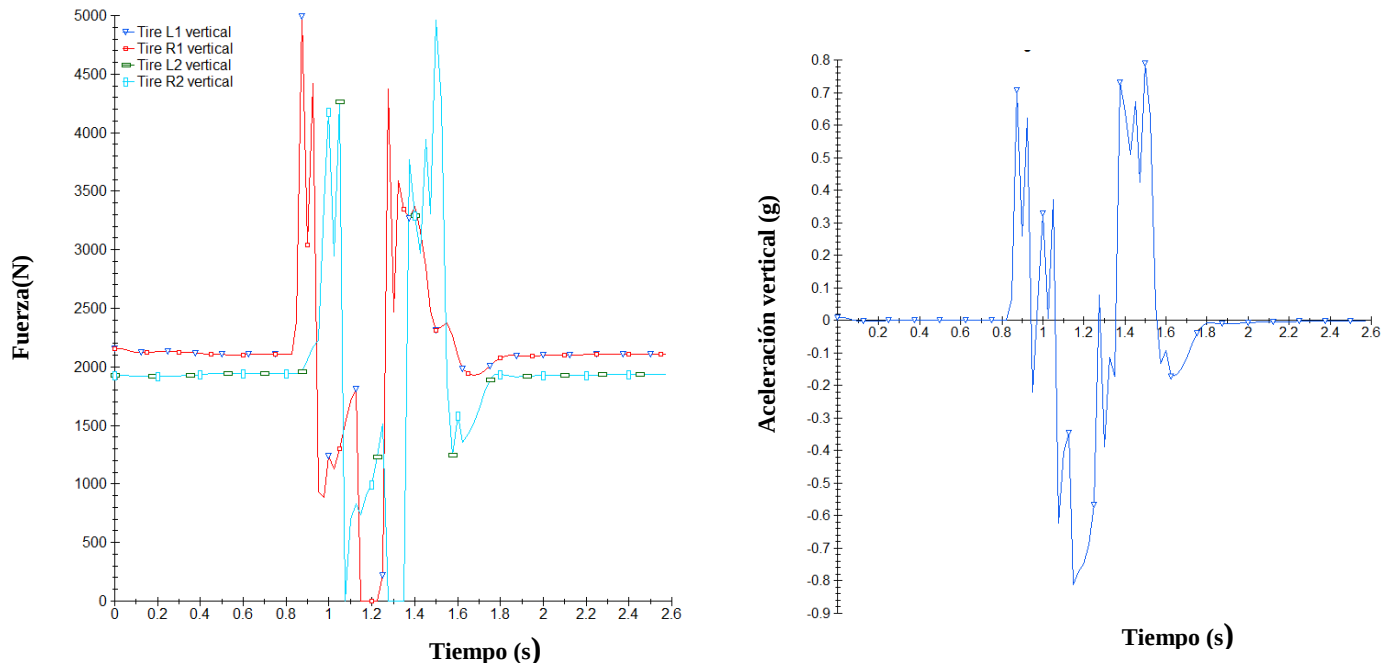


Gráfica 3-12 Ensayo 12, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	4121.73
Ftrasera maxima (N)	4740.78
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.739
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.730
RMS (m/s^2)	2.62
VDV (m/s^2)	3.86

Tabla 3-12 Datos extraídos de ensayo 12

13 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.70Km/h.

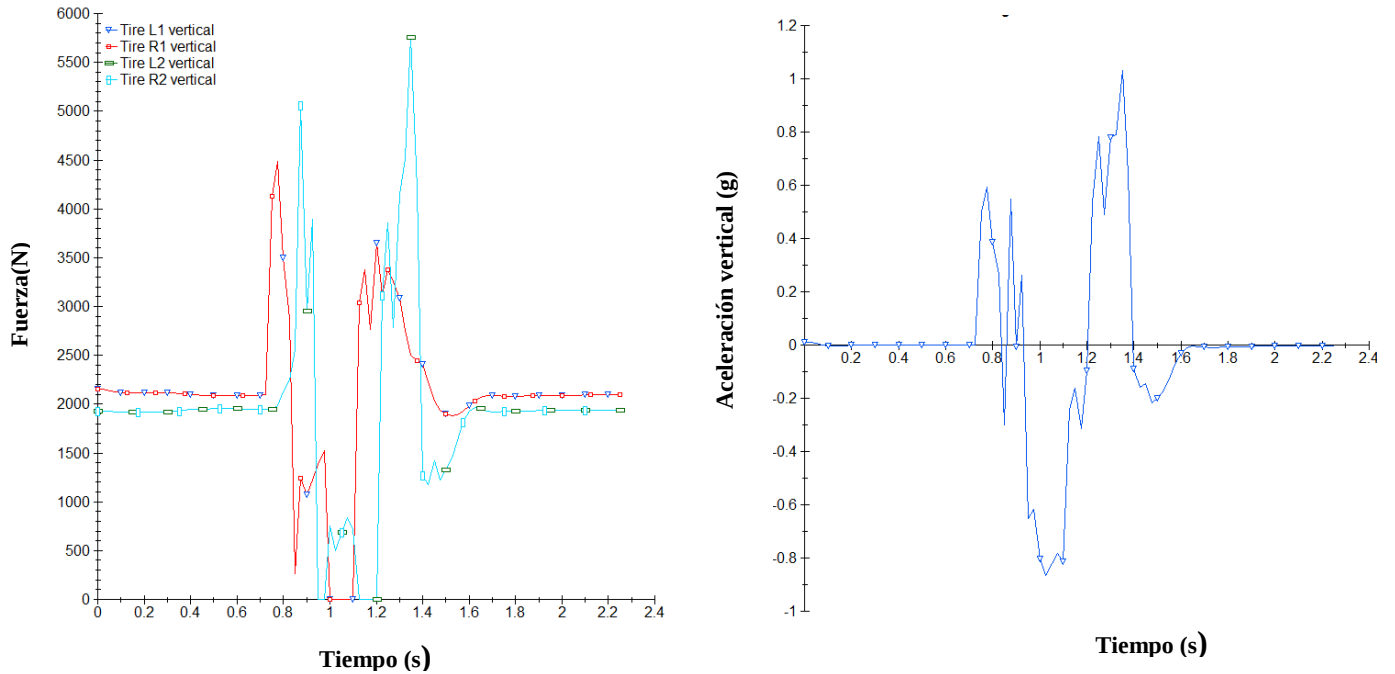


Gráfica 3-13 Ensayo 13, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	4990.02
Ftrasera maxima (N)	4964.35
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.789
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.811
RMS (m/s^2)	3.12
VDV (m/s^2)	4.50

Tabla 3-13 Datos extraidos de ensayo 13

14 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.80Km/h.

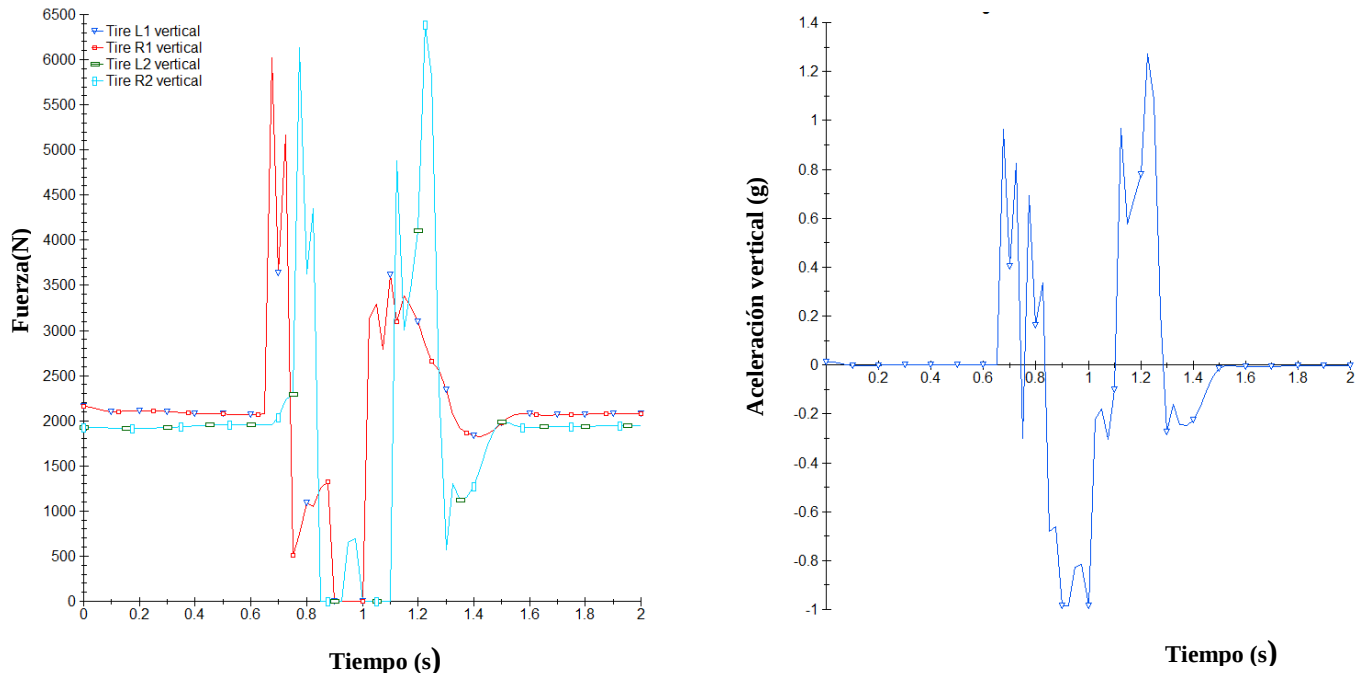


Gráfica 3-14 Ensayo 14, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	4488.15
Ftrasera maxima (N)	5755.29
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.031
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.866
RMS (m/s^2)	3.67
VDV (m/s^2)	5.21

Tabla 3-14 Datos extraídos de ensayo 14

15 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.90Km/h.

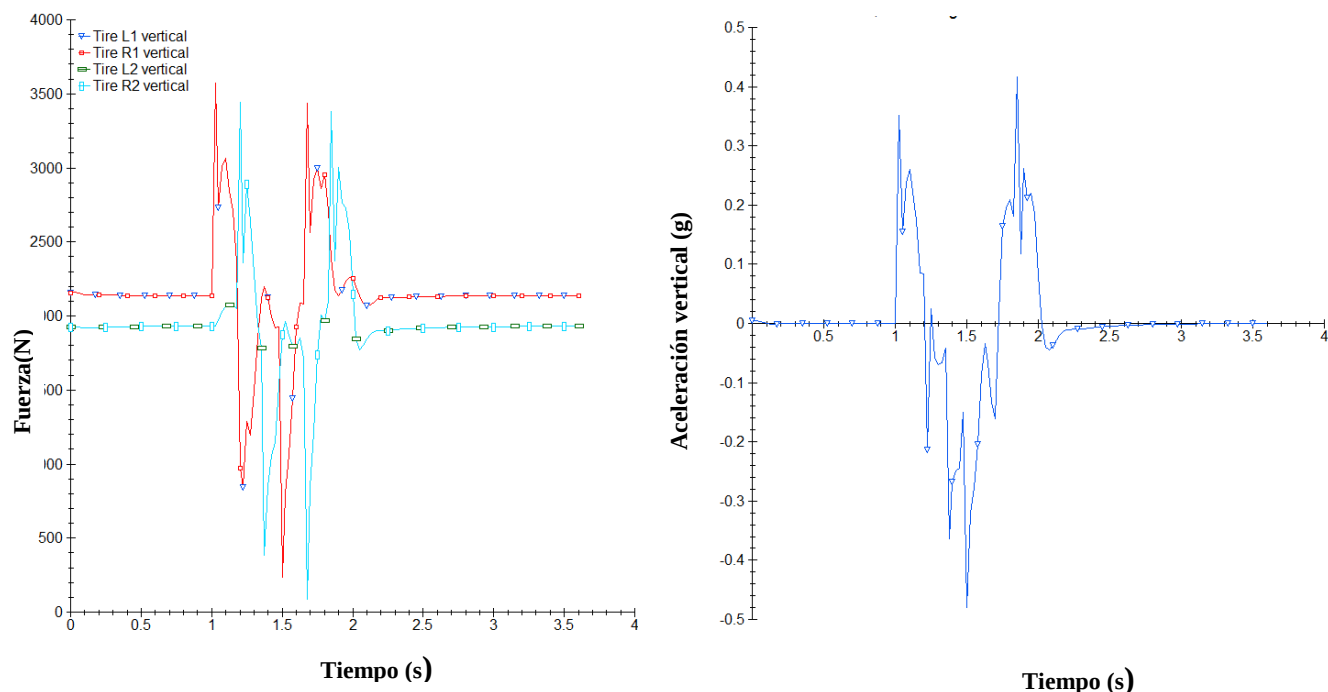


Gráfica 3-15 Ensayo 15, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	6024.42
Ftrasera maxima (N)	6388.65
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.273
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.986
RMS (m/s^2)	4.54
VDV (m/s^2)	6.41

Tabla 3-15 Datos extraídos de ensayo 15

16 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.50Km/h.

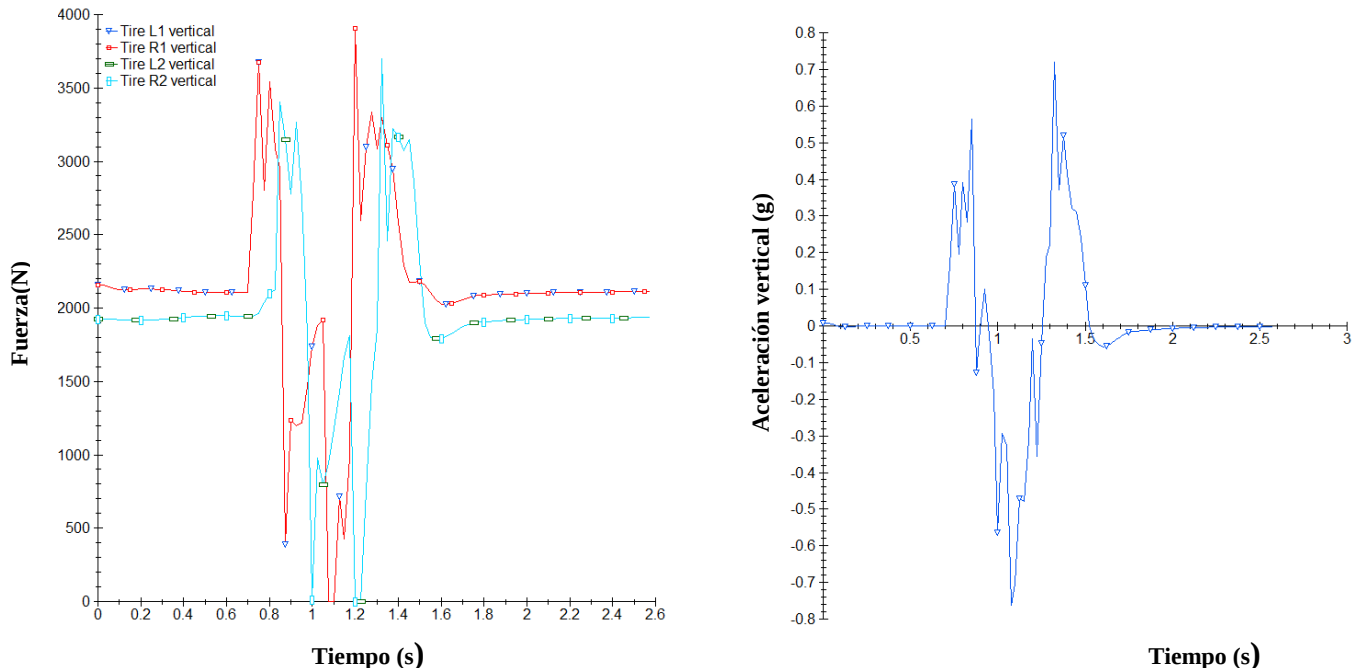


Gráfica 3-16 Ensayo 16, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	3570.16
Ftrasera maxima (N)	3439.32
Fdelantera minima (N)	233.82
Ftrasera minima (N)	83.93
Adherencia delantera minima %	10.83
Adherencia trasera minima %	4.35
$a_{\max}(+)$ (g)	0.416
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.479
RMS (m/s^2)	1.42
VDV (m/s^2)	2.09

Tabla 3-16 Datos extraídos de ensayo 16

17 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.70Km/h.

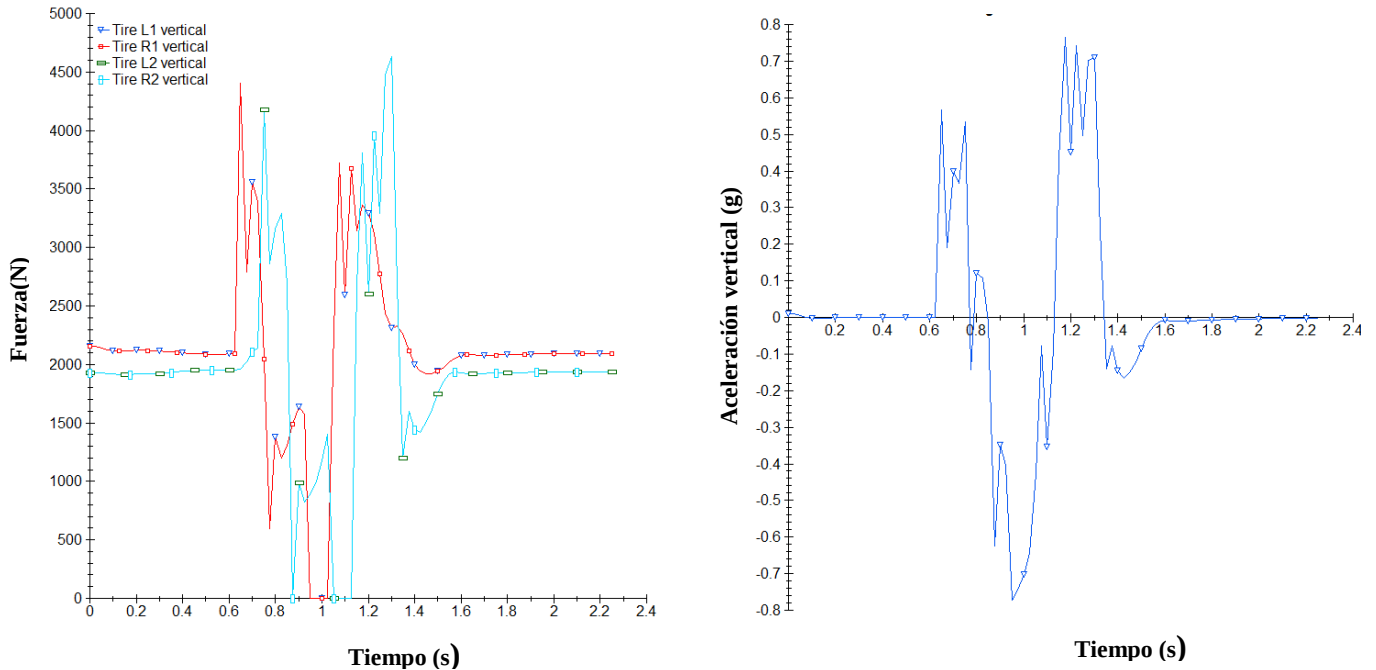


Gráfica 3-17 Ensayo 17, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	3908.43
Ftrasera maxima (N)	3696.85
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.720
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.761
RMS (m/s^2)	2.32
VDV (m/s^2)	3.55

Tabla 3-17 Datos extraídos de ensayo 17

18 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.80Km/h.

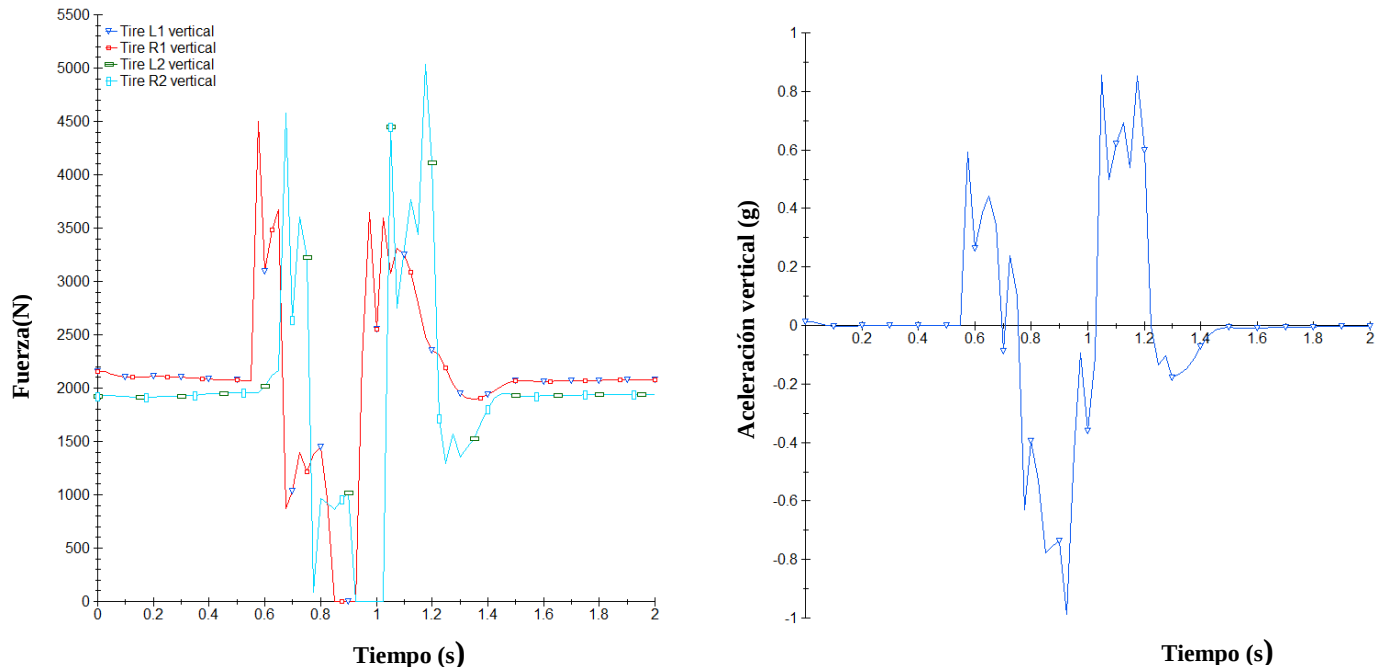


Gráfica 3-18 Ensayo 18, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	4406.61
Ftrasera maxima (N)	4633.97
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.765
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.773
RMS (m/s^2)	3.03
VDV (m/s^2)	4.35

Tabla 3-18 Datos extraídos de ensayo 18

19 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.90Km/h.

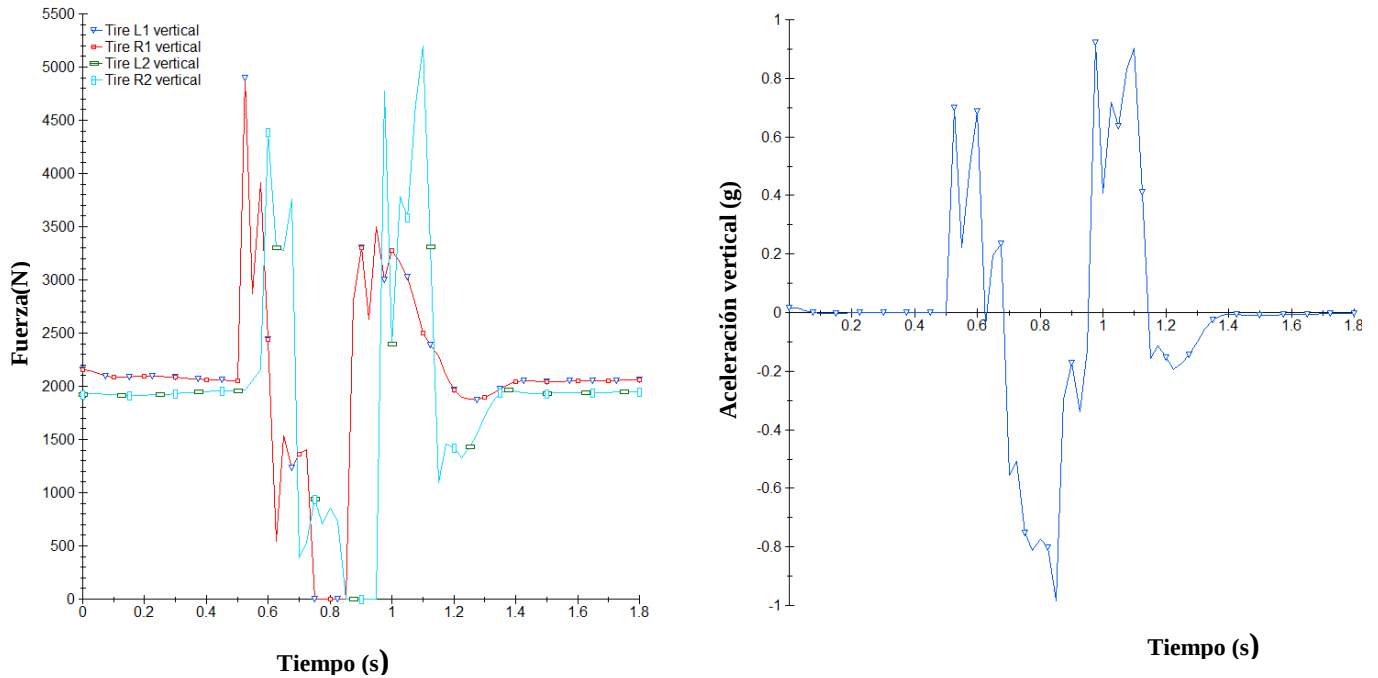


Gráfica 3-19 Ensayo 19, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	4496.31
Ftrasera maxima (N)	5030.47
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.855
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.986
RMS (m/s^2)	3.45
VDV (m/s^2)	4.91

Tabla 3-19 Datos extraídos de ensayo 19

20 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.100Km/h.

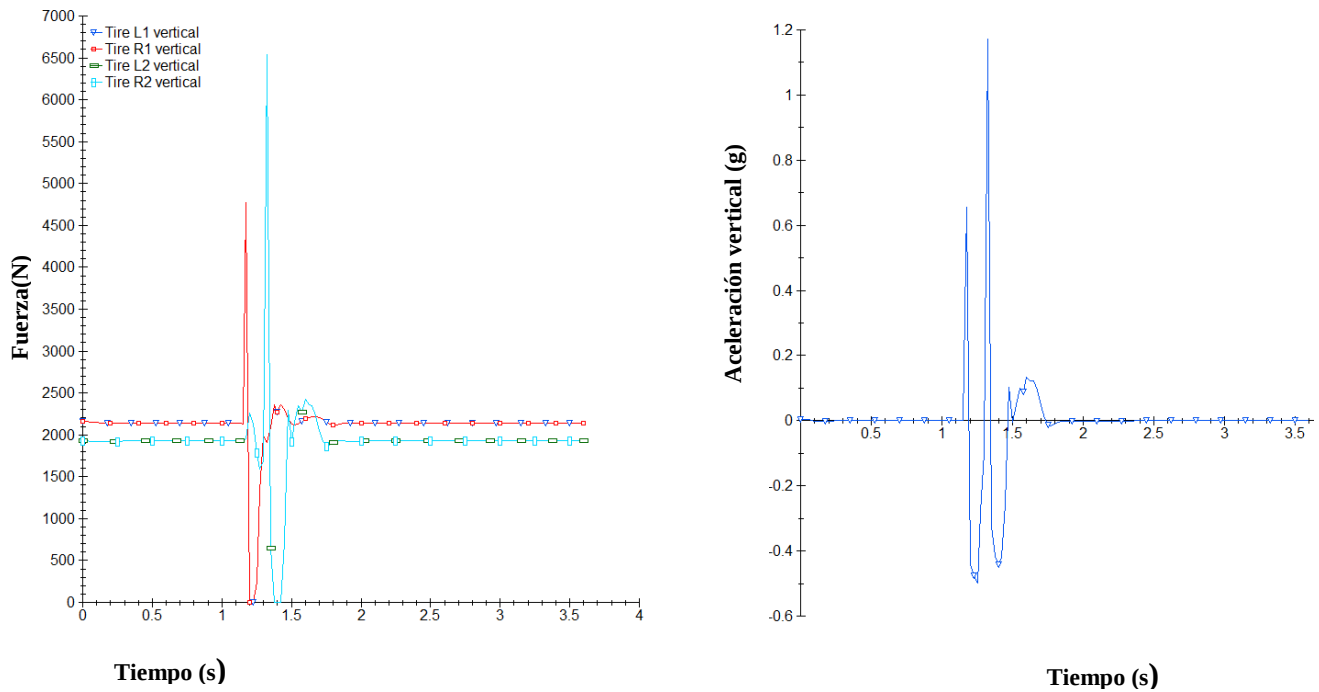


Gráfica 3-20 Ensayo 20, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	4897.06
Ftrasera maxima (N)	5201.80
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.920
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.982
RMS (m/s^2)	3.84
VDV (m/s^2)	5.38

Tabla 3-20 Datos extraídos de ensayo 20

21 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.50Km/h.

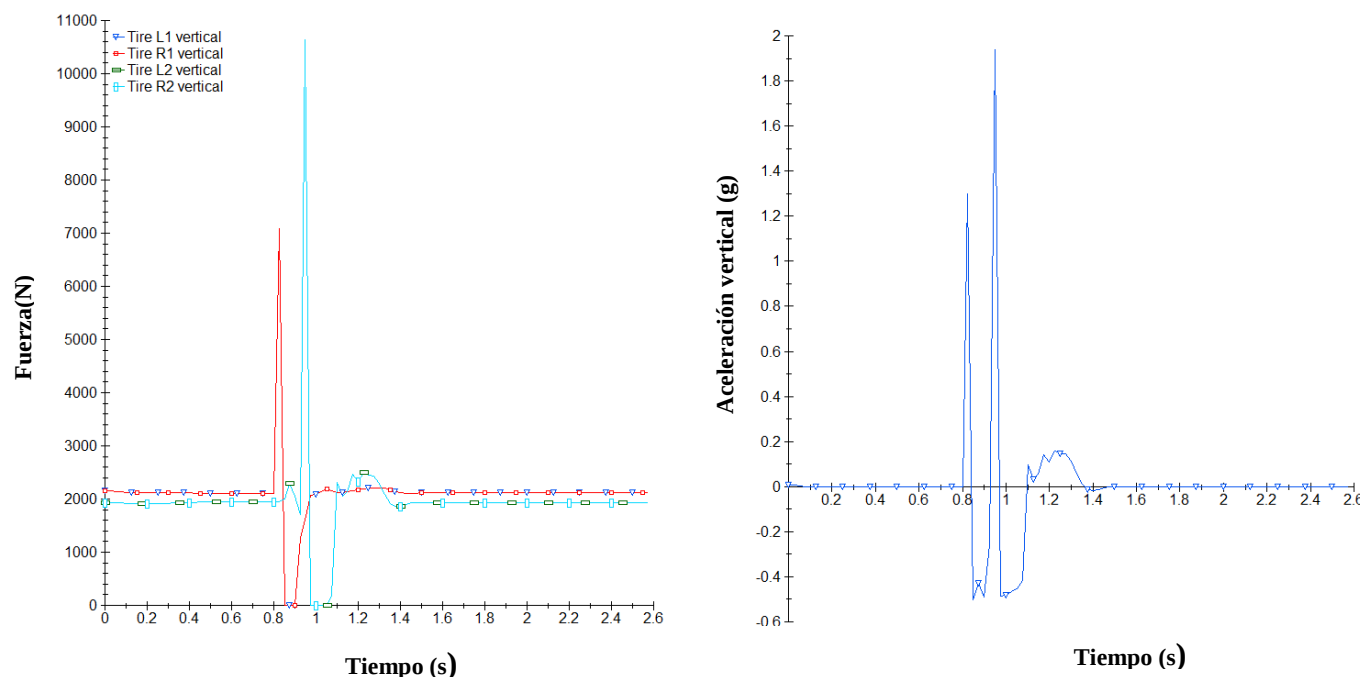


Gráfica 3-21 Ensayo 21, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	4772.33
Ftrasera maxima (N)	6537.39
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
a _{max} (+) (g)	1.172
a _{max} (-) (g)	-0.497
RMS (m/s ²)	2.77
VDV (m/s ²)	4.76

Tabla 3-21 Datos extraídos de ensayo 21

22 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.70Km/h.

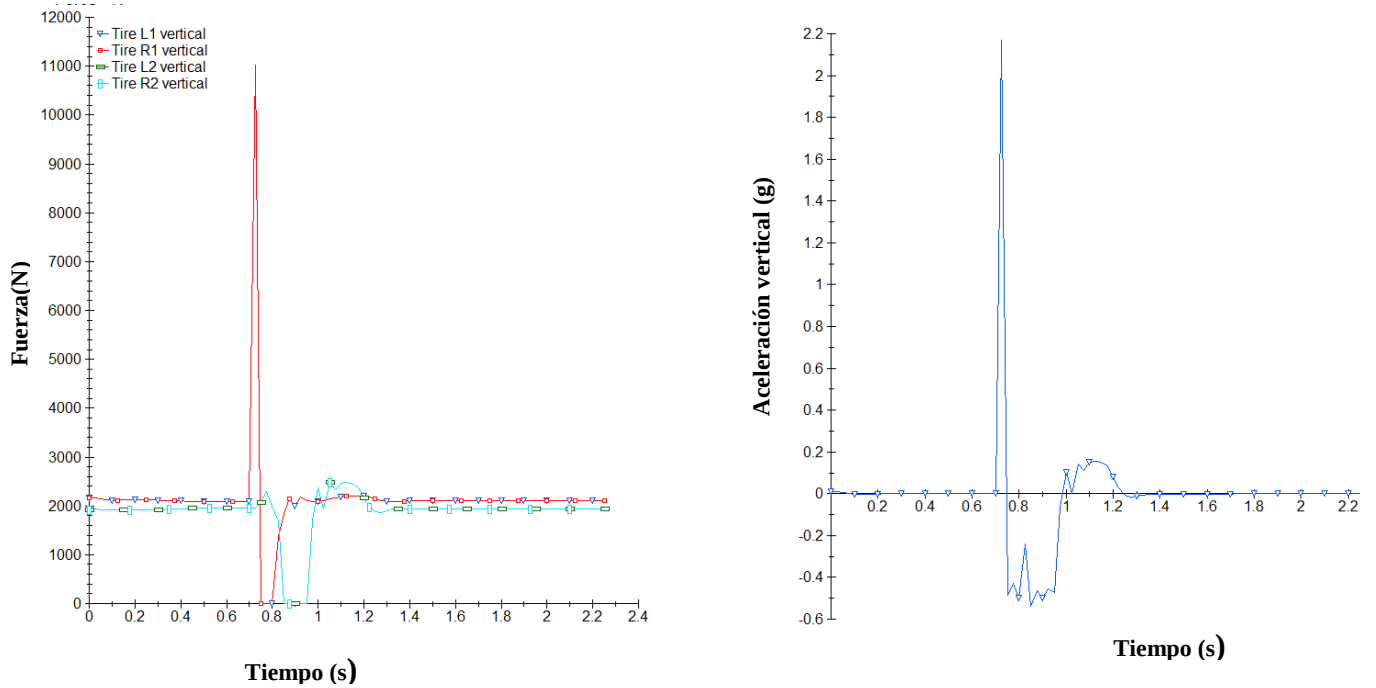


Gráfica 3-22 Ensayo 21, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	7079.52
Ftrasera maxima (N)	10646.49
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.937
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.501
RMS (m/s^2)	3.88
VDV (m/s^2)	7.64

Tabla 3-22 Datos extraídos de ensayo 22

23 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.80Km/h.

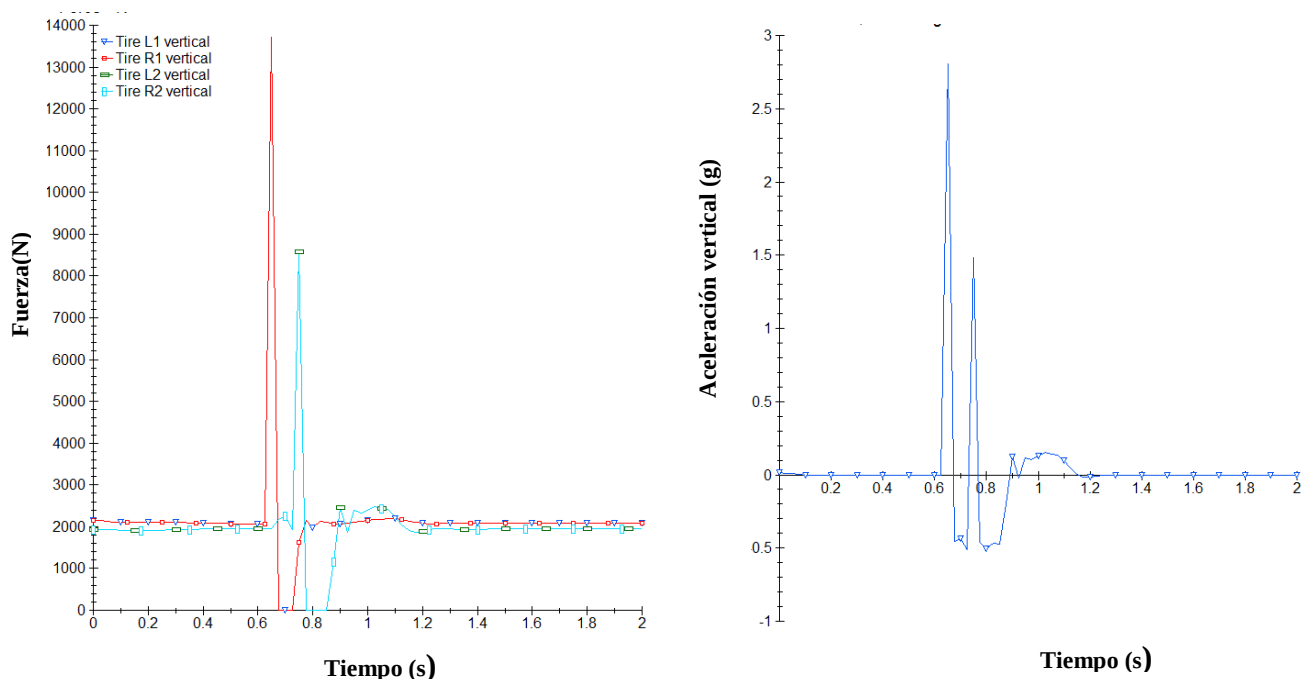


Gráfica 3-23 Ensayo 23, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	11018.81
Ftrasera maxima (N)	2486.88
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	2.168
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.537
RMS (m/s^2)	3.71
VDV (m/s^2)	8.16

Tabla 3-23 Datos extraídos de ensayo 23

24 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.90Km/h.

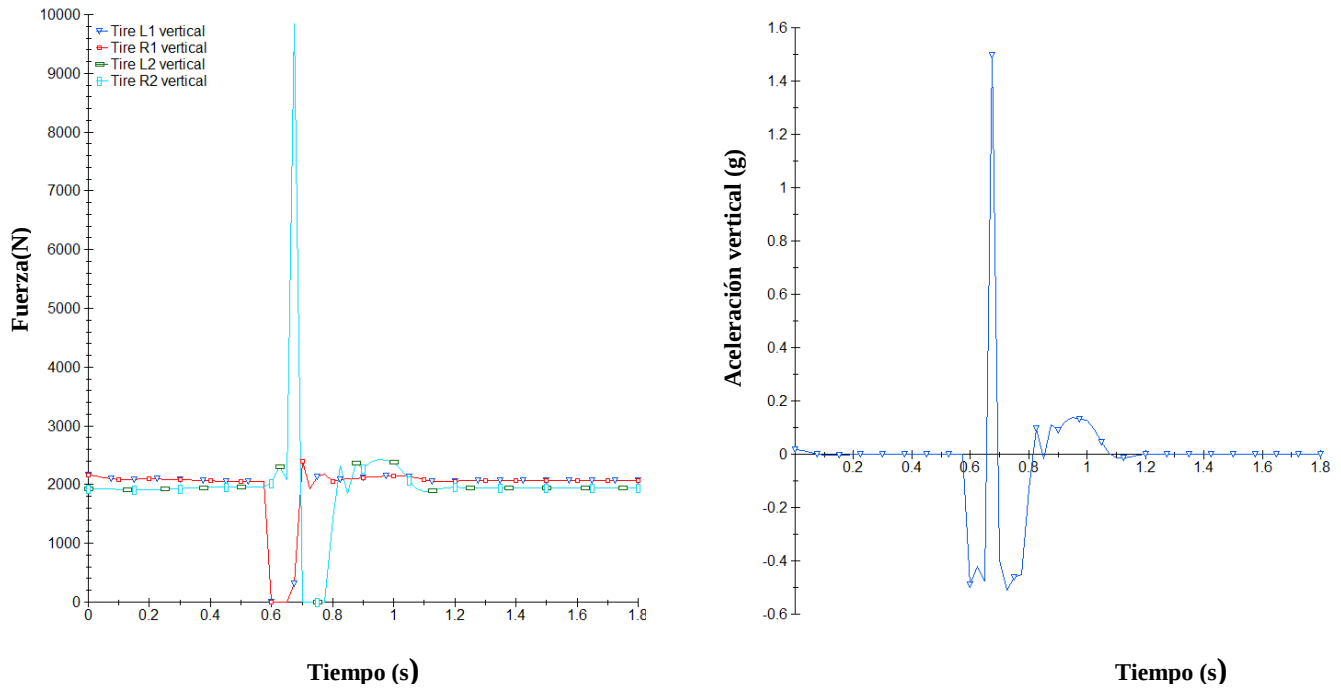


Gráfica 3-24 Ensayo 24, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	13719
Ftrasera maxima (N)	8580.74
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	2.805
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.505
RMS (m/s^2)	5.02
VDV (m/s^2)	10.84

Tabla 3-24 Datos extraídos de ensayo 24

25 Clase A hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.100Km/h.

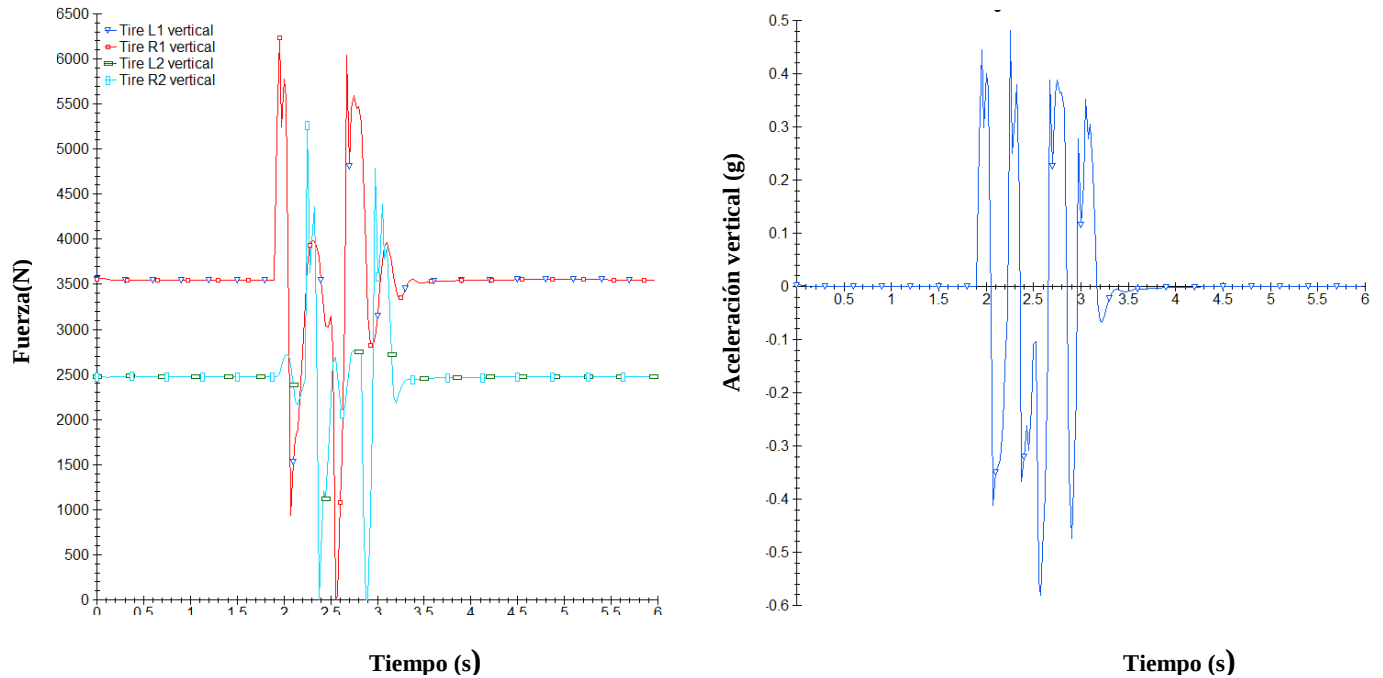


Gráfica 3-25 Ensayo 25, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	2157,84
Ftrasera inicial (N)	1925,6
Fdelantera maxima (N)	2400.38
Ftrasera maxima (N)	9847.75
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
a _{max} (+) (g)	1.495
a _{max} (-) (g)	-0.509
RMS (m/s ²)	2.96
VDV (m/s ²)	5.85

Tabla 3-25 Datos extraídos de ensayo 25

26 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.30km/h.

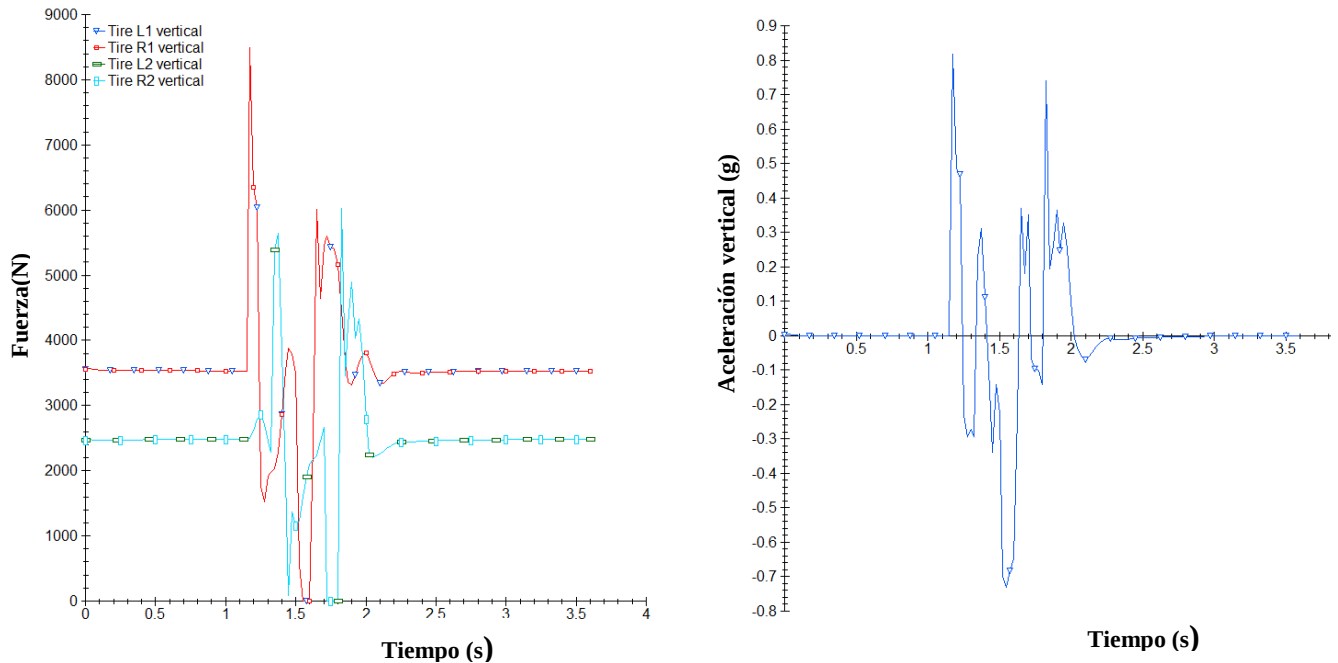


Gráfica 3-26 Ensayo 26, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	6239.06
Ftrasera maxima (N)	5266.27
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.481
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.580
RMS (m/s^2)	2.28
VDV (m/s^2)	2.98

Tabla 3-26 Datos extraídos de ensayo 26

27 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.50km/h

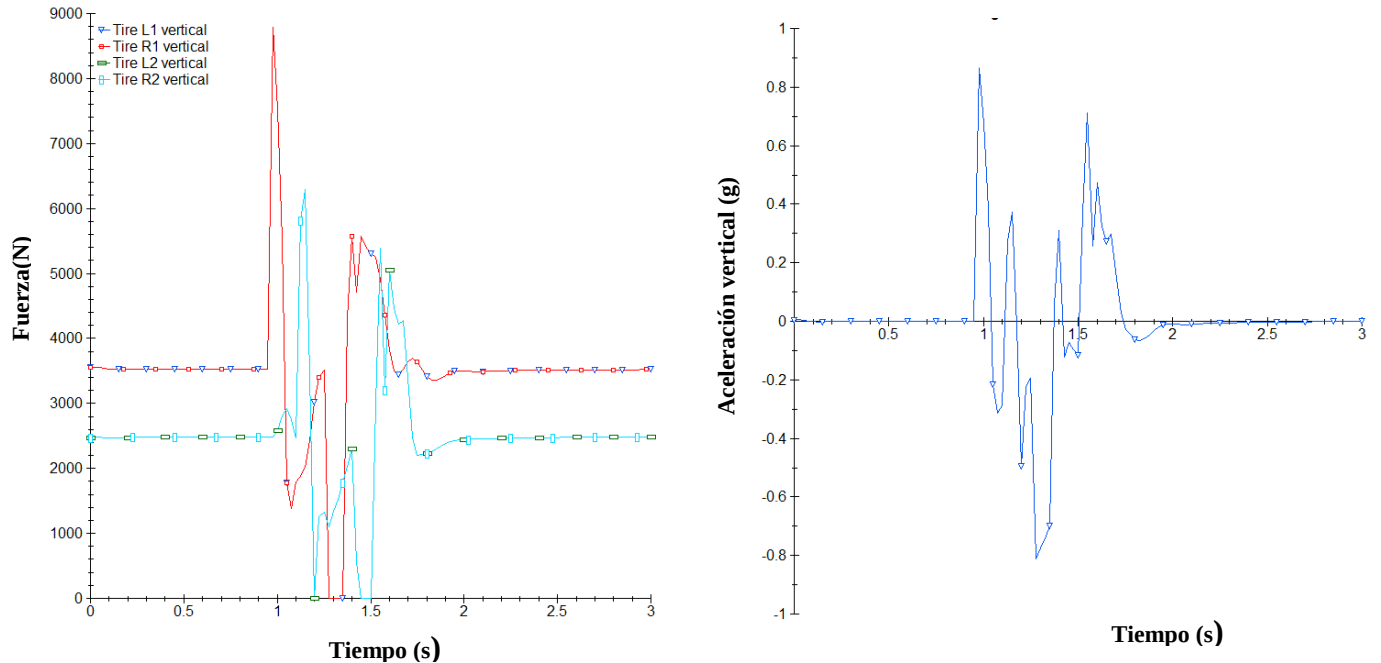


Gráfica 3-27 Ensayo 27, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	8493.92
Ftrasera maxima (N)	6018.72
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.816
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.731
RMS (m/s^2)	2.38
VDV (m/s^2)	3.77

Tabla 3-27 Datos extraídos de ensayo 27

28 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.60Km/h.

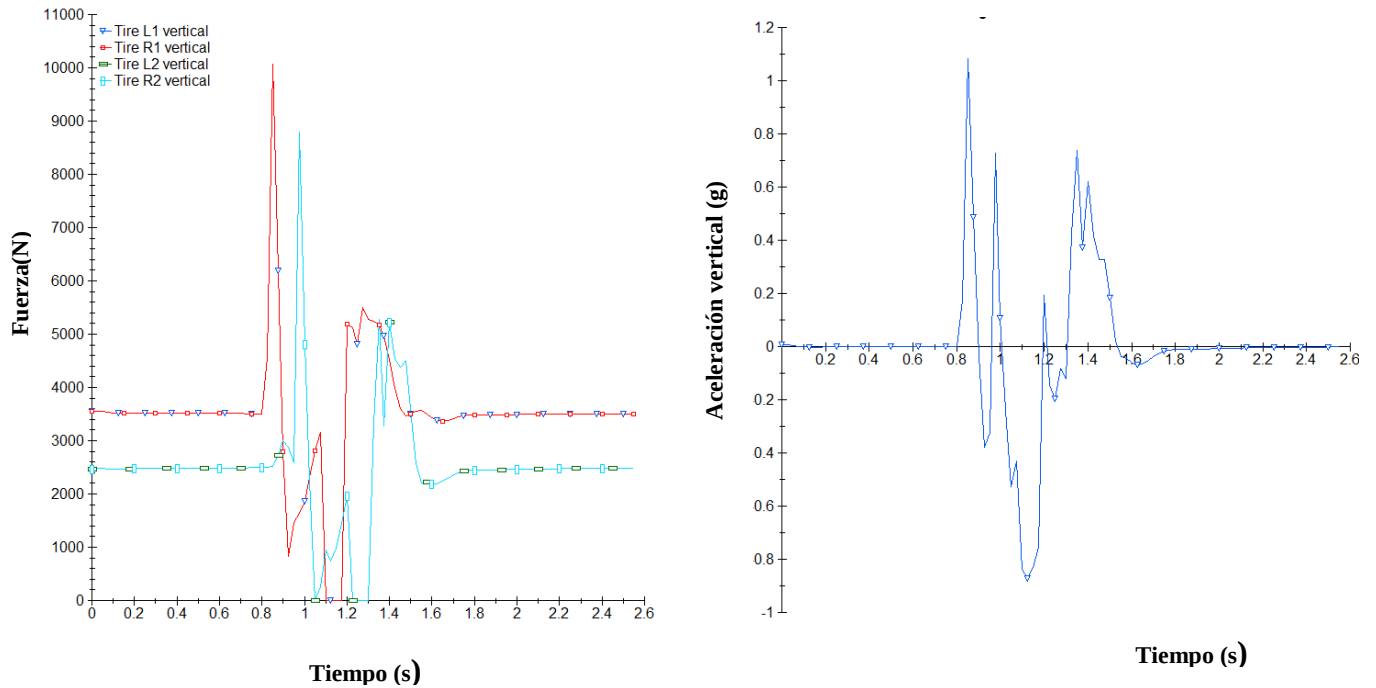


Gráfica 3-28 Ensayo 28, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	8786.85
Ftrasera maxima (N)	6294.32
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.865
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.813
RMS (m/s^2)	2.58
VDV (m/s^2)	4.11

Tabla 3-28 Datos extraídos de ensayo 28

29 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.70Km/h.

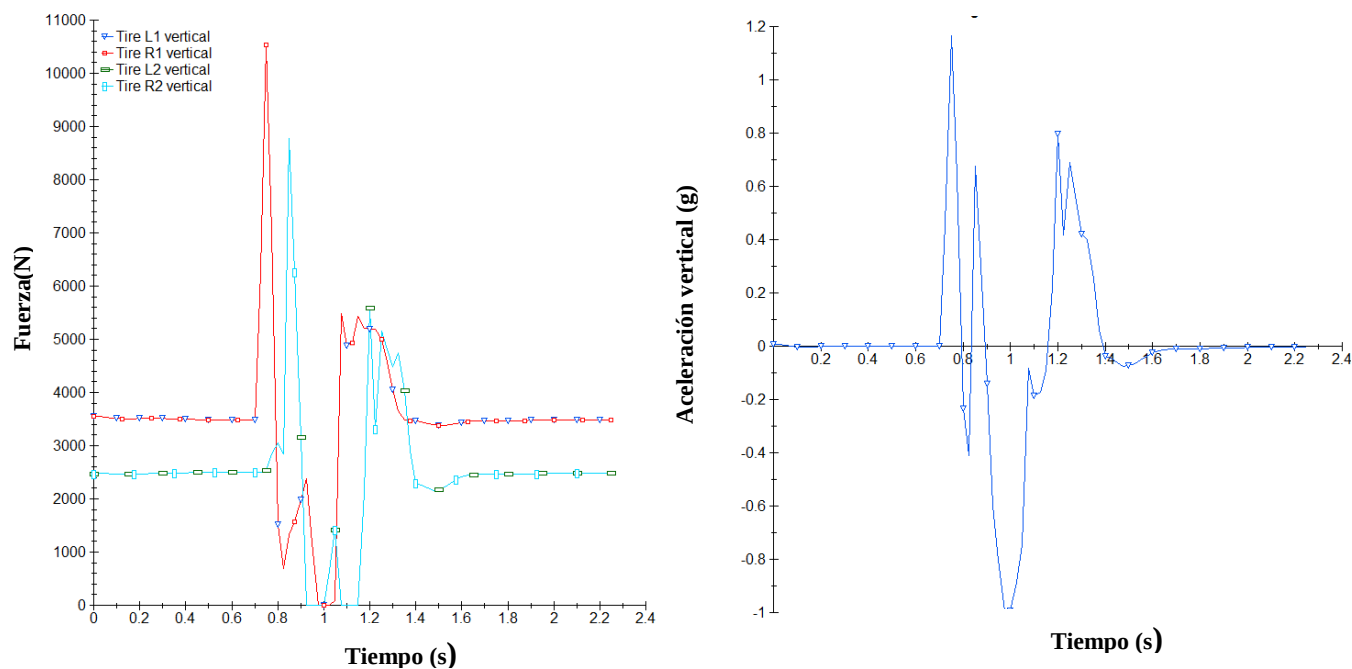


Gráfica 3-29 Ensayo 29, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	10061.06
Ftrasera maxima (N)	8795.40
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.083
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.872
RMS (m/s^2)	2.99
VDV (m/s^2)	4.74

Tabla 3-29 Datos extraídos de ensayo 29

30 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.80Km/h

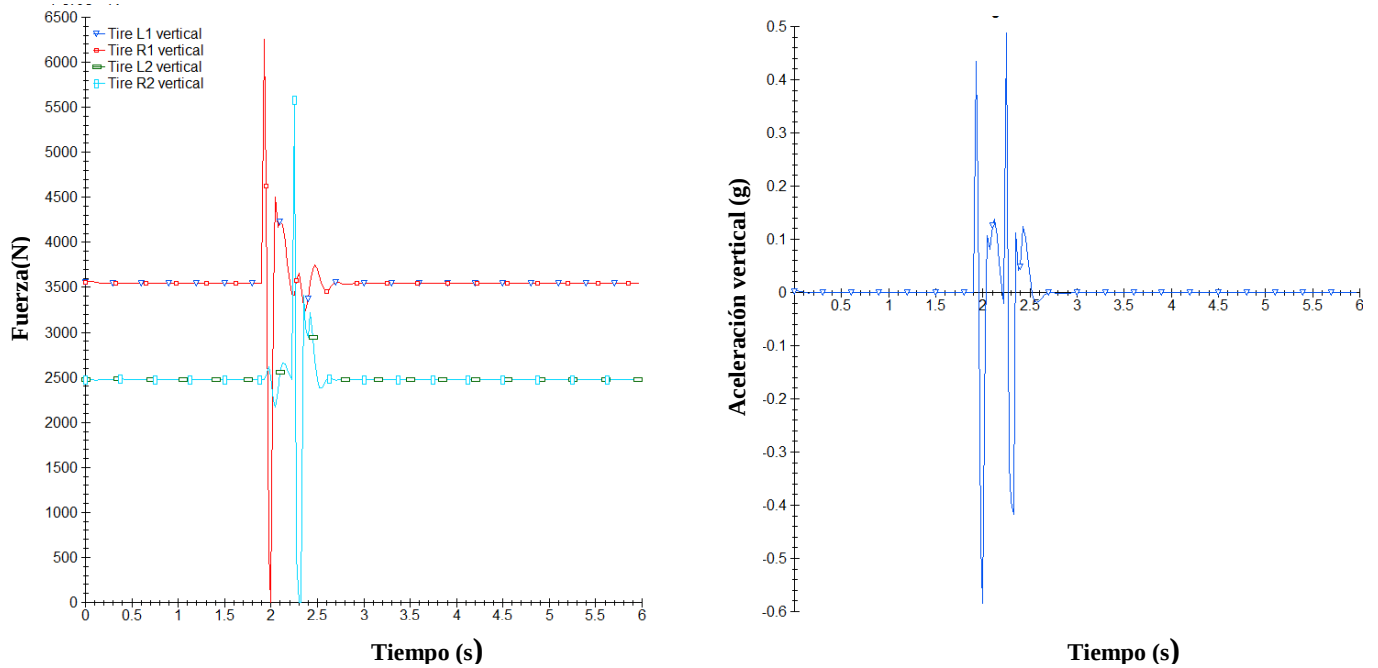


Gráfica 3-30 Ensayo 30, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	10533.54
Ftrasera maxima (N)	8780.72
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.1161
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.992
RMS (m/s^2)	3.54
VDV (m/s^2)	5.40

Tabla 3-30 Datos extraídos de ensayo 30

31 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.30Km/h.

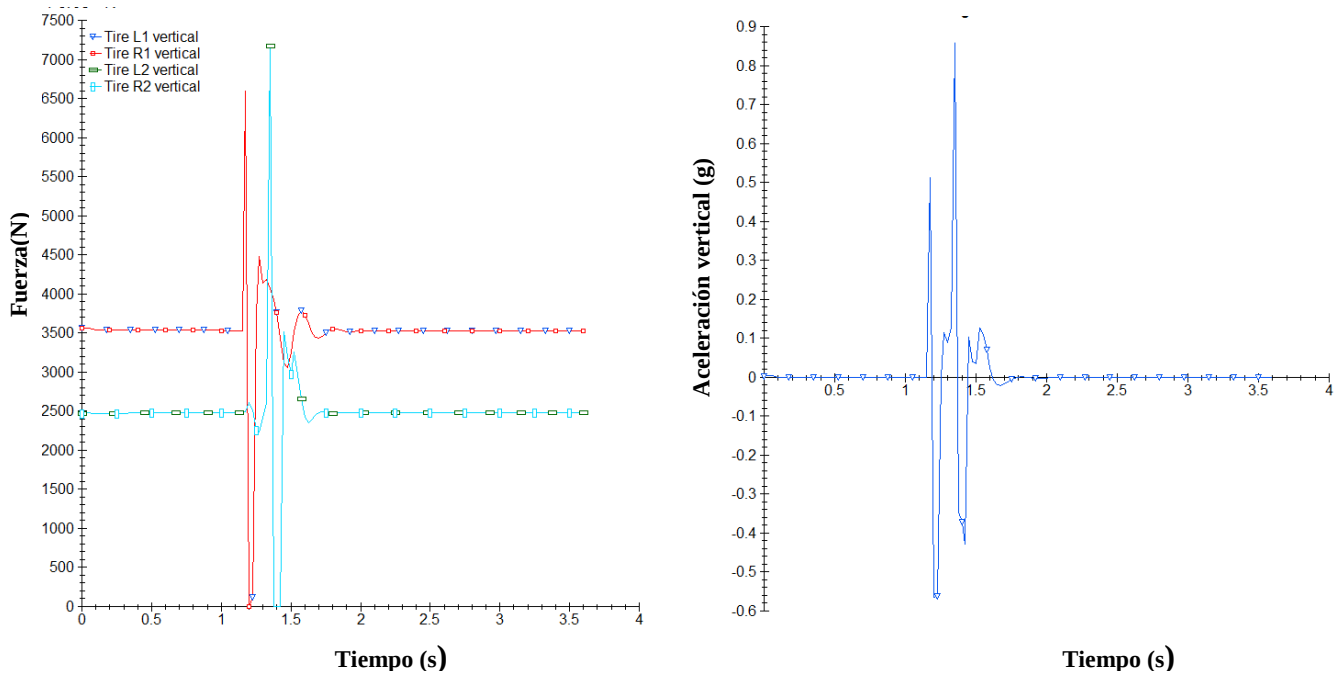


Gráfica 3-31 Ensayo 31, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	6253.82
Ftrasera maxima (N)	5579.05
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.485
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.583
RMS (m/s^2)	1.94
VDV (m/s^2)	2.94

Tabla 3-31 Datos extraídos de ensayo 31

32 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 50Km/h

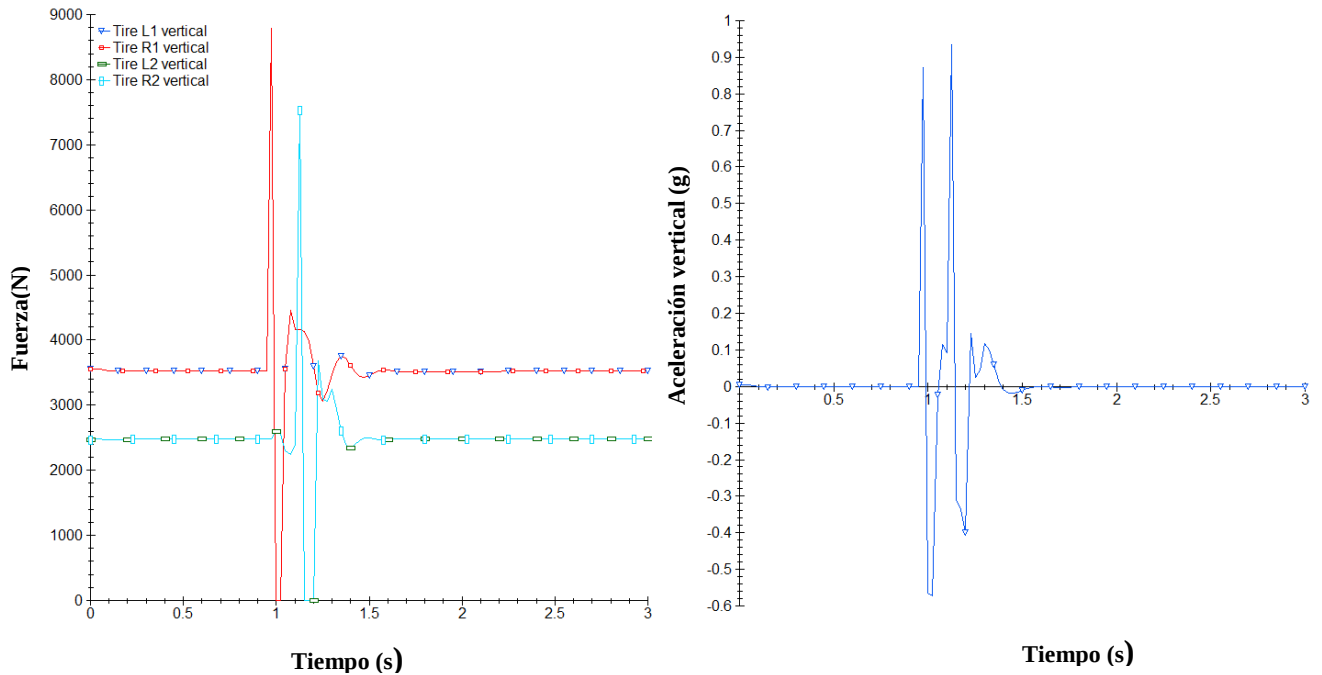


Gráfica 3-32 Ensayo 32, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	0
Ftrasera maxima (N)	0
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	6599.96
Adherencia trasera minima %	7169.93
$a_{\max}(+)$ (g)	0.857
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.563
RMS (m/s^2)	2.25
VDV (m/s^2)	3.75

Tabla 3-32 Datos extraídos de ensayo 32

33 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.60Km/h.

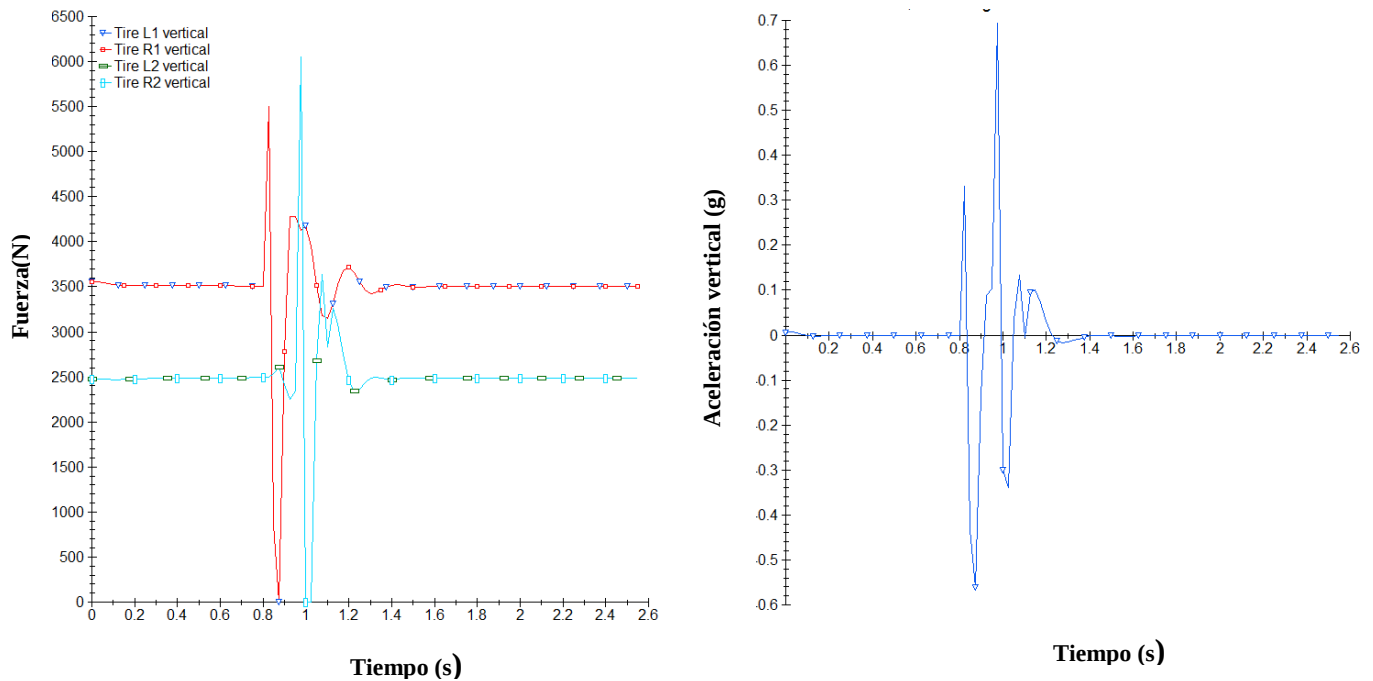


Gráfica 3-33 Ensayo 33, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	8787.38
Ftrasera maxima (N)	7532.45
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.934
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.573
RMS (m/s^2)	2.50
VDV (m/s^2)	4.33

Tabla 3-33 Datos extraídos de ensayo 33

34 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 70Km/h

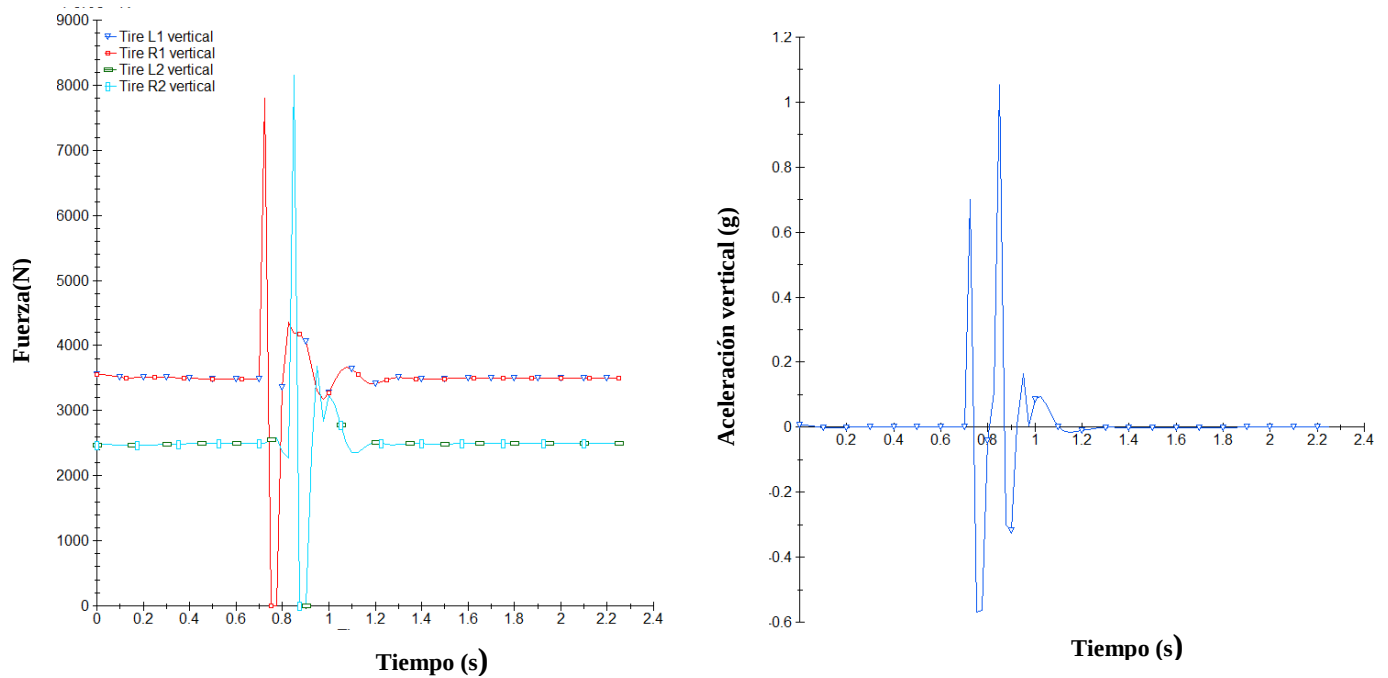


Gráfica 3-34 Ensayo 34, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	5500.16
Ftrasera maxima (N)	6056.25
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.694
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.562
RMS (m/s^2)	1.80
VDV (m/s^2)	3.08

Tabla 3-34 Datos extraídos de ensayo 34

35 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.80Km/h

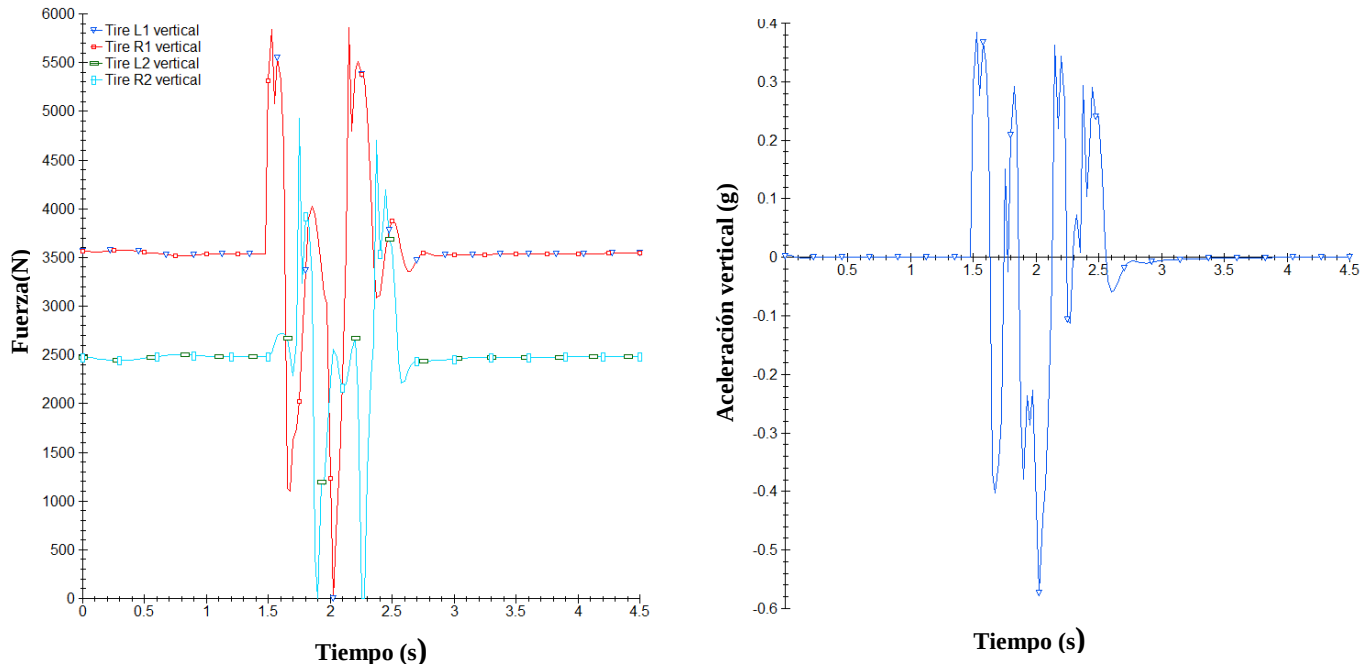


Gráfica 3-35 Ensayo 35, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	7795.10
Ftrasera maxima (N)	8156.68
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adhereicia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.053
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.568
RMS (m/s^2)	2.42
VDV (m/s^2)	4.42

Tabla 3-35 Datos extraídos de ensayo 35

36 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.40Km/h.

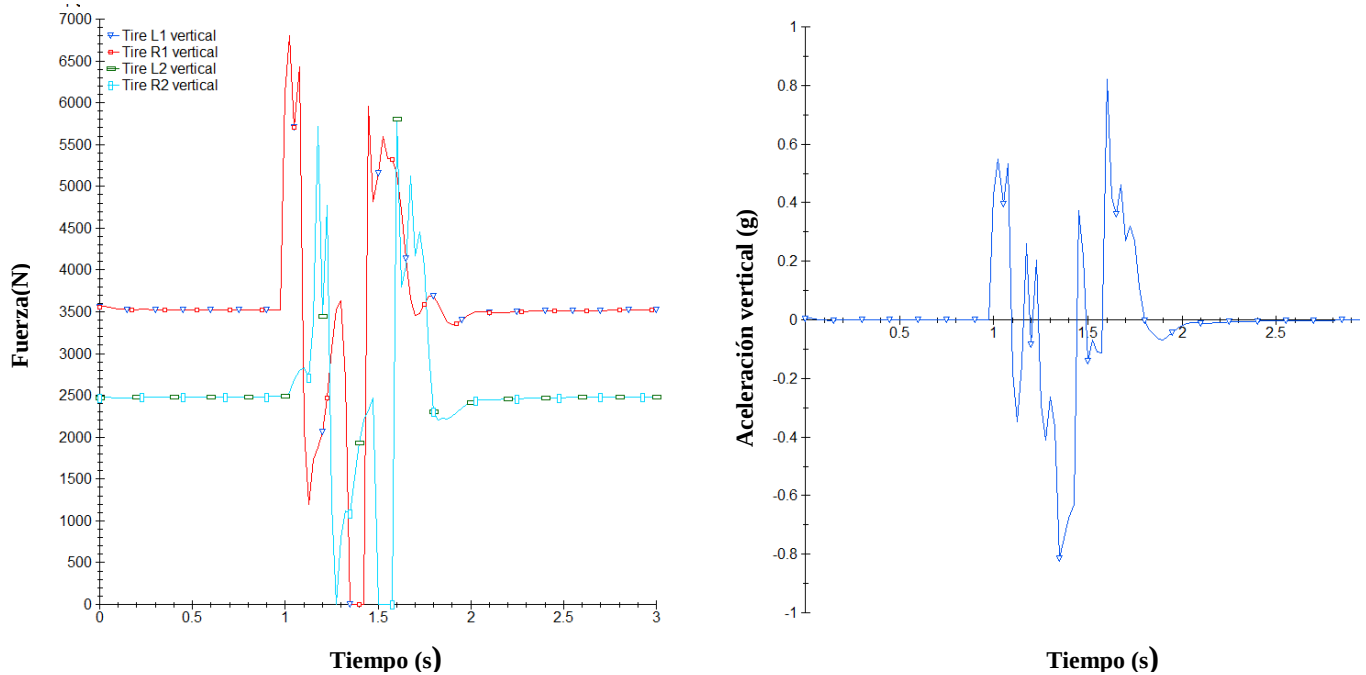


Gráfica 3-36 Ensayo 36, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	5857.33
Ftrasera maxima (N)	4923.67
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.384
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.573
RMS (m/s^2)	1.88
VDV (m/s^2)	2.60

Tabla 3-36 Datos extraídos de ensayo 36

37 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.60Km/h.

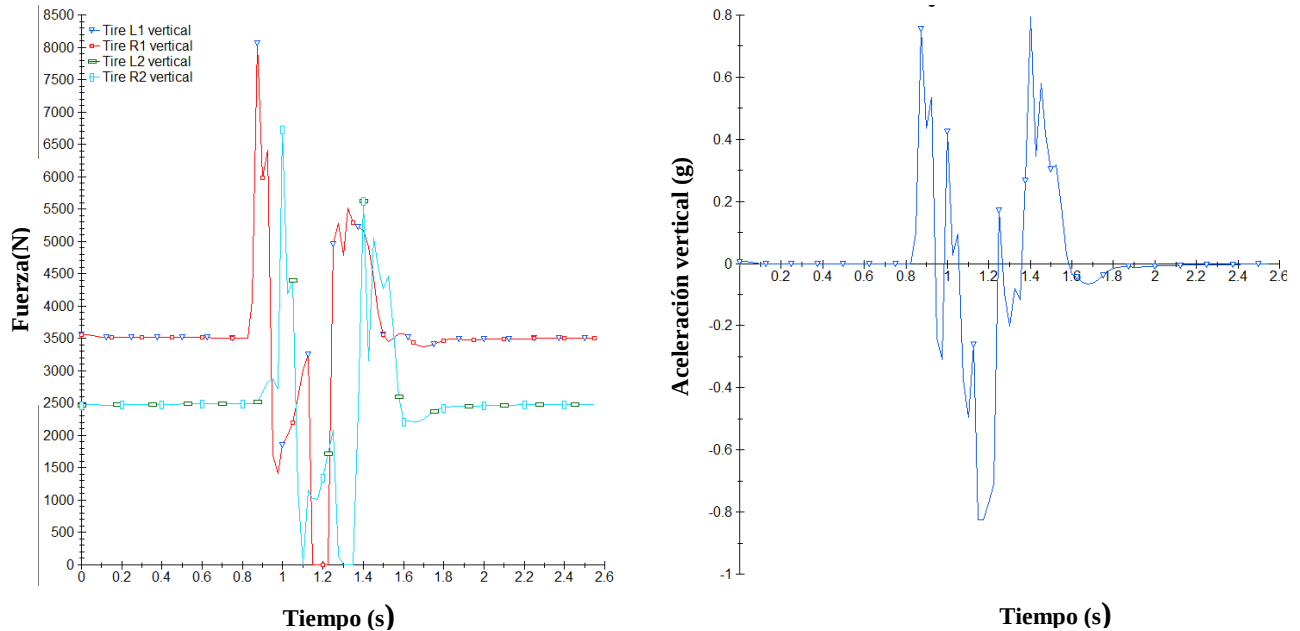


Gráfica 3-37 Ensayo 37, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	6805.37
Ftrasera maxima (N)	5803.92
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.821
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.815
RMS (m/s^2)	2.47
VDV (m/s^2)	3.84

Tabla 3-37 Datos extraídos de ensayo 37

38 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.70Km/h.

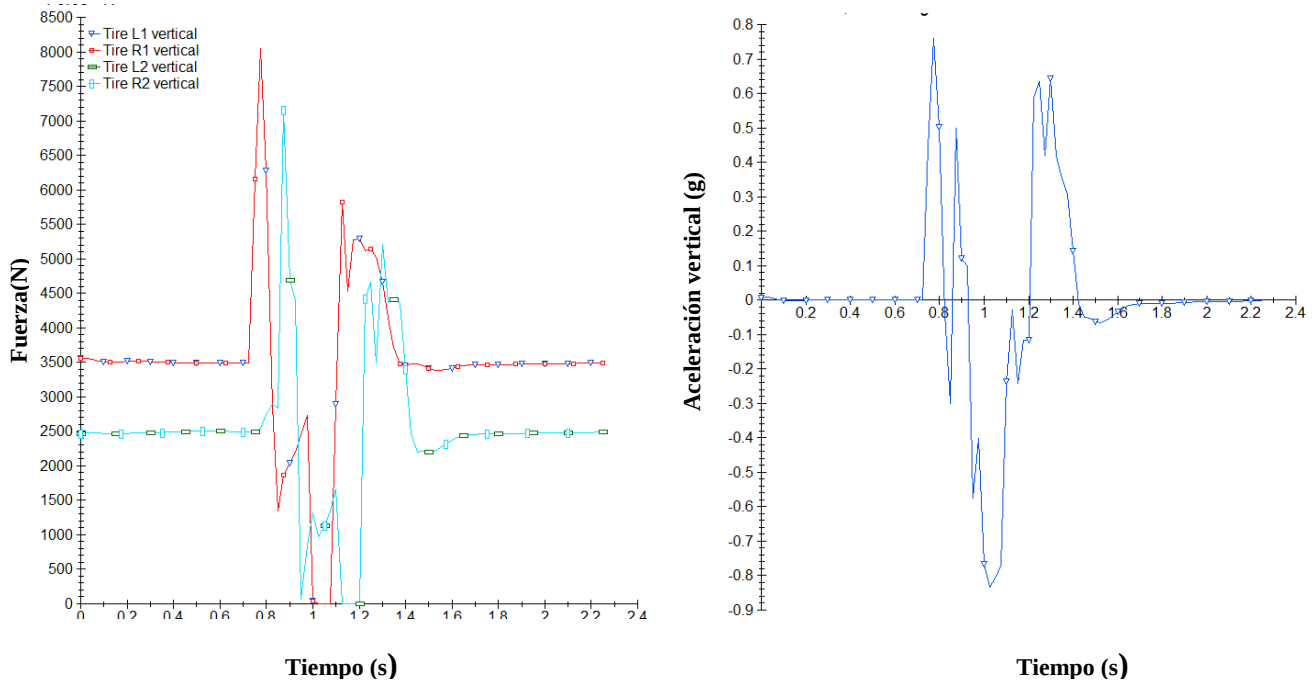


Gráfica 3-38 Ensayo 38, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	8053.77
Ftrasera maxima (N)	6729.02
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.795
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.826
RMS (m/s^2)	273
VDV (m/s^2)	4.24

Tabla 3-38 Datos extraídos de ensayo 38

39 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.80Km/h.

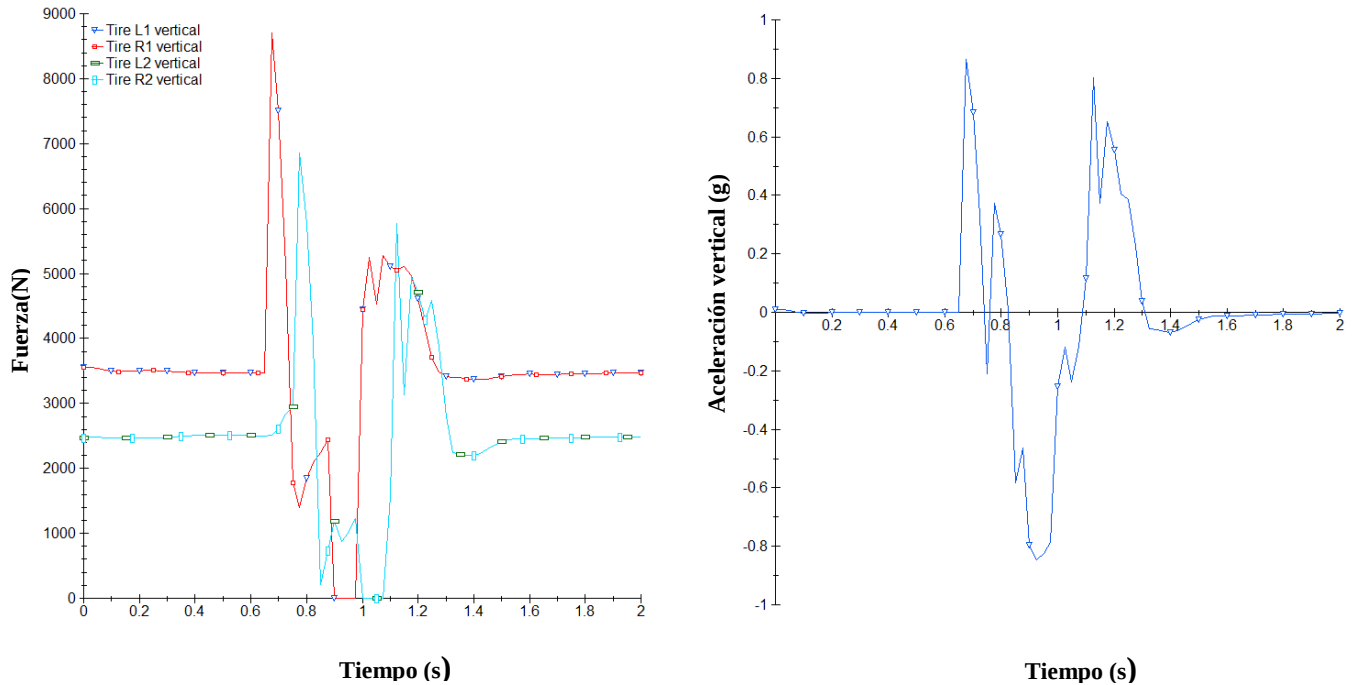


Gráfica 3-39 Ensayo 39, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	8042.65
Ftrasera maxima (N)	7148.66
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.760
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.832
RMS (m/s^2)	2.94
VDV (m/s^2)	4.84

Tabla 3-39 Datos extraídos de ensayo 39

40 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.90Km/h.

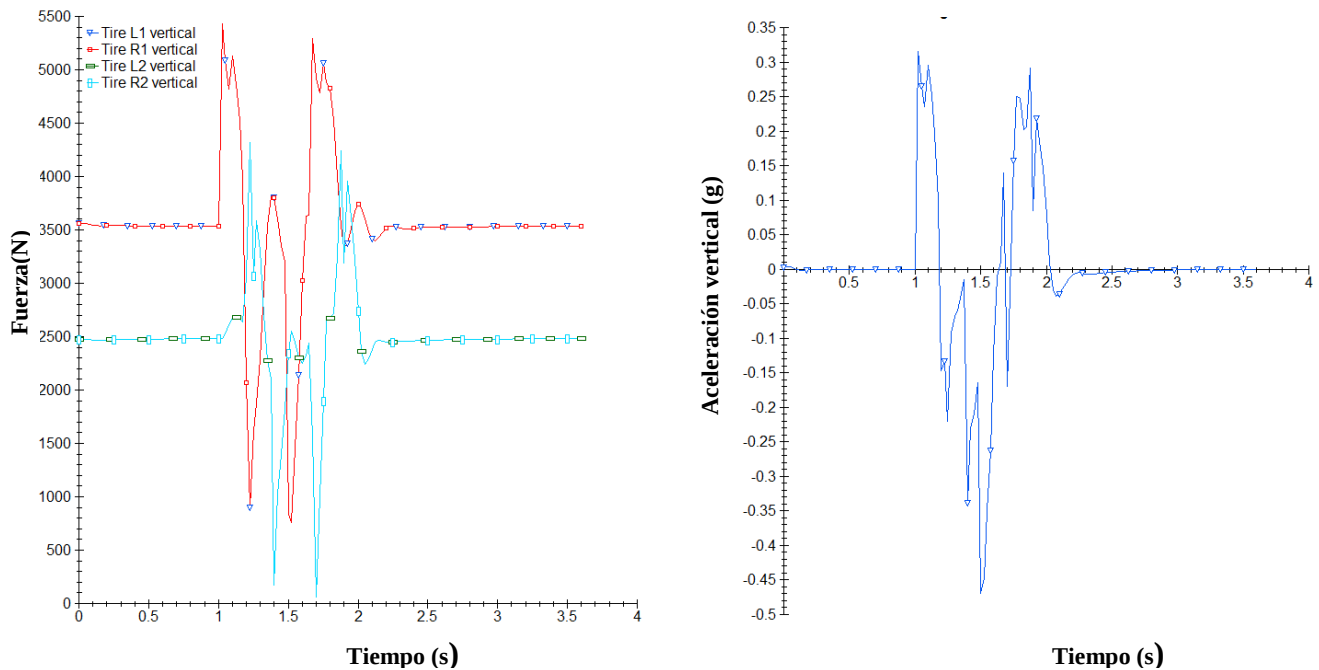


Gráfica 3-40 Ensayo 40, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	8705.98
Ftrasera maxima (N)	6851.37
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.865
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.845
RMS (m/s^2)	3.26
VDV (m/s^2)	4.82

Tabla 3-40 Datos extraídos de ensayo 40

41 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.50Km/h.

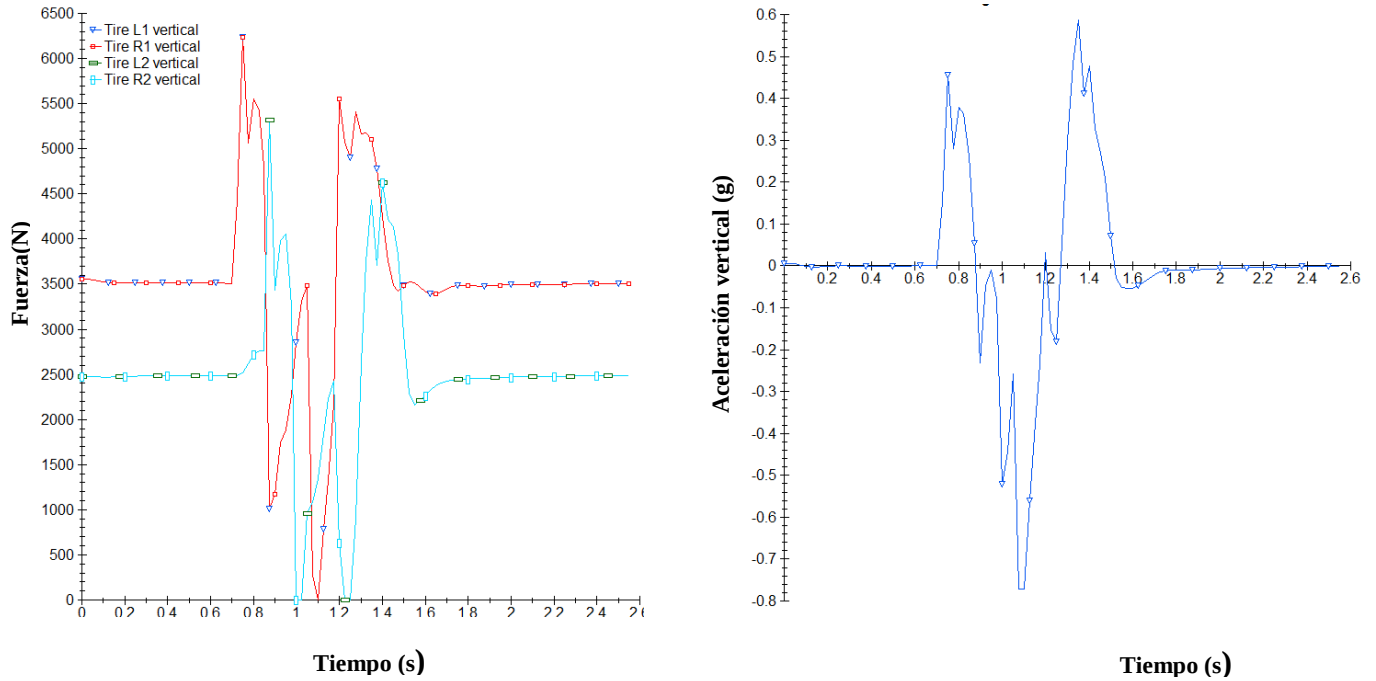


Gráfica 3-41 Ensayo 41, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	5433.79
Ftrasera maxima (N)	4315.53
Fdelantera minima (N)	756.75
Ftrasera minima (N)	61.21
Adherecia delantera minima %	21.25
Adherencia trasera minima %	2.47
$a_{\max}(+)$ (g)	0.315
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.469
RMS (m/s^2)	1.44
VDV (m/s^2)	2.11

Tabla 3-41 Datos extraídos de ensayo 41

42 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.70Km/h.

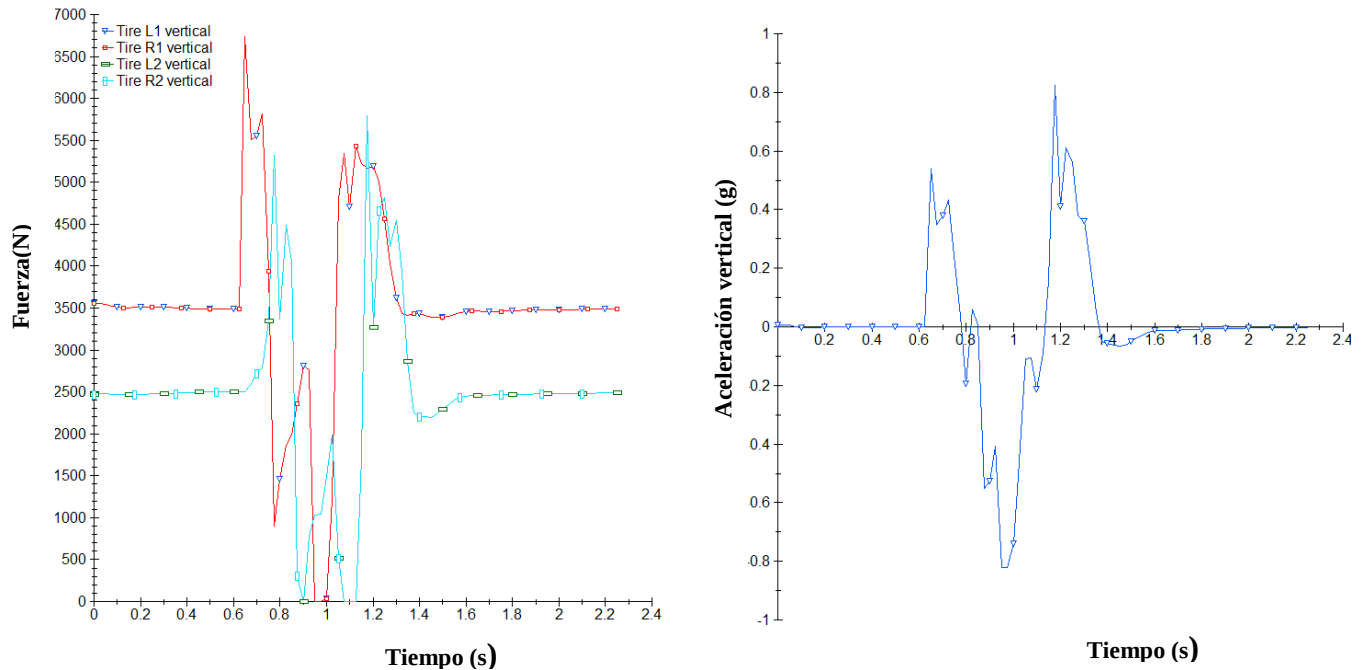


Gráfica 3-42 Ensayo 42, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	6231.15
Ftrasera maxima (N)	5322.94
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.585
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.770
RMS (m/s^2)	2.25
VDV (m/s^2)	3.50

Tabla 3-42 Datos extraídos de ensayo 42

43 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.80Km/h.

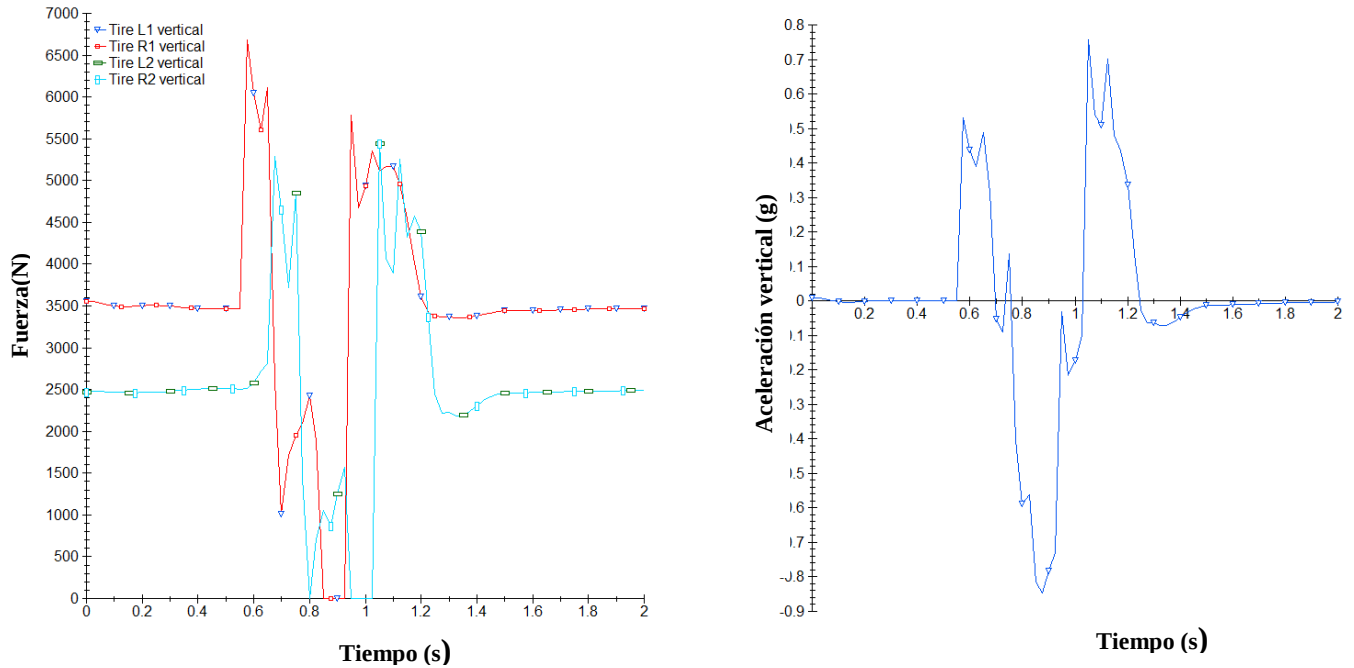


Gráfica 3-43 Ensayo 43, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	6734.74
Ftrasera maxima (N)	5796.94
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.825
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.822
RMS (m/s^2)	2.71
VDV (m/s^2)	4.15

Tabla 3-43 Datos extraídos de ensayo 43

44 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.90Km/h.

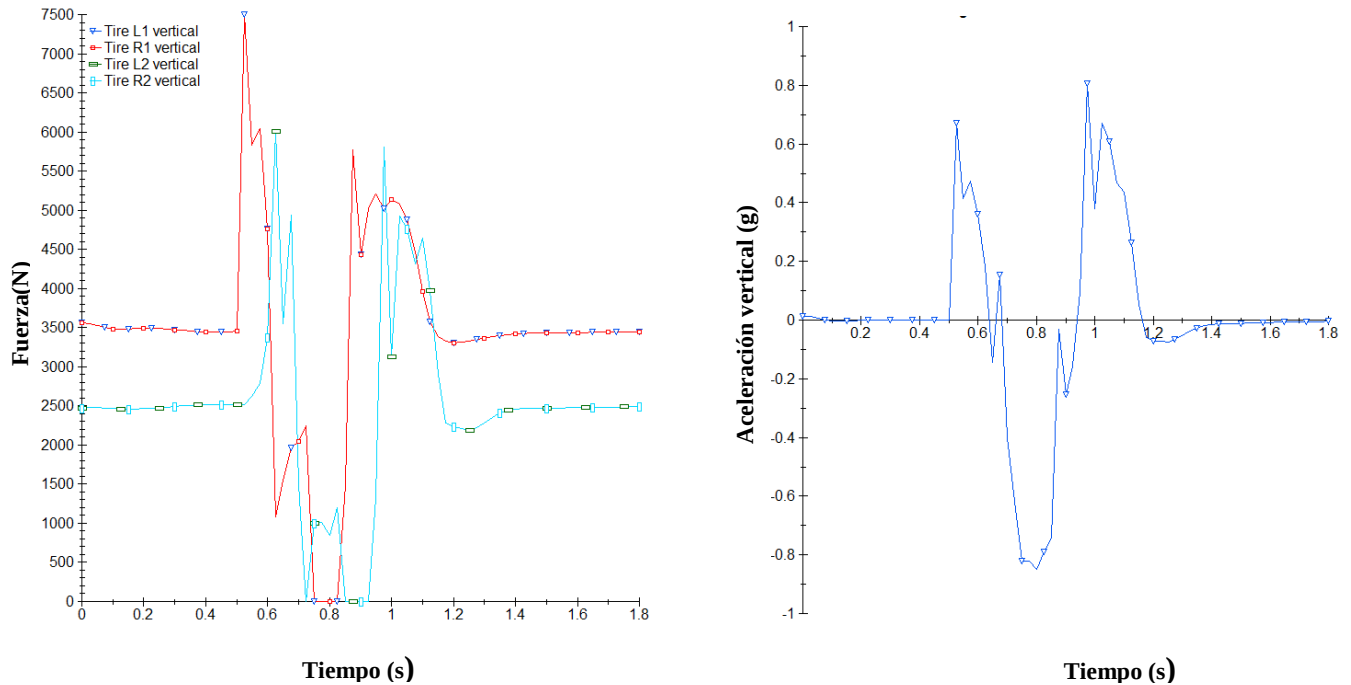


Gráfica 3-44 Ensayo 44, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	6677.29
Ftrasera maxima (N)	5437.36
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.758
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.847
RMS (m/s^2)	3.08
VDV (m/s^2)	4.47

Tabla 3-44 Datos extraídos de ensayo 44

45 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.100Km/h

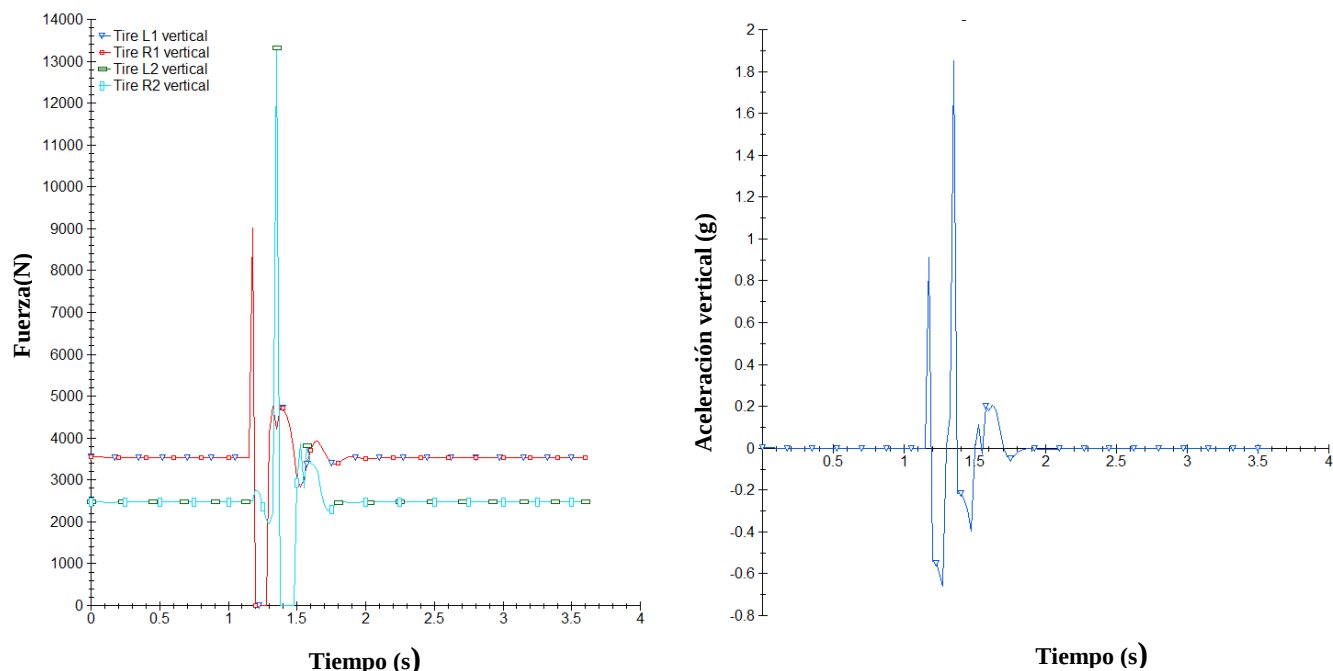


Gráfica 3-45 Ensayo 45, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	7496.72
Ftrasera maxima (N)	6004.42
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.806
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.848
RMS (m/s^2)	3.33
VDV (m/s^2)	4.79

Tabla 3-45 Datos extraídos de ensayo 45

46 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.50Km/h.

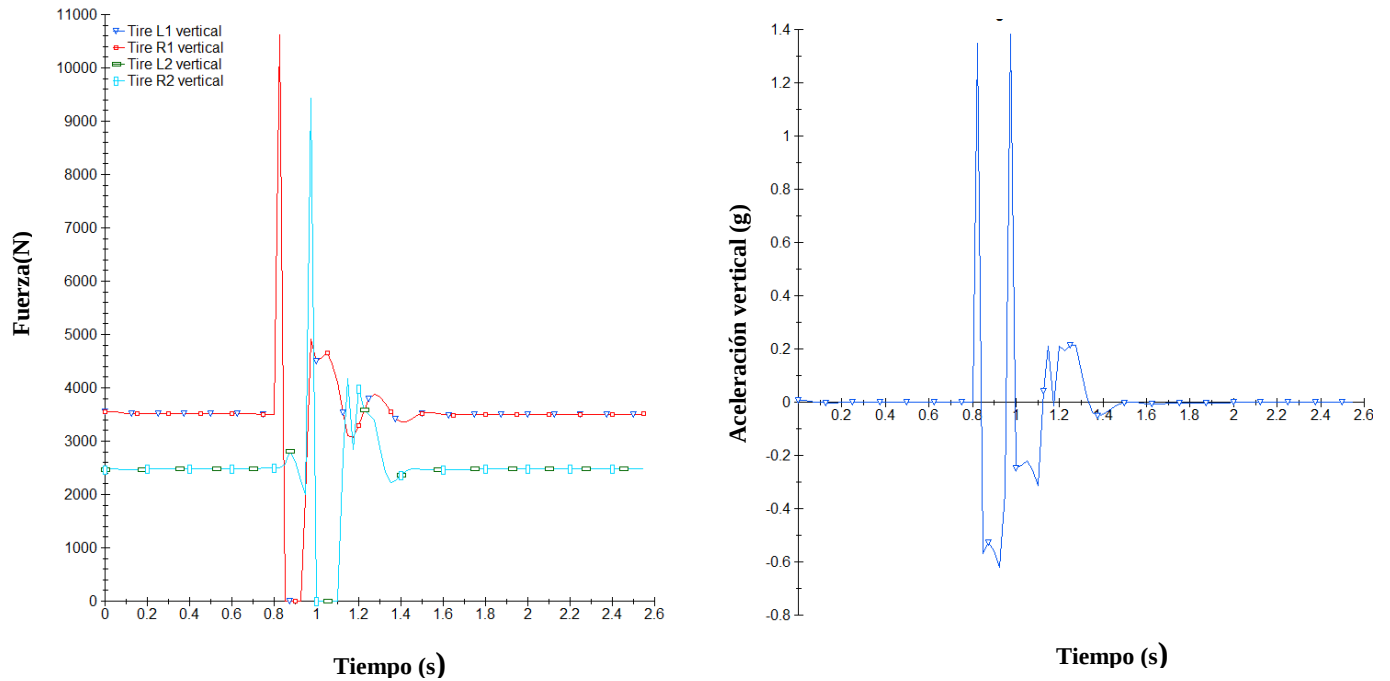


Gráfica 3-46 Ensayo 46, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	9014.46
Ftrasera maxima (N)	13318.96
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.850
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.657
RMS (m/s^2)	3.19
VDV (m/s^2)	6.73

Tabla 3-46 Datos extraídos de ensayo 46

47 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.70Km/h.

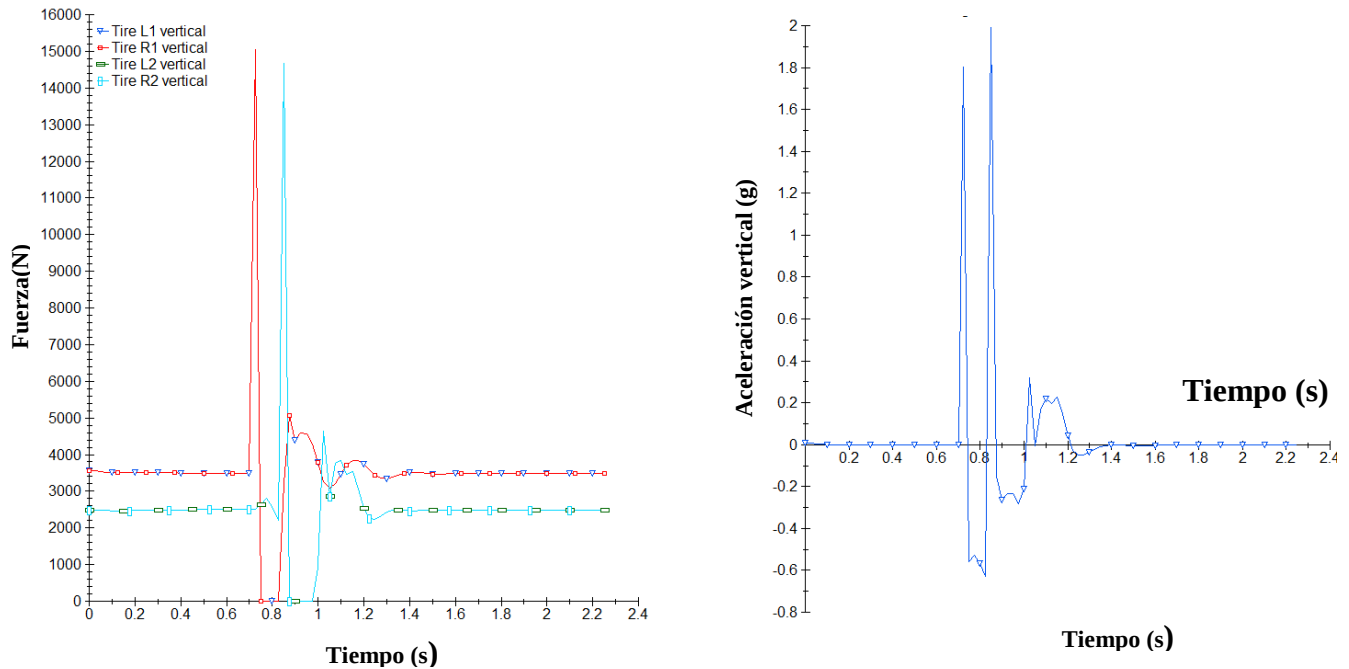


Gráfica 3-47 Ensayo 47, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	10625.41
Ftrasera maxima (N)	9438.72
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.383
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.619
RMS (m/s^2)	2.98
VDV (m/s^2)	5.77

Tabla 3-47 Datos extraídos de ensayo 47

48 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.80Km/h.

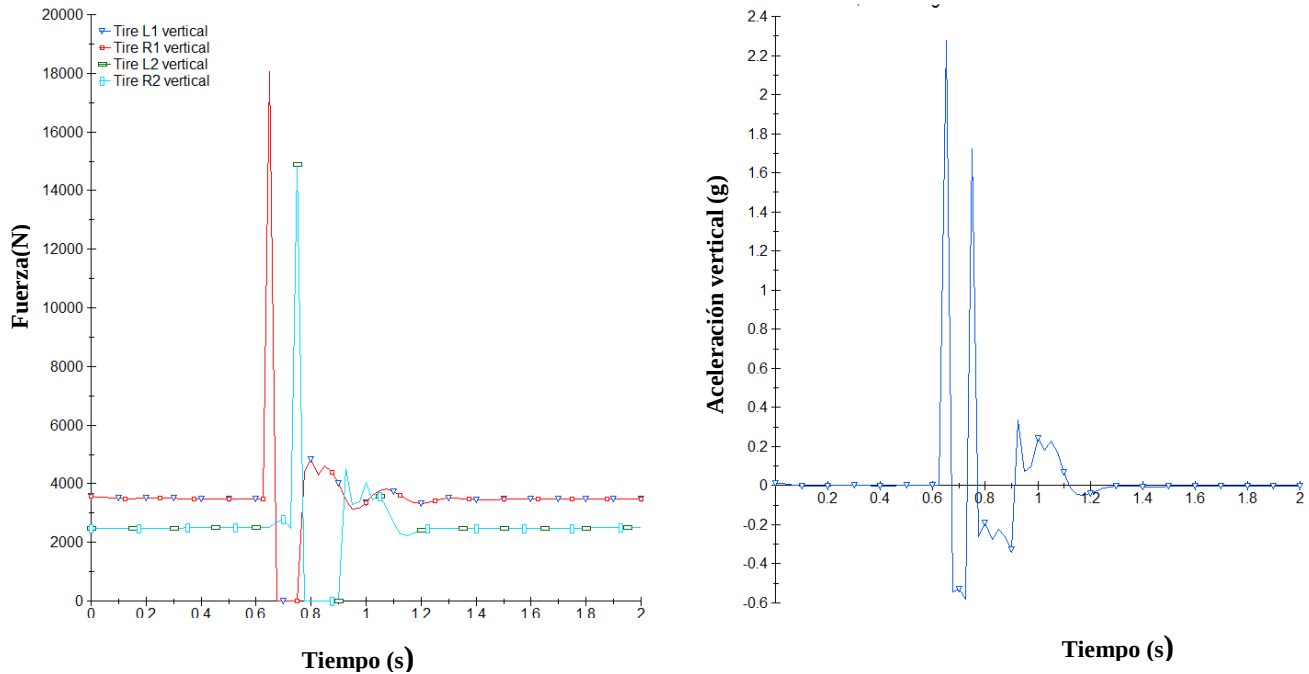


Gráfica 3-48 Ensayo 48, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	15047.38
Ftrasera maxima (N)	14661.70
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.991
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.627
RMS (m/s^2)	3.33
VDV (m/s^2)	7.91

Tabla 3-48 Datos extraídos de ensayo 48

49 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.90Km/h.

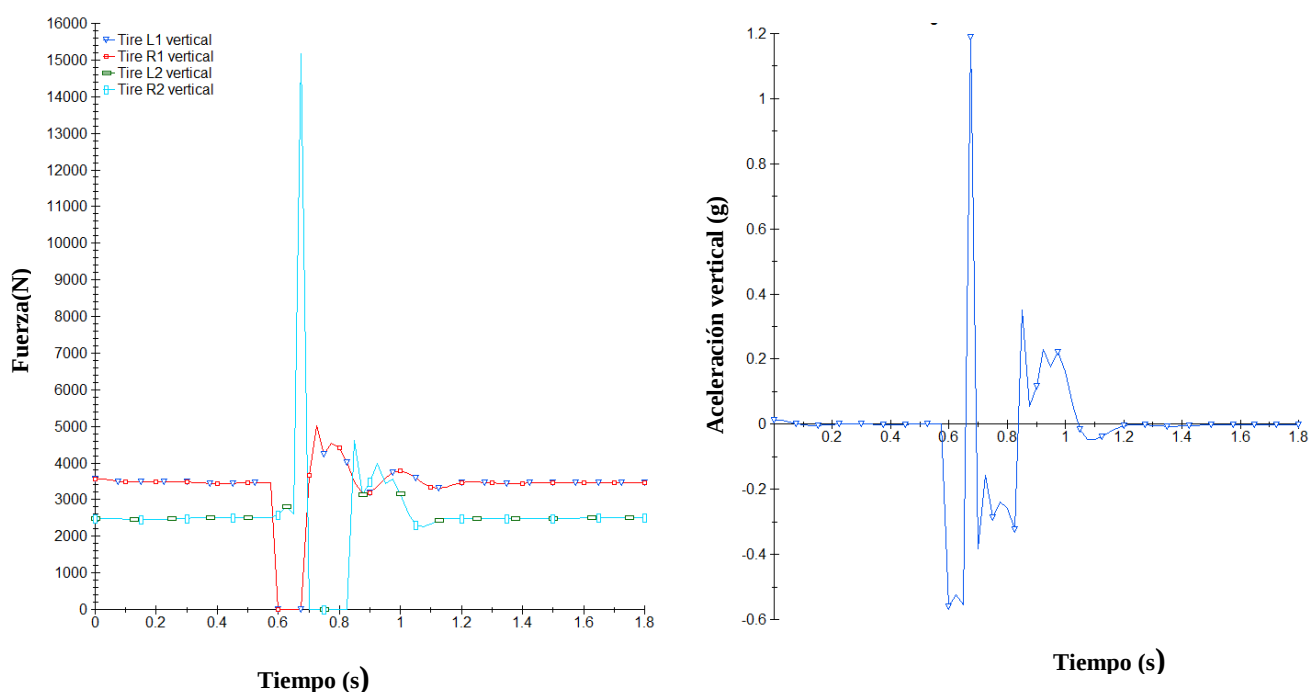


Gráfica 3-49 Ensayo 49, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	18066.63
Ftrasera maxima (N)	14882.66
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	2.278
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.579
RMS (m/s^2)	3.86
VDV (m/s^2)	8.53

Tabla 3-49 Datos extraídos de ensayo 49

50 Clase B hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.100Km/h.

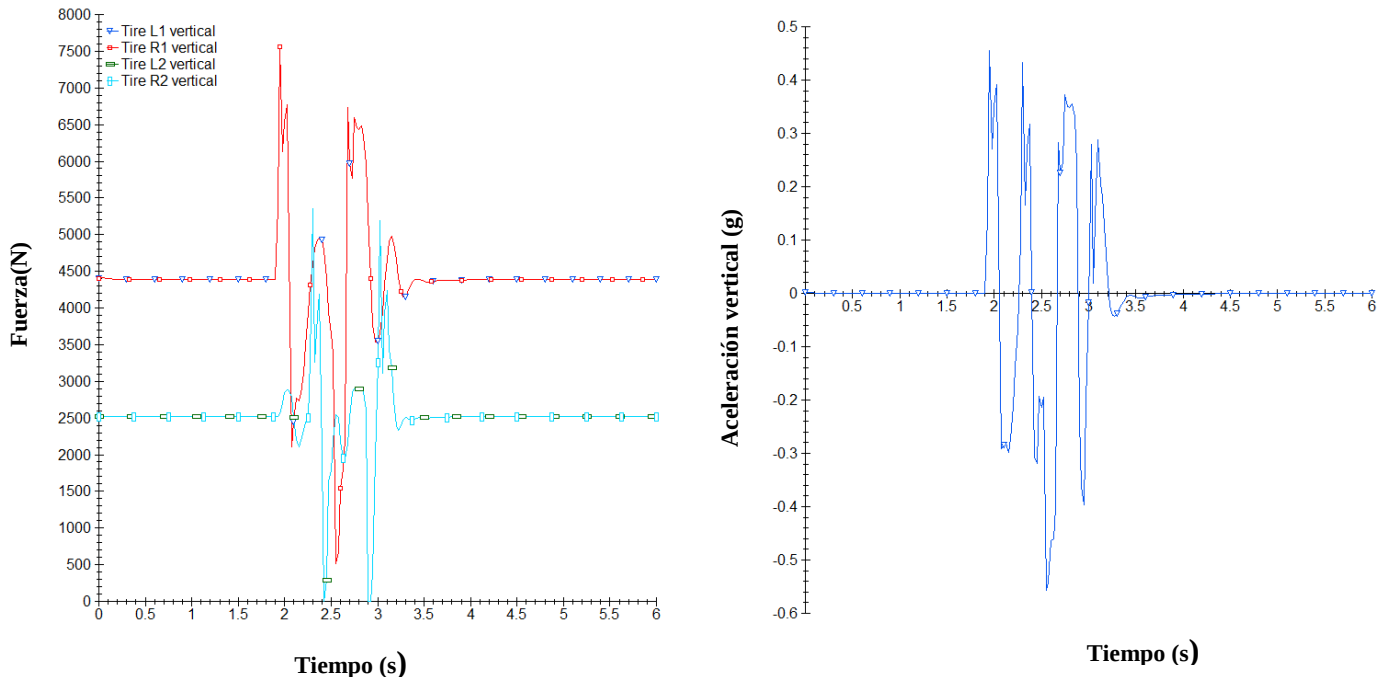


Gráfica 3-50 Ensayo 50, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	5016.77
Ftrasera maxima (N)	15173.67
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adhereicia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.187
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.561
RMS (m/s^2)	2.26
VDV (m/s^2)	4.39

Tabla 3-50 Datos extraídos de ensayo 50

51 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.30km/h.

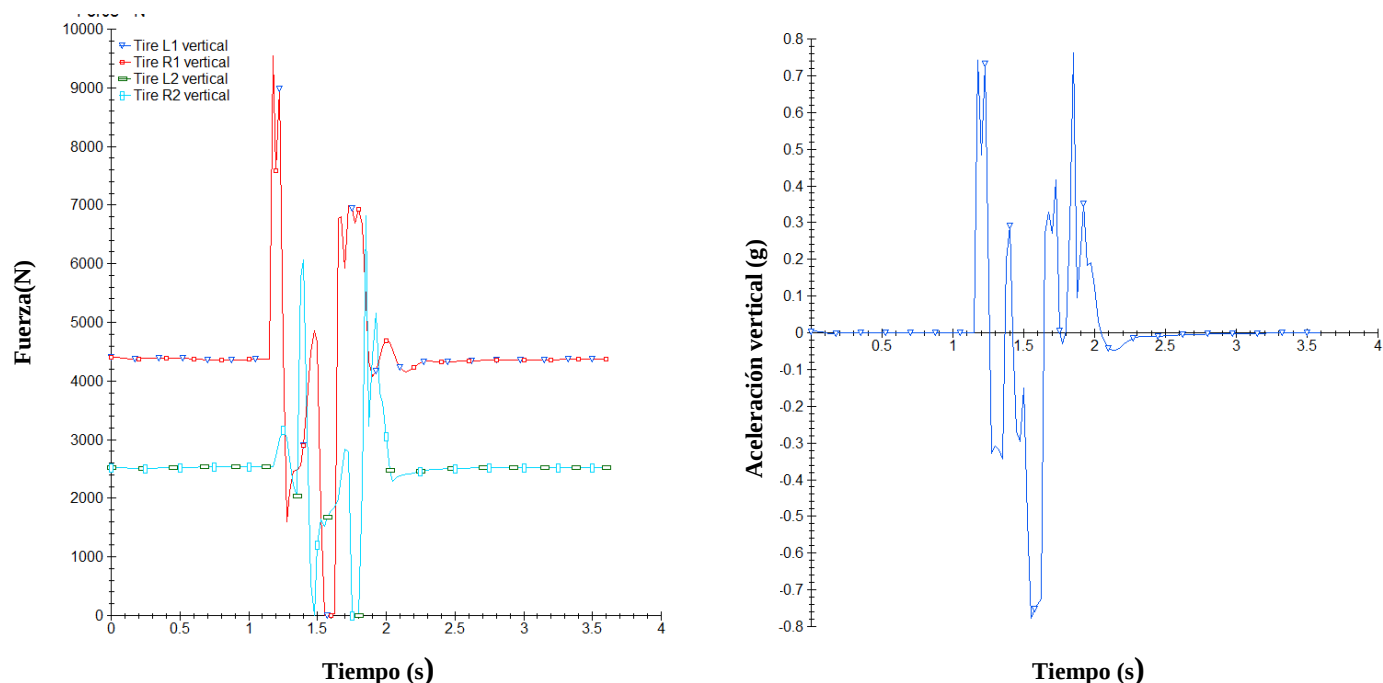


Gráfica 3-51 Ensayo 51, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	7556.78
Ftrasera maxima (N)	5356.42
Fdelantera minima (N)	513.48
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	11
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.455
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.557
RMS (m/s^2)	2.09
VDV (m/s^2)	2.79

Tabla 3-51 Datos extraídos de ensayo 51

52 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.50km/h.

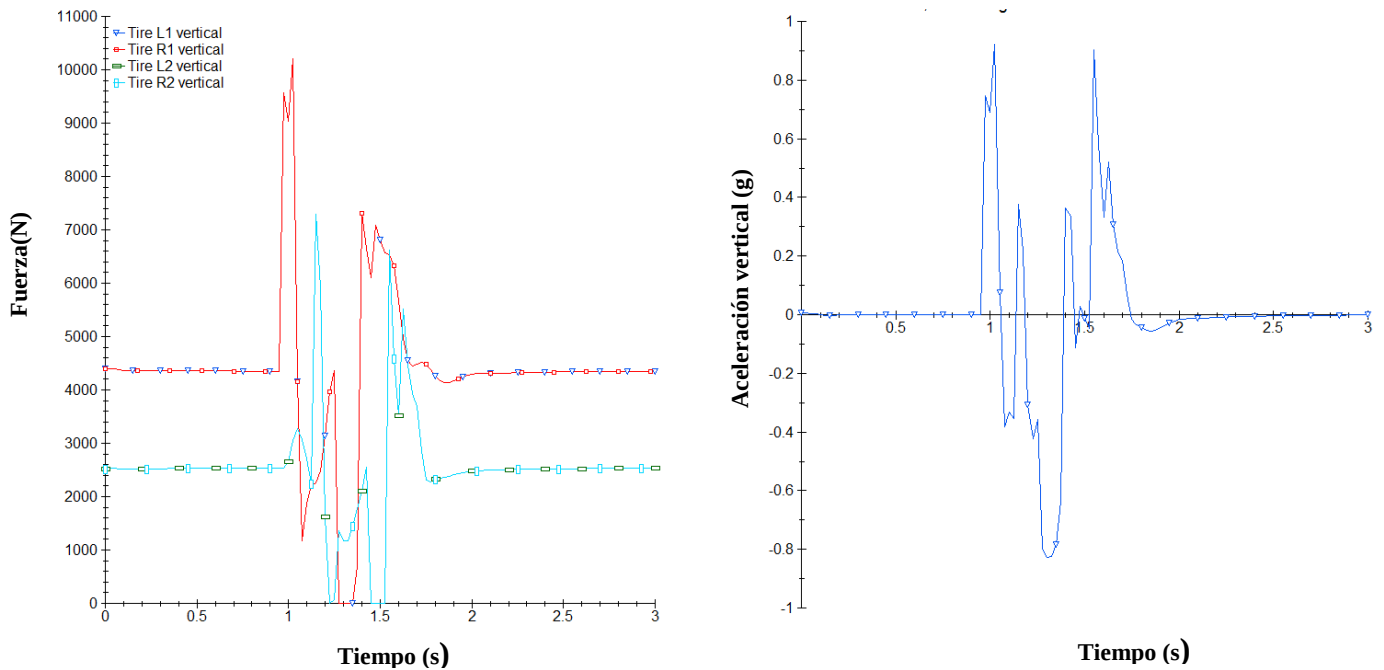


Gráfica 3-52 Ensayo 52, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	9549.45
Ftrasera maxima (N)	6811.14
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.525
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.731
RMS (m/s^2)	2.46
VDV (m/s^2)	3.94

Tabla 3-52 Datos extraídos de ensayo 52

53 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.60Km/h.

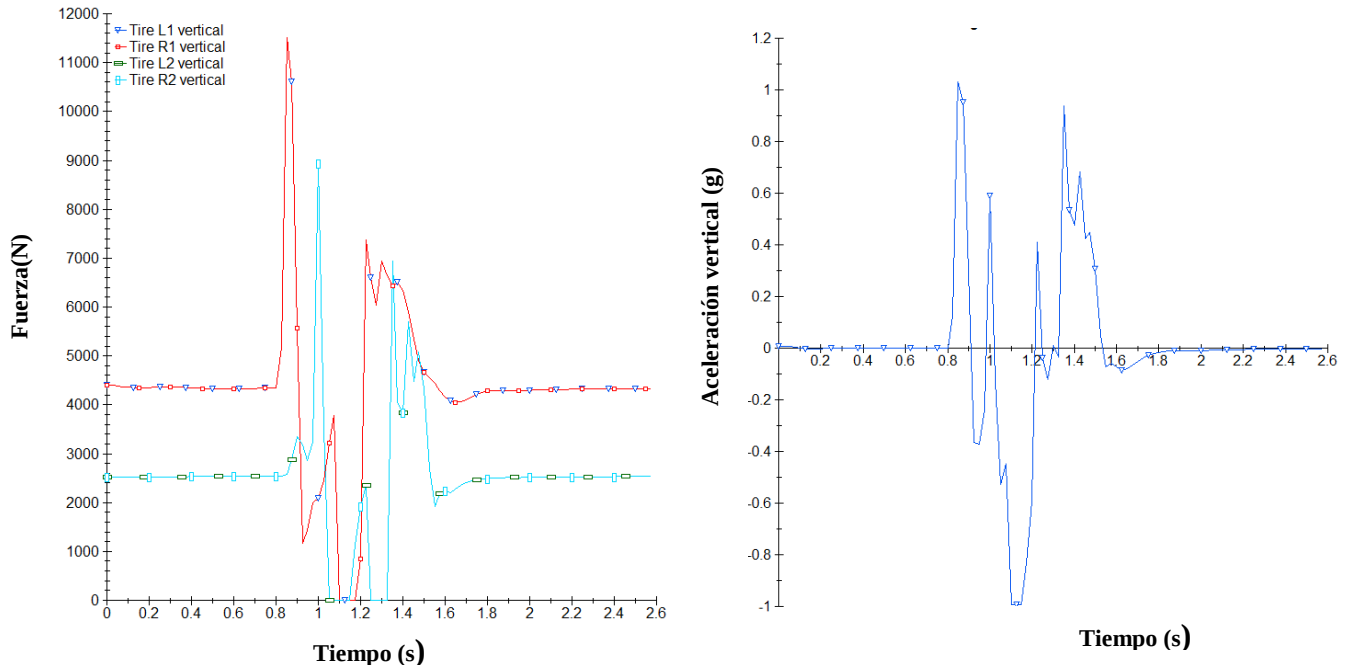


Gráfica 3-53 Ensayo 53, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	10213
Ftrasera maxima (N)	7298.18
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.921
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.826
RMS (m/s^2)	2.90
VDV (m/s^2)	4.55

Tabla 3-53 Datos extraídos de ensayo 53

54 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.70Km/h.

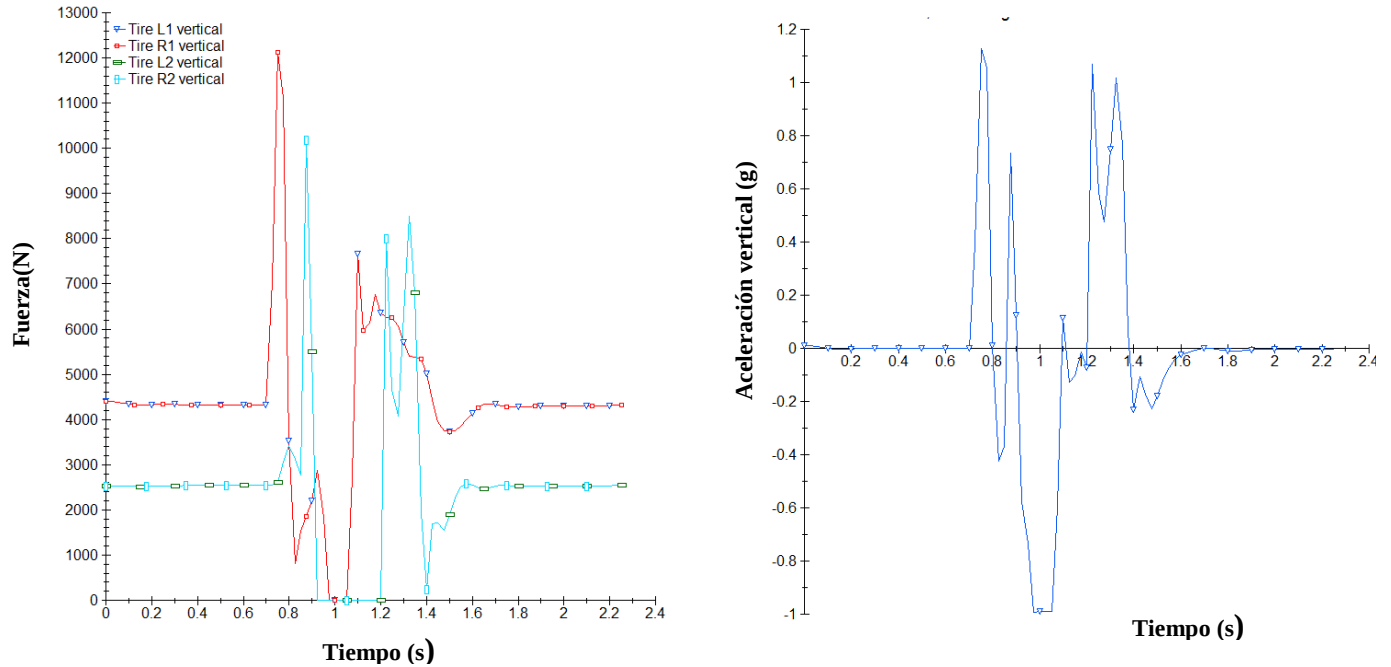


Gráfica 3-54 Ensayo 54, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	11502.48
Ftrasera maxima (N)	8942.94
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.031
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.993
RMS (m/s^2)	3.43
VDV (m/s^2)	5.33

Tabla 3-54 Datos extraídos de ensayo 54

55 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.80Km/h.

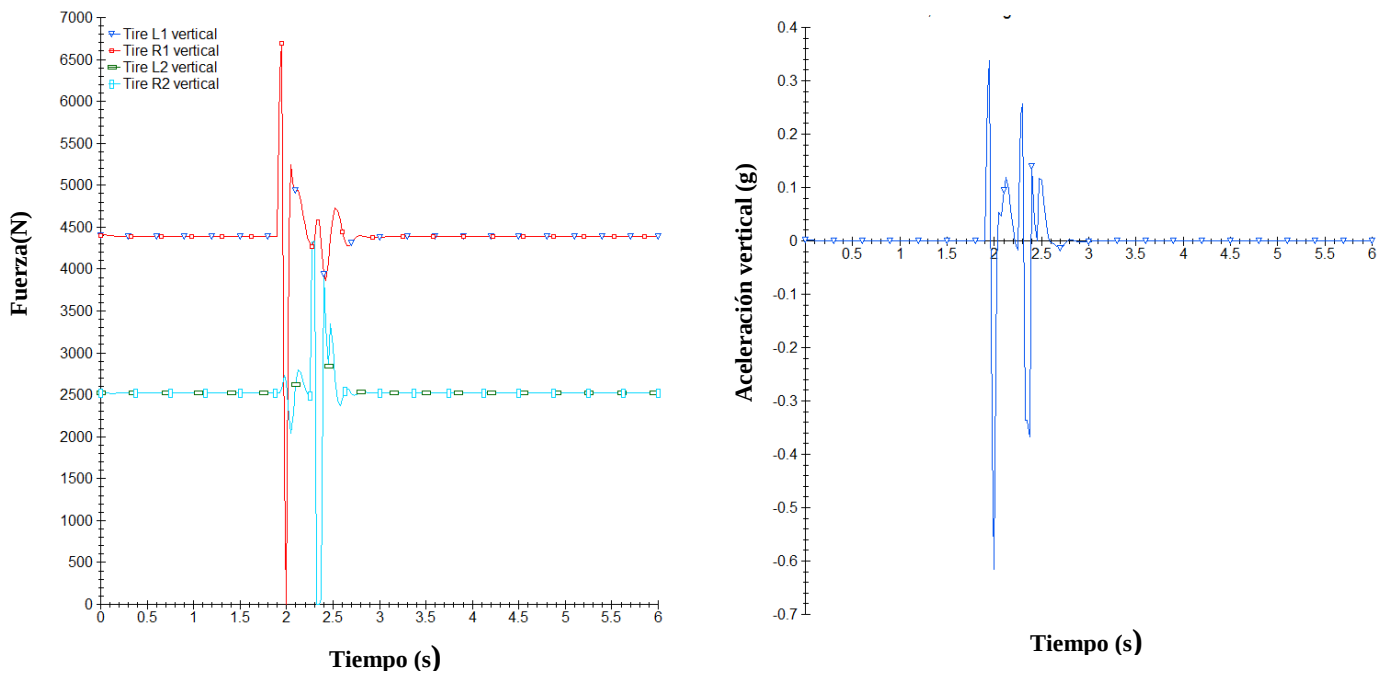


Gráfica 3-55 Ensayo 55, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	12123.96
Ftrasera maxima (N)	10183.45
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.128
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.991
RMS (m/s^2)	4.18
VDV (m/s^2)	6.15

Tabla 3-55 Datos extraídos de ensayo 55

56 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.30Km/h.

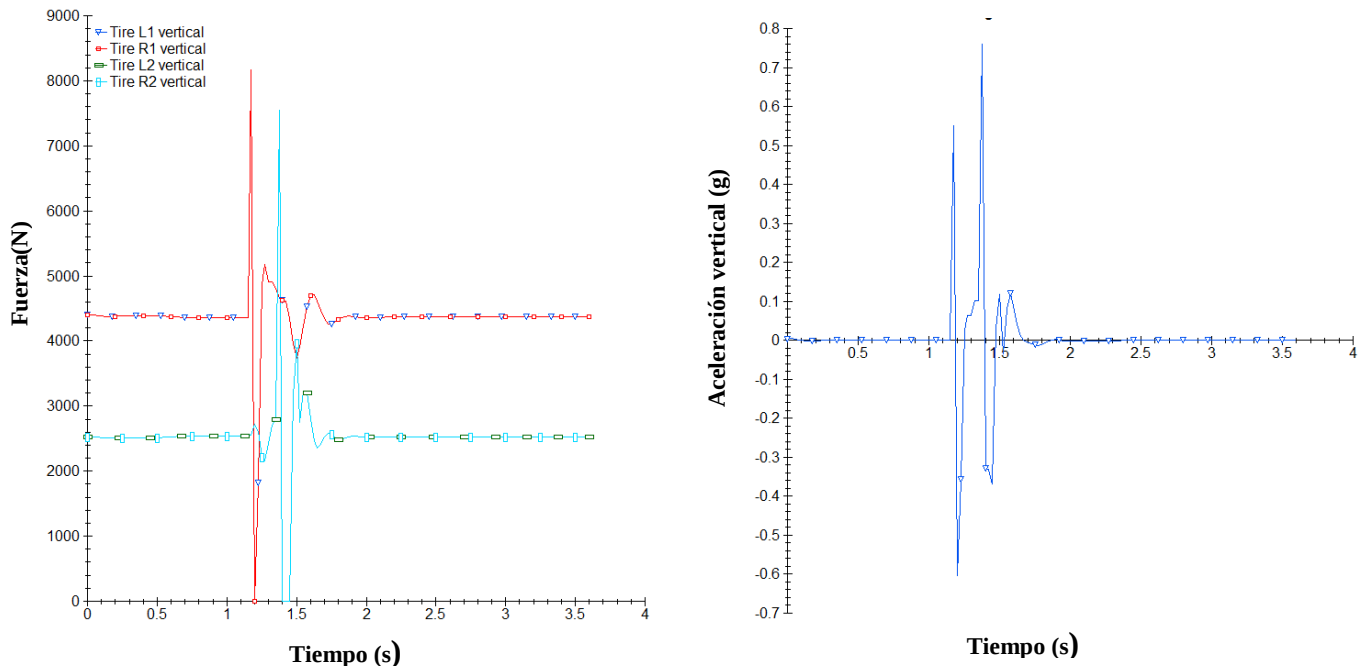


Gráfica 3-56 Ensayo 56, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	6691.01
Ftrasera maxima (N)	4333.45
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.337
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.615
RMS (m/s^2)	1.65
VDV (m/s^2)	2.53

Tabla 3-56 Datos extraídos de ensayo 56

57 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.50Km/h.

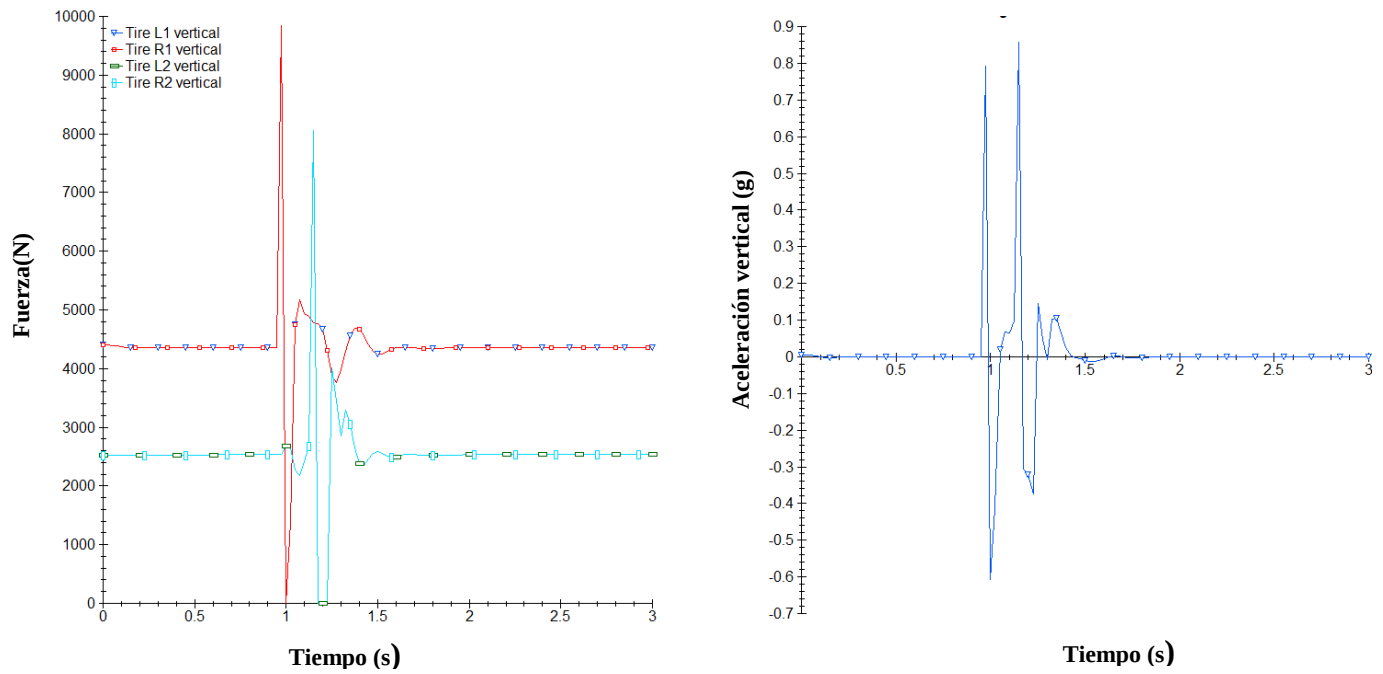


Gráfica 3-57 Ensayo 56, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	8169.10
Ftrasera maxima (N)	7548.55
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.758
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.603
RMS (m/s^2)	1.96
VDV (m/s^2)	3.35

Tabla 3-57 Datos extraídos de ensayo 57

58 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 60Km/h.

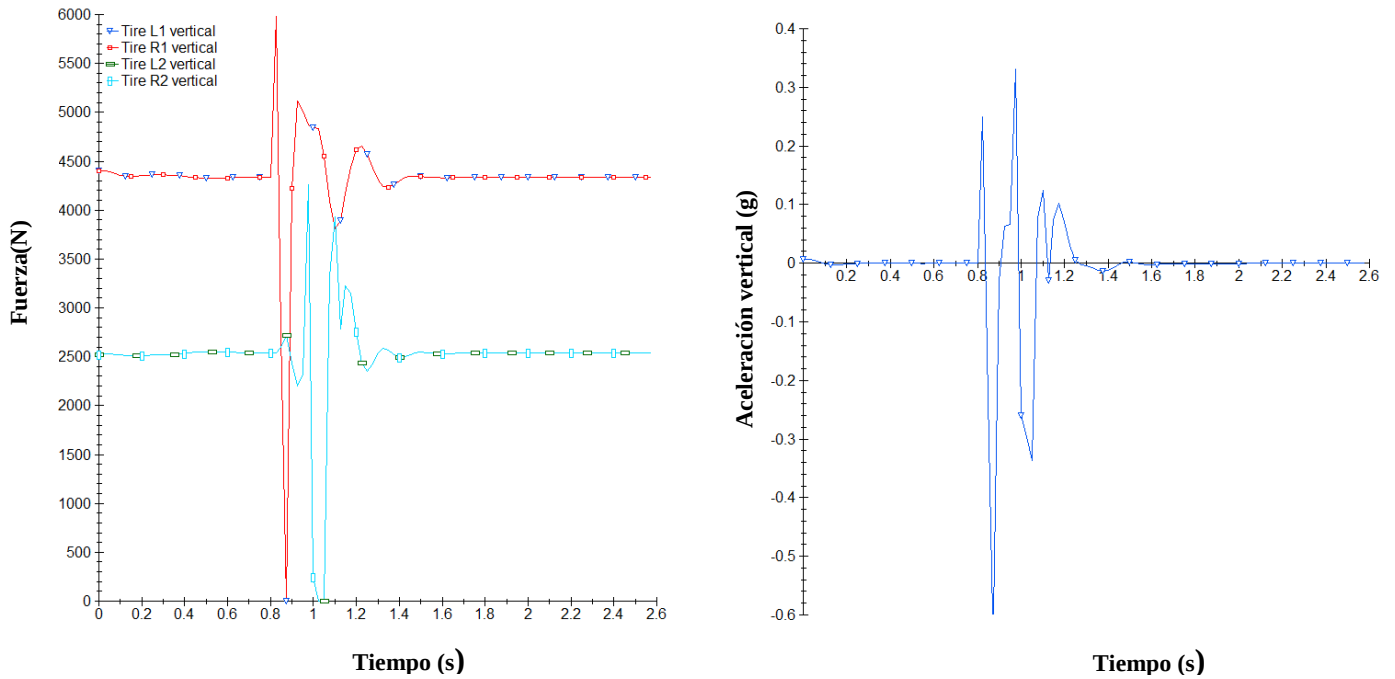


Gráfica 3-58 Ensayo 58, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	9840.76
Ftrasera maxima (N)	8049.32
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.857
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.607
RMS (m/s^2)	2.24
VDV (m/s^2)	3.93

Tabla 3-58 Datos extraídos de ensayo 58

59 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.70Km/h.

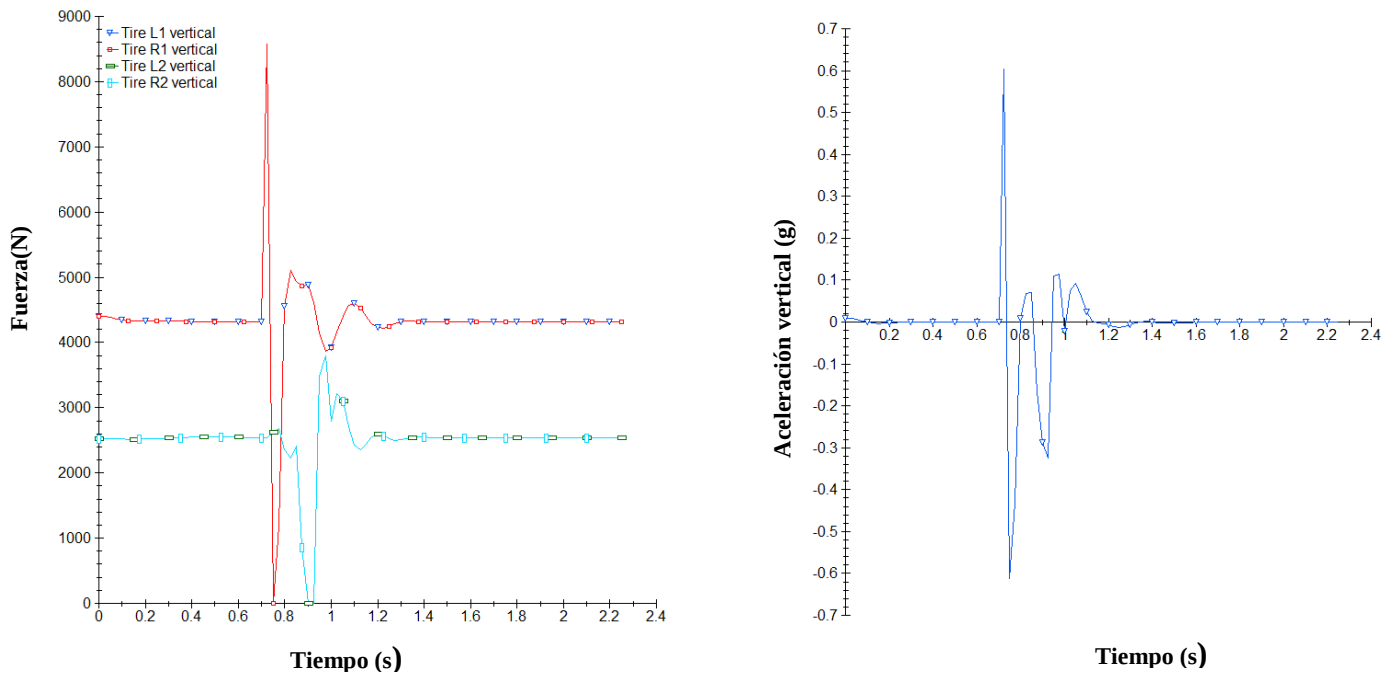


Gráfica 3-59 Ensayo 59, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	5908.08
Ftrasera maxima (N)	4261.69
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.331
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.600
RMS (m/s^2)	1.39
VDV (m/s^2)	2.44

Tabla 3-59 Datos extraídos de ensayo 59

60 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h. 80Km/h.

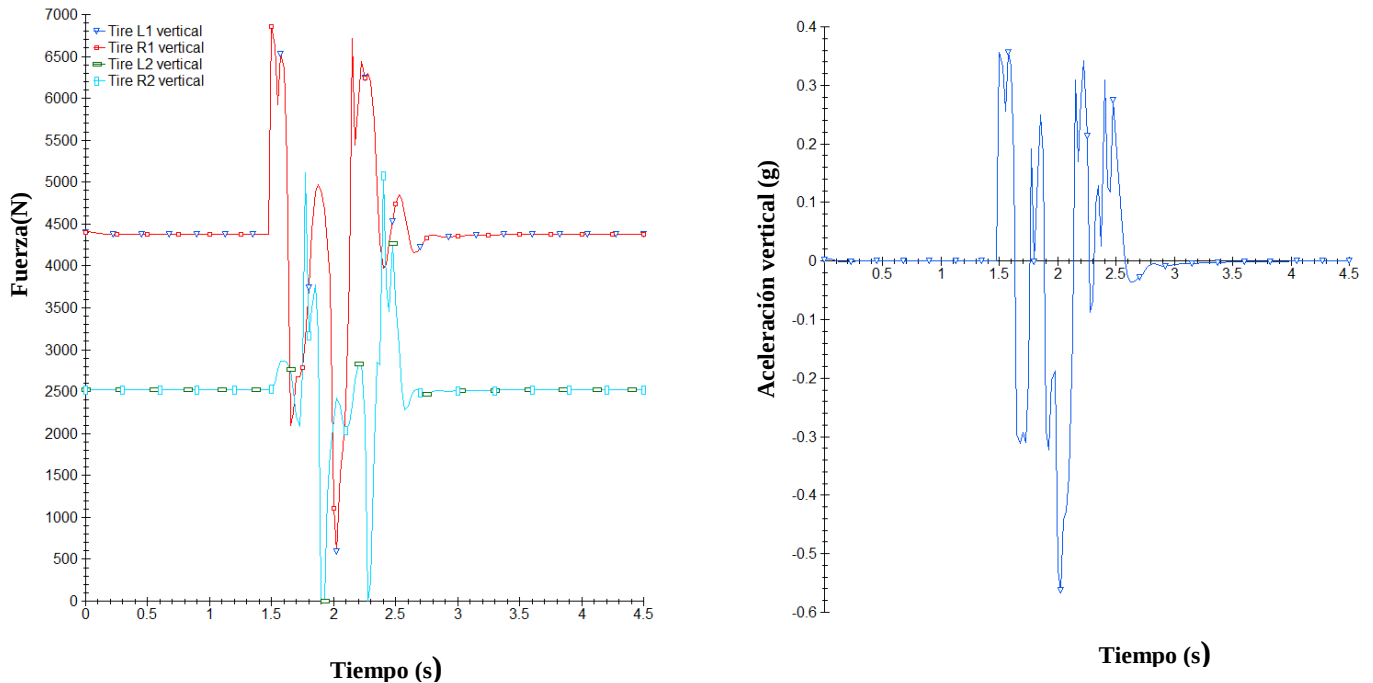


Gráfica 3-60 Ensayo 60, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	8580.68
Ftrasera maxima (N)	4573.17
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.604
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.611
RMS (m/s^2)	1.63
VDV (m/s^2)	2.89

Tabla 3-60 Datos extraídos de ensayo 60

61 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.40Km/h.

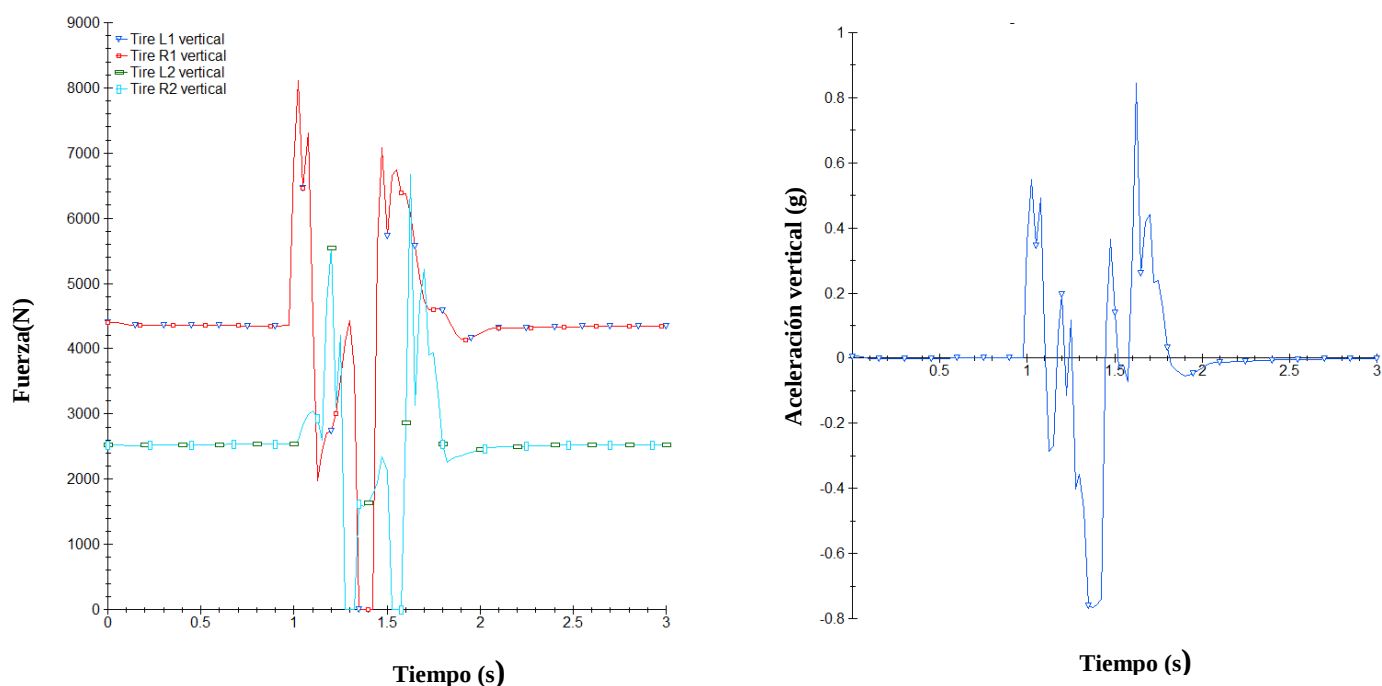


Gráfica 3-61 Ensayo 61, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	6854.72
Ftrasera maxima (N)	5116.47
Fdelantera minima (N)	595.47
Ftrasera minima (N)	0
Adhereicia delantera minima %	13.52
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.356
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.562
RMS (m/s^2)	1.81
VDV (m/s^2)	2.56

Tabla 3-61 Datos extraídos de ensayo 61

62 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.60Km/h.

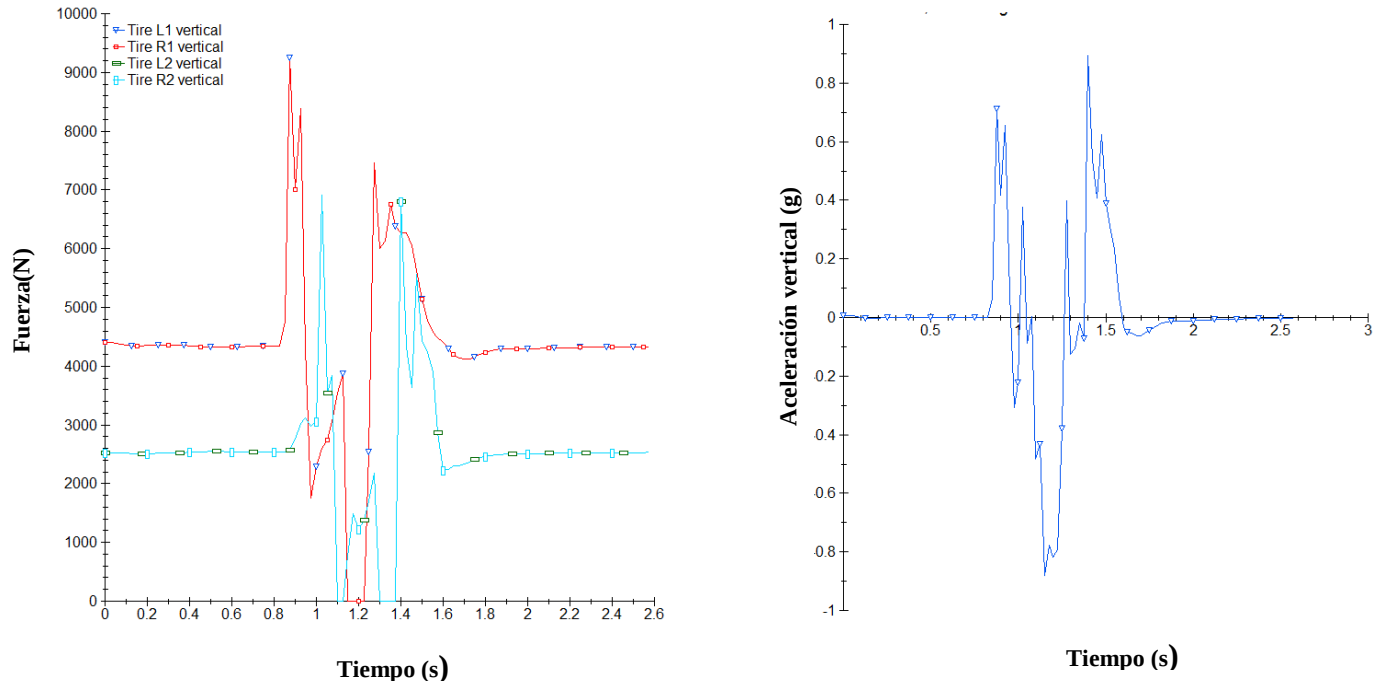


Gráfica 3-62 Ensayo 62, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
fFtrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	8106.51
Ftrasera maxima (N)	6677.25
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.845
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.766
RMS (m/s^2)	2.41
VDV (m/s^2)	3.89

Tabla 3-62 Datos extraídos de ensayo 62

63 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.70Km/h.

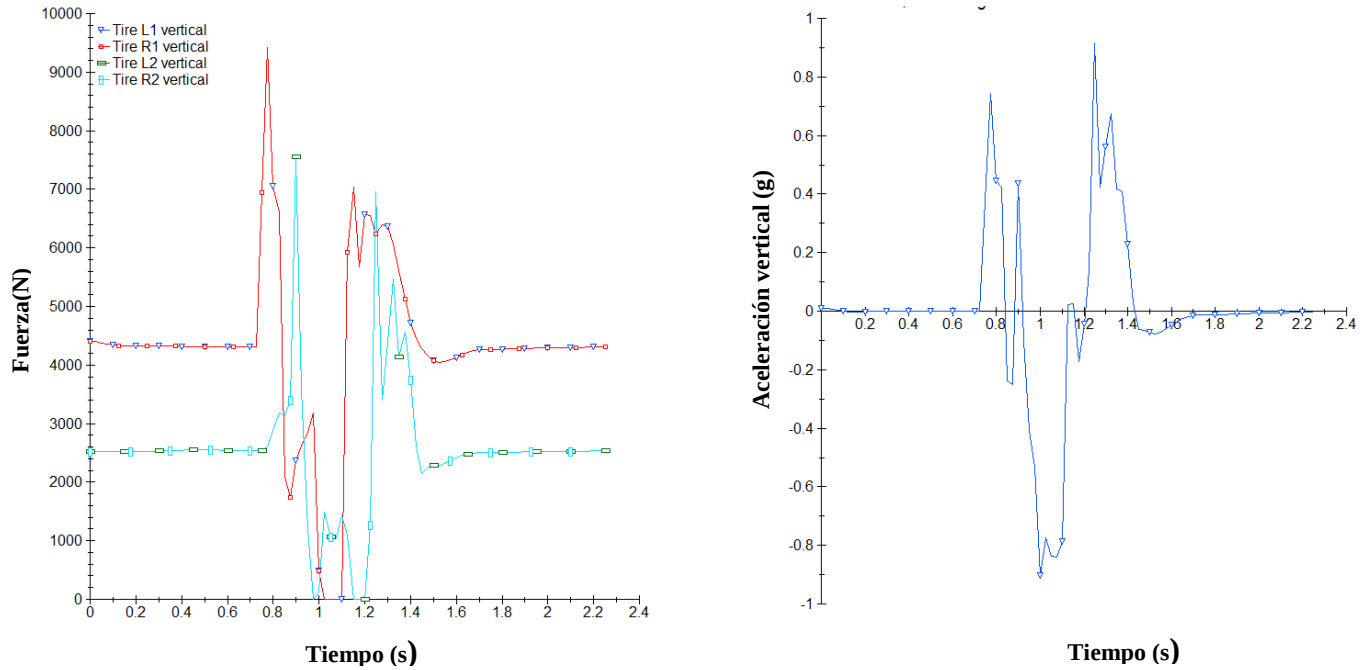


Gráfica 3-63 Ensayo 63, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	9249.08
Ftrasera maxima (N)	6912.65
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.893
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.881
RMS (m/s^2)	2.88
VDV (m/s^2)	4.46

Tabla 3-63 Datos extraídos de ensayo 63

64 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.80Km/h.

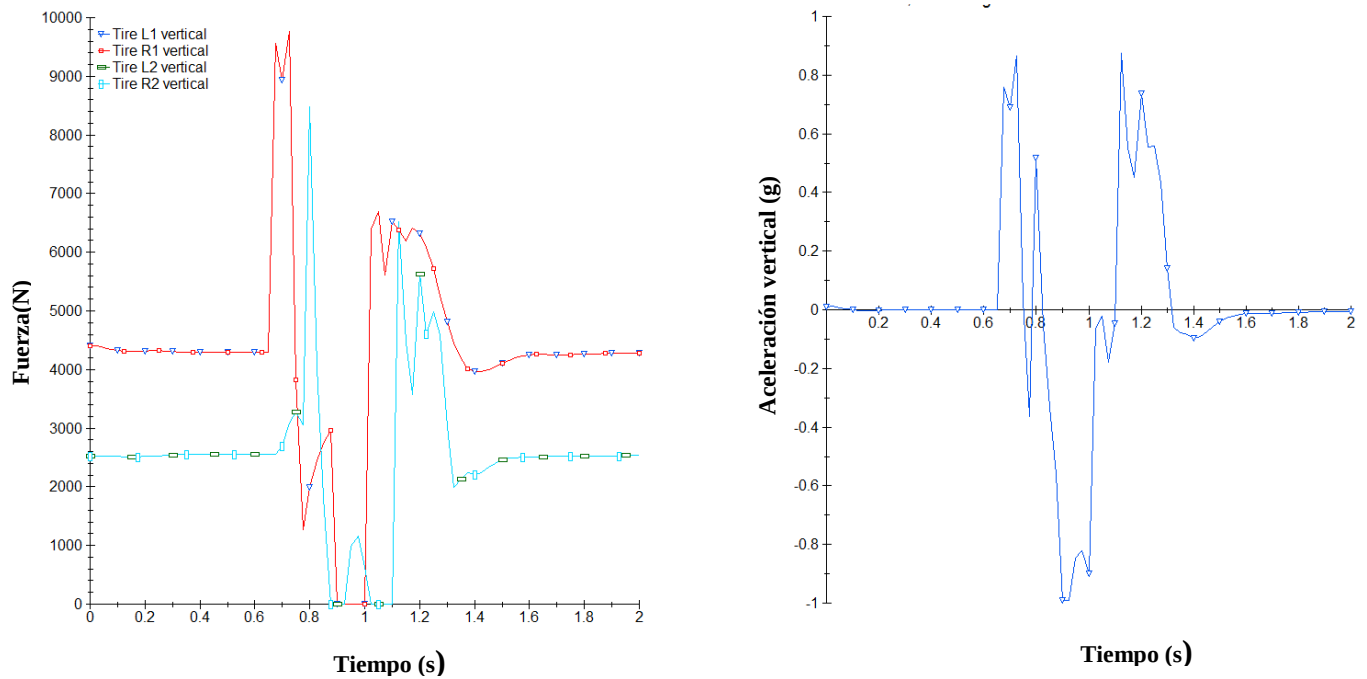


Gráfica 3-64 Ensayo 64, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	9418.88
Ftrasera maxima (N)	7548.33
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.915
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.904
RMS (m/s^2)	3.22
VDV (m/s^2)	4.81

Tabla 3-64 Datos extraídos de ensayo 64

65 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.90Km/h.

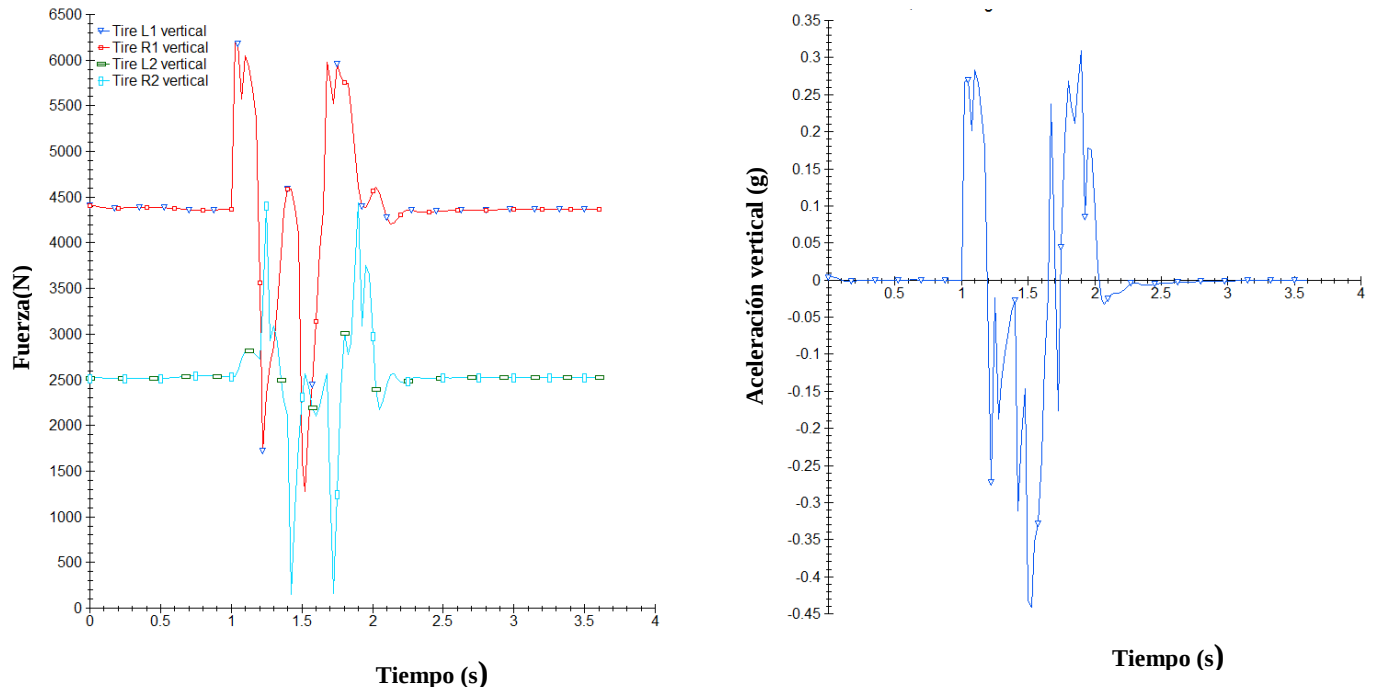


Gráfica 3-65 Ensayo 65, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	9770.53
Ftrasera maxima (N)	8476.39
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.874
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.989
RMS (m/s^2)	3.78
VDV (m/s^2)	5.45

Tabla 3-65 Datos extraídos de ensayo 65

66 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.50Km/h.

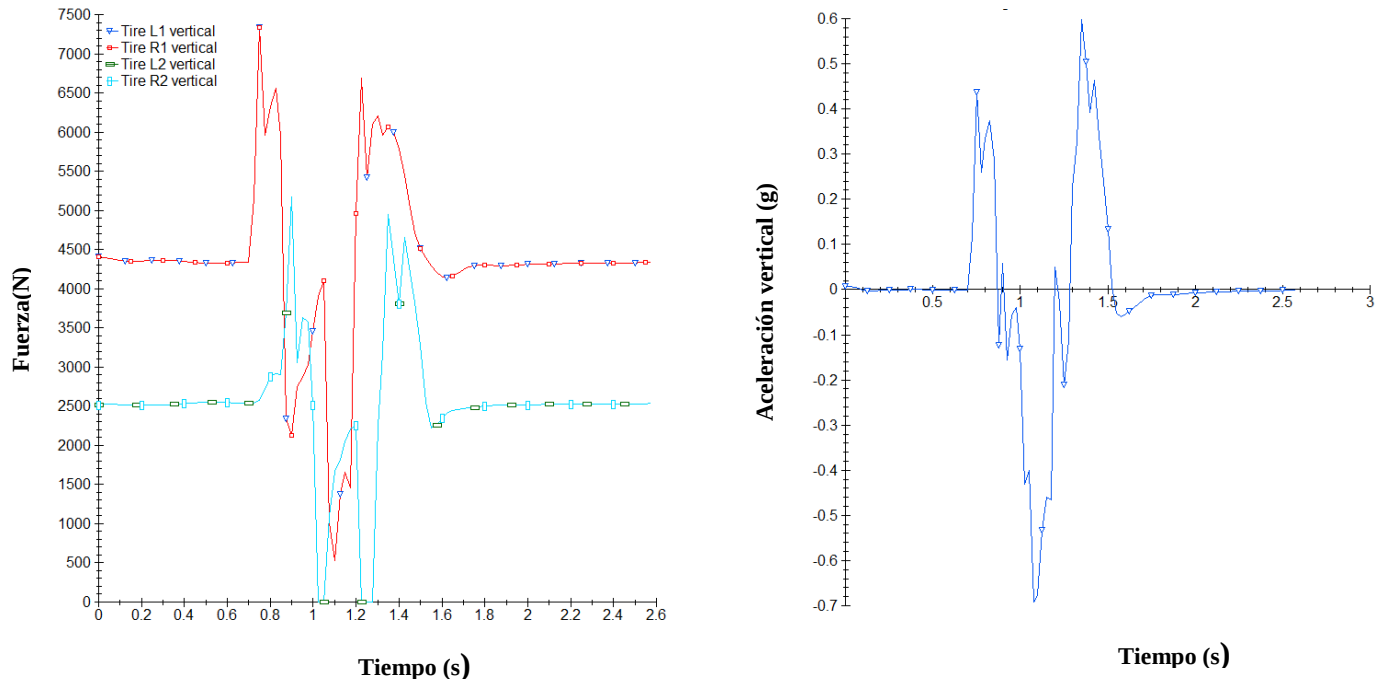


Gráfica 3-66 Ensayo 66, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	6210.42
Ftrasera maxima (N)	4434.08
Fdelantera minima (N)	1282.17
Ftrasera minima (N)	154.03
Adherencia delantera minima %	29
Adherencia trasera minima %	6.11
$a_{\max}(+)$ (g)	0.308
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.441
RMS (m/s^2)	1.44
VDV (m/s^2)	2.07

Tabla 3-66 Datos extraídos de ensayo 66

67 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.70Km/h.

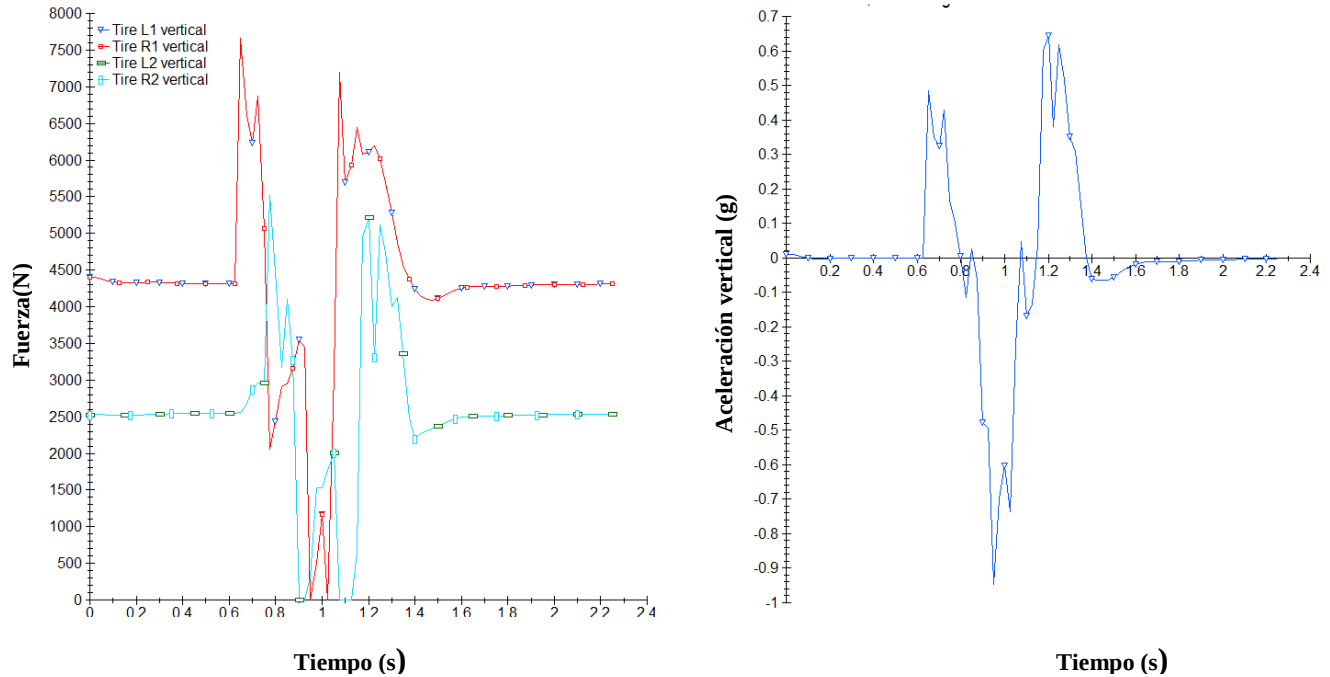


Gráfica 3-67 Ensayo 67, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	7336.49
Ftrasera maxima (N)	5166.55
Fdelantera minima (N)	526.02
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	11.9
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.596
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.691
RMS (m/s^2)	2.15
VDV (m/s^2)	3.27

Tabla 3-67 Datos extraídos de ensayo 67

68 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.80Km/h.

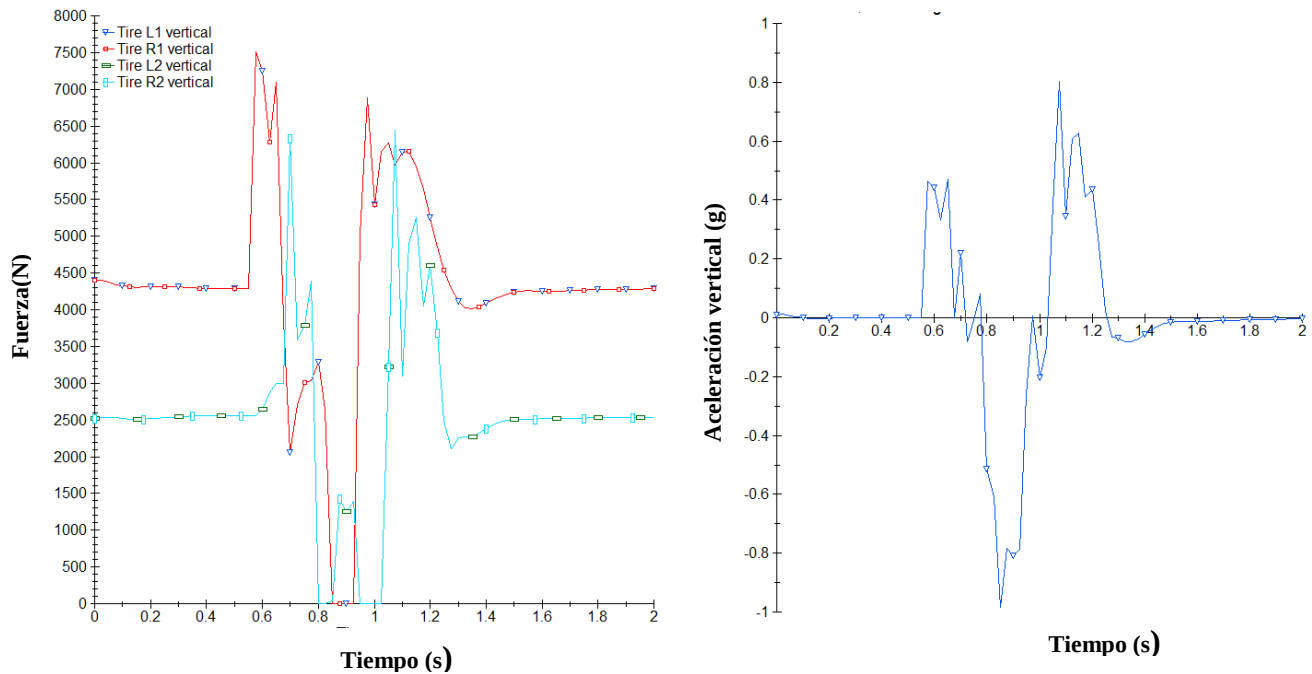


Gráfica 3-68 Ensayo 68, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	7657.36
Ftrasera maxima (N)	5212.88
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.643
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.946
RMS (m/s^2)	2.645
VDV (m/s^2)	4.10

Tabla 3-68 Datos extraídos de ensayo 68

69 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.90Km/h.

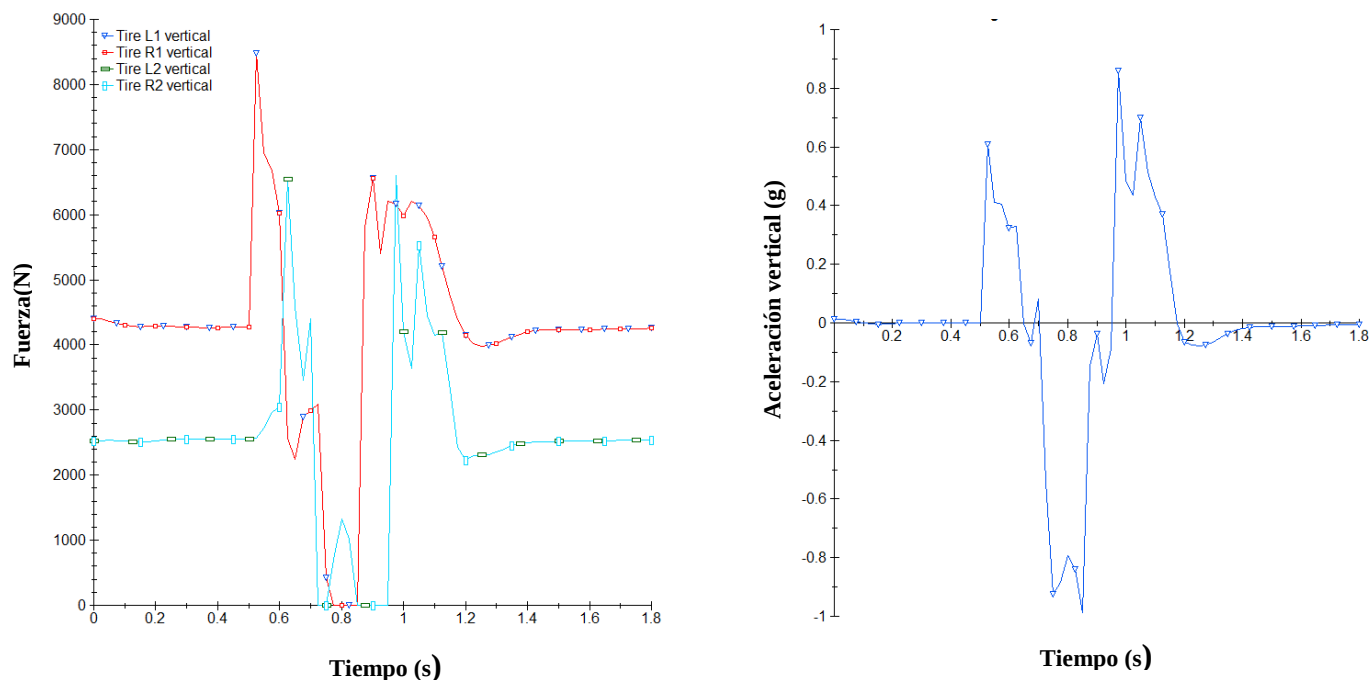


Gráfica 3-69 Ensayo 69, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	7508.91
Ftrasera maxima (N)	6441.03
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max(+)} (g)$	0.803
$a_{\max(-)} (g)$	-0.983
RMS (m/s^2)	3.06
VDV (m/s^2)	4.61

Tabla 3-69 Datos extraidos de ensayo 69

70 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.100Km/h

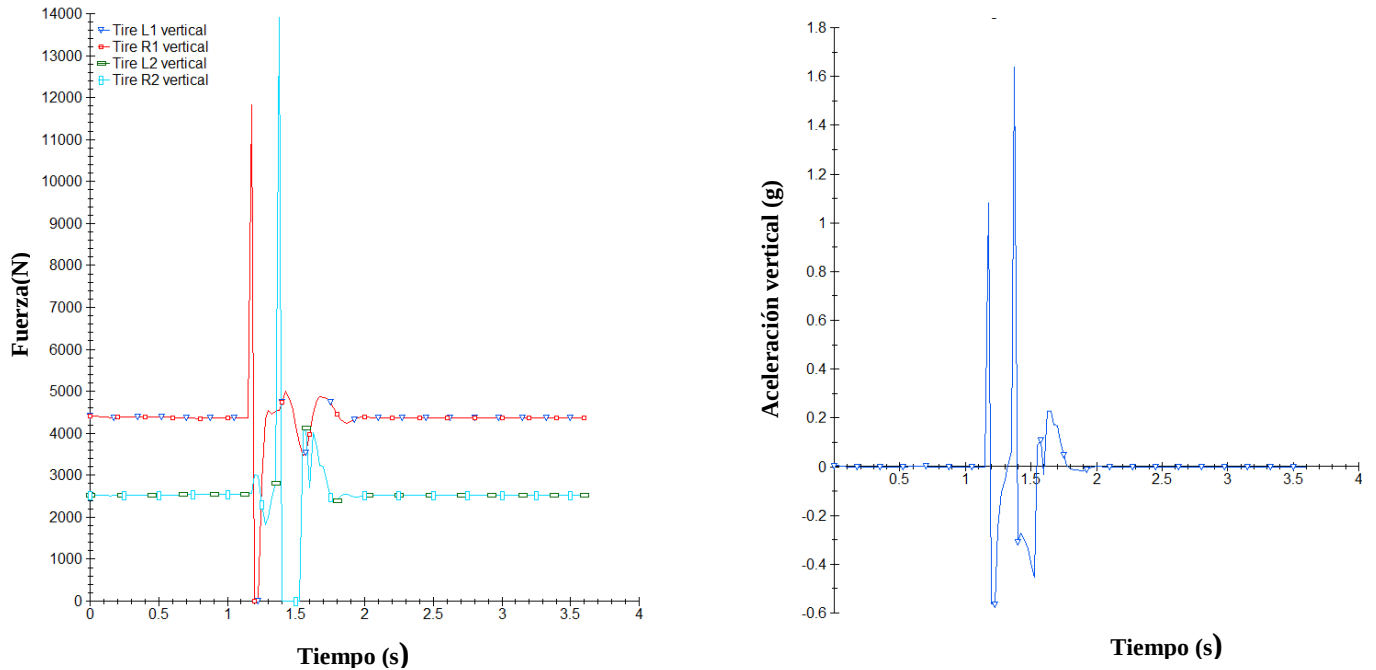


Gráfica 3-70 Ensayo 70, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	8473.55
Ftrasera maxima (N)	6600.75
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.857
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.986
RMS (m/s^2)	3.36
VDV (m/s^2)	5.04

Tabla 3-70 Datos extraídos de ensayo 70

71 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.50Km/h.

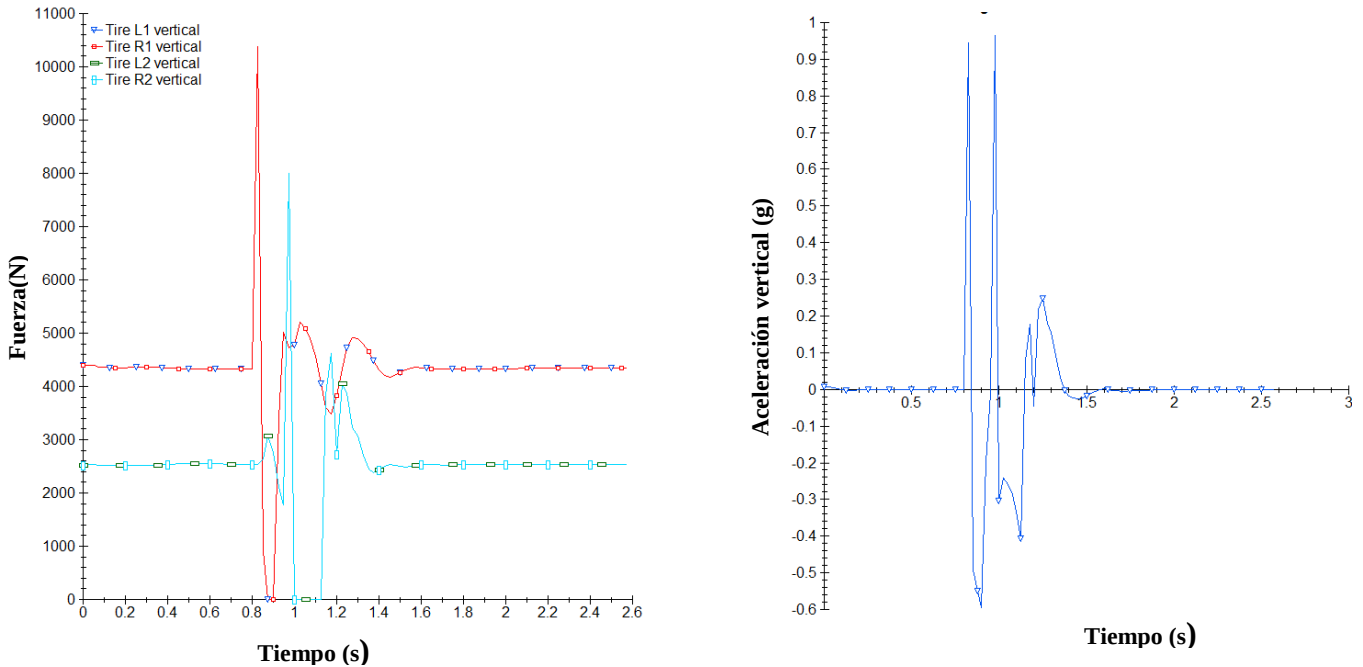


Gráfica 3-71 Ensayo 71, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	11821.91
Ftrasera maxima (N)	13909.31
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.638
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.567
RMS (m/s^2)	3.04
VDV (m/s^2)	6.16

Tabla 3-71 Datos extraídos de ensayo 71

72 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.70Km/h.

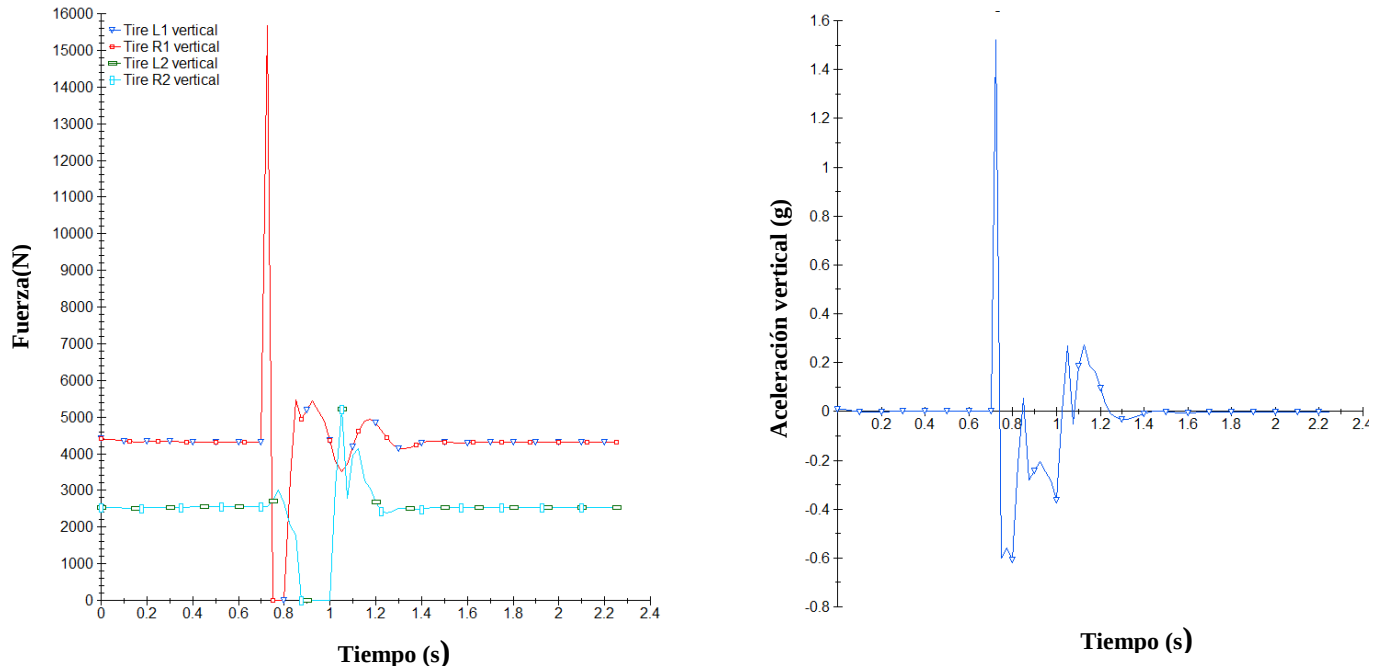


Gráfica 3-72 Ensayo 72, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	10383.09
Ftrasera maxima (N)	7998.54
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.964
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.594
RMS (m/s^2)	2.42
VDV (m/s^2)	4.23

Tabla 3-72 Datos extraídos de ensayo 72

73 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.80Km/h.

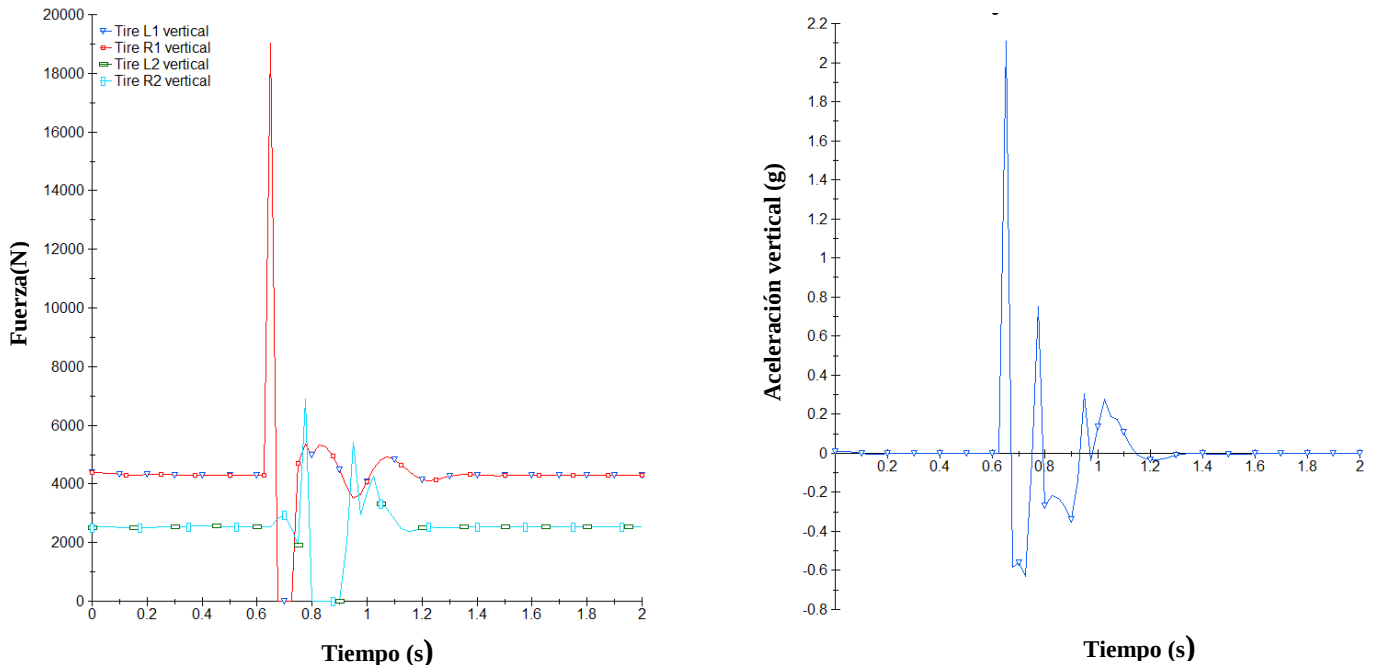


Gráfica 3-73 Ensayo 73, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	15688.37
Ftrasera maxima (N)	5215.23
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.522
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.609
RMS (m/s^2)	2.55
VDV (m/s^2)	5.44

Tabla 3-73 Datos extraídos de ensayo 73

74 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.90Km/h.

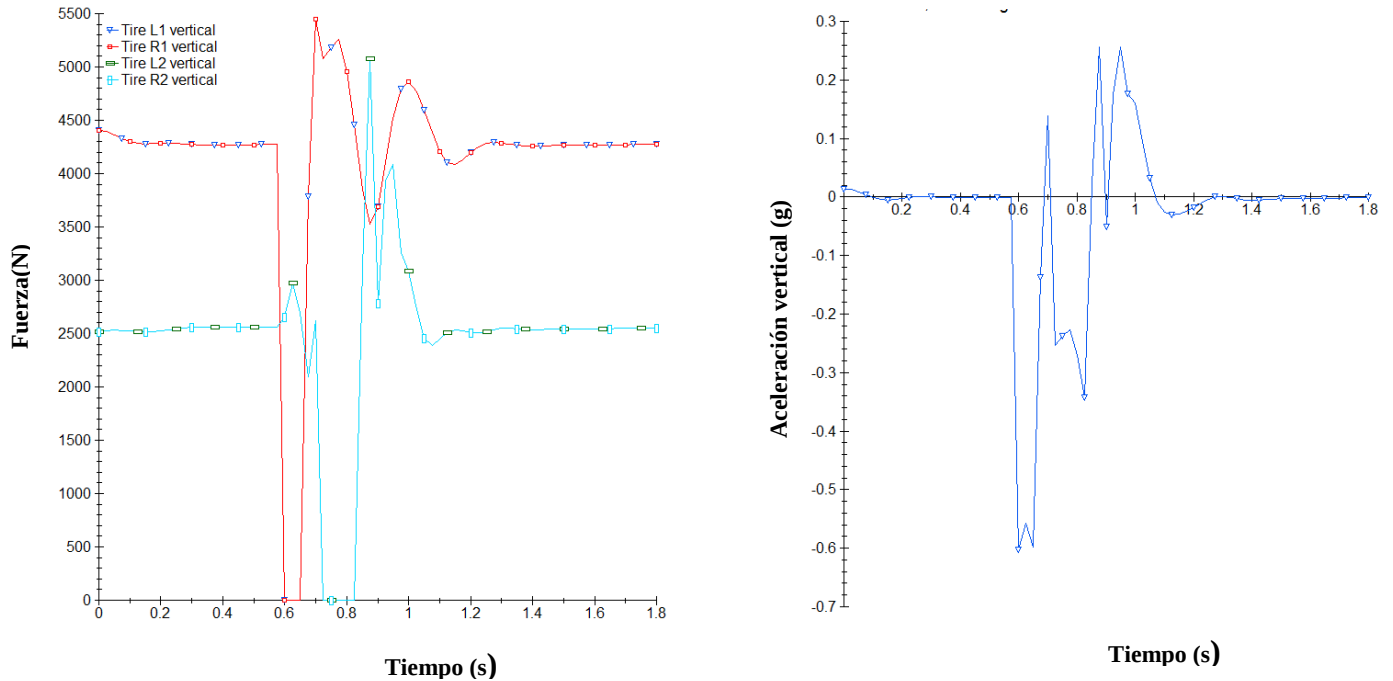


Gráfica 3-74 Ensayo 74, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	19016.09
Ftrasera maxima (N)	6902.30
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	2.108
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.630
RMS (m/s^2)	3.25
VDV (m/s^2)	7.46

Tabla 3-74 Datos extraídos de ensayo 74

75 Clase C hatchback 2012. Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.100Km/h.

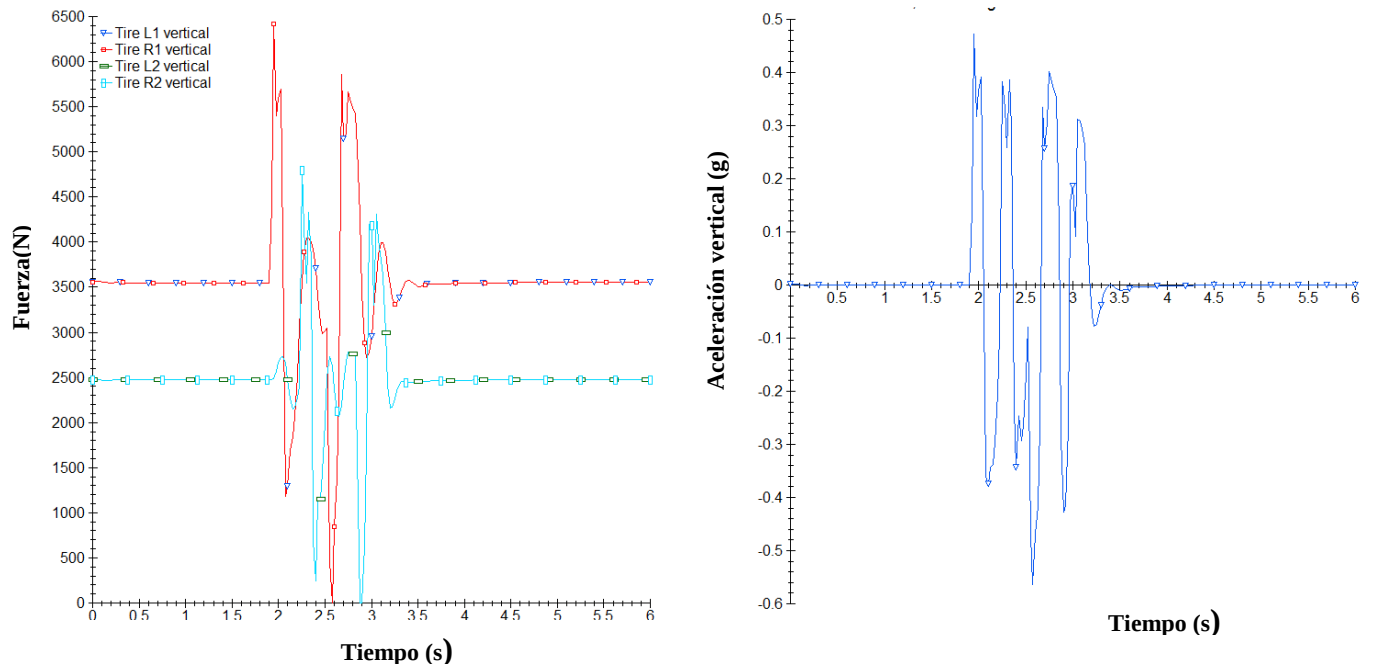


Gráfica 3-75 Ensayo 75, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	4403.57
Ftrasera inicial (N)	2520.42
Fdelantera maxima (N)	5449.93
Ftrasera maxima (N)	5080.98
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.256
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.603
RMS (m/s^2)	1.66
VDV (m/s^2)	2.86

Tabla 3-75 Datos extraídos de ensayo 75

76 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.30km/h.

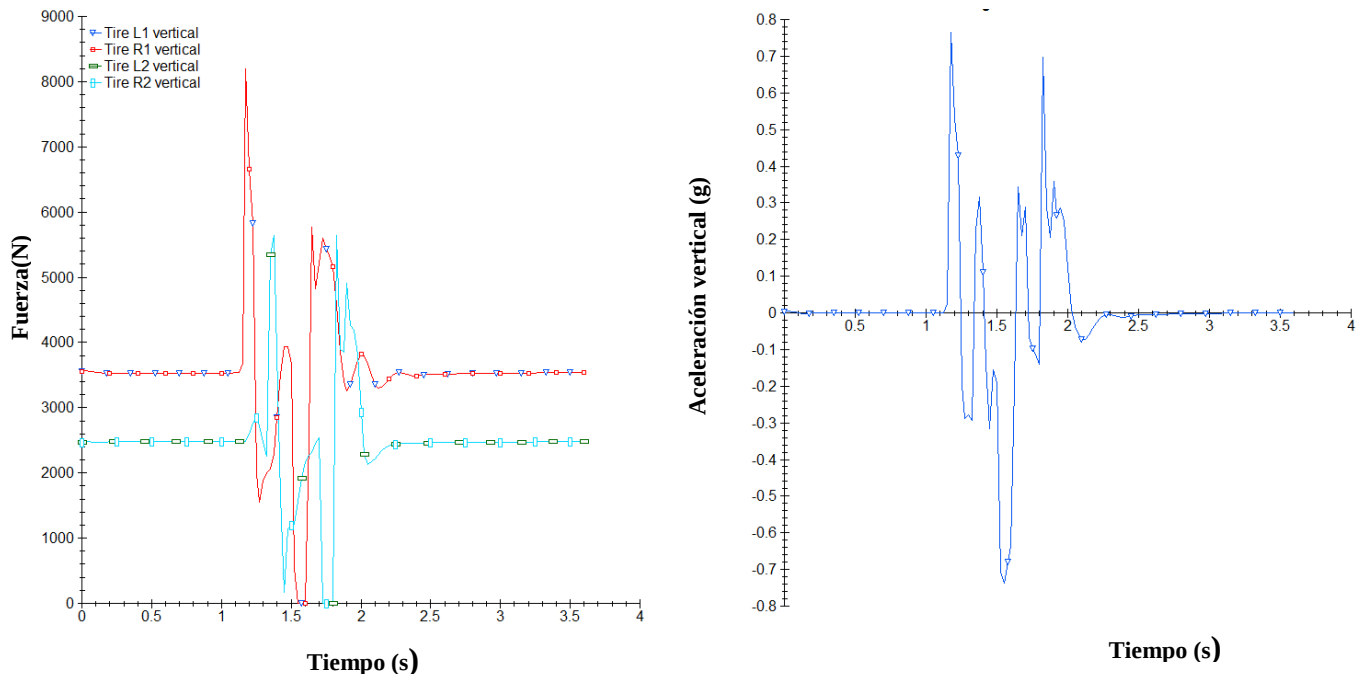


Gráfica 3-76 Ensayo 76, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	6419.45
Ftrasera maxima (N)	4802.22
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.471
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.563
RMS (m/s^2)	2.25
VDV (m/s^2)	2.89

Tabla 3-76 Datos extraídos de ensayo 76

77 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.50km/h.

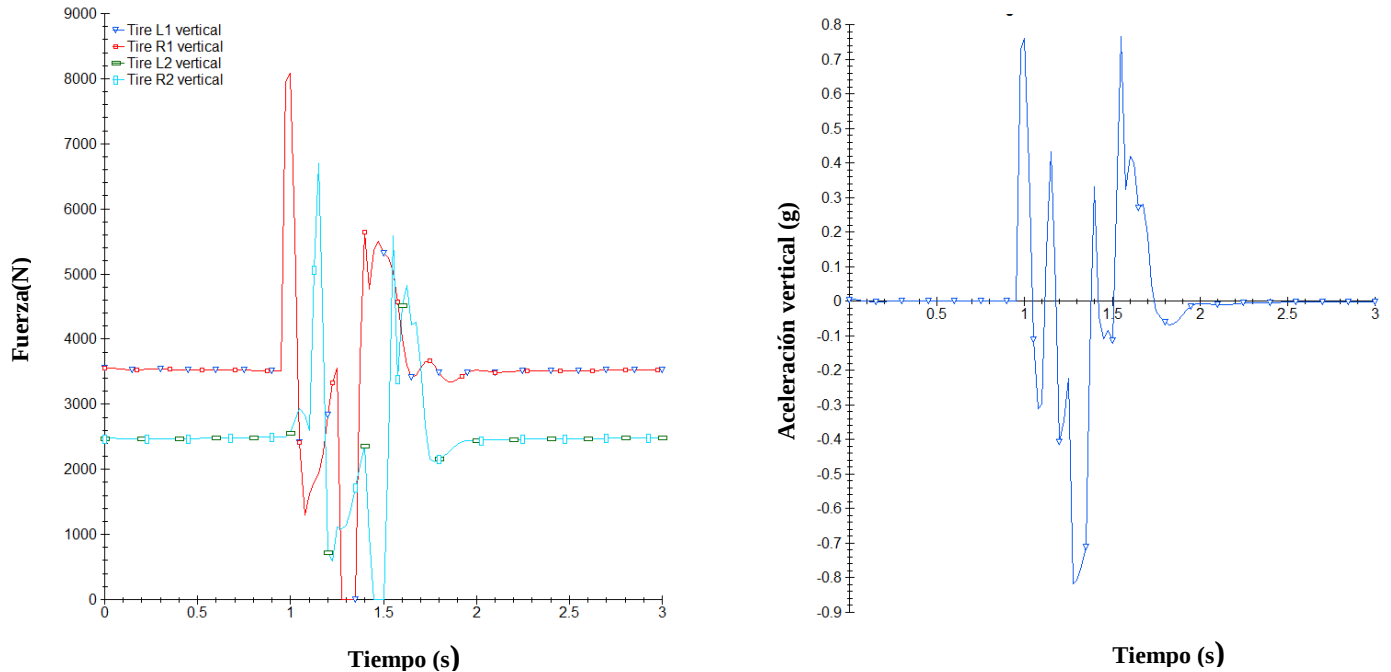


Gráfica 3-77 Ensayo 77, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	8194.45
Ftrasera maxima (N)	5638.36
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.765
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.736
RMS (m/s^2)	2.30
VDV (m/s^2)	3.66

Tabla 3-77 Datos extraídos de ensayo 77

78 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.60Km/h.

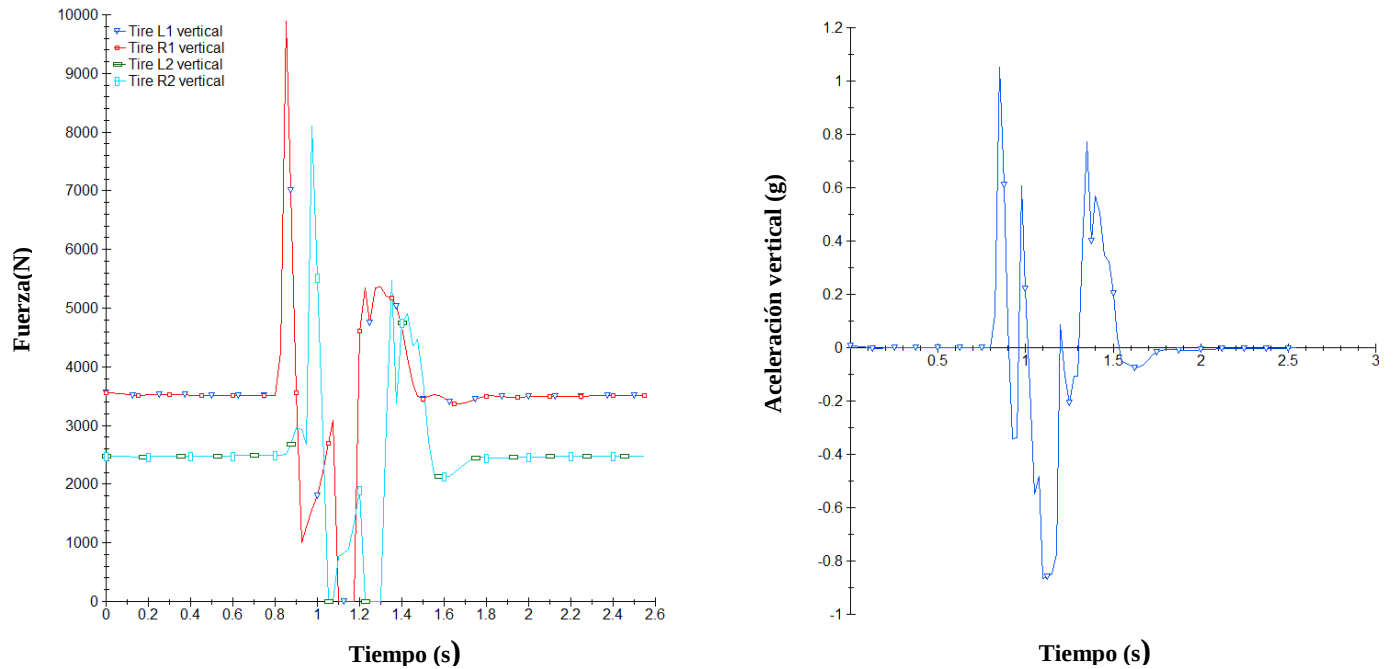


Gráfica 3-78 Ensayo 78, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	8081.29
Ftrasera maxima (N)	6698.76
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.765
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.816
RMS (m/s^2)	2.56
VDV (m/s^2)	4.10

Tabla 3-78 Datos extraídos de ensayo 78

79 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.70Km/h.

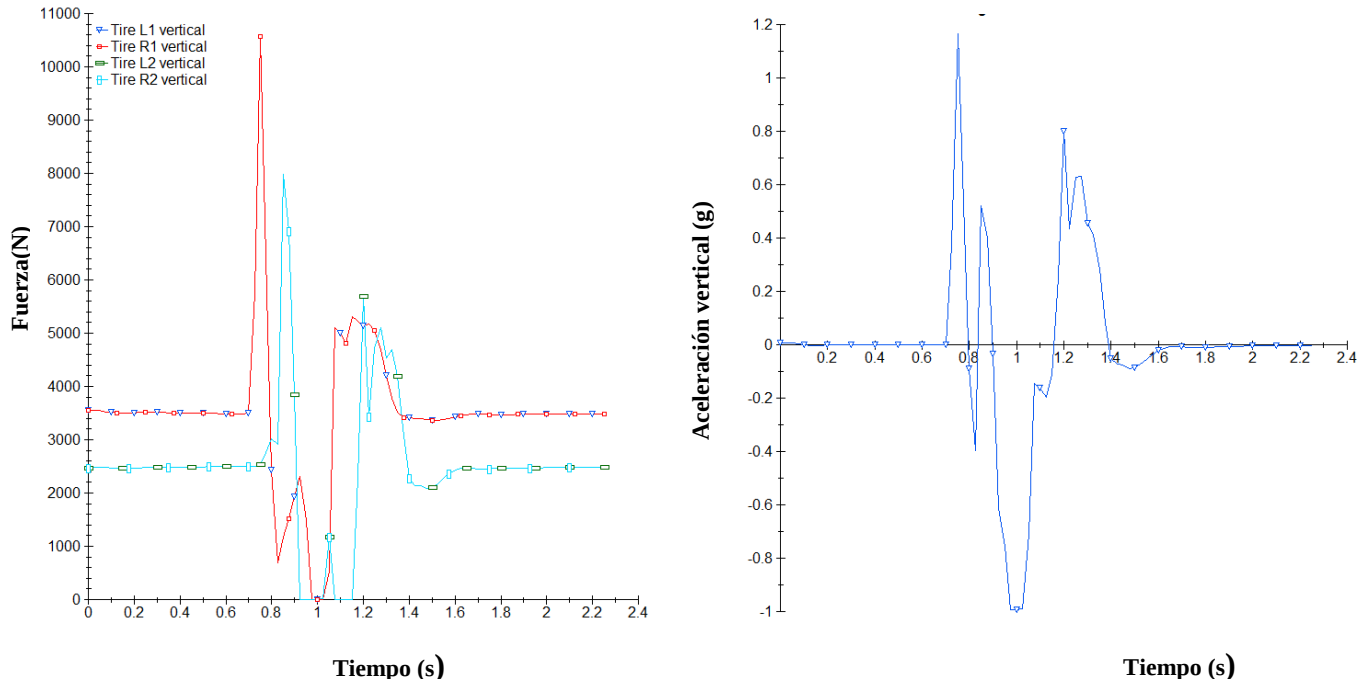


Gráfica 3-79 Ensayo 79, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	9896.93
Ftrasera maxima (N)	8104.16
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.052
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.866
RMS (m/s^2)	3.01
VDV (m/s^2)	4.73

Tabla 3-79 Datos extraídos de ensayo 79

80 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.80Km/h.

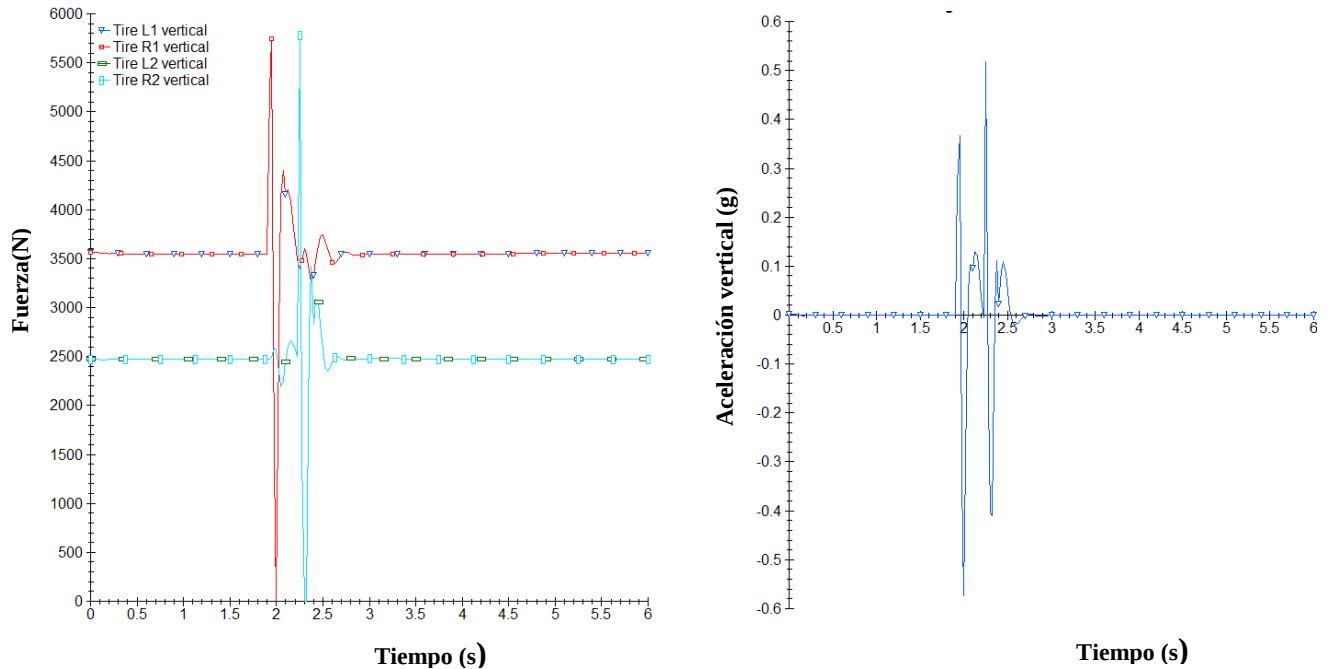


Gráfica 3-80 Ensayo 80, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	10563.52
Ftrasera maxima (N)	5100.19
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.116
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.992
RMS (m/s^2)	3.50
VDV (m/s^2)	5.40

Tabla 3-80 Datos extraídos de ensayo 80

81 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.30Km/h.

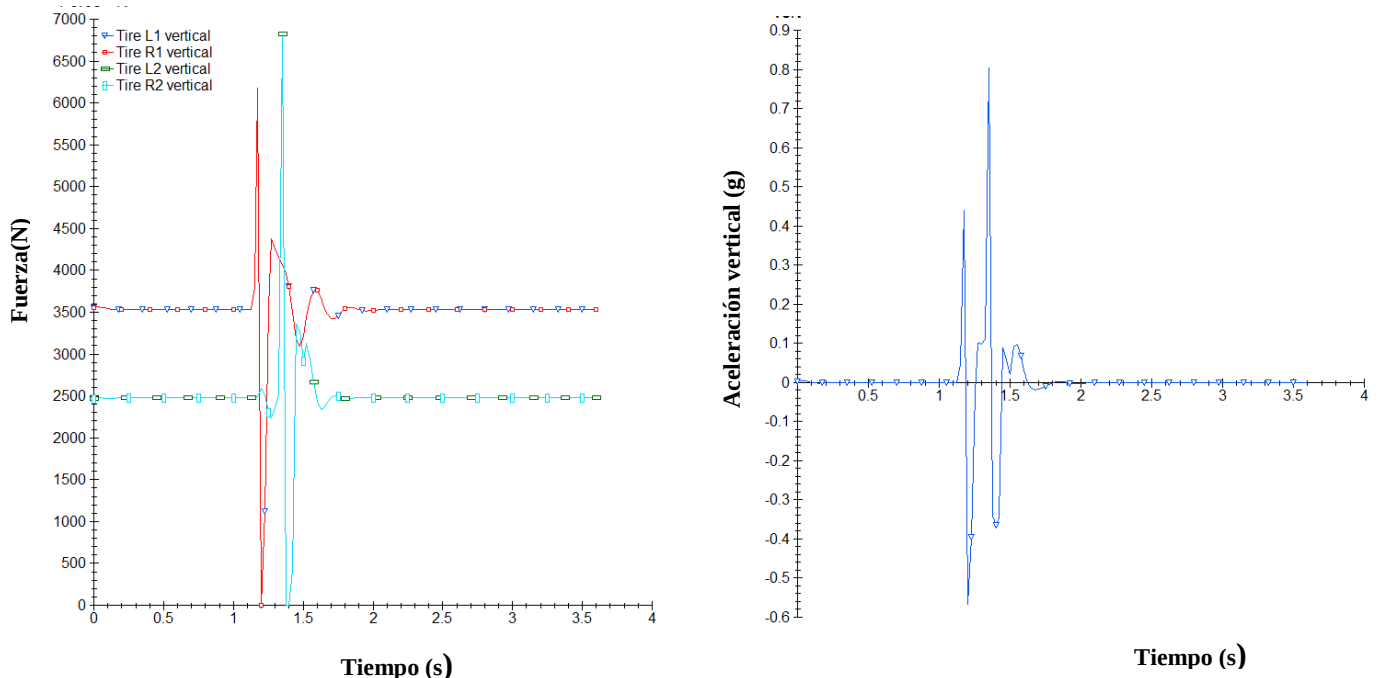


Gráfica 3-81 Ensayo 81, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	5744.87
Ftrasera maxima (N)	5182.22
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.517
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.573
RMS (m/s^2)	1.75
VDV (m/s^2)	2.75

Tabla 3-81 Datos extraídos de ensayo 81

82 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.50Km/h.

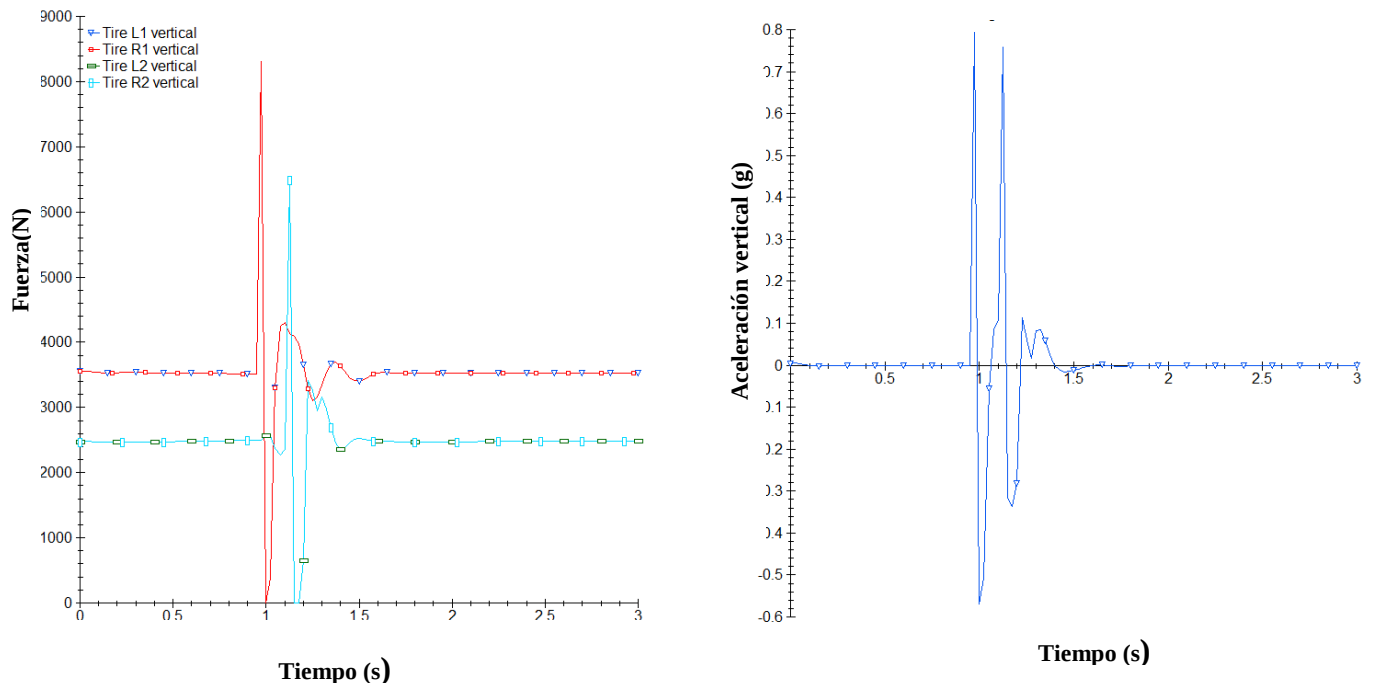


Gráfica 3-82 Ensayo 82, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	6172.25
Ftrasera maxima (N)	6824.64
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.803
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.567
RMS (m/s^2)	2.00
VDV (m/s^2)	3.43

Tabla 3-82 Datos extraídos de ensayo 82

83 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.60Km/h.

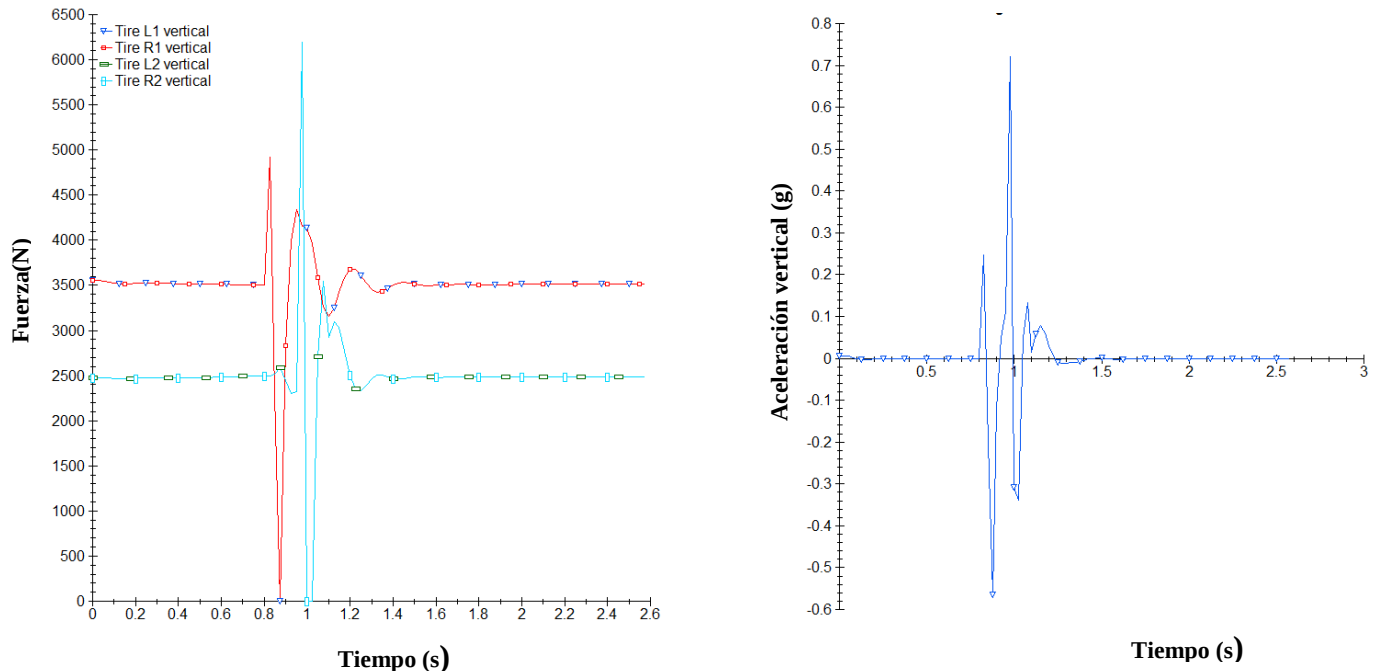


Gráfica 3-83 Ensayo 83, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	8315.55
Ftrasera maxima (N)	6489.36
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{max}(+)$ (g)	0.793
$a_{max}(-)$ (g)	-0.569
RMS (m/s^2)	2.32
VDV (m/s^2)	3.87

Tabla 3-83 Datos extraídos de ensayo 83

84 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.70Km/h.

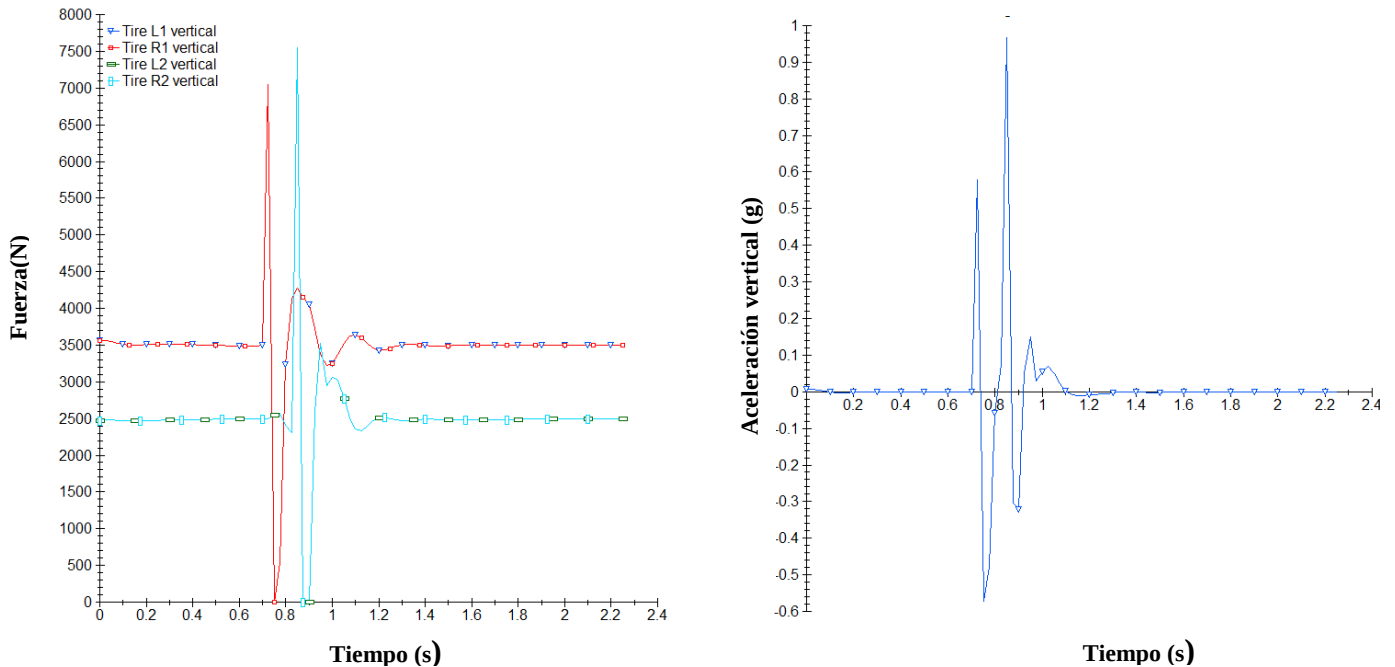


Gráfica 3-84 Ensayo 84, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	4918.53
Ftrasera maxima (N)	6195.87
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max(+)} (g)$	0.721
$a_{\max(-)} (g)$	-0.564
RMS (m/s^2)	1.73
VDV (m/s^2)	3.12

Tabla 3-84 Datos extraídos de ensayo 84

85 Clase E Sedan Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.80Km/h.

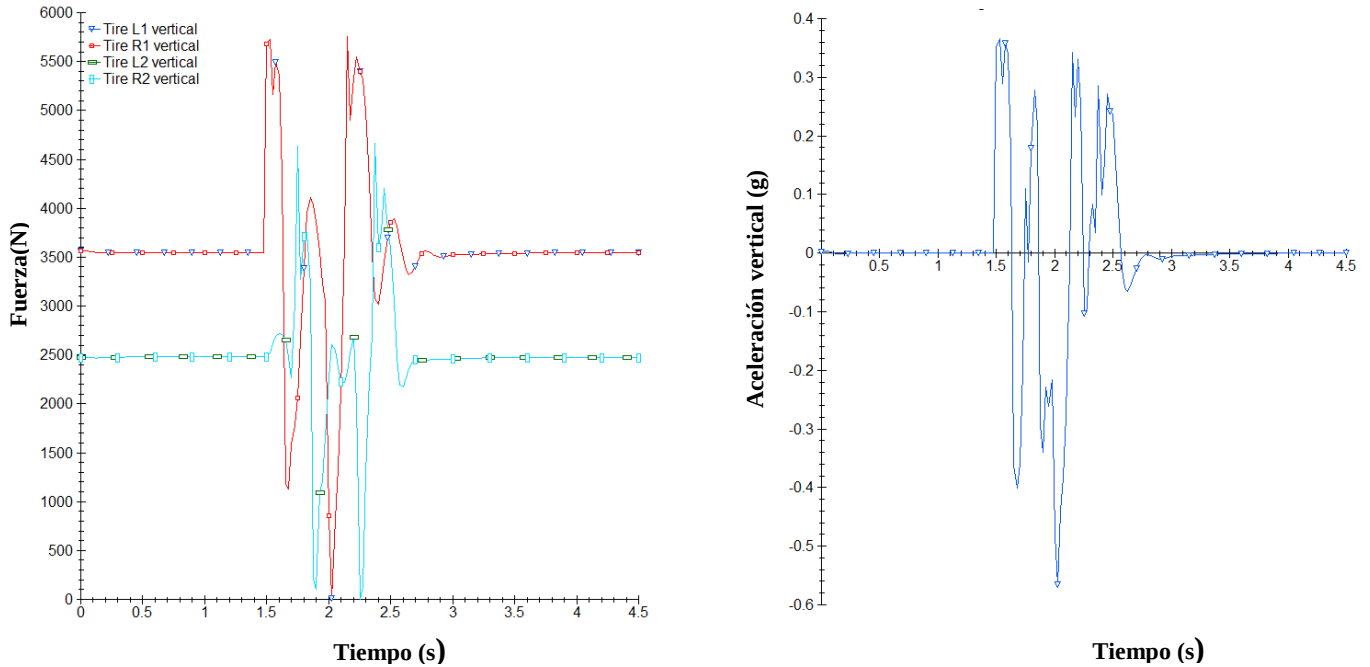


Gráfica 3-85 Ensayo 85, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	7047.79
Ftrasera maxima (N)	7548.38
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.967
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.571
RMS (m/s^2)	2.25
VDV (m/s^2)	4.07

Tabla 3-85 Datos extraídos de ensayo 85

86 Clase E Sedan Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.40Km/h.

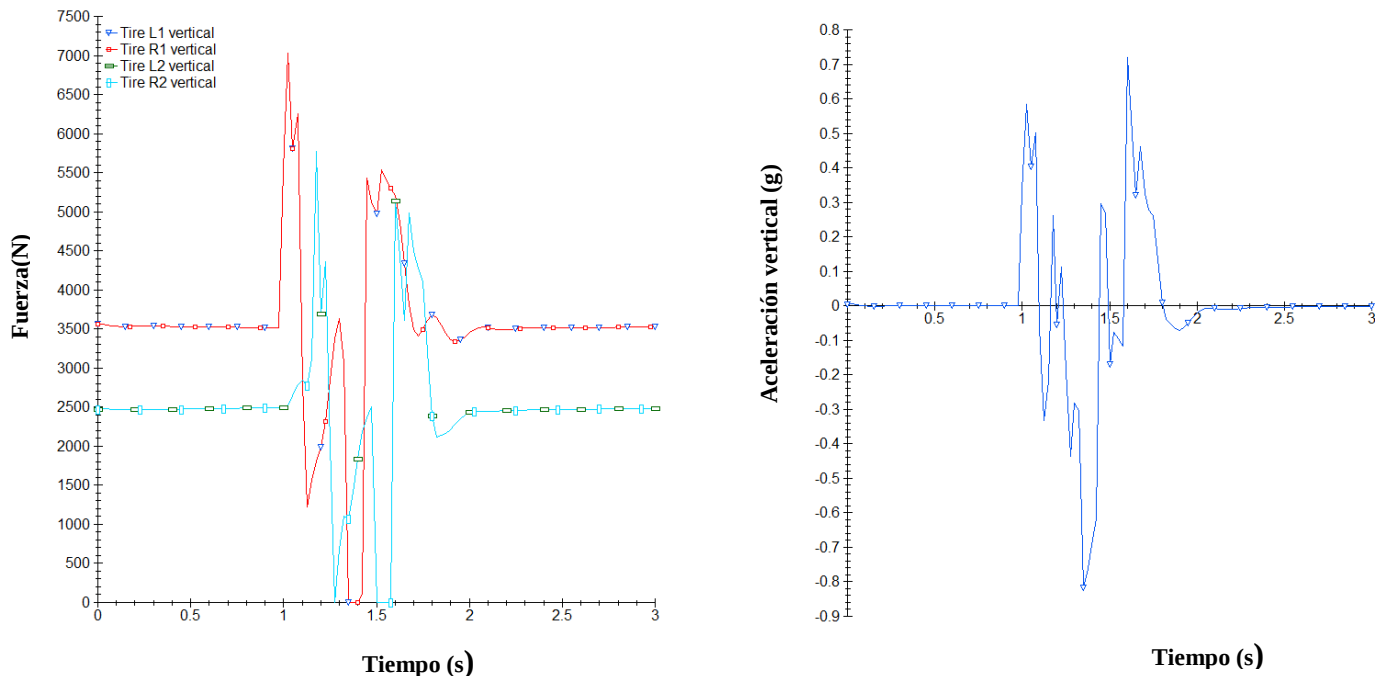


Gráfica 3-86 Ensayo 86, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	5758.03
Ftrasera maxima (N)	4667.40
Fdelantera minima (N)	9.71
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0.2
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.365
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.564
RMS (m/s^2)	1.85
VDV (m/s^2)	2.58

Tabla 3-86 Datos extraídos de ensayo 86

87 Clase E Sedan Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.60Km/h.

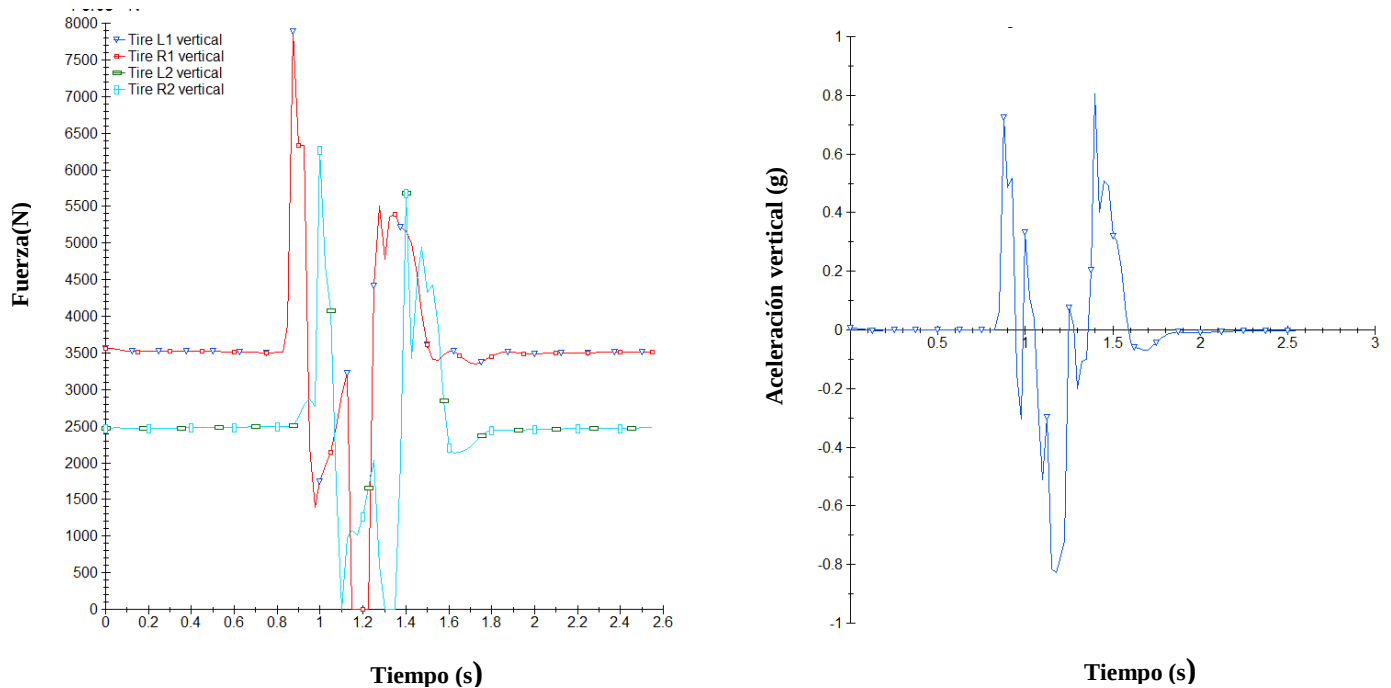


Gráfica 3-87 Ensayo 87, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	7024.77
Ftrasera maxima (N)	577.62
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.719
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.814
RMS (m/s^2)	2.41
VDV (m/s^2)	3.76

Tabla 3-87 Datos extraídos de ensayo 87

88 Clase E Sedan Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.70Km/h.

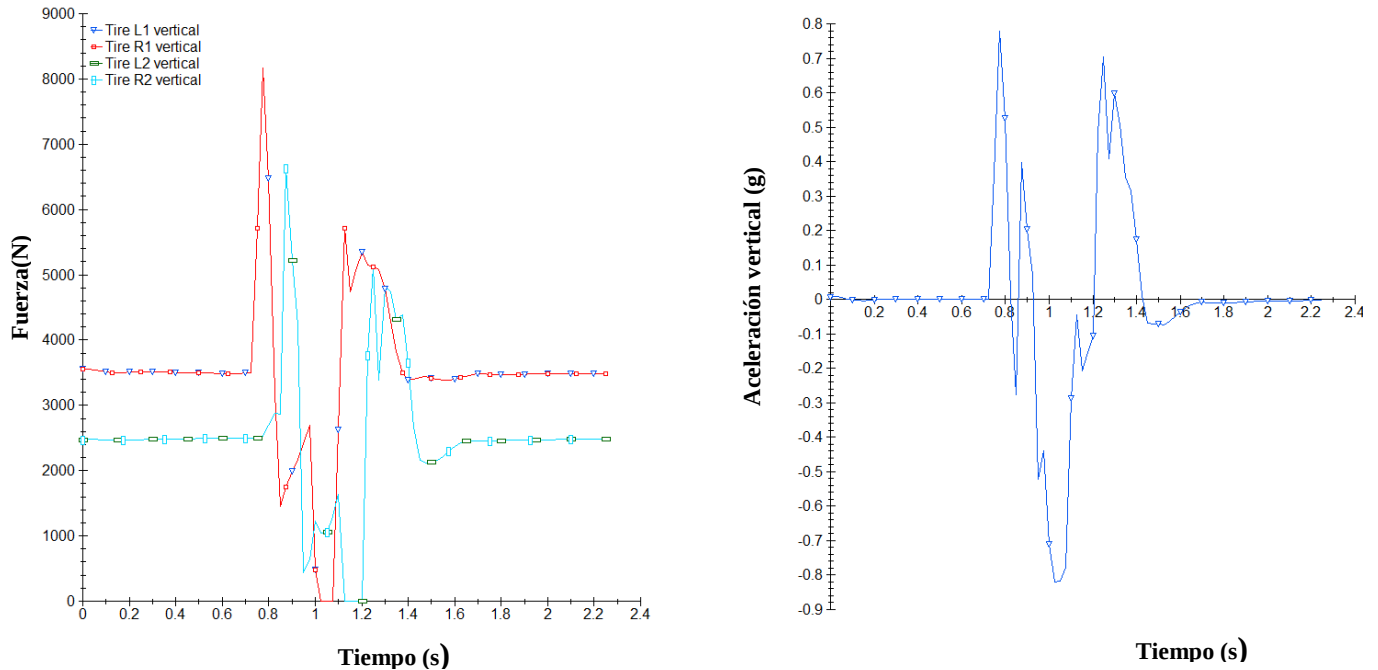


Gráfica 3-88 Ensayo 88, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.91
Ftrasera inicial (N)	2471.37
Fdelantera maxima (N)	7881.06
Ftrasera maxima (N)	6268.59
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adhereicia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.804
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.827
RMS (m/s^2)	2.71
VDV (m/s^2)	4.22

Tabla 3-88 Datos extraídos de ensayo 88

89 Clase E Sedan Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.80Km/h.

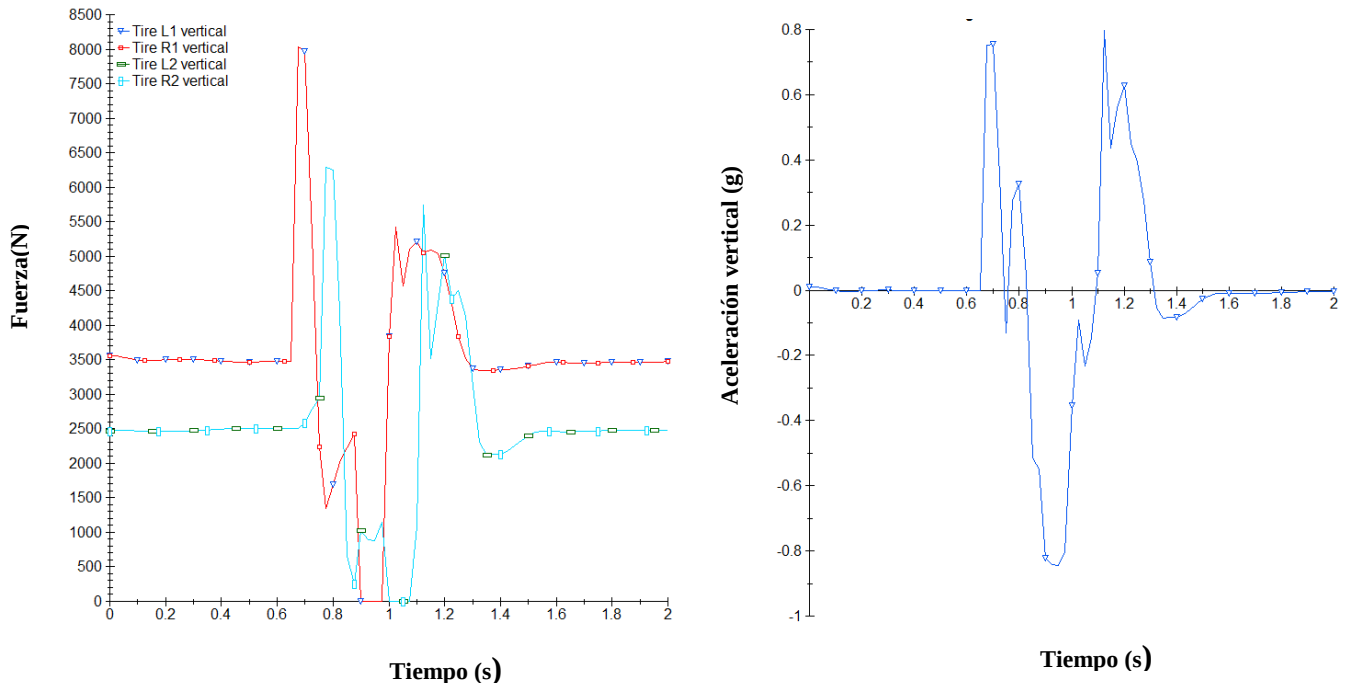


Gráfica 3-89 Ensayo 89, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	8171.32
Ftrasera maxima (N)	6629.67
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.776
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.819
RMS (m/s^2)	2.91
VDV (m/s^2)	4.33

Tabla 3-89 Datos extraídos de ensayo 89

90 Clase E Sedan Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.90Km/h.

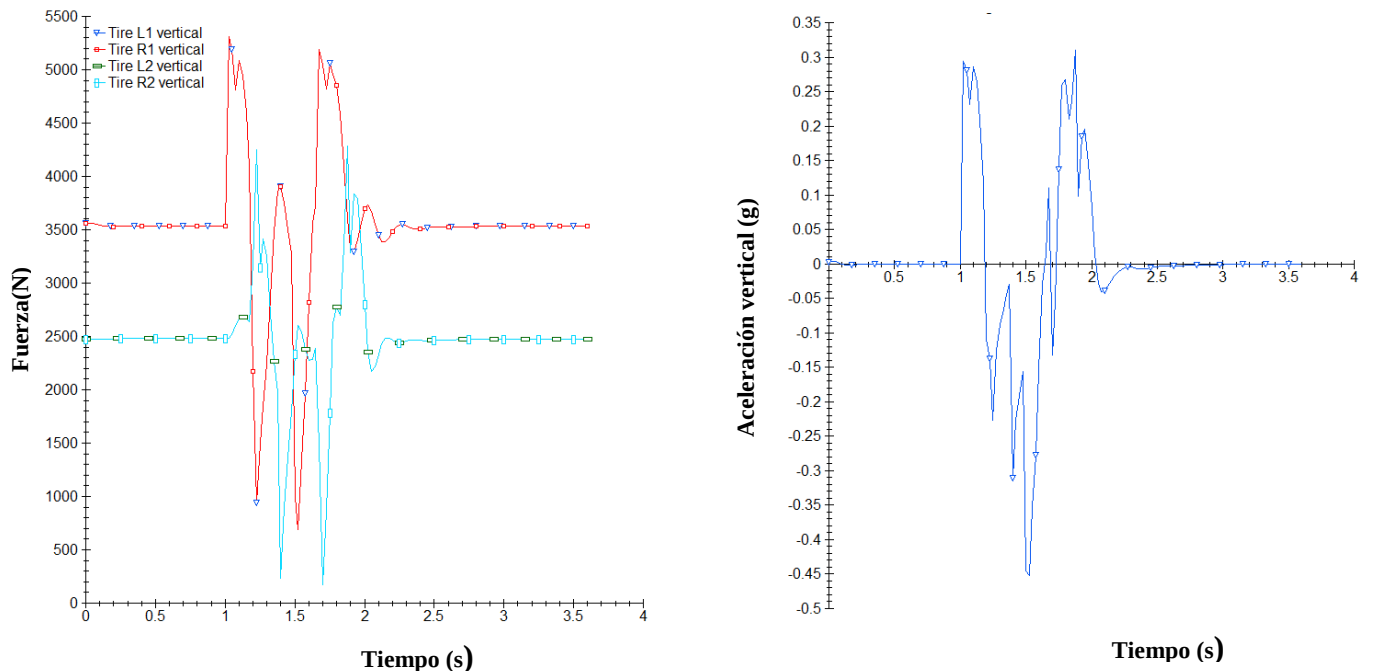


Gráfica 3-90 Ensayo 90, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	8030.55
Ftrasera maxima (N)	6287.13
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.796
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.845
RMS (m/s^2)	3.26
VDV (m/s^2)	4.76

Tabla 3-90 Datos extraídos de ensayo 90

91 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.50Km/h.

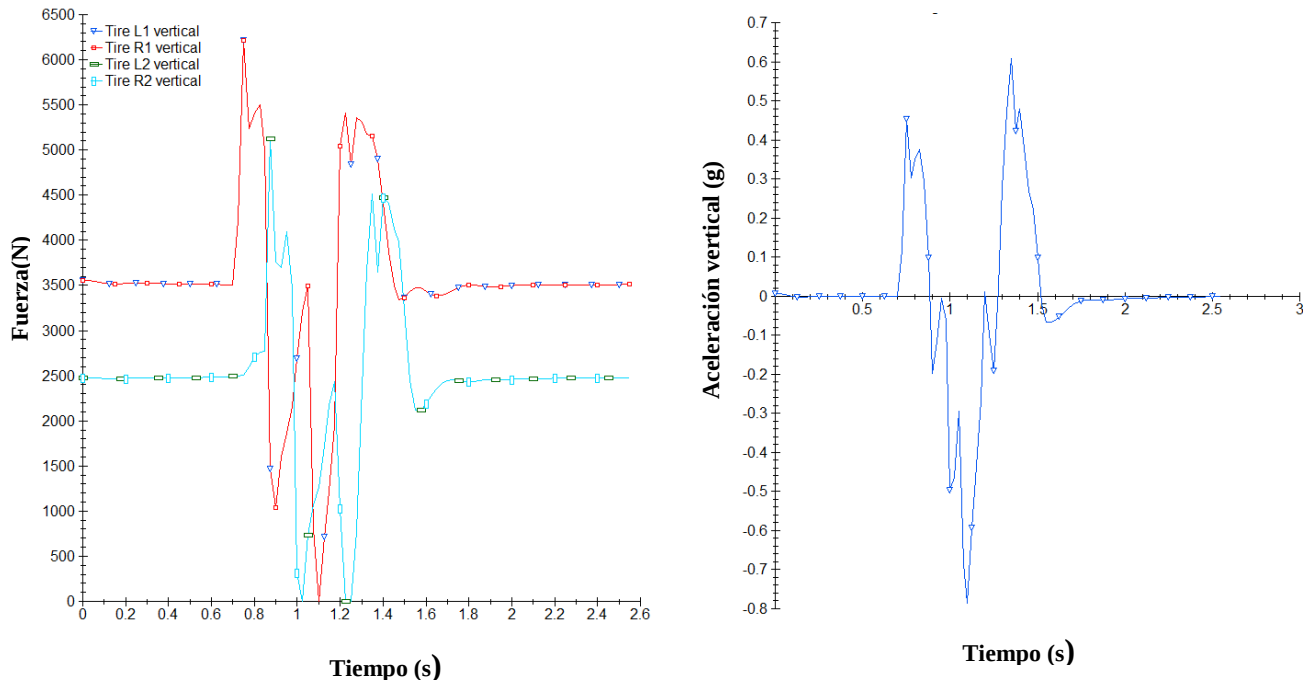


Gráfica 3-91 Ensayo 91, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	5306.32
Ftrasera maxima (N)	4280.24
Fdelantera minima (N)	689.09
Ftrasera minima (N)	174.63
Adherecia delantera minima %	19.35
Adherencia trasera minima %	7.06
$a_{\max}(+)$ (g)	0.310
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.451
RMS (m/s^2)	1.42
VDV (m/s^2)	2.07

Tabla 3-91 Datos extraídos de ensayo 91

92 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.70Km/h.

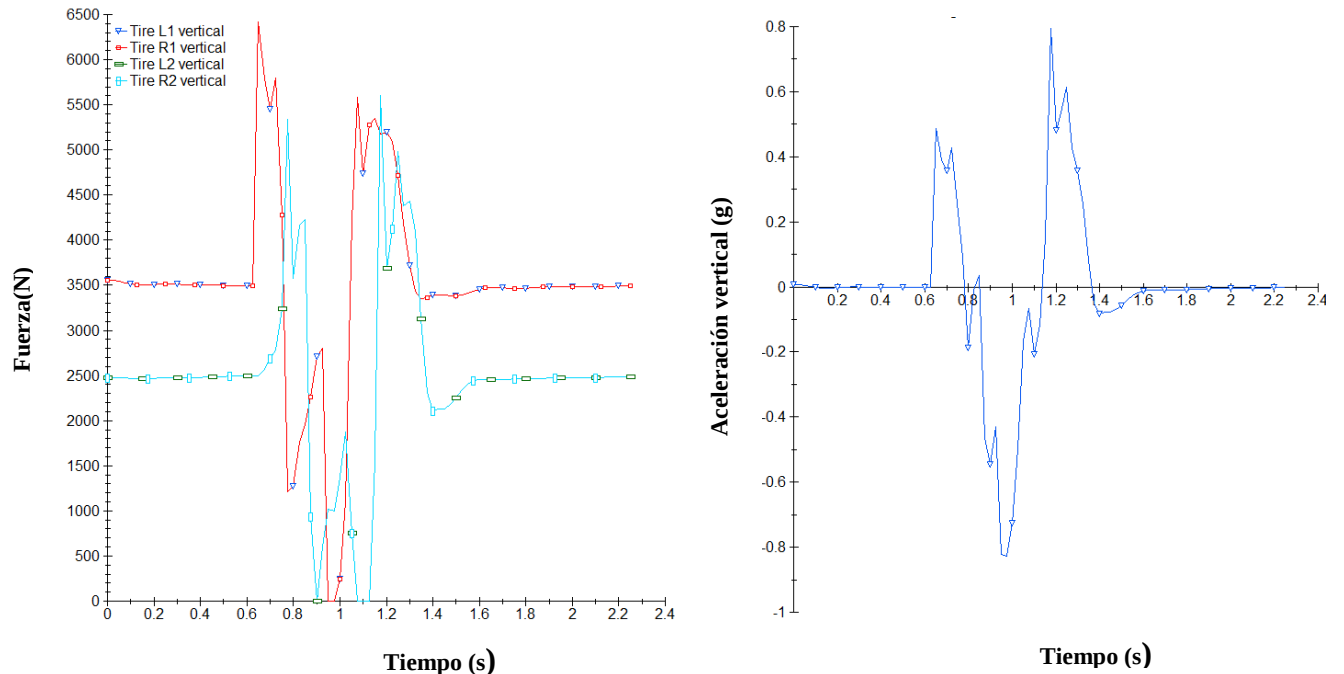


Gráfica 3-92 Ensayo 92, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	6219.46
Ftrasera maxima (N)	5124.79
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.608
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.708
RMS (m/s^2)	2.26
VDV (m/s^2)	3.46

Tabla 3-92 Datos extraídos de ensayo 92

93 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.80Km/h.

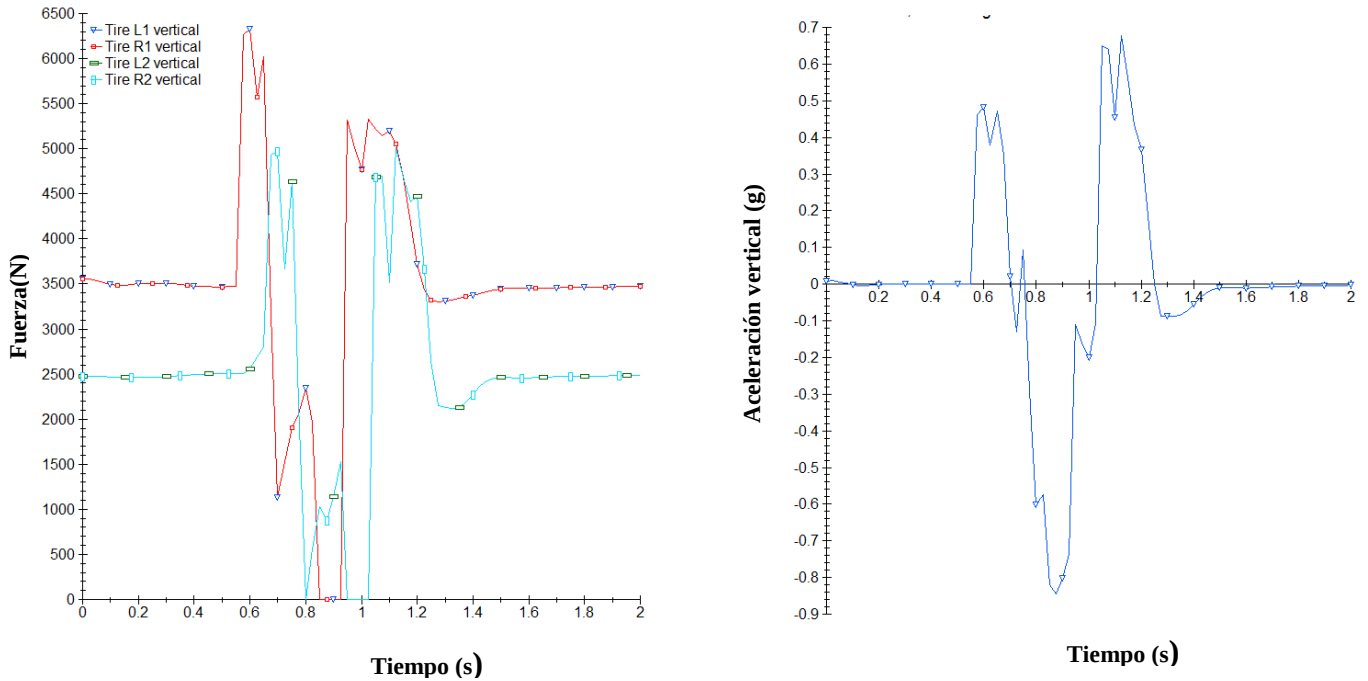


Gráfica 3-93 Ensayo 93, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	6420.95
Ftrasera maxima (N)	5604.40
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.794
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.827
RMS (m/s^2)	2.72
VDV (m/s^2)	4.12

Tabla 3-93 Datos extraídos de ensayo 93

94 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.90Km/h.

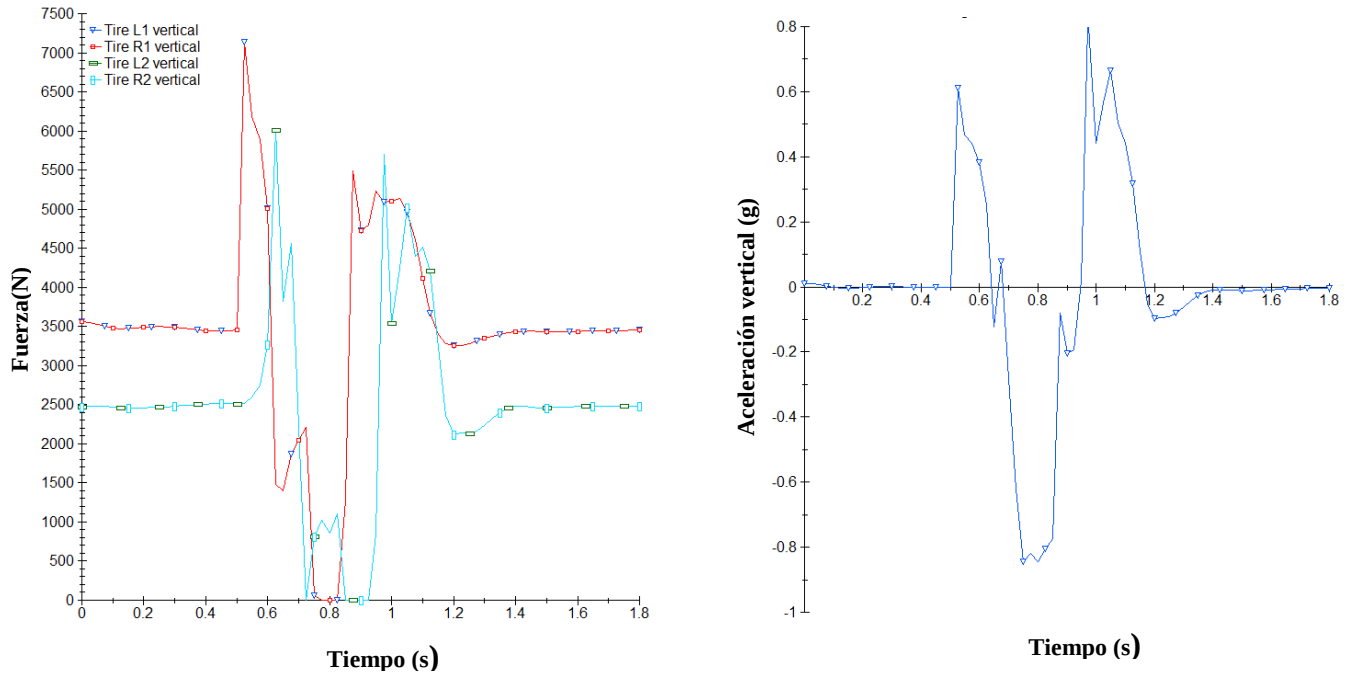


Gráfica 3-94 Ensayo 94, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	6323.53
Ftrasera maxima (N)	5015.71
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.678
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.845
RMS (m/s^2)	3.10
VDV (m/s^2)	4.47

Tabla 3-94 Datos extraídos de ensayo 94

95 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.100Km/h.

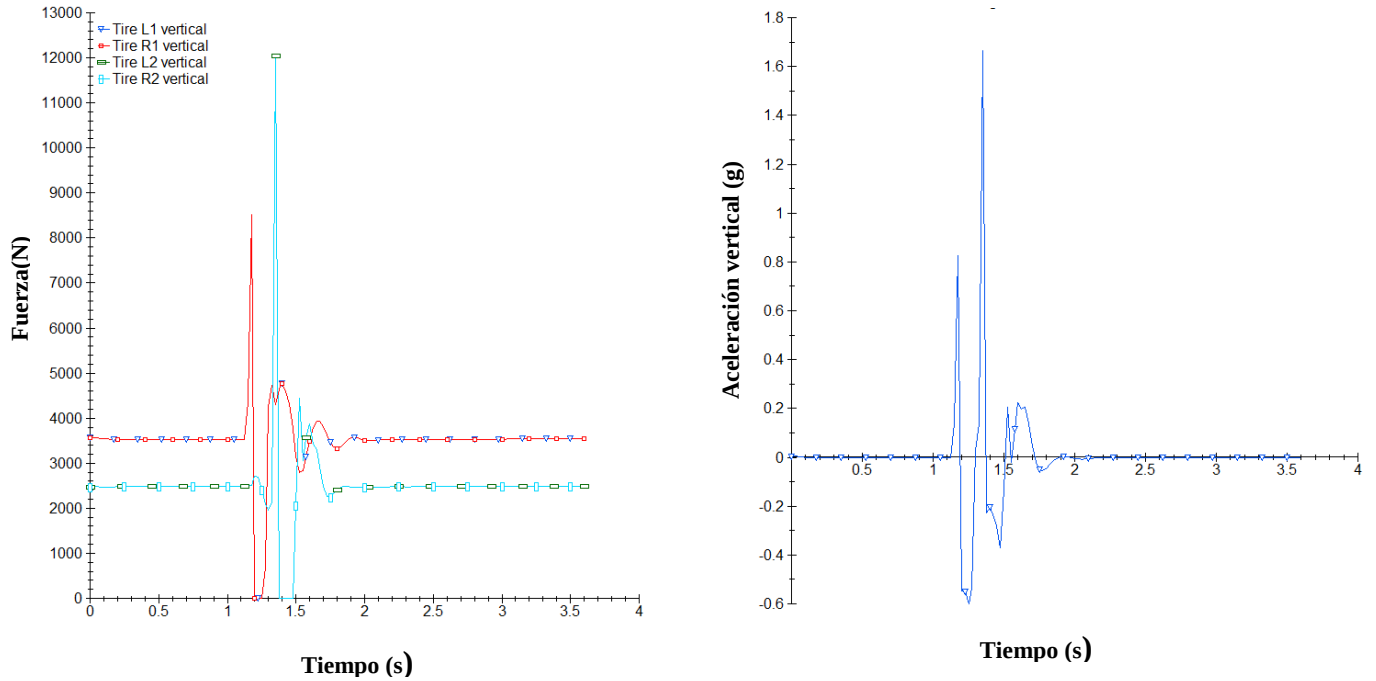


Gráfica 3-95 Ensayo 50, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	7141.44
Ftrasera maxima (N)	6006.54
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.801
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.845
RMS (m/s^2)	3.35
VDV (m/s^2)	4.81

Tabla 3-95 Datos extraídos de ensayo 95

96 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.50Km/h.

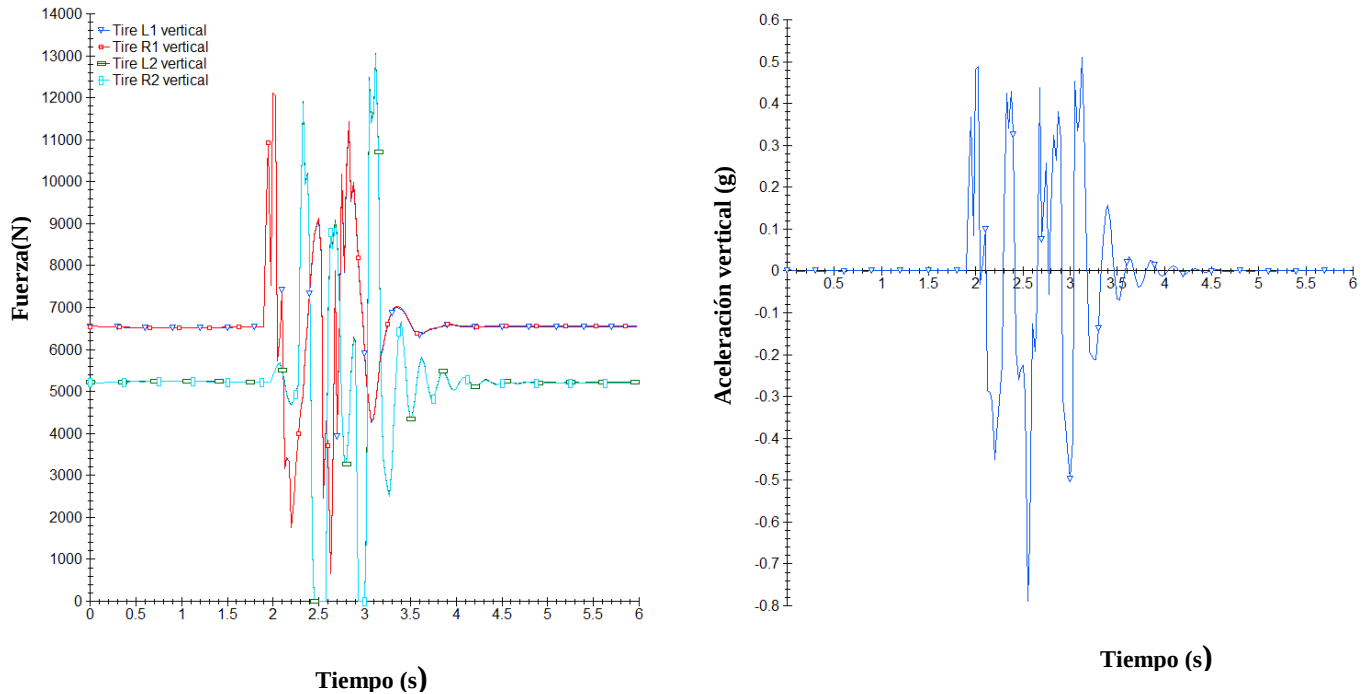


Gráfica 3-96 Ensayo 96, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	8153.34
Ftrasera maxima (N)	12039.70
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adhereicia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.66
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.599
RMS (m/s^2)	2.78
VDV (m/s^2)	5.98

Tabla 3-96 Datos extraídos de ensayo 96

97 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.70Km/h.

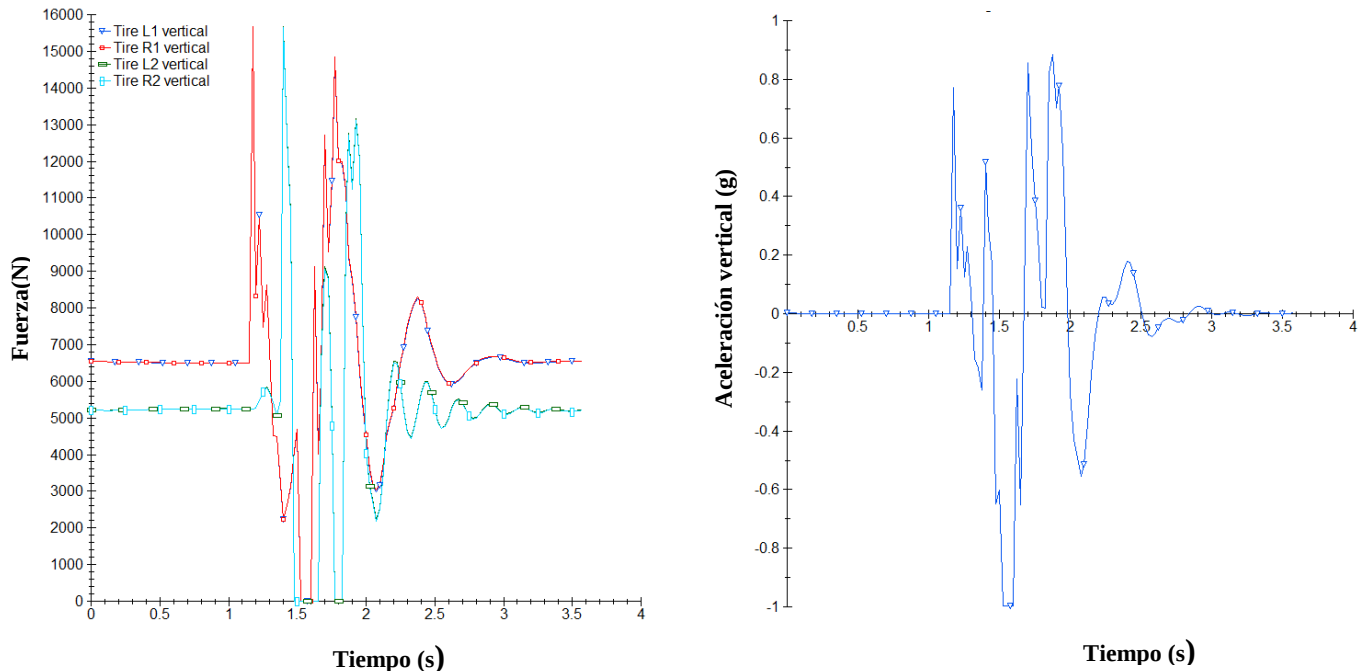


Gráfica 3-97 Ensayo 97, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	8566.99
Ftrasera maxima (N)	10057.57
Fdelantera minima (N)	649.76
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	18
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.45
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.604
RMS (m/s^2)	2.29
VDV (m/s^2)	3.31

Tabla 3-97 Datos extraídos de ensayo 97

98 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.80Km/h.

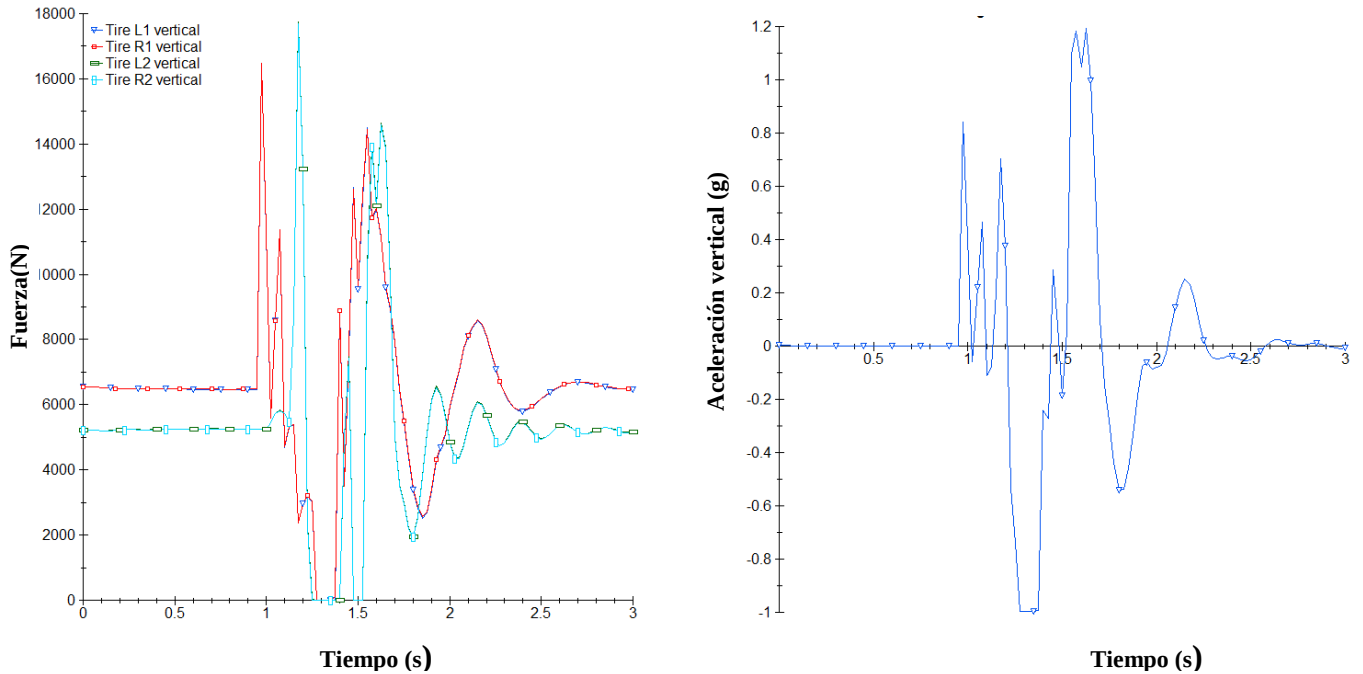


Gráfica 3-98 Ensayo 98, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	13054.02
Ftrasera maxima (N)	13536.12
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.88
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.615
RMS (m/s^2)	3.50
VDV (m/s^2)	5.22

Tabla 3-98 Datos extraídos de ensayo 98

99 Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.90Km/h.

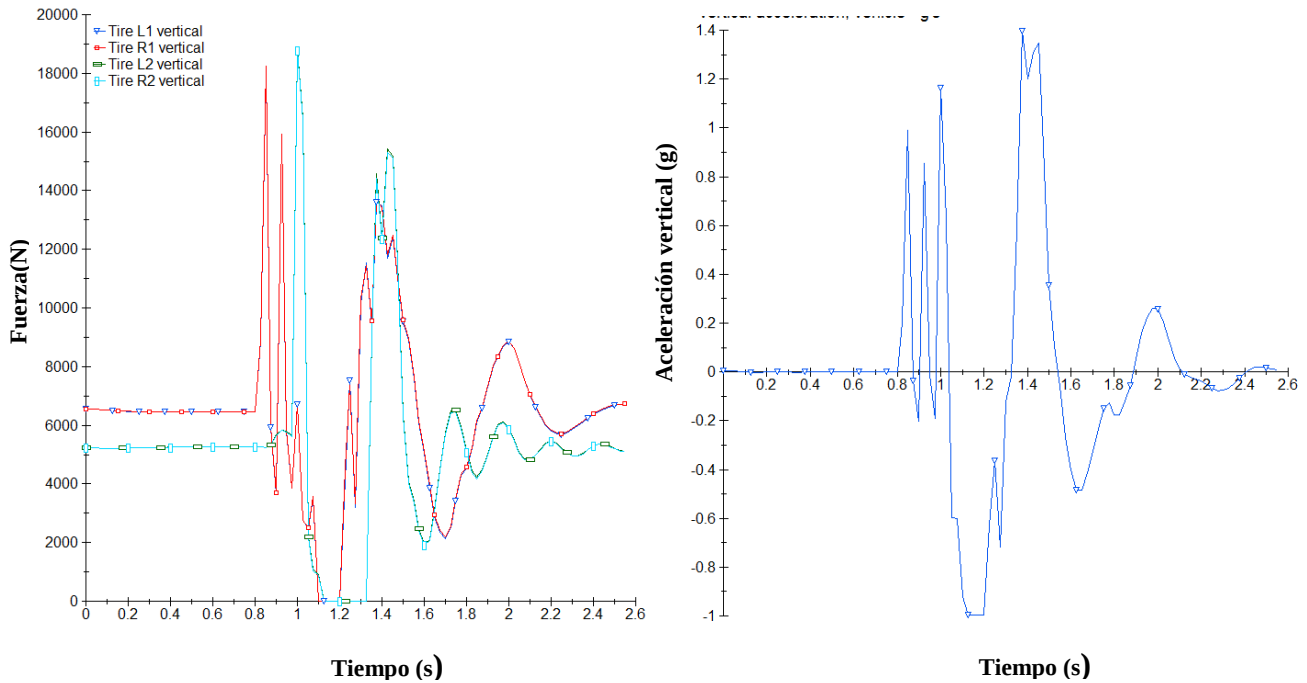


Gráfica 3-99 Ensayo 99, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	16261.01
Ftrasera maxima (N)	2471.39
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
a _{max} (+) (g)	2.10
a _{max} (-) (g)	-0.576
RMS (m/s ²)	4.14
VDV (m/s ²)	6.19

Tabla 3-99 Datos extraídos de ensayo 99

100Clase E Sedan Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.100Km/h.

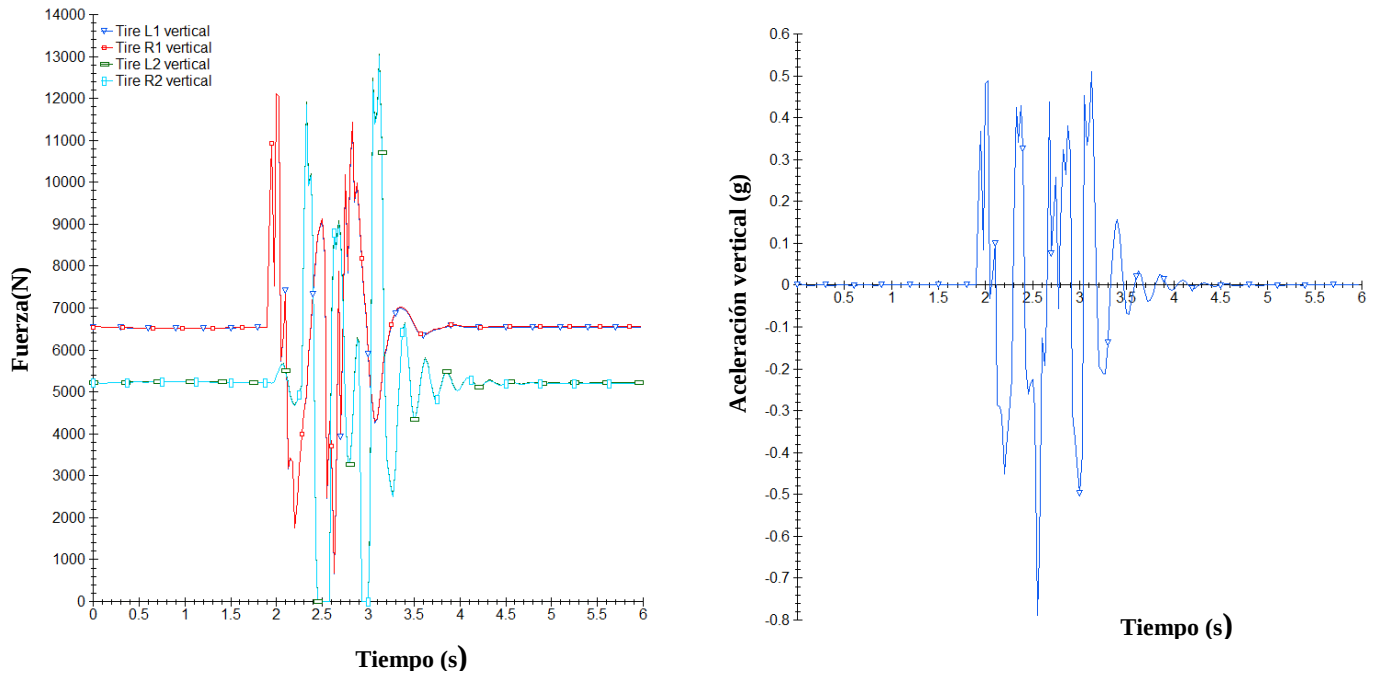


Gráfica 3-100 Ensayo 100, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	3559.93
Ftrasera inicial (N)	2471.32
Fdelantera maxima (N)	4789.00
Ftrasera maxima (N)	13124.55
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.273
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.564
RMS (m/s^2)	4.88
VDV (m/s^2)	7.10

Tabla 3-100 Datos extraídos de ensayo 100

101 Large European van Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.30km/h.

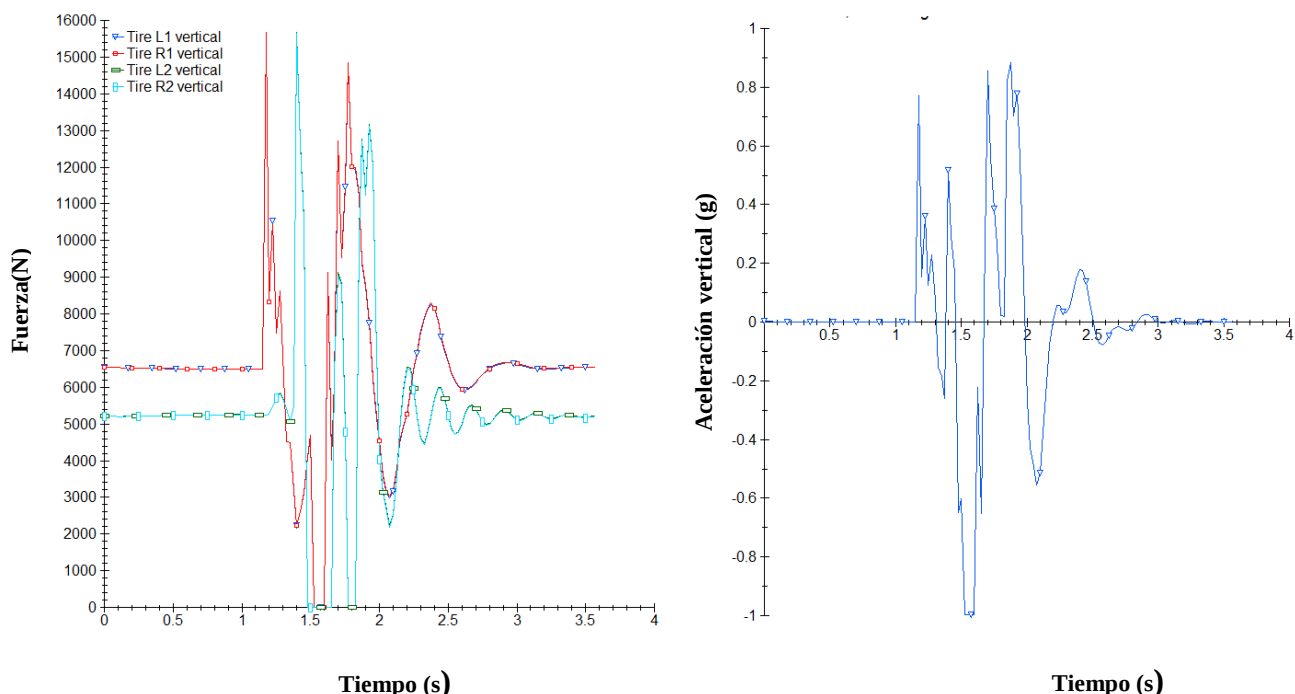


Gráfica 3-101 Ensayo 101, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	12155.69
Ftrasera maxima (N)	13056.56
Fdelantera minima (N)	649.76
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	9.9
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.510
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.789
RMS (m/s^2)	2.29
VDV (m/s^2)	3.21

Tabla 3-101 Datos extraídos de ensayo 101

102 Large European van Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.50km/h.

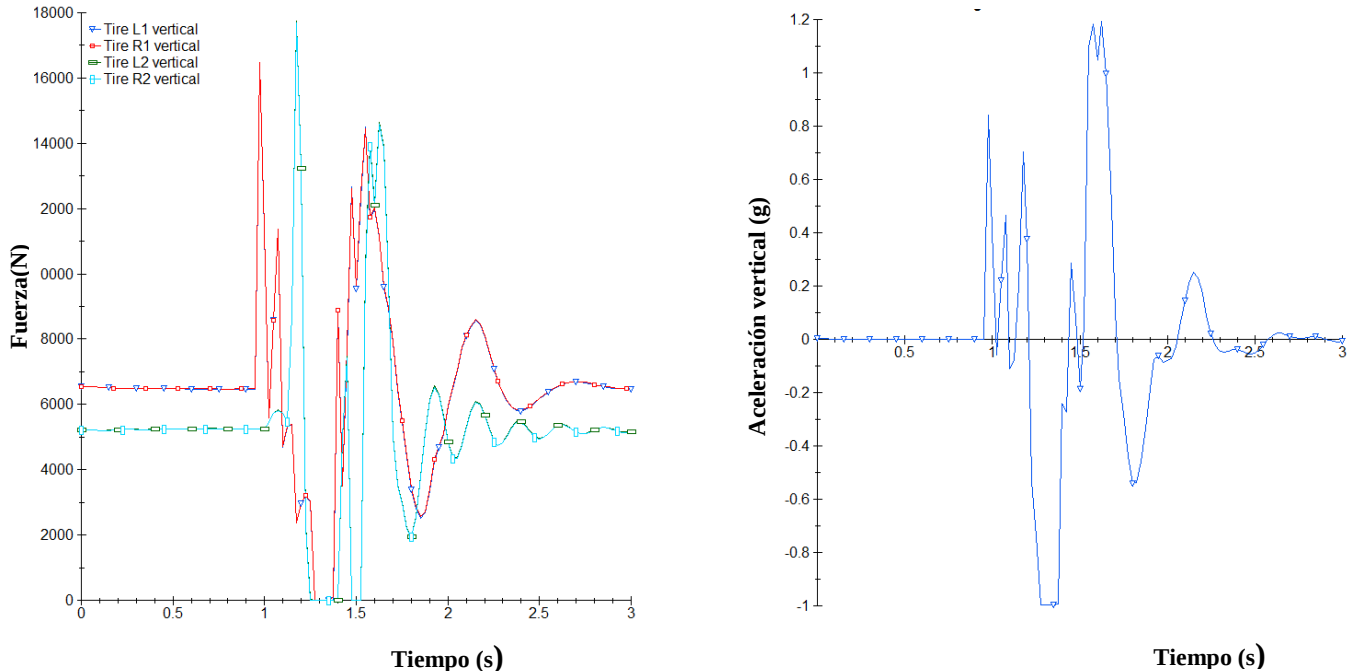


Gráfica 3-102 Ensayo 102, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	15664.96
Ftrasera maxima (N)	15679.15
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.882
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.997
RMS (m/s^2)	3.50
VDV (m/s^2)	5.22

Tabla 3-102 Datos extraídos de ensayo 102

103 Large European van Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.60Km/h.

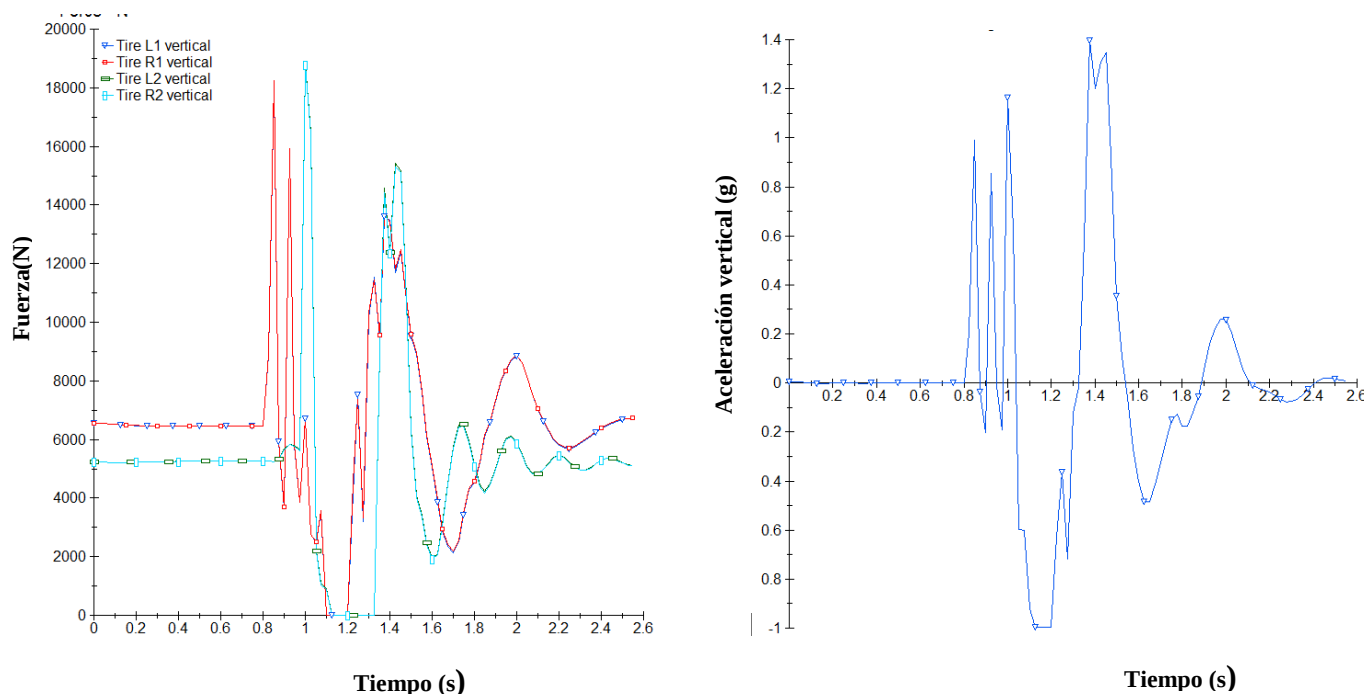


Gráfica 3-103 Ensayo 103, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	16469.05
Ftrasera maxima (N)	17745.49
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adhereicia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.191
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.996
RMS (m/s^2)	4.14
VDV (m/s^2)	6.19

Tabla 3-103 Datos extraídos de ensayo 103

104 Large European van Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.70Km/h.

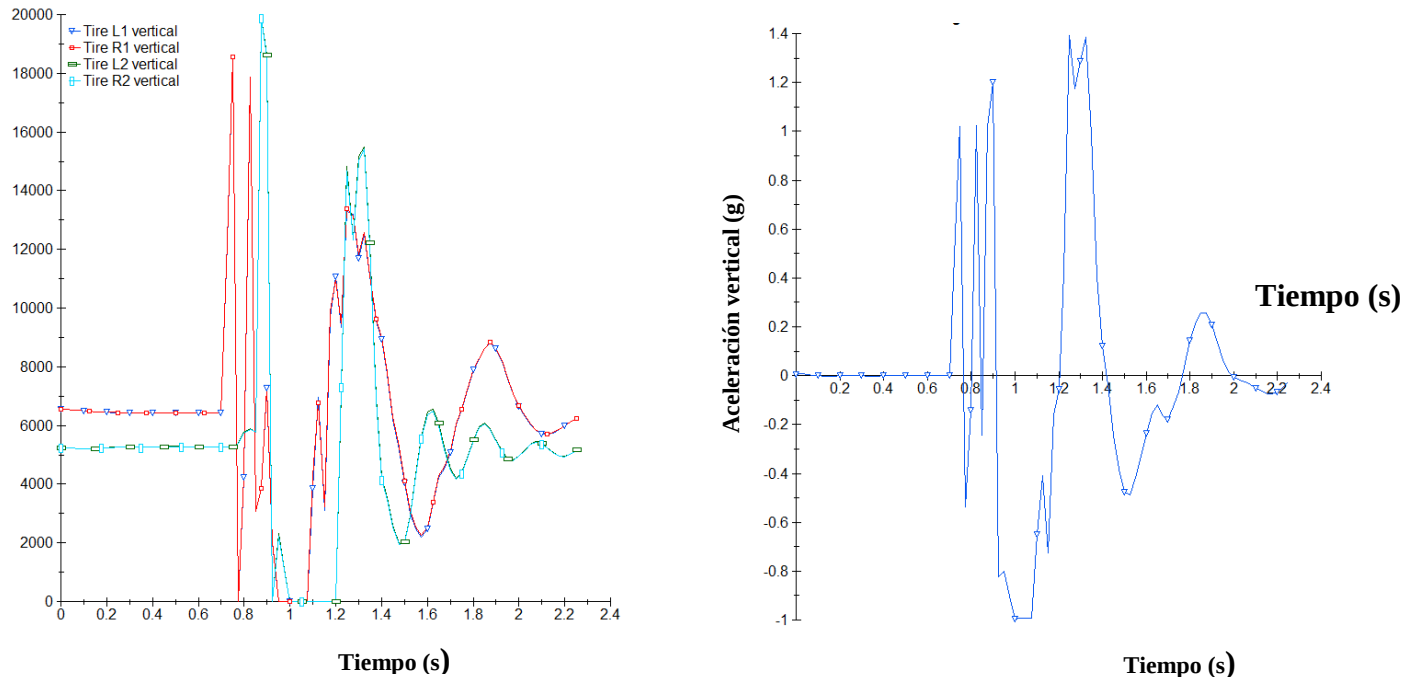


Gráfica 3-104 Ensayo 104, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	18221.70
Ftrasera maxima (N)	18773.78
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.396
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.995
RMS (m/s^2)	4.88
VDV (m/s^2)	7.10

Tabla 3-104 Datos extraídos de ensayo 104

105 Large European van Dispositivo de 30 Baden de paso peatonal sobreelevado 1m.80Km/h.

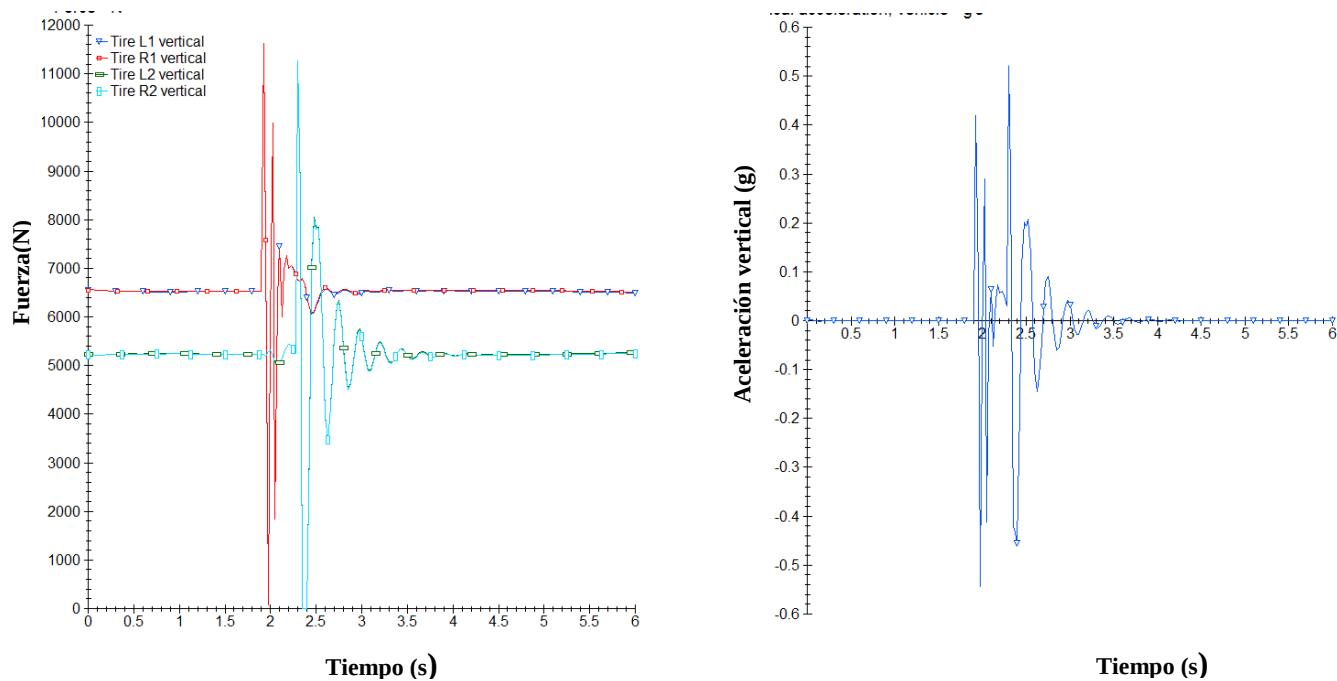


Gráfica 3-105 Ensayo 105, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	18544.17
Ftrasera maxima (N)	19898.92
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.393
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.994
RMS (m/s^2)	5.35
VDV (m/s^2)	7.45

Tabla 3-105 Datos extraidos de ensayo 105

106 Large European van Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.30Km/h.

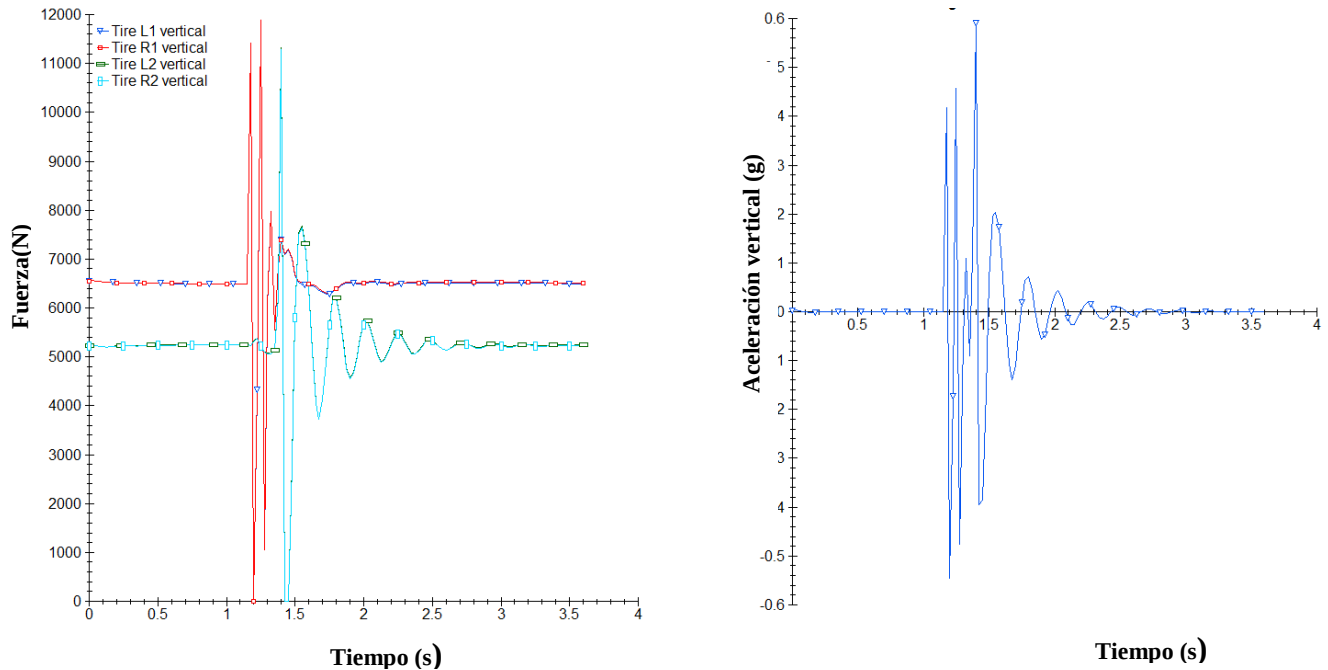


Gráfica 3-106 Ensayo 106, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	11617.49
Ftrasera maxima (N)	11257.46
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.521
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.542
RMS (m/s^2)	1.47
VDV (m/s^2)	2.47

Tabla 3-106 Datos extraídos de ensayo 106

107 Large European van Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.50Km/h.

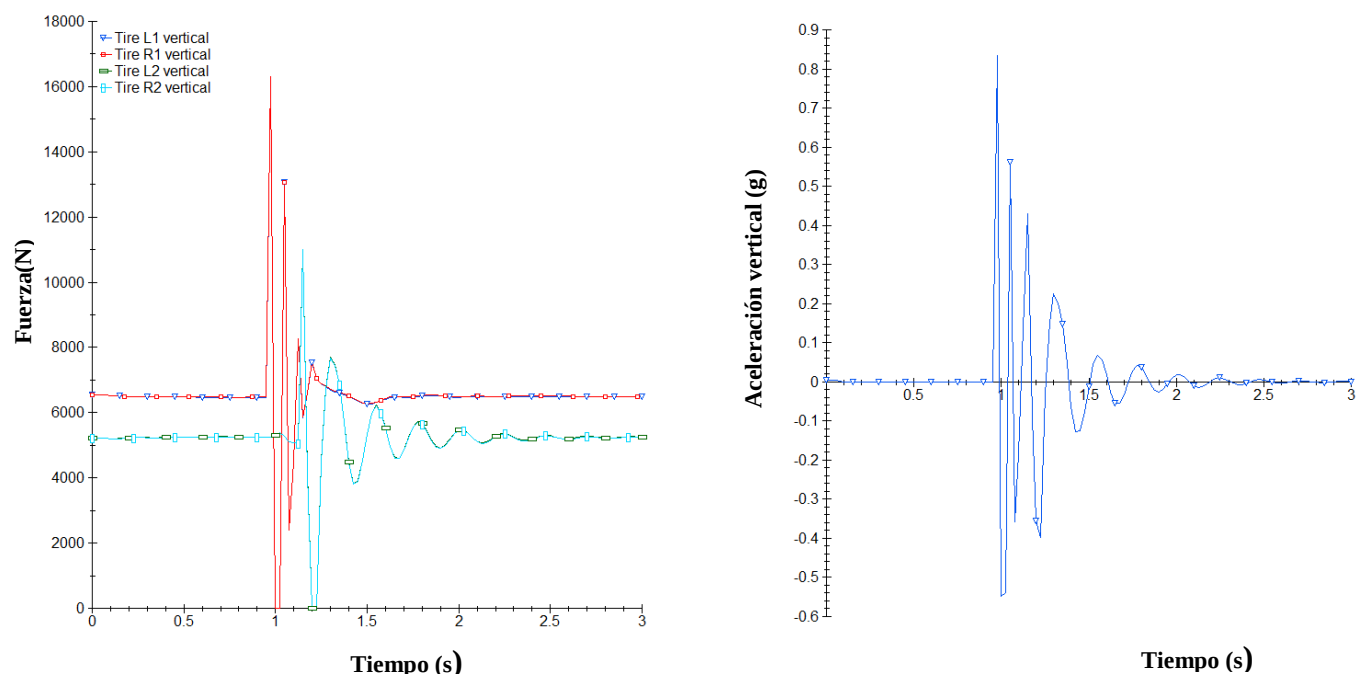


Gráfica 3-107 Ensayo 107, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	11877.9
Ftrasera maxima (N)	11289.38
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.590
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.546
RMS (m/s^2)	1.48
VDV (m/s^2)	2.50

Tabla 3-107 Datos extraídos de ensayo 107

108 Large European van Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.60Km/h.

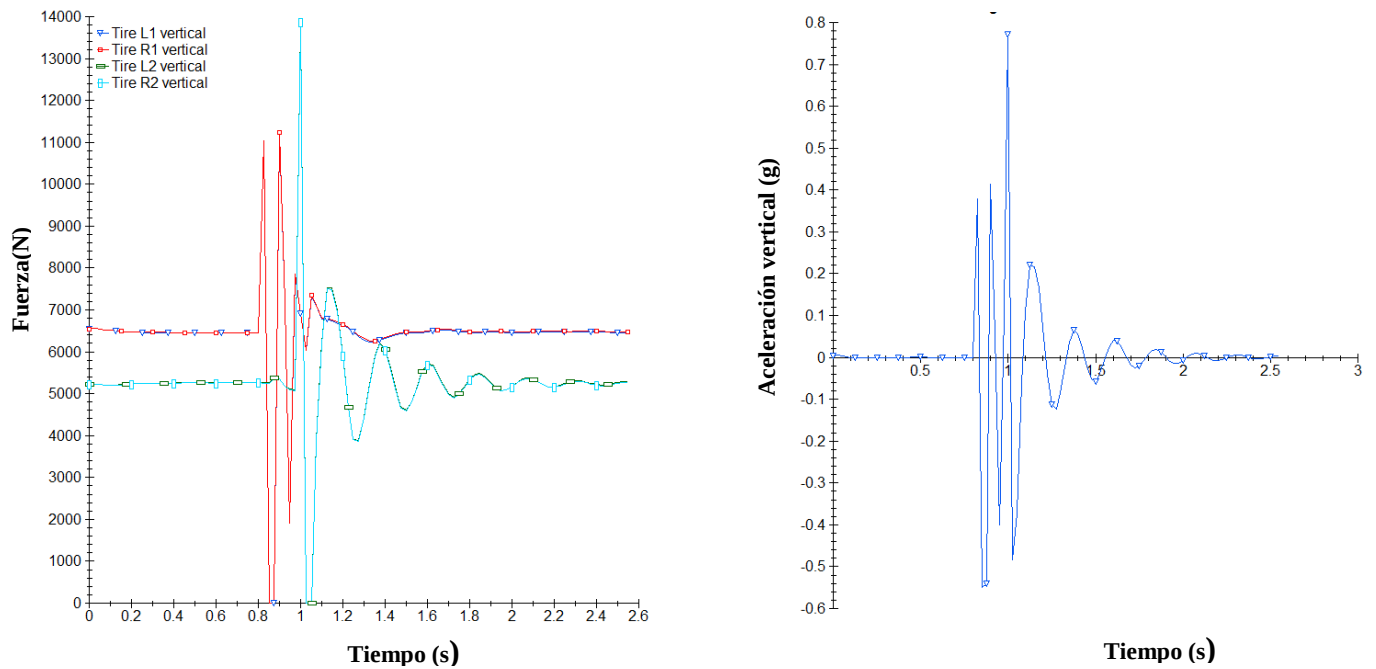


Gráfica 3-108 Ensayo 108, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	16312.01
Ftrasera maxima (N)	11012.94
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.834
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.547
RMS (m/s^2)	1.71
VDV (m/s^2)	3.14

Tabla 3-108 Datos extraídos de ensayo 108

109 Large European van Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.70Km/h.

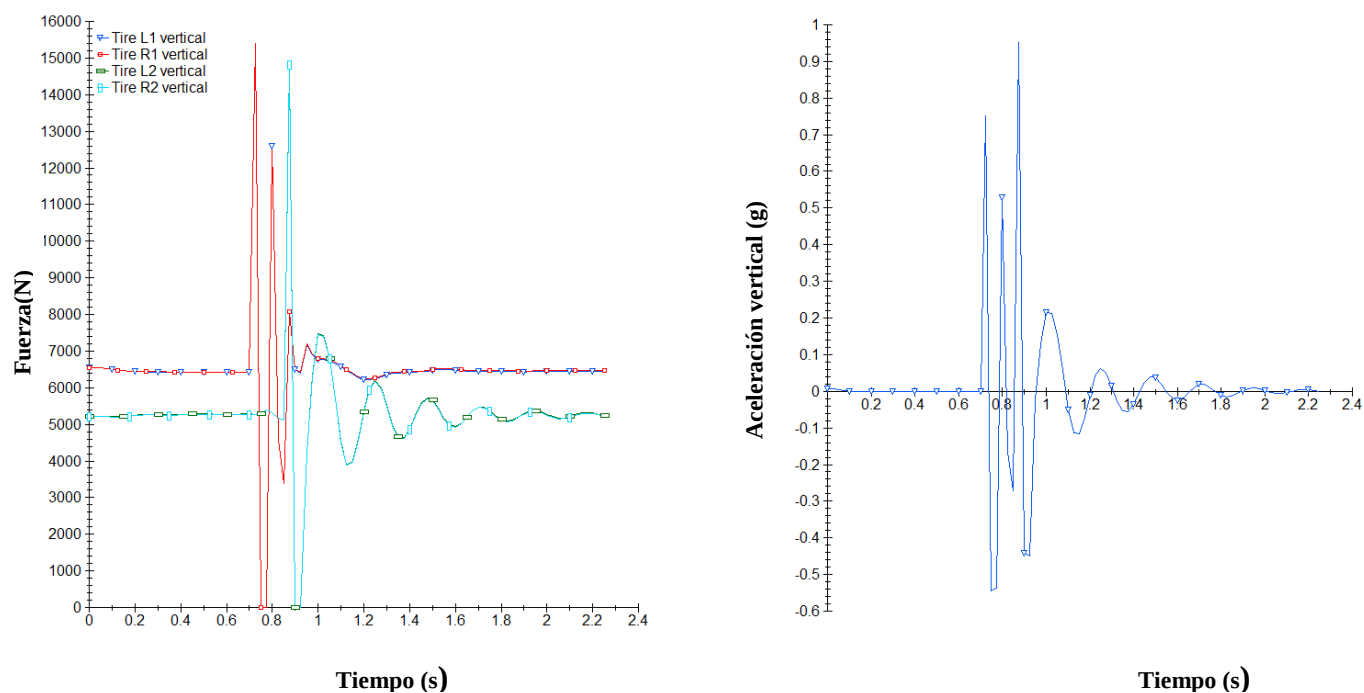


Gráfica 3-109 Ensayo 109, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	11213.46
Ftrasera maxima (N)	13863.11
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.770
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.549
RMS (m/s^2)	1.68
VDV (m/s^2)	3.02

Tabla 3-109 Datos extraídos de ensayo 109

110 Large European van Dispositivo de 30 Baden prefabricado para velocidad menor de 50 km/h.80Km/h.

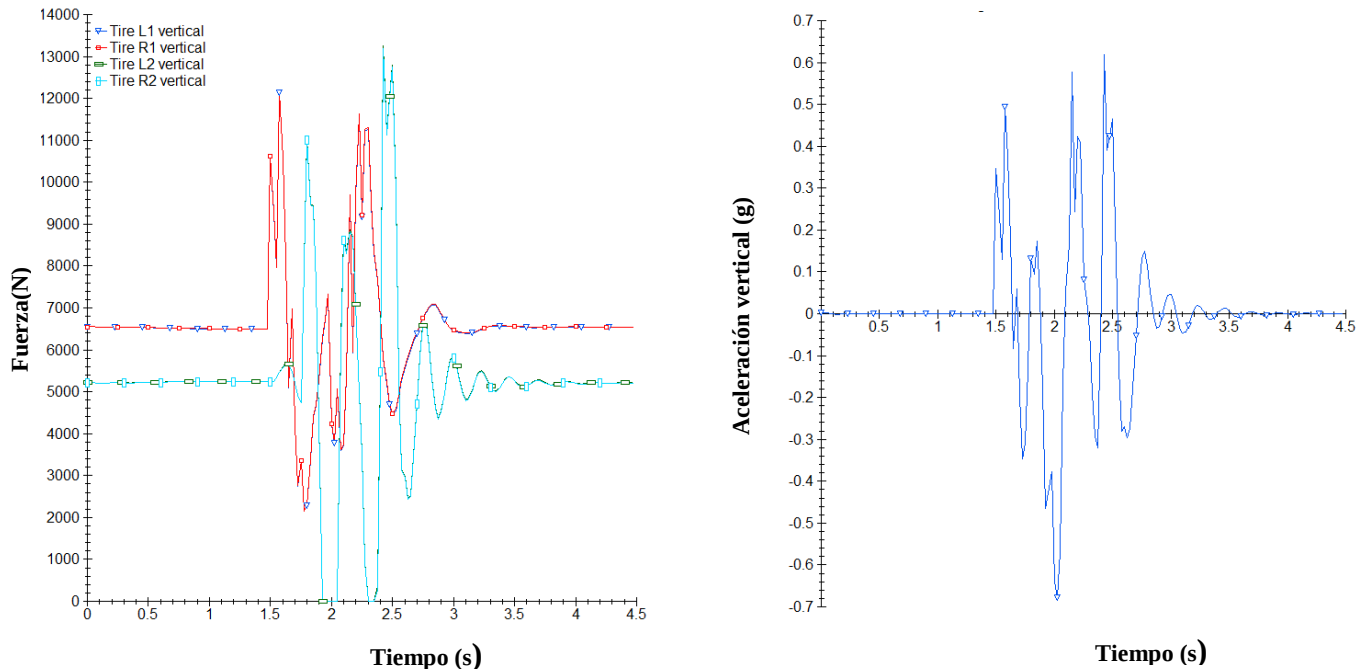


Gráfica 3-110 Ensayo 110, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	15395.00
Ftrasera maxima (N)	14842.59
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.951
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.545
RMS (m/s^2)	2.01
VDV (m/s^2)	3.71

Tabla 3-110 Datos extraidos de ensayo 110

111 Large European van Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.40Km/h.

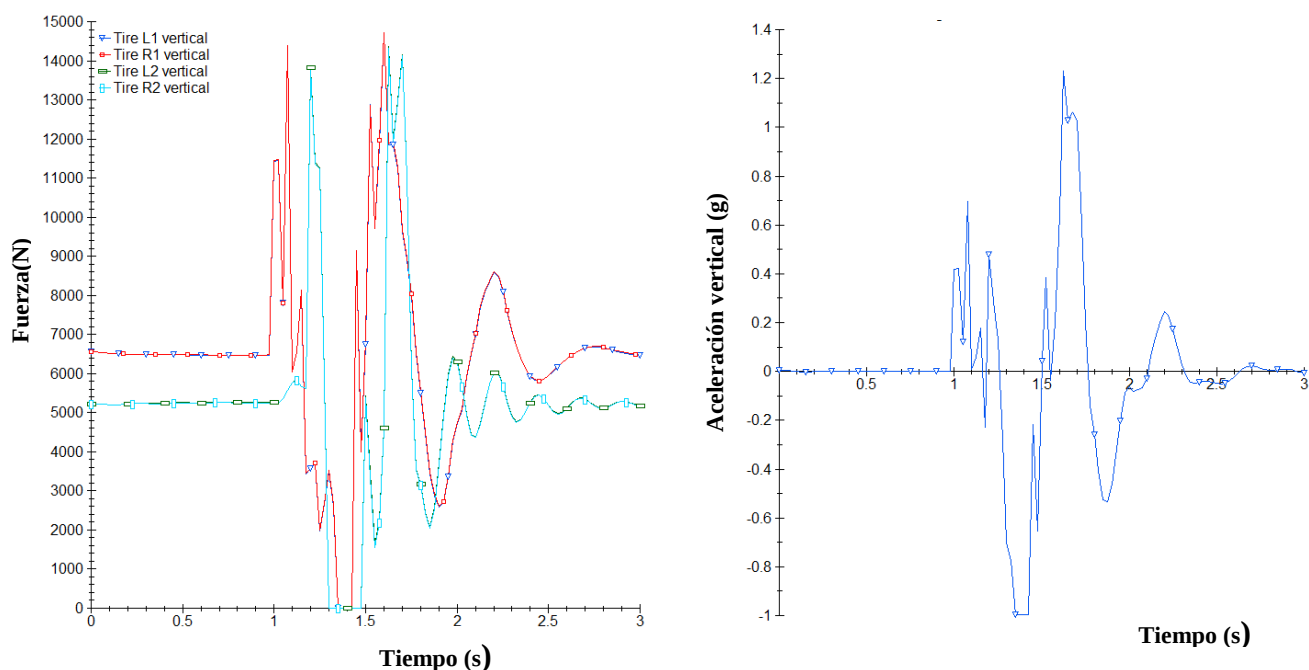


Gráfica 3-111 Ensayo 50, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	12139.33
Ftrasera maxima (N)	1243.24
Fdelantera minima (N)	2273.57
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	34.71
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.618
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.677
RMS (m/s ²)	2.14
VDV (m/s ²)	3.17

Tabla 3-111 Datos extraídos de ensayo 111

112 Large European van Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.60Km/h.

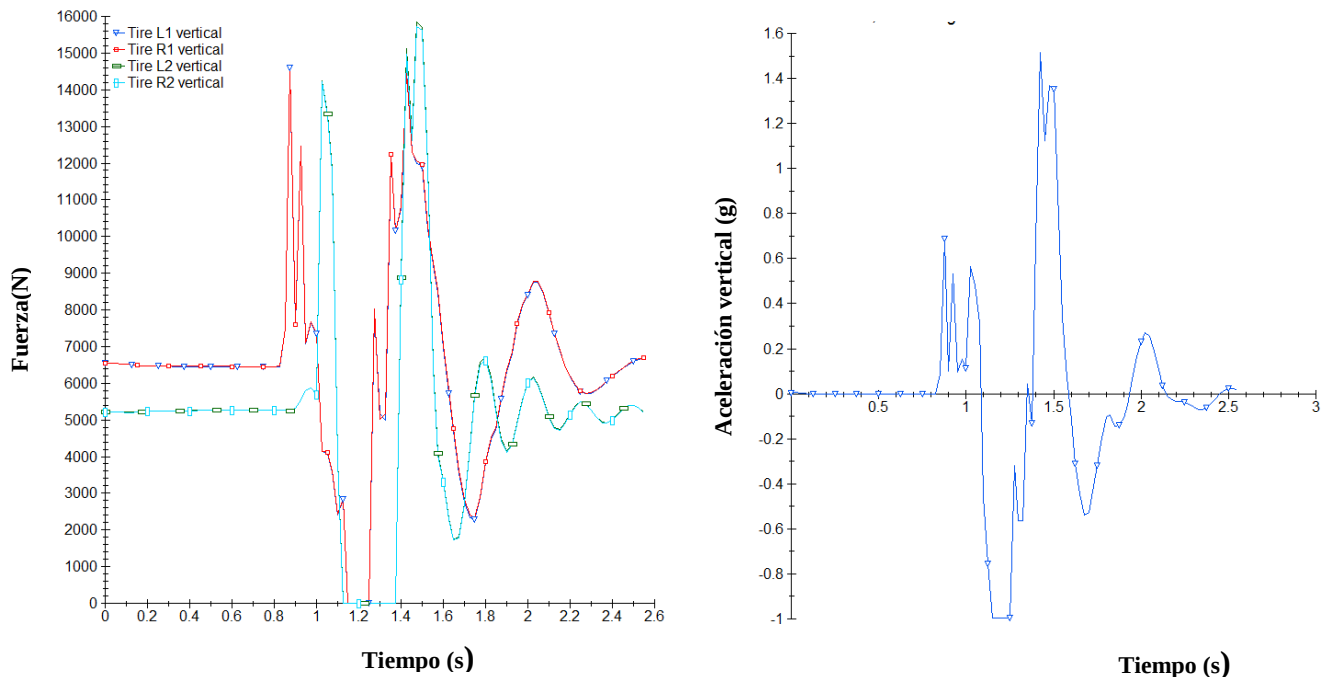


Gráfica 3-112 Ensayo 112, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	14728.00
Ftrasera maxima (N)	14307.49
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.229
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.996
RMS (m/s^2)	4.01
VDV (m/s^2)	6.08

Tabla 3-112 Datos extraídos de ensayo 112

113 Large European van Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.70Km/h.

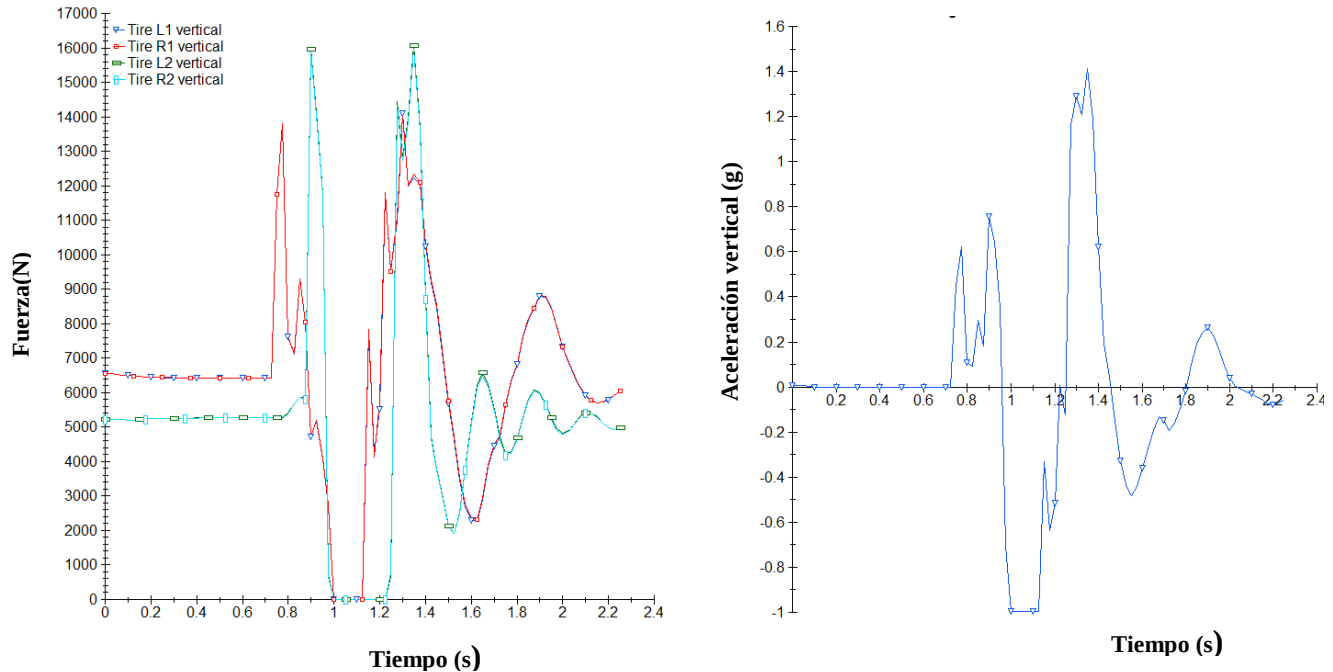


Gráfica 3-113 Ensayo 113, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	14595.79
Ftrasera maxima (N)	15853.03
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.51
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.995
RMS (m/s^2)	4.73
VDV (m/s^2)	7.04

Tabla 3-113 Datos extraidos de ensayo 113

114 Large European van Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.80Km/h.

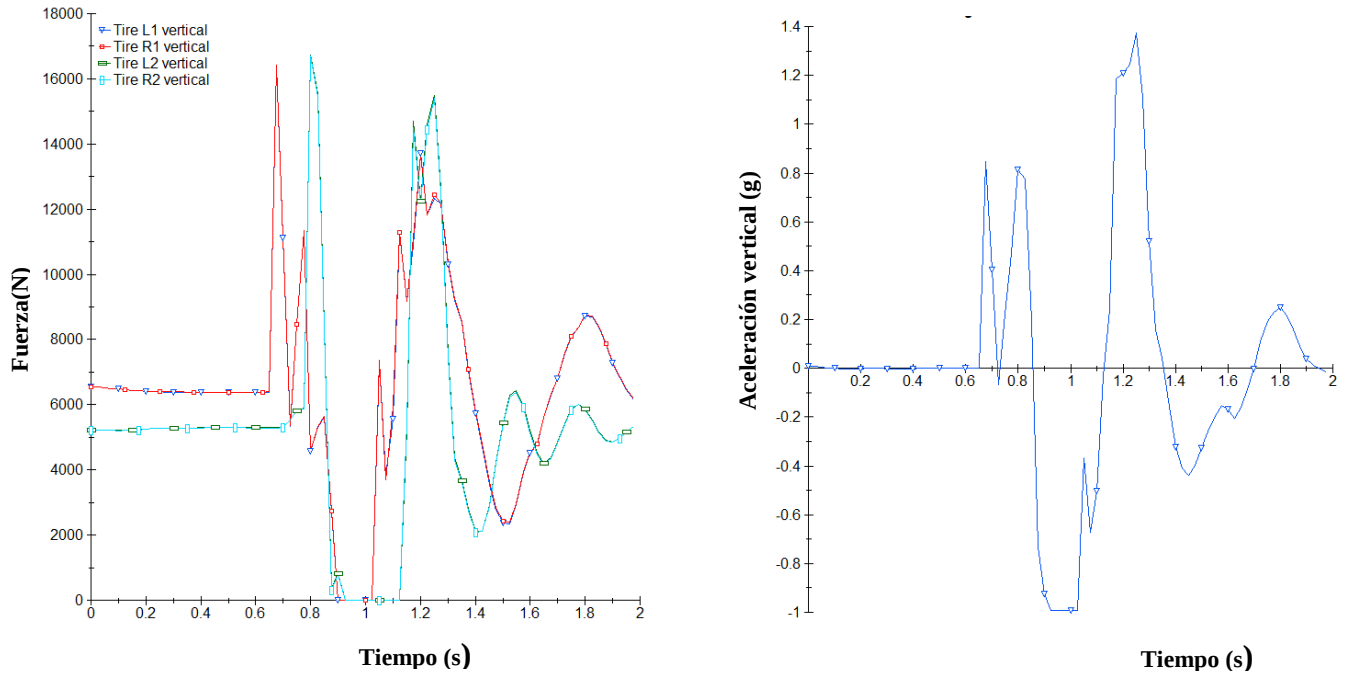


Gráfica 3-114 Ensayo 114, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	14092.38
Ftrasera maxima (N)	16059.73
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.41
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.994
RMS (m/s^2)	4.90
VDV (m/s^2)	7.10

Tabla 3-114 Datos extraídos de ensayo 114

115 Large European van Dispositivo de 40 Baden de paso peatonal sobreelevado 1.5m.90Km/h.

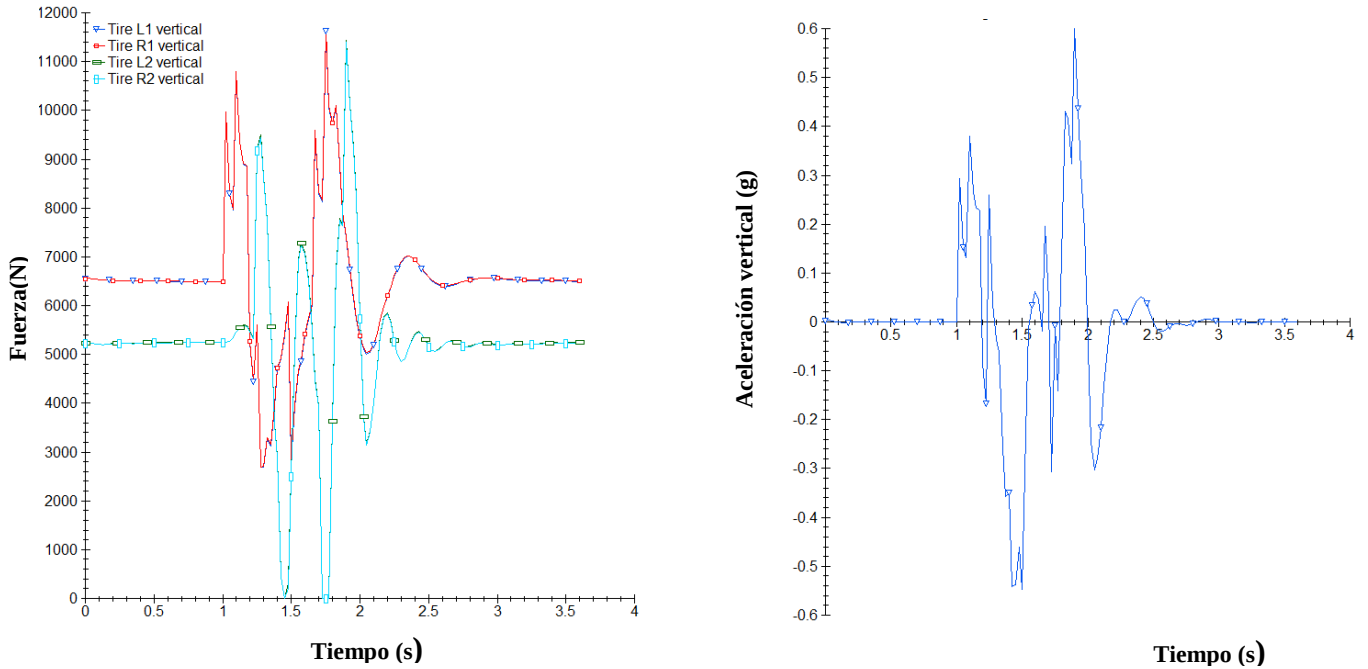


Gráfica 3-115 Ensayo 115, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	16410.50
Ftrasera maxima (N)	16727.41
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.373
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.992
RMS (m/s^2)	5.18
VDV (m/s^2)	7.19

Tabla 3-115 Datos extraídos de ensayo 115

116 Large European van Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.50Km/h.

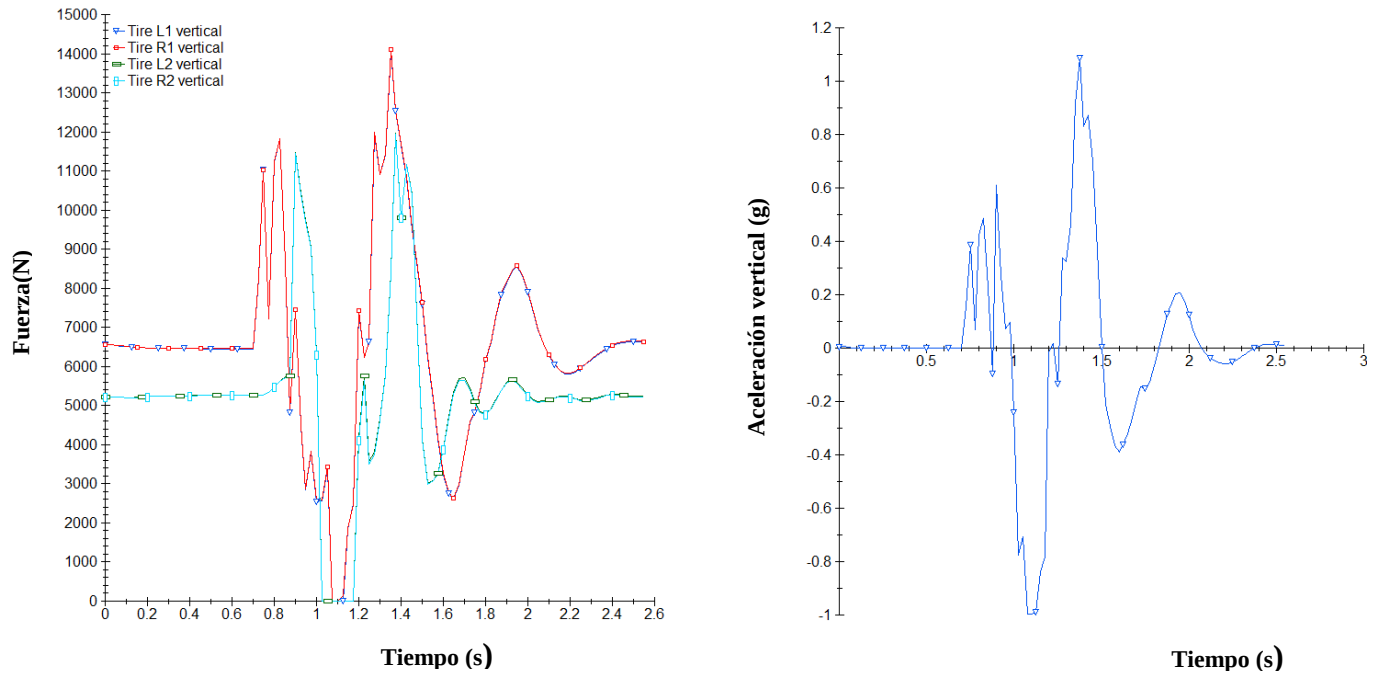


Gráfica 3-116 Ensayo 116, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	11626.86
Ftrasera maxima (N)	11399.04
Fdelantera minima (N)	2684.03
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	40.98
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.600
$a_{\max}(-)$ (g)	0.546
RMS (m/s^2)	2.04
VDV (m/s^2)	2.93

Tabla 3-116 Datos extraídos de ensayo 116

117 Large European van Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.70Km/h.

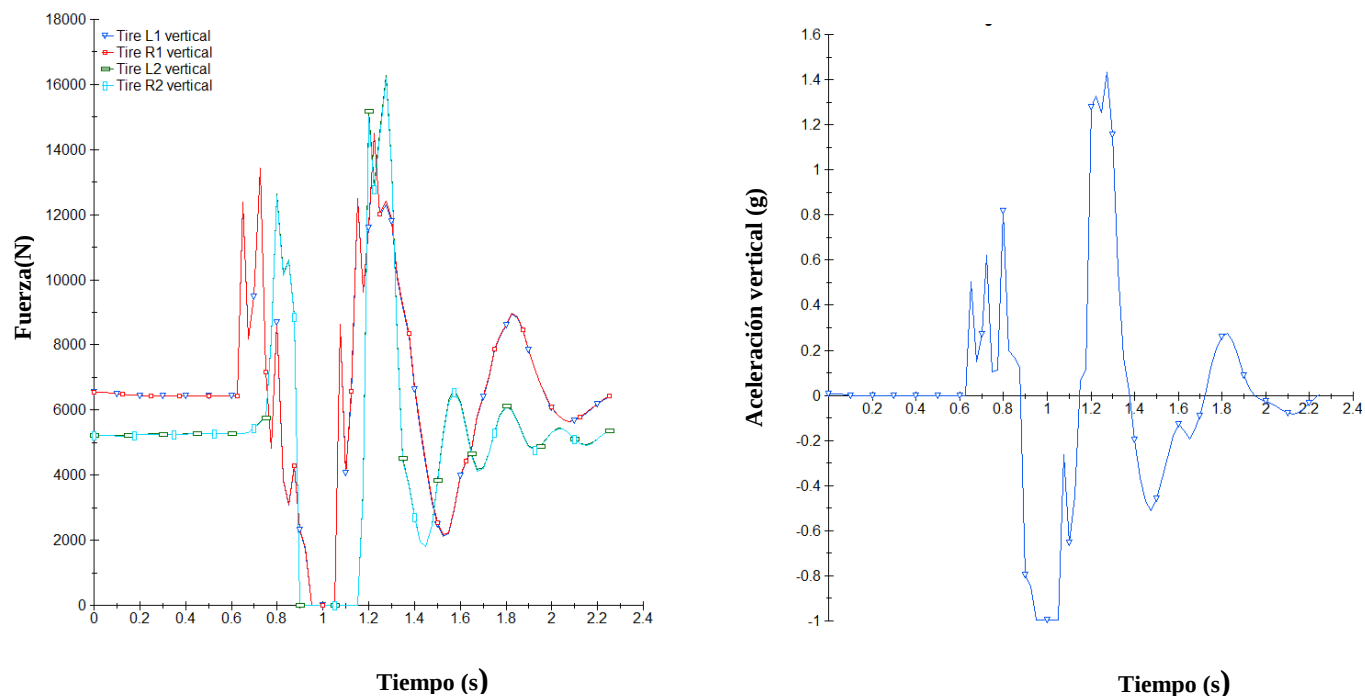


Gráfica 3-117 Ensayo 117, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	14055.22
Ftrasera maxima (N)	11972.09
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.086
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.995
RMS (m/s^2)	3.75
VDV (m/s^2)	5.50

Tabla 3-117 Datos extraídos de ensayo 117

118 Large European van Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.80Km/h.

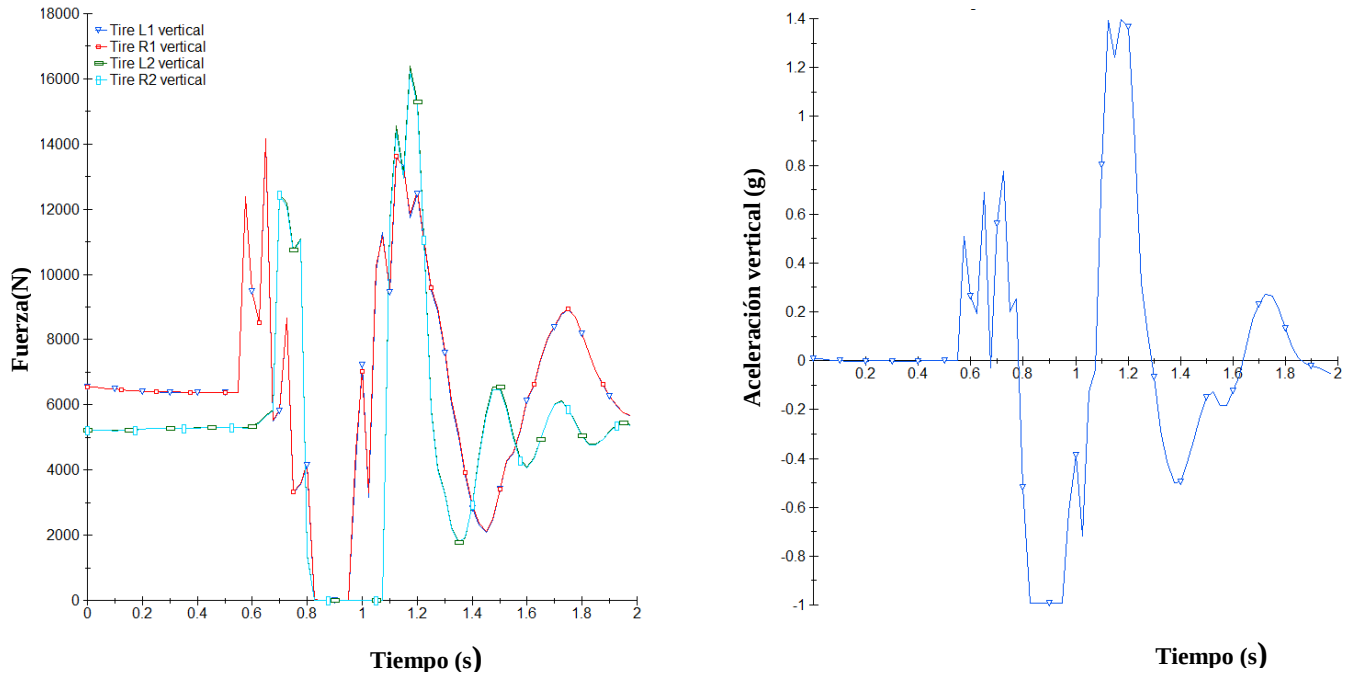


Gráfica 3-118 Ensayo 118, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	14506.68
Ftrasera maxima (N)	16277.00
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.434
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.994
RMS (m/s^2)	4.87
VDV (m/s^2)	7.13

Tabla 3-118 Datos extraídos de ensayo 118

119 Large European van Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.90Km/h.

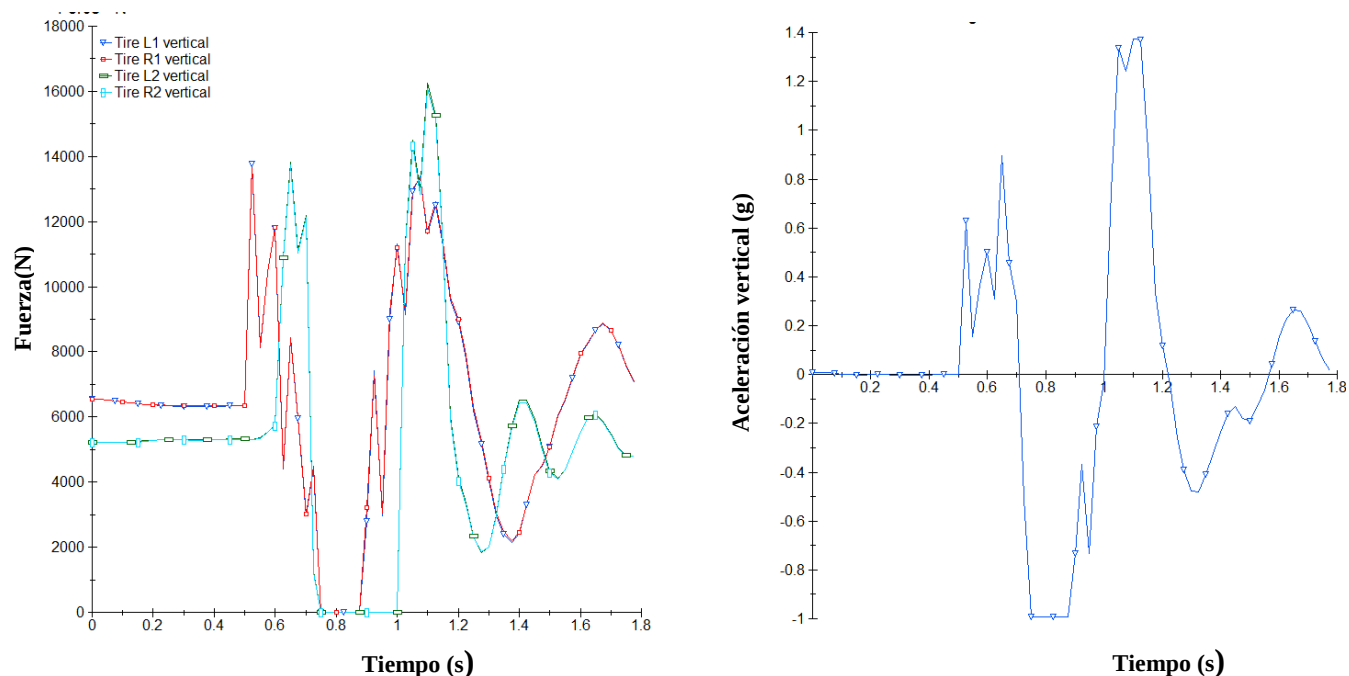


Gráfica 3-119 Ensayo 41, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	14146.51
Ftrasera maxima (N)	16225.71
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.395
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.992
RMS (m/s^2)	5.13
VDV (m/s^2)	7.30

Tabla 3-119 Datos extraídos de ensayo 119

120 Large European van Dispositivo de 50 Baden de paso peatonal sobreelevado 2.5m.100Km/h.

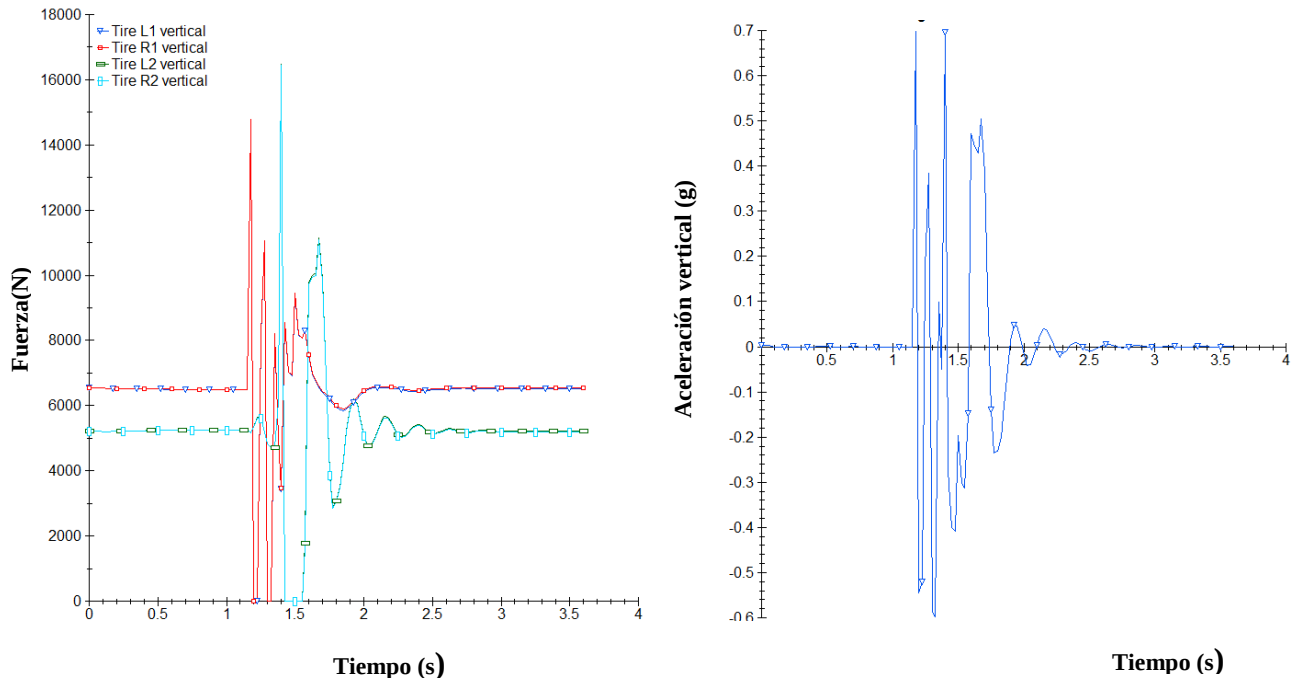


Gráfica 3-120 Ensayo 120, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	13777.63
Ftrasera maxima (N)	16257.21
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.374
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.991
RMS (m/s^2)	5.32
VDV (m/s^2)	7.29

Tabla 3-120 Datos extraídos de ensayo 120

121 Large European van Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.50Km/h.

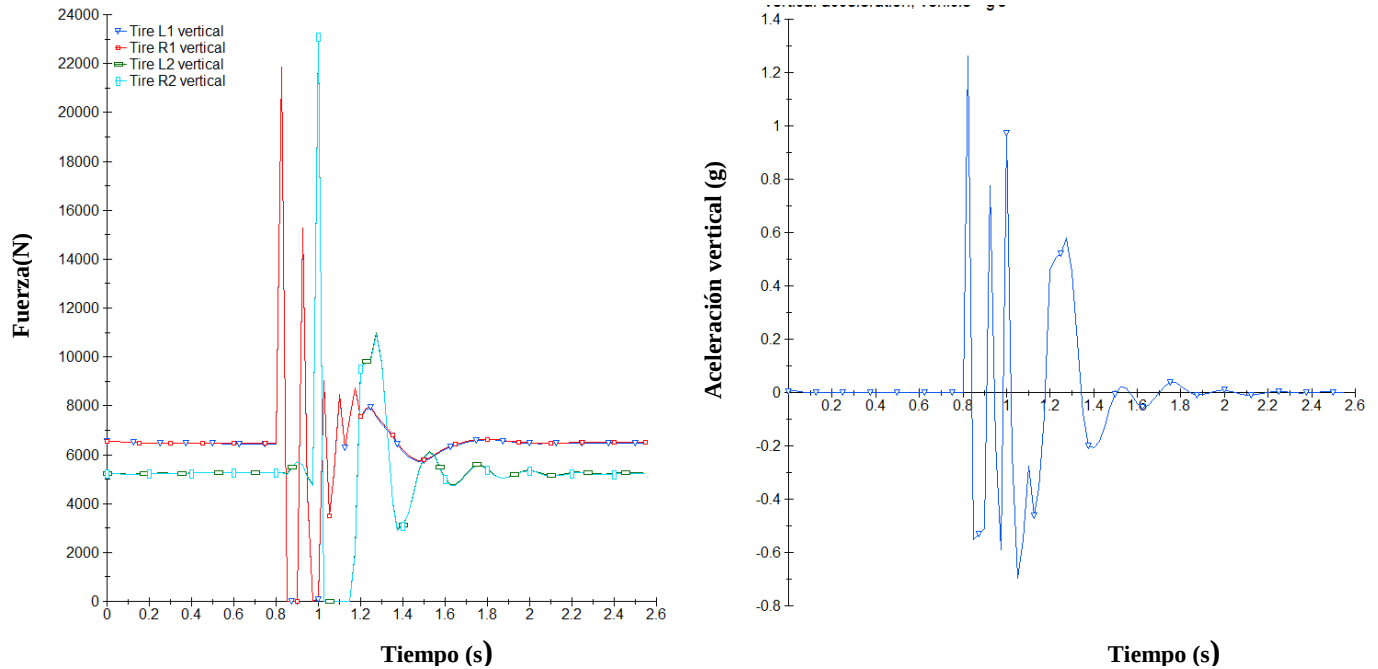


Gráfica 3-121 Ensayo 121, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	14770.85
Ftrasera maxima (N)	16483.05
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	0.675
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.597
RMS (m/s^2)	2.34
VDV (m/s^2)	3.48

Tabla 3-121 Datos extraídos de ensayo 121

122 Large European van Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.70Km/h.

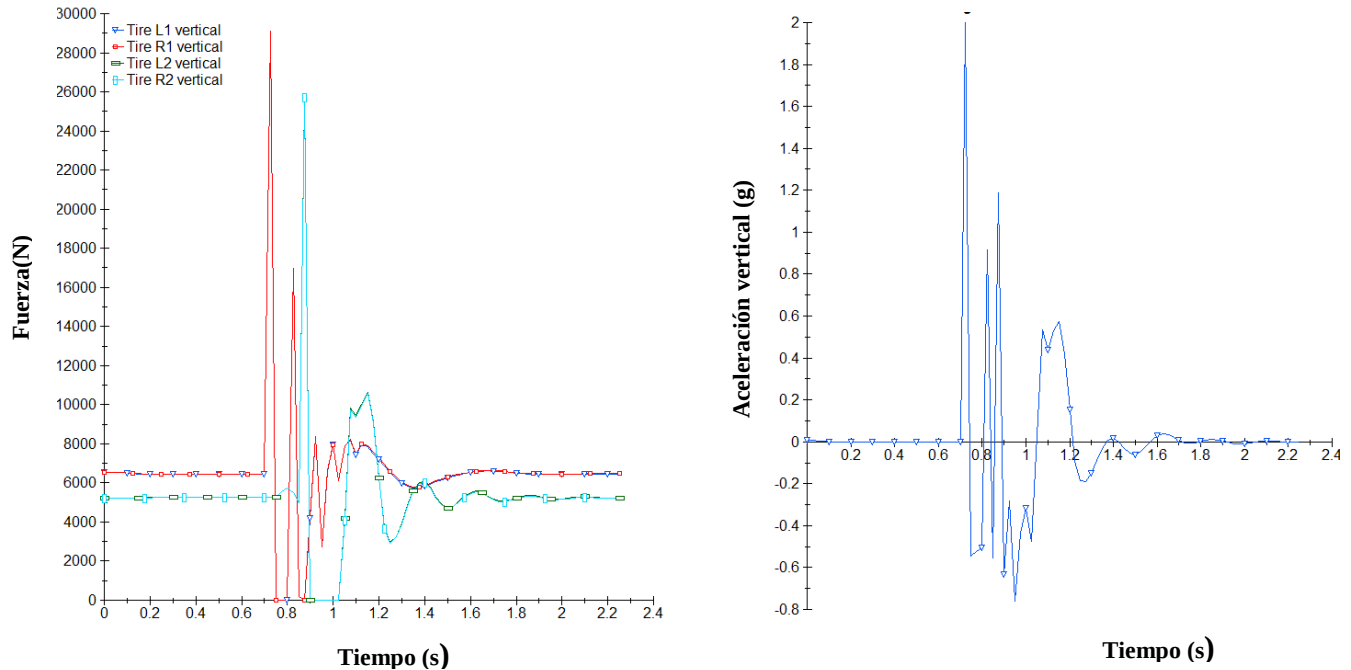


Gráfica 3-122 Ensayo 122, Fuerza y aceleración verticalb

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	21862.14
Ftrasera maxima (N)	23145.96
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.262
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.697
RMS (m/s^2)	3.01
VDV (m/s^2)	4.95

Tabla 3-122 Datos extraídos de ensayo 122

123 Large European van Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.80Km/h.

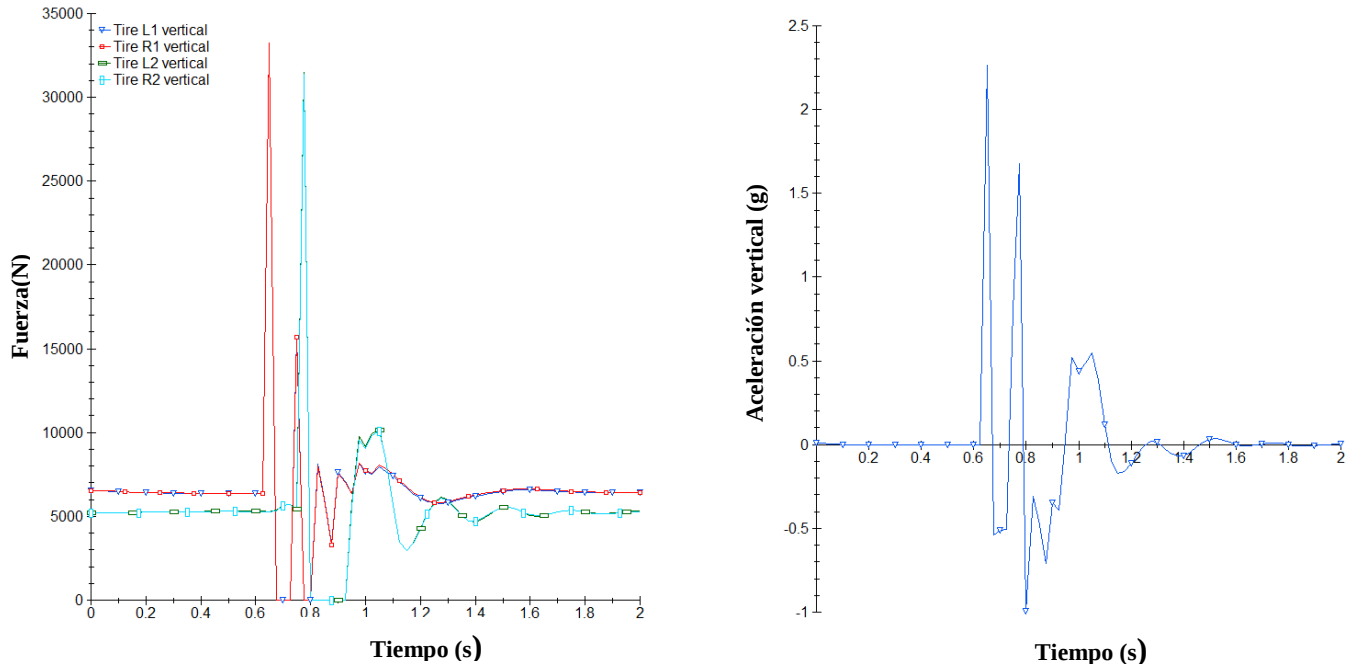


Gráfica 3-123 Ensayo 123, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	29020.27
Ftrasera maxima (N)	25713.09
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
a _{max} (+) (g)	1.998
a _{max} (-) (g)	-0.761
RMS (m/s ²)	3.37
VDV (m/s ²)	5.20

Tabla 3-123 Datos extraídos de ensayo 123

124 Large European van Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.90Km/h.

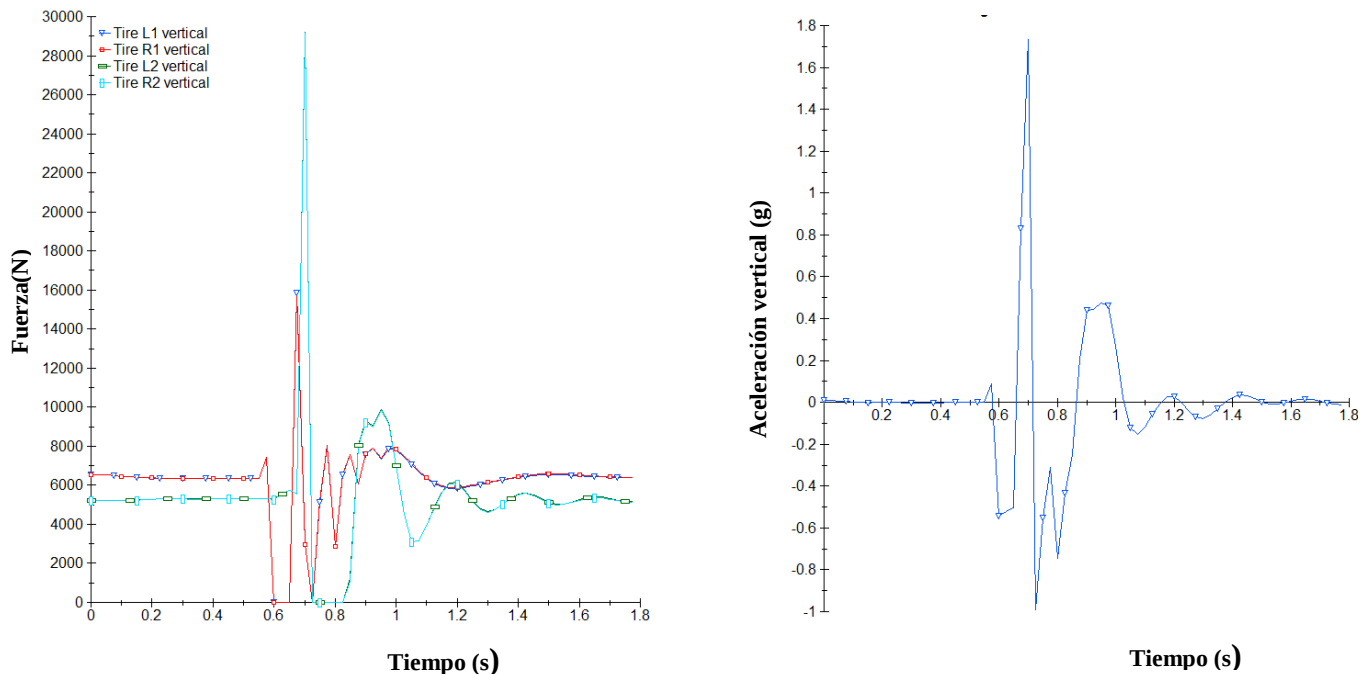


Gráfica 3-124 Ensayo 124, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	33223.84
Ftrasera maxima (N)	31671.76
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherencia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	2.263
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.992
RMS (m/s^2)	4.30
VDV (m/s^2)	8.45

Tabla 3-124 Datos extraídos de ensayo 124

125 Large European van Dispositivo de 50 Baden prefabricado para 50 Km/h.100Km/h.



Gráfica 3-125 Ensayo 125, Fuerza y aceleración vertical

RESULTADOS	
Fdelantera inicial (N)	6548.37
Ftrasera inicial (N)	5219.73
Fdelantera maxima (N)	15840.26
Ftrasera maxima (N)	29157.34
Fdelantera minima (N)	0
Ftrasera minima (N)	0
Adherecia delantera minima %	0
Adherencia trasera minima %	0
$a_{\max}(+)$ (g)	1.773
$a_{\max}(-)$ (g)	-0.991
RMS (m/s^2)	3.43
VDV (m/s^2)	6.28

Tabla 3-125 Datos extraídos de ensayo 125

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las gráficas de los diferentes ensayos muestran los cambios producidos en la fuerza vertical de las ruedas tanto delanteras como traseras así como la variación de la aceleración en el CG que determinará la vibración que sufrirán los pasajeros.

Las gráficas de la fuerza vertical muestran la variación de la fuerza vertical en las cuatro ruedas del vehículo reflejando una similitud entre ruedas del mismo eje.

A su vez las gráficas de aceleración vertical representan los cambios de aceleración que se reducen en el CG del vehículo y cuyo estudio es clave para el objetivo de este proyecto.

Las escalas de cada gráfica para ensayos con características similares pueden variar entre una gráfica y otra para poder ofrecer al lector una visión clara de las variaciones de cada eje en cada uno de los diferentes ensayos.

4.1 Descripción de resultados de aceleración vertical.

A continuación se muestran las gráficas correspondientes a la variación de RMS que se produce en diferentes vehículos para un mismo badén a distintas velocidades. La normativa nos indicaba que valores estaban comprendidos dentro de las franjas: cómodos, poco cómodos, algo incómodos, incómodos, muy incómodos y extremadamente incómodos. Representaremos estas franjas en las gráficas de la siguiente manera:

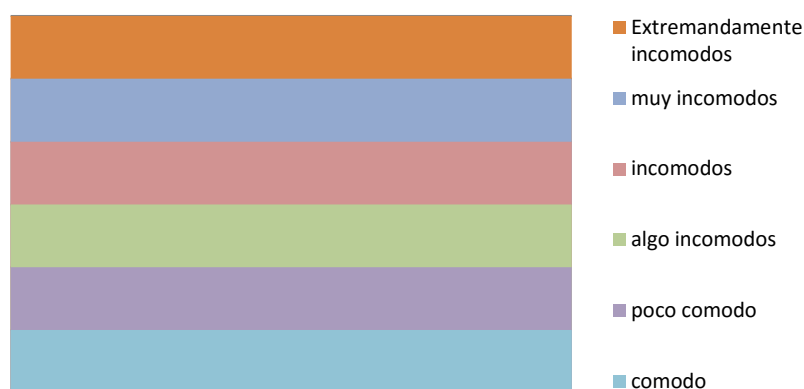
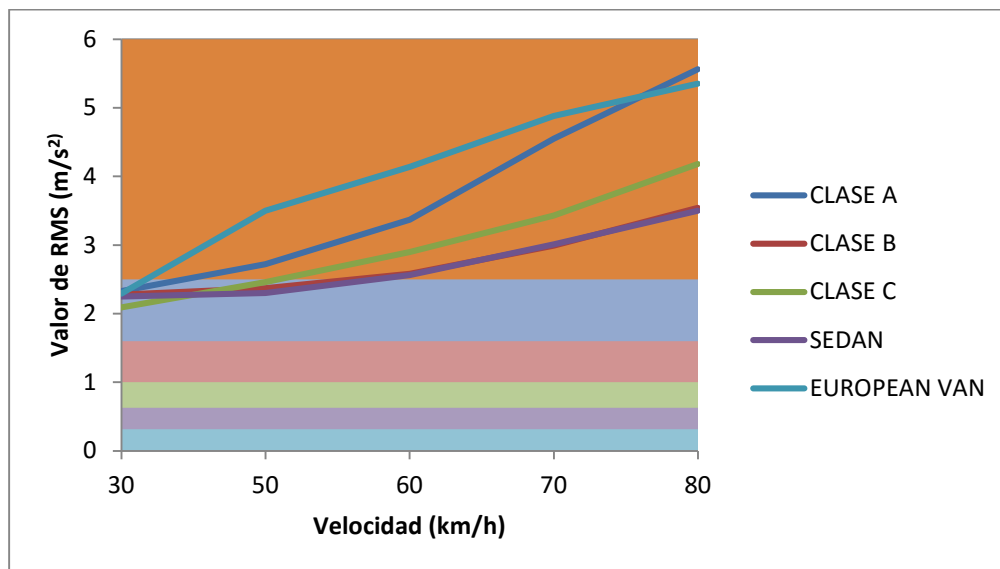


Figura 4-1 Código de colores en función de los intervalos definidos en la Tabla 1-2 Criterios ISO de confort en vibración de cuerpo entero

4.1.1 Dispositivos de 30Km/h.



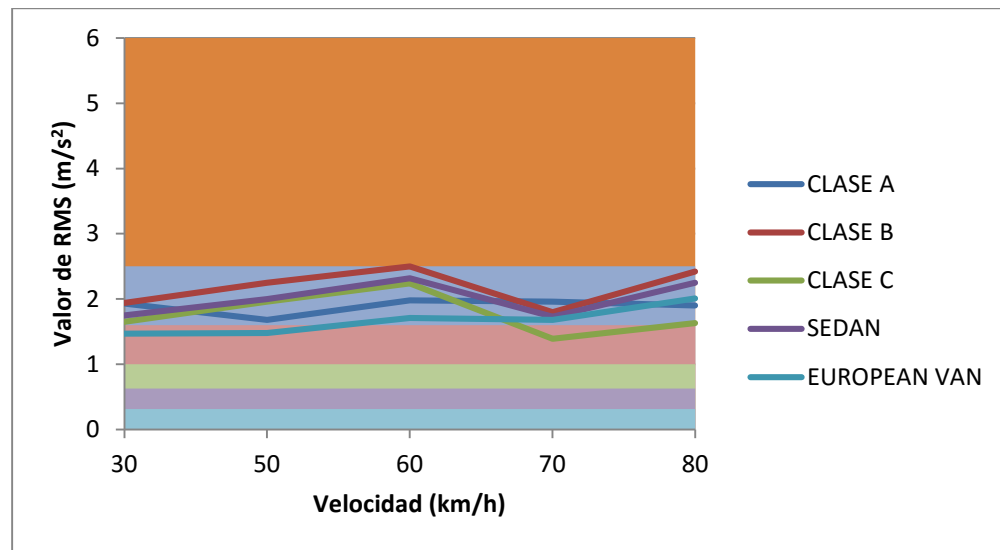
Gráfica 4-1 Badén de Paso Peatonal 1m

El valor de RMS en el badén de paso peatonal de 1 metro aumenta proporcionalmente con la velocidad. En la mayoría de los vehículos para la velocidad máxima el valor de RMS aumenta hasta el doble que el valor de RMS para la velocidad a la cual dichos badenes están diseñados.

La proporción velocidad-valor de RMS es diferente para cada vehículo pudiendo alcanzar una diferencia de un 66.61% en el caso a mayor velocidad entre el vehículo clase Sedan o clase B y la European Van. La conclusión de un porcentaje tan alto es que los vehículos comerciales (European Van) reciben mayor penalización al pasar por dichos badenes.

Sin embargo, el resto de vehículos no deja de estar expuesto a vibraciones incómodas ya que la media de RMS para la velocidad a la que está diseñada el badén está por encima de 2m/s^2 que es un valor incluido en la zona de riesgo.

Los valores a velocidad recomendada son malos y por encima de esta velocidad pueden llegar a ser extremadamente incómodos.



Gráfica 4-2 Badén prefabricado para una velocidad menor de 50Km/h

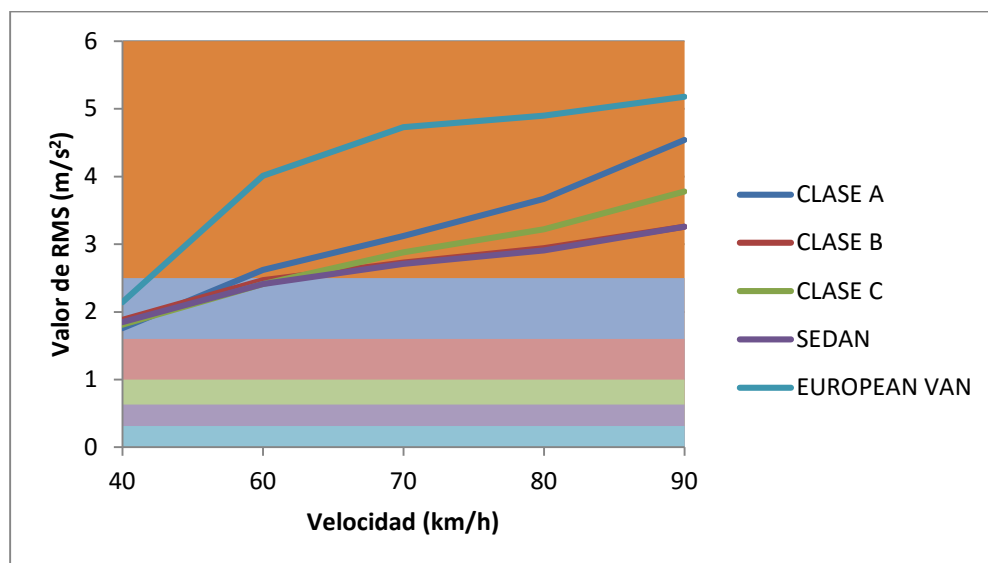
En el badén prefabricado para una velocidad menor de 50Km/h el valor de RMS no varía sensiblemente con la velocidad, siendo esta variación muy irregular. Esta variación es diferente para cada vehículo pudiendo alcanzar una diferencia de un 30% aproximadamente.

En este tipo de badenes influye su corta longitud que a diferencia de los badenes de paso peatonal perjudican menos a los vehículos comerciales y son más perjudiciales para los turismos.

Los valores a velocidad recomendada en este badén son incómodos pero no excesivamente al encontrarse en el intervalo entre 1-2 m/s^2 sin embargo algunos vehículos a ciertas velocidades más altas adquieren valores de RMS más preocupantes.

4.1.2 Dispositivos de 40Km/h.

El dispositivo de 40Km/h estudiado en este proyecto es el badén de paso peatonal de 1,5m



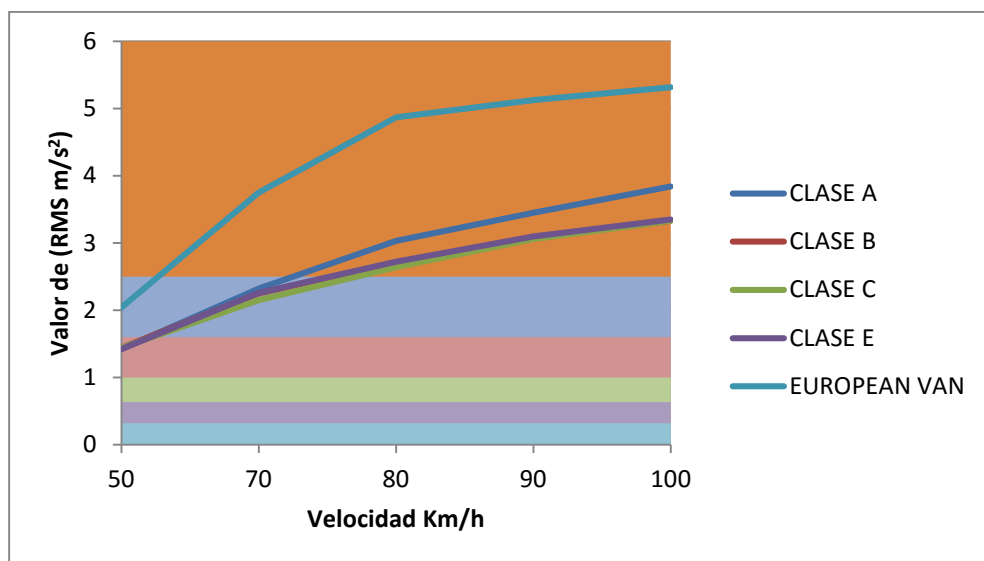
Gráfica 4-3 Badén de paso peatonal 1,5m

La evolución del valor de RMS en el badén de paso peatonal de 1,5 es similar al perfil del badén de la misma forma analizado anteriormente, aumenta proporcionalmente con la velocidad. En la mayoría de los vehículos aumenta hasta el doble que el valor de RMS para la velocidad a la cual dichos badenes están diseñados.

La media de RMS para la velocidad a la que está diseñado el badén ahora está justa por debajo de 2m/s^2 que sigue siendo un valor incluido en la zona de riesgo.

Los valores a velocidad recomendada siguen siendo malos a pesar de ser más bajos, aunque mejores que su homólogo de 1m, y por encima de esta velocidad también pueden llegar a ser extremadamente incómodos.

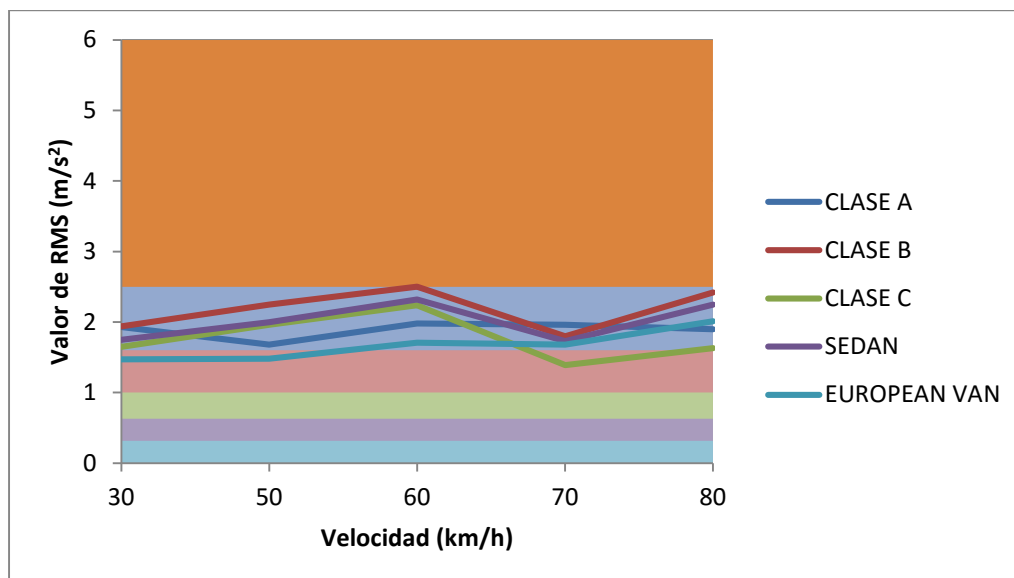
4.1.3 Dispositivos de 50Km/h



Gráfica 4-4 Badén de paso peatonal 2,5m

La evolución del valor de RMS en el badén de paso peatonal de 2,5 es similar al perfil de sus homólogos analizados anteriormente, aumenta proporcionalmente con la velocidad. En la mayoría de los vehículos para la velocidad máxima el valor de RMS aumenta hasta el doble que el valor de RMS para la velocidad a la cual dichos badenes están diseñados..

Los valores a velocidad recomendada siguen siendo malos pero bastante mejores sin contar con los vehículos comerciales que debido a su peso y volumen oscilan en valor inicial en un 30% mayor que los otros segmentos de vehículos más peligroso.



Gráfica 4-5 Badén prefabricado para una velocidad de 50 km/h.

En el badén prefabricado para una velocidad de 50Km/h, al igual que el badén prefabricado anterior, el valor de RMS si varía pero de manera irregular y sin mostrar una tendencia clara con la velocidad. Es diferente para cada vehículo pudiendo alcanzar una diferencia de un 40% aproximadamente.

Como se dijo anteriormente en este tipo de badenes influye su corta longitud que hace que sean más perjudiciales para los turismos.

Los valores a velocidad recomendada en este badén son muy incómodos y extremadamente incómodos en algunos casos pero no excesivamente al encontrarse en el intervalo entre 1-2,5 m/s² sin embargo algunos vehículos a ciertas velocidades más altas adquieren valores de RMS preocupantes.

4.2 Análisis de resultados de aceleración vertical

Consultando los resultados obtenidos en las gráficas de aceleración vertical e introduciendo los valores de variación de la aceleración vertical para cada ensayo obtendremos aplicando las ecuaciones Ecuación 1 Valor de RMS y Ecuación 2 Ecuación de MTVV los valores respectivos de RMS y VDV de cada ensayo y con los datos obtenidos podemos analizar los valores en la Tabla 1-2 Criterios ISO de confort en vibración de cuerpo entero” la cual considera incómodos todos aquellos valores de RMS que superen el valor de 0,5m/s² siendo la zona de riesgo cuando se sobrepasan los 2m/s² de RMS causando sobre las personas efectos que pueden llegar a provocar lesiones.

Para los badenes de paso peatonal según la normativa que han sido analizados Figura 1-4 Plano medidas límite de badén de paso sobreelevado (Imagen tomada de “se observa una tendencia ascendente. Sin embargo los badenes prefabricados con una longitud menor y por tanto mayor pendiente se aprecia que no sigue una tendencia fija, como se comentó en el análisis específico para cada perfil 4.1. Se muestra a continuación un resumen comparativo de los resultados obtenidos.

RMS	Dispositivos de 30 Km/h		Dispositivos de 40 Km/h	Dispositivos de 50 Km/h	
	Badén de paso peatonal 1m	Badén prefabricado para velocidades menores de 50 Km/h	Badén de paso peatonal 1,5m	Badén de paso peatonal 2.5m	Badén prefabricado para 50 Km/h
Clase A	2.33 m/s ²	1.93 m/s ²	1.76 m/s ²	1.42 m/s ²	2.77 m/s ²
Clase B	2.28 m/s ²	1.94 m/s ²	1.88 m/s ²	1.44 m/s ²	3.19 m/s ²
Clase C	2.09 m/s ²	1.65 m/s ²	1.81 m/s ²	1.44 m/s ²	3.04 m/s ²
Clase Sedán	2.25 m/s ²	1.75 m/s ²	1.85 m/s ²	1.42 m/s ²	2.78 m/s ²
European Van	2.29 m/s ²	1.47 m/s ²	2.14 m/s ²	2.04 m/s ²	3.04 m/s ²

Tabla 4-1 Cuadro Resumen de valores máximos de RMS para las velocidades a las que están diseñados todos los badenes.

A nivel general se puede apreciar que los valores de RMS que se producen en los vehículos al paso de los badenes a las velocidades específicas por la Administración del Estado se encuentran dentro del intervalo 1.42m/s²-3.04m/s². La Tabla 1-2 Criterios ISO de confort en vibración de cuerpo entero define el intervalo 1.25 m/s² a 2.5 m/s² como valores “muy incómodos” y los valores superiores a 2,5 m/s² extremadamente incómodos.

Por tanto, la gran mayoría de los badenes legalizados por la DGT nos ofrecen valores “incómodos” o “muy incómodos” a la velocidad legal, pudiendo ser peligrosos a velocidades superiores o estar expuesto continuamente a estas vibraciones.

4.3 Descripción de resultados de fuerza vertical.

Como ya se explicó anteriormente el efecto de la fuerza vertical y la adherencia sobre el control del vehículo es imprescindible para mantener la maniobrabilidad y poder manejar libremente el automóvil. Por ello, el estudio y análisis de la variación de fuerza vertical adquiere gran importancia.

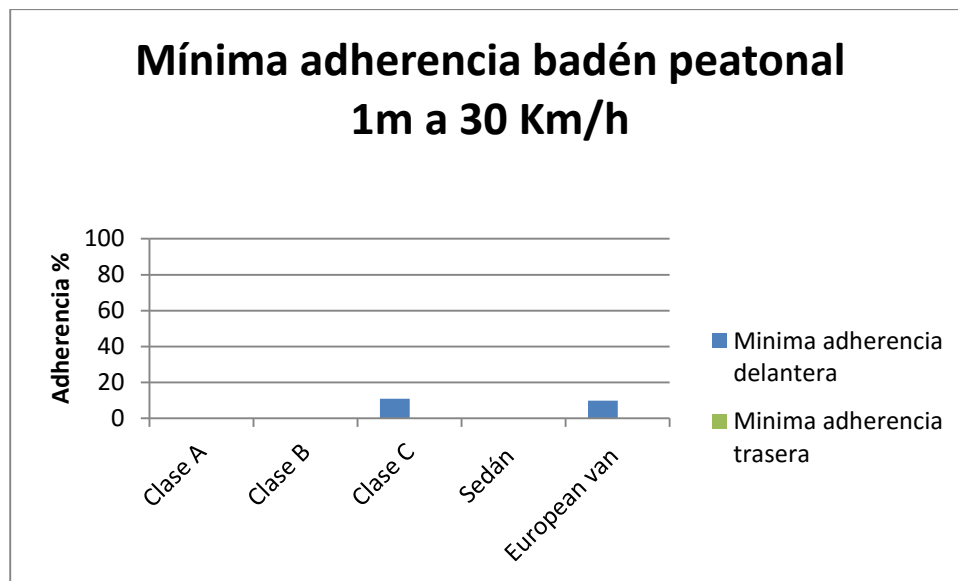
Los valores iniciales de fuerza vertical son los que aseguran la adherencia del vehículo al suelo en condiciones normales circulando sobre un tramo recto. Cuando el eje delantero incide contra el badén dicho badén le rechaza originando una fuerza con componente vertical, que reduce la fuerza de contacto rueda-suelo que proporciona la adherencia.

Con adherencia cero, como es lógico, el conductor pierde todo tipo de maniobrabilidad sobre ese eje. En caso de ser el eje delantero pierde totalmente la dirección del vehículo hasta que el eje vertical vuelve al suelo. Valores reducidos de adherencia perjudican gravemente el control del vehículo.

A continuación se describen los resultados de fuerza vertical que se han obtenido en los 125 ensayos realizados.

Los resultados previamente han sido convertidos en porcentajes de adherencia para una mejor interpretación.

4.3.1 Dispositivos de 30Km/h.



Gráfica 4-6 Mínimas adherencias en badén de paso peatonal 1 m

Cómo se puede observar los valores de adherencia mínima llegan a 0% tanto en adherencia delantera como en trasera en la mayoría de los vehículos circulando a 30 Km/h. Los vehículos cuyo valor de adherencia delantera no llegue a ser cero se debe al peso del vehículo

Un valor de 0% en adherencia significa que en algún momento crítico las ruedas han llegado a despegarse del suelo tras un impacto.

La adherencia delantera es mínima cuando el vehículo incide inicialmente sobre el badén, cuando los neumáticos golpean con un cierto ángulo la pendiente del badén. En los vehículos alargados y badenes cortos, cuando la rueda trasera golpea la pendiente del badén el eje delantero ya ha pasado al tramo recto de la calzada la adherencia y el eje longitudinal del vehículo vuelve a estar paralelo a la calzada.

Sin embargo en la mayoría de los vehículos cuando la rueda trasera incide sobre la pendiente del badén el eje longitudinal del vehículo dispone de cierta inclinación hacia el eje delantero por lo que las ruedas traseras inciden con una fuerza menor y tienen más probabilidad de despegarse del suelo. Este fenómeno se ve afectado por la longitud del vehículo.



Figura 4-2 Ruedas traseras levantándose de la calzada (Imagen tomada de [8])

La adherencia trasera mínima para vehículos con mayor peso en el eje delantero durante el ensayo es, a diferencia de los otros vehículos, mayor que 0% debido a que estos vehículos al tener un peso mayor en el eje delantero e incidir sobre una rampa considerada corta provocan que ese peso les

favorezca a la hora de mantenerse pegado al asfalto ya que la fuerza vertical debido al peso recaído sobre el eje tiene sentido en contra del producido por la pendiente del badén con la velocidad.

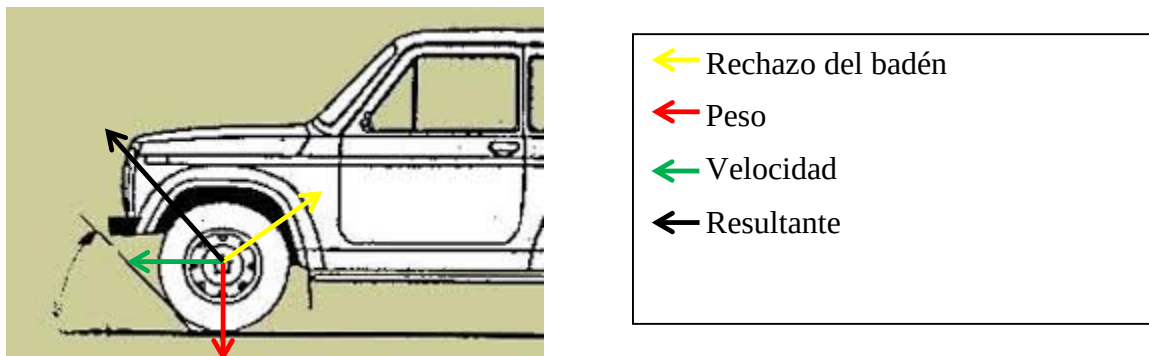
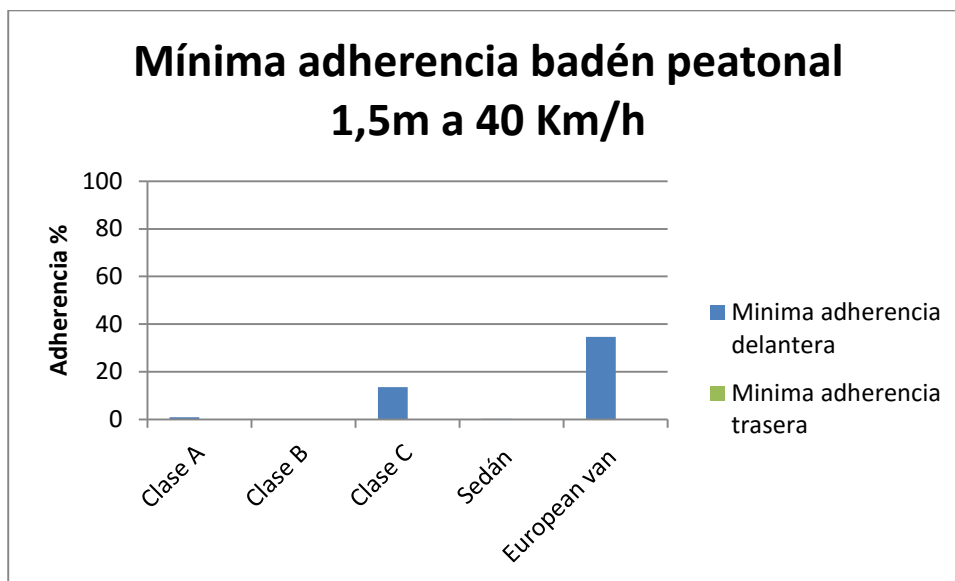


Figura 4-3 Descomposición de fuerzas rueda delantera. (Imagen tomada de [20]) Los vectores han sido añadidos por el autor de este proyecto.

Sin embargo en el badén prefabricado para velocidades menores de 50Km/h ningún vehículo mantiene adherencia al asfalto durante el paso del badén. Esto se debe a que estos badenes al ser más cortos y tener mayor altura tienen una mayor pendiente que provoca que la fuerza de rechazo del badén al impactar sea mucho mayor.

Por tanto, el otro badén diseñado para una velocidad de 30km/h, badén prefabricado para velocidad menor de 50km/h, debido a su morfología provoca la pérdida de adherencia en ambos ejes para todos los vehículos.

4.3.2 Dispositivos de 40Km/h.



Gráfica 4-7 Mínimas adherencias en badén de paso peatonal 1,5m

Siguiendo el mismo perfil que en el badén del apartado anterior, el badén peatonal a 40km/h ofrece adherencia delantera para más vehículos aparte de los dos tipos de vehículos que ya presentaban adherencia delantera, esto es debido a la prolongación de la pendiente o a lo que es lo mismo, a una reducción del ángulo de la pendiente. Por lo tanto, el valor vertical de la resultante final es menor y favorecerá a los ejes a la hora de mantenerse en el suelo.

La adherencia mínima trasera es cero en la mayoría de los casos debido a que tenemos una pendiente menor y a una simple razón. Cuando la rueda trasera incide contra la pendiente del badén, las delanteras ya están descendiendo lo cual provoca que el eje longitudinal del vehículo tenga cierta

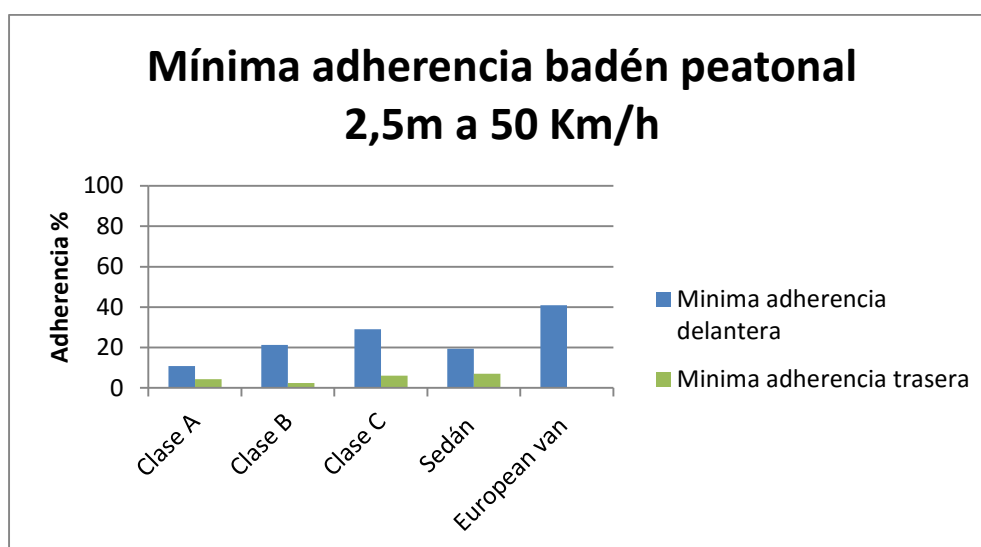
caída hacia adelante y el equilibrio de fuerzas recaiga más sobre el eje delantero. Con un equilibrado de fuerza menor el eje trasero se levanta con más facilidad al incidir contra la pendiente.

También para vehículos cortos la razón de la adherencia cero se debe a bajo peso en el eje trasero, como en el caso del Clase A, que por longitud no le afecta el fenómeno descrito en el párrafo anterior pero debido a que soporta bajo peso en el eje trasero (1925.6N) se levanta con facilidad.

Observamos también que un mínimo valor de diferencia entre el peso del vehículo Clase B y el Clase Sedán es determinante en un incremento de la adherencia. Así pues el valor de Fuerza Trasera inicial para el Clase B es 2471,37N y el Sedán 2471,39N y las adherencias son 0% y 0,2% respectivamente por tanto un valor de 0.02N determina una diferencia de 0,2% en adherencia.

4.3.3 Dispositivos de 50Km/h.

El único badén que para la velocidad a la que está diseñada mantiene una adherencia respetable para todos los vehículos es el badén de paso sobreelevado 2,5m.



Gráfica 4-8 Mínimas adherencias en badén de paso peatonal 2,5 m

En la gráfica de mínimas fuerzas en el badén de paso sobreelevado 2,5m se observa que se mantiene la adherencia delantera y trasera en la mayoría de los vehículos menos en el European Van que mantiene únicamente una alta adherencia delantera por encima del 40% durante el paso del eje delantero por el badén.

El aumento de la adherencia con respecto a los badenes de la misma morfología se debe al aumento de la longitud de la pendiente.

Particularmente en este badén de pendiente 2,5metros la longitud del vehículo no afecta de la misma manera sobre la adherencia ya que los vehículos cortos ya no tienen el eje trasero en la pendiente descendente cuando golpea la trasera.

Igual que en los badenes anteriores, y debido a la atenuación de la pendiente con respecto a los casos anteriores y a que es un vehículo largo, en el European Van cuando la rueda trasera incide la delantera está bajando la pendiente, a pesar del incremento de la longitud con respecto a los dos casos anteriores. Este fenómeno provoca que las ruedas delanteras soporten mayor reparto de peso

quitándoselo así a las traseras. Con un equilibrado de fuerza menor el eje trasero se levanta fácilmente al incidir contra la pendiente.

El proceso descrito en el párrafo anterior no se aplica en este caso a los vehículos más cortos ya que este badén al tener una pendiente más prolongada tiene un eje longitudinal mayor con respecto a los badenes de 1m y 1,5m.

En la misma línea que el otro badén prefabricado, el badén prefabricado para una velocidad de 50 km/h, debido a su morfología y elevada pendiente provoca la pérdida de adherencia en ambos ejes para todos los vehículos.

4.4 Análisis de resultados de fuerza vertical.

Considerando que los sistemas de frenado deben garantizar en avería un 50% de la capacidad máxima de deceleración, podemos tomar ese 50% como referencia para el mínimo porcentaje admisible de adherencia que garantiza una frenada razonable. En los resultados mostrados, que se resumen en la siguiente tabla, se puede comprobar como en algún instante del ensayo la adherencia cae en todos los casos por debajo de ese nivel.

MÍNIMAS ADHERENCIAS	Dispositivos de 30 Km/h				Dispositivos de 40 Km/h		Dispositivos de 50 Km/h			
	Badén de paso peatonal 1m		Badén prefabricado para velocidades menores de 50 Km/h		Badén de paso peatonal 1,5m		Badén de paso peatonal 2.5m		Badén prefabricado para 50 Km/h	
Adherencias	delantera	trasera	delantera	trasera	delantera	trasera	delantera	trasera	delantera	trasera
Clase A	0%	0%	0%	0%	0.93%	0%	10.83%	4.35%	0%	0%
Clase B	0%	0%	0%	0%	0%	0%	21.25%	2.47%	0%	0%
Clase C	11.66%	0%	0%	0%	13.52%	0%	29.11%	6.11%	0%	0%
Clase Sedán	0%	0%	0%	0%	0.27%	0%	19.35%	7.06%	0%	0%
European Van	9.92%	0%	0%	0%	34.71%	0%	40.98%	0%	0%	0%

Tabla 4-2 Cuadro resumen mínimas adherencias

Como se ha descrito durante la descripción de resultados un aumento de la longitud del vehículo favorece positivamente a la adherencia trasera. Por ello el badén de paso peatonal de 2,5 metros obtiene los mayores valores de adherencia trasera

5 CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS

El empleo de badenes es eficaz en el control de la circulación urbana para los rangos de velocidades legales exigidas en los diferentes tramos del entorno vial. Sin embargo este trabajo muestra y cuantifica dos de sus principales inconvenientes. Los análisis realizados nos permiten extraer las siguientes conclusiones y líneas futuras.

5.1 Conclusiones

En relación al efecto sobre las aceleraciones verticales que sufre el vehículo y sus ocupantes, según las simulaciones realizadas podemos concluir que los buen parte dispositivos definidos por la norma española generan perturbaciones que, circulando a velocidades legales, alcanzan valores de aceleración vertical que producen elevada incomodidad según ISO 2631.

Asimismo, a velocidades superiores a la establecida para cada tipo de dispositivo, estos elementos castigan al infractor y demás ocupantes del vehículo con perturbaciones que van pueden alcanzar una extrema incomodidad e ir ligadas a riesgo para la salud.

Dentro de los dispositivos analizados, los de tipo prefabricado resultan en este aspecto menos perjudiciales, manteniéndose su efecto en valores más contenidos. Su principal inconveniente es que la incomodidad producida no se incrementa con la velocidad e incluso puede disminuir. Con ella en algunos intervalos.

Como cabría esperar, los dispositivos que limitan la velocidad a un valor menor (30 km/h) son más rigurosos y acercan más su efecto en aceleraciones a los límites que empiezan a considerarse de riesgo cuando las velocidades son elevadas. Este efecto se ve retrasado (en relación al aumento de velocidad) en los dispositivos orientados a velocidades mayores (50 km/h).

Además, hemos comprobado como la morfología y peso del vehículo afectan al valor registrado de aceleración vertical. Esta diferencia resulta en algunos casos muy significativa, hasta un 60 % superior en unos vehículos frente a otros para una misma velocidad de circulación. El vehículo que mejor prestaciones presenta es el vehículo de Clase C que presenta en todos los badenes los valores menores de RMS.

En cuanto a la adherencia, se ha comprobado que la reducción por debajo de unos límites razonables ocurre con frecuencia en los badenes establecidos por la DGT ya que en la mayoría de los casos la pérdida de adherencia es del 100% provocado por el levantamiento de las ruedas de la calzada debido a la velocidad, a la pendiente y a la relación de longitudes entre el vehículo y el badén.

Los valores altos de RMS y baja adherencia se pueden corregir mediante la modificación de tres factores, suponiendo que queremos adaptarnos a las velocidades estudiadas. 30, 40 y 50Km/como vimos en el análisis de la fuerza vertical, las pendientes son demasiado cortas para los vehículos y provocan que la adherencia recoja valores nulos. Por lo tanto aumentar la longitud de los badenes causaría una menor pérdida de adherencia, sobre todo en los ejes traseros.

5.2 Líneas futuras

Como líneas futuras, cabría ampliar el estudio al diseño de nuevos perfiles con unas dimensiones de los badenes más acordes y menos dañinas para las diferentes velocidades especificadas. Estos perfiles deberían principalmente disminuir su efecto sobre los vehículos que circulan a velocidad legal.

Otra solución más ambiciosa pasaría por el estudio de badenes inteligentes como los definidos en el apartado 1.-INTRODUCCIÓN de manera que provocasen valores de aceleración ajustados y proporcionales a los conductores con exceso de velocidad y un valor de nulo para los conductores que circulen a la velocidad legal.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ayuntamiento de Madrid, *Templado de tráfico*, IVP, 2000.
- [2] B. S.H y B. Heart, *Calmar el tráfico*, Nueva Inglaterra: Conservation law foundations, 2000.
- [3] *Boletín Oficial de Navarra* (2001) “Orden Foral 787/2001, de 10 de septiembre, del Consejero de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones, por la que se aprueba la normativa técnica para la instalación de pasos peatonales sobreelevados”, 2001.
- [4] *Boletín Oficial de la Región de Murcia* (2005) “Orden de 11 de octubre de 2002, de la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Transportes, sobre condiciones de la autorización para la instalación de pasos peatonales sobreelevados”, 2005.
- [5] *Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid* “Orden de 17 de febrero de 2004, de la consejería de transporte e infraestructuras por la que se aprueban los requisitos técnicos para el proyecto y la construcción de las medidas para moderar la velocidad”, 2004.
- [6] Ministerio de Fomento FOM/305/2008 ORDEN FOM/3053/2008, de 23 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción Técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en carreteras de la Red de Carreteras del Estado, 2008.
- [7] «Los nuevos badenes que traen de cabeza a los conductores de Santxuxu,» *Periódico El Correo*, 28 Abril 2015.
- [8] E. Khorshid, F. Alkalby y H. Kamal, «Measurement of whole body vibration exposure from speed control bumps,» de *Journal of sound and vibration*, 2007, pp. 640-659.
- [9] S. Aslan, O. Karcioğlu, Y. Katirci, H. Kandis y N. a. B. O. Ezirmik, «Speed bump induced spinal column injury,» de *American Journal of Emergency Medicine*, 2005, pp. 563-564.
- [10] DGT, «<http://www.dgt.es>,» [En línea]. Available: <http://www.dgt.es>. [Último acceso: 2 Febrero 2016].
- [11] Watts y Krilov, Ground borne vibration generated by vehicles crossing road humps and speed control cushions.
- [12] N. Alem, «Application of the New ISO 2631-5 to Health Hazard assessment of US Army

- vehicles,» de *Industrial health*, EEUU, 2005, pp. 403-412.
- [13] *International Organization for Standardization.ISO 2631-1 (1997) Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole body vibration-Part 1: General requirements”. Second edition 1997-05-01..*
- [14] C. Casqueiro Placer, *Sistemas reductores de velocidad mediante elevación de la calzada: análisis, optimización y propuesta de mejora.*, Vigo.
- [15] British Standard Institution, *"Guide to measurement and evaluation of human exposure to whole body mechanical vibration and repeated shocks"*, Reino Unido, 2002.
- [16] *Real Decreto 1311/2005 de 4 de noviembre,sobre la salud y seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas*, 2005.
- [17] Y. Marjanen, “Using ISO 2631-5 as an additional whole body vibration evaluation method with ISO 2631-1 to include also transient shocks to the analysis”, Lisbon, Portugal, 12th International Congress on Sound and Vibration.2015.
- [18] Y. Marjanen y N. a. M. S. Mansfield, “Requirements for Validating the Standardized Whole Body Vibration Comfort Evaluation Method”, Japan, 14th Japan Conference on Human Responses to Vibration.2006.
- [19] Y. a. N. K. Marjanen, “Whole body vibration analysis program for real measurements and virtual model”, Finland, 8th Symposium on Machine Design Oulu, 2003.
- [20] Tuslances, «tuslances,» [En línea]. Available: www.tuslances.com. [Último acceso: 09 Abril 2016].