

Apéndice H

Procedimientos de Selección de Vehículos de Ensayo

Este apéndice brinda una descripción de los procedimientos utilizados para seleccionar los vehículos de ensayo como el automóvil pequeño y el camión liviano recomendados aquí. Dado que los fabricantes de automóviles revisan los diseños de vehículos con mayor frecuencia, es posible que los tamaños de vehículos y/o sus características principales cambien de forma significativa en un corto periodo de tiempo. En ese caso, se recomienda que se utilicen los procedimientos descritos a continuación para seleccionar provisoriamente nuevos vehículos de ensayo, sin una actualización completa de las directrices de evaluación de desempeño ante el impacto. Quizá sean necesarios algunos ensayos en escala real para cualquier vehículo de ensayo nuevo a efectos de identificar con precisión la relevancia de cambios en los tamaños de vehículos.

El proceso de selección de tipos y tamaños apropiados de vehículos para ser usados como un sustituto de toda la flota de vehículos, comienza con un análisis de las distribuciones de la masa vehicular de todos los vehículos vendidos en el país para un año determinado. Téngase en cuenta que, para algunos vehículos, especialmente los SUVs, el peso puede variar de forma significativa dependiendo de las variaciones en el diseño básico del vehículo, como las cuatro ruedas motrices o las cabinas extendidas en las camionetas pickup.

El peso tabulado y los datos de ventas deben identificar correctamente la proporción de cada modelo de vehículo que incorporó estas características opcionales importantes. Considérese además que otras características opcionales, como el tamaño del motor y el diámetro de la rueda pueden afectar moderadamente la masa del vehículo. Cuando sea posible, se debe utilizar la masa vehicular asociada con las variaciones más populares de estas opciones de vehículos de menor importancia en la tabulación de datos.

Los datos de ventas de vehículos detallados pueden obtenerse del Automotive Yearbook, publicado por Wards Communications, Inc., (159) o del Market Data Book, publicado por la revista Automotive News (39). En las tablas H-1 y H-2 se muestran las tabulaciones de masas de vehículos del Automotive Yearbook 2002. Estas tablas pueden ser utilizadas para determinar la proporción de la distribución de la masa de los vehículos. La Tabla H-1 indica los vehículos livianos vendidos en el 2002 y la Tabla H-2 aquellos vehículos pesados más vendidos. Los vehículos en la Tabla H-1 están en orden de masa, comenzando con el vehículo más liviano vendido y extendiéndose hacia los de mayor peso. La Tabla H-2 muestra la parte superior del espectro de vehículos y estos se presentan en orden de masa descendente. La última columna en ambas tablas representa el porcentaje de vehículos vendidos con una masa igual o menor que el modelo listado. Téngase en consideración que estas tablas excluyen vehículos especiales con volúmenes de ventas menores a las 4000 unidades. En el

2002, hubo un total de 16.8 millones de vehículos vendidos en los Estados Unidos, y un modelo de vehículo con 4000 unidades vendidas solamente representa el 0,02 % de las ventas totales de vehículos.

Se recomienda que, bajo circunstancias normales, se seleccione el percentil quinto y 95° de las mayores masas como el peso objetivo para los vehículos de ensayo pequeños y grandes respectivamente. En reconocimiento del hecho que los pesos de vehículos aumentaron drásticamente en los últimos diez años, en este documento se eligieron el percentil segundo y 90° de pesos de vehículos para los vehículos de ensayo. Como se muestra en la Tabla H-1, el Honda Civic de 4 puertas, que pesa 2421 lb (1099 kg), representa el segundo percentil de vehículos livianos vendido en el 2002. Los vehículos dentro de ± 55 lb (25kg) caen dentro de esta categoría y esto incluye más de 400.000 autos, o sea el 2,4 % de todos los vehículos vendidos. Las agencias de ensayos han reportado que un suministro adecuado de vehículos de ensayo utilizados normalmente puede ser obtenido cuando se venden más de 50.000 vehículos en el país para cualquier modelo determinado. Sin embargo, no se recomienda que se seleccione ningún vehículo de ensayo a menos que se vendan 100.000 unidades cada año dentro del rango del peso objetivo.

Como se muestra en la Tabla H-2, el percentil 95° del automóvil pesado vendido en el año 2002 pesaba aproximadamente 5420 lb (2460 kg) mientras que un vehículo con un peso de 5000 lb (2270 kg) estaba cerca del percentil 90°. Téngase en cuenta que estos pesos de vehículos representan un aumento muy importante desde el principio de los años 90, cuando el percentil 95° del vehículo más pesado era aproximadamente 4400 lb (2000 kg). Debido al rápido aumento en pesos de vehículos previo al desarrollo de las pautas en 2009, se seleccionó el percentil 90° del peso del vehículo como el tamaño apropiado para las camionetas y pick up de ensayos.

TABLA H-1. Peso de Automóviles Pequeños - Volúmenes de Ventas

Marca/Modelo	Masa Vehicular, lb (kg)	Ventas del 2002, Nº de Unidades	Participación en el Mercado, %	Participación Acumulada en el Mercado, %
Toyota Echo	2,035 (924)	31,918	0.19	0.21
Toyota MR2 Spyder ^a	2,195 (997)	5,109	0.03	0.24
Hyundai Accent	2,280 (1,035)	75,691	0.45	0.69
Mini Cooper ^a	2,316 (1,051)	15,761	0.09	0.78
Mazda Miata ^a	2,365 (1,074)	15,956	0.09	0.87
Kia Rio	2,403 (1,091)	51,881	0.31	1.18
Honda Civic (2DR)	2,405 (1,092)	108,563	0.65	1.83
Honda Civic (4DR)	2,421 (1,099)	181,462	1.08	2.91
Toyota Celica GT ^a	2,425 (1,101)	24,861	0.15	3.06
Ford Focus ZX2	2,478 (1,125)	65,729	0.39	3.45
Toyota Corolla	2,502 (1,136)	253,808	1.51	4.96
Dodge Neon	2,581 (1,172)	119,542	0.71	5.67
Ford Focus Sedan ^b	2,586 (1,174)	195,867	1.16	6.83
Chevrolet Cavalier ^c	2,617 (1,188)	174,974	1.04	7.87

a auto deportivo

b incluye modelo con baúl

c incluye marca equivalente

TABLA H-2. Peso de Camionetas y SUV - Volúmenes de Ventas

Marca/Modelo	Masa Vehicular, lb (kg)	Ventas del 2002, N° de Unidades	Participación en el Mercado, %	Participación Acumulada en el Mercado, %
Ford Excursion (4WD)	7,087 (3,215)	21,883	0.13	100.00
Ford Excursion (2WD)	6,650 (3,019)	9,877	0.06	99.87
Dodge Ram 3500 Quad Cab (4WD)	6,638 (3,014)	11,683	0.07	99.81
Hummer H2 Wagon	6,400 (2,906)	7,422	0.04	99.74
Chevrolet Avalanche 2500 (4WD) ^a	6,353 (2,884)	4,702	0.03	99.70
Ford F-250 Crew Cab (4WD) ^b	6,271 (2,847)	43,049	0.26	99.67
Chevrolet Silverado 3500 Ext. Cab ^{c,d,e}	6,231 (2,829)	25,527	0.15	99.41
Dodge Ram 3500 Quad Cab (2WD) ^f	6,216 (2,822)	12,251	0.07	99.26
Ford F-250 Supercab (4WD) ^b	6,005 (2,729)	155,120	0.92	99.19
Chevrolet Silverado 2500 Crew Cab (4WD) ^{a,e}	5,892 (2,675)	37,866	0.23	98.27
Chevrolet Silverado 3500 Reg. Cab (4WD) ^e	5,870 (2,665)	8,397	0.05	98.04
Ford F-250 Crew Cab (2WD) ^b	5,841 (2,652)	18,449	0.11	97.99
Ford F-250 Reg. Cab (4WD) ^b	5,837 (2,650)	42,326	0.25	97.88
Lincoln Navigator (4WD)	5,774 (2,621)	14,178	0.08	97.63
Dodge Ram 2500 Quadcab (4WD)	5,769 (2,619)	38,860	0.23	97.55
Chevrolet Silverado 1500 Crew Cab (4WD) ^e	5,763 (2,616)	45,529	0.27	97.32
Chevrolet Suburban 2500 (4WD) ^d	5,760 (2,615)	7,175	0.04	97.05
Chevrolet Avalanche 1500 (4WD) ^a	5,652 (2,566)	95,429	0.57	97.01
Ford F-250 Supercab (2WD) ^b	5,601 (2,543)	66,480	0.40	96.44
Cadillac Escalade (4WD) ^c	5,554 (2,522)	48,001	0.29	96.04
Dodge Ram 2500 Regular Cab (4WD)	5,501 (2,497)	12,609	0.07	95.75
Dodge Ram 2500 Quad Cab (2WD)	5,464 (2,481)	12,272	0.07	95.68
Chevrolet Silverado 1500 Crew Cab (2WD) ^e	5,461 (2,479)	48,357	0.29	95.61
Lincoln Navigator (2WD)	5,424 (2,462)	15,607	0.09	95.32
Chevrolet Silverado 2500 Reg. Cab (4WD) ^e	5,424 (2,462)	159,943	0.95	95.23
Chevrolet Silverado 2500 Ext. Cab (2WD) ^e	5,393 (2,448)	35,688	0.21	94.28
Toyota Land Cruiser ^e	5,390 (2,447)	15,172	0.09	94.07
Ford F-250 Regular Cab (2WD)	5,356 (2,432)	16,280	0.09	93.98
Ford Expedition (4WD)	5,297 (2,405)	55,714	0.33	93.89

Marca/Modelo	Masa Vehicular, lb (kg)	Ventas del 2002, N° de Unidades	Participación en el Mercado, %	Participación Acumulada en el Mercado, %
Toyota Sequoia (4WD)	5,270 (2,393)	33,883	0.20	93.56
Chevrolet Suburban 1500 (4WD) ^e	5,219 (2,369)	127,427	0.75	93.36
Dodge Ram 1500 Quad Cab (4WD)	5,184 (2,354)	87,263	0.52	92.61
Ford E-150 Econoline Wagon (2WD)	5,101 (2,316)	22,147	0.13	92.09
Toyota Sequoia (2WD)	5,070 (2,302)	36,414	0.21	91.96
Chevrolet Tahoe (4WD) ^e	5,050 (2,293)	159,914	0.95	91.75
Dodge Ram 1500 Quad Cab (2WD)	5,035 (2,286)	136,488	0.81	90.80
Ford F-150 Crew Cab (4WD)	5,006 (2,273)	36,552	0.22	89.99
Chevrolet Silverado 2500 Reg. Cab (2WD) ^e	4,995 (2,268)	16,060	0.09	89.77
Ford Expedition (2WD)	4,909 (2,229)	101,266	0.60	89.68

- a Incluye ambos modelos, 2WD y 4WD
b Incluye ambos modelos, 1-ton y $\frac{3}{4}$ -ton
c Incluye ambos modelos, 2WD y 4WD
d Incluye modelos de cabina extendida y tripulantes de cabina
e Incluye modelos equivalentes en múltiples marcas
f Incluye ambos modelos de cabinas 2WD-quad y 4WD-regular

Los vehículos con masa vehicular cercana a las dos categorías de los objetivos seleccionados son comparados para identificar sus características básicas tales como el estilo de carrocería, la distancia entre ejes, el ancho de la trocha, la altura del c.g, la saliente delantera, la saliente trasera, la distribución de la masa vehicular, altura total, longitud total, y ancho total. También se identificaron otras características como la ubicación del motor, tipo de suspensión y número de ruedas motrices. Los vehículos especiales, como los autos deportivos o híbridos, generalmente son excluidos para ser usados como vehículos de ensayo debido al hecho de que estos vehículos no son representativos de la mayoría de los vehículos de la flota. La Tabla H-4 presenta un resumen de características de sedanes chicos que pesan cerca de las 2209 lb (1100 kg). Como se muestra en esta tabla, todos los vehículos tienen características dimensionales y mecánicas similares. Por lo tanto, no habría razón para excluir a ninguno de estos vehículos. Se debe tomar una aproximación similar al momento de seleccionar la camioneta de ensayo. Obsérvese que la altura c.g. del vehículo se vuelve un factor muy importante al momento de seleccionar la camioneta de ensayo. Siempre y cuando los SUV grandes continúen manteniendo una participación en el mercado en el futuro, se debe seleccionar la altura del c.g de la camioneta de ensayo para representar esta clase de vehículos.

Se seleccionó una pickup de $\frac{1}{2}$ tonelada de cuatro puertas, como la camioneta de ensayo, debido a que se descubrió que en general tenía una altura del c.g. dentro del rango de los SUVs más grandes y los precios utilizados para este vehículo aparentan ser, de alguna manera, más bajos que la mayoría de los vehículos dentro de la categoría de SUV grandes. Sin embargo, la altura del c.g. de las camionetas pickup demostró variar significativamente, dependiendo de la suspensión y la marca del vehículo. Por lo tanto, las directrices de la

documentación han sido revisadas para requerir que las agencias viales midan la altura del centro de gravedad del vehículo. La altura medida al finalizar la preparación del vehículo no debe ser menor a las 28 pulgadas (711 mm). Aunque se recomienda un método de suspensión para medir la altura del c.g. del vehículo, se aceptan métodos alternativos, siempre y cuando la precisión de la medición de la altura se mantenga dentro de las 0,25 pulgadas (6 mm).

Se incorporó a la matriz de ensayo, un vehículo de ensayo de tamaño medio, designado como 1500A, para evaluar la instalación de las terminales de absorción de energía, amortiguadores de impacto y amortiguadores de impacto montados sobre camiones. Este vehículo será utilizado para determinar si la instalación de un sistema de amortiguación está ejecutada apropiadamente para acomodar impactos frontales a alta velocidad con automóviles medianos. En esta situación, la masa del automóvil mediano lo llevará más allá del punto donde se lleva al vehículo 1100C a una parada y, probablemente, entre dentro de los rangos de disipación de alta energía de un amortiguador, donde las fuerzas de desaceleración pueden volverse excesivas para los automóviles medianos. De ahí que la preocupación principal es que este ensayo cause aceleraciones de atropello excesivas. Debido a que la activación de los dispositivos de amortiguación está relacionada principalmente con la masa del vehículo y el ensayo es un impacto frontal, donde los derrapes y los vuelcos no son un factor, el único parámetro de vehículo importante para el 1500A es la masa total. Se eligió el vehículo con una masa de 3307 lb (1500 kg) después de evaluar el potencial de aceleración de atropello excesiva en terminales de absorción de energía y amortiguadores de impacto recientemente ensayados. Este análisis demostró que los vehículos de ensayo que pesan entre 2872 y 3755 lb (1300 y 1700 kg) tienen mayores chances de causar aceleraciones de atropello excesivas. El vehículo de ensayo 1500A fue, por lo tanto, se ubicó en la mitad de este rango.

TABLA H-3. Alturas de Centro de Gravedad de Vehículos Utilitarios Deportivos y Pickups

Año	Marca	Modelo	Masa, lb (kg)	Altura del c. g., pulgadas. (mm)
2001	Ford	Expedition (2WD)	5,267 (2,391)	29.2 (742)
2001	Chevrolet	Tahoe (2WD)	5,050 (2,292)	29.2 (742)
2002	Chevrolet	Avalanche	5,503 (2,507)	29.2 (742)
2001	Dodge	Ram Van/Wagon	4,820 (2,188)	29.2 (742)
2001	Ford	Expedition (4WD)	5,548 (2,519)	29.1 (739)
2002	Toyota	Sequoia (2WD)	5,000 (2,270)	28.9 (734)
2001	Chevrolet	Suburban (2WD)	5,504 (2,498)	28.9 (734)
2002	Land Rover	Discovery	4,752 (2,158)	28.8 (731)
2002	Toyota	Sequoia (4WD)	5,222 (2,372)	28.7 (728)
2001	Chevrolet	Tahoe (4WD)	5,417 (2,459)	28.6 (726)
2001	Chevrolet	Suburban (4WD)	5,673 (2,575)	28.6 (726)
2002	Dodge	Ram 1500 Quadcab	5,098 (2,314)	28.3 (720)
2002	Chevrolet	Silverado 1500 HD Crew Cab	5,544 (2,517)	28.2 (716)
2001	Mitsubishi	Montero (4WD)	4,788 (2,170)	27.4 (696)
2002	Ford	F-250 Regular Cab	5,518 (2,505)	27.4 (696)
2002	Ford	F-150 Supercrew	4,836 (2,195)	27.3 (693)
2002	GMC	Sierra C2500 Regular Cab	5,024 (2,281)	27.0 (686)

TABLA H-4. Dimensiones de Vehículos de Ensayo propuestos

Parámetros de Vehículo	Dimensión del 2002 Kia Rio, pulgadas. (mm)	Dimensión del 2002 Saturn SL-1, pulgadas. (mm)	Dimensión del 2002 Toyota Celica, pulgadas. (mm)
Ancho Total	64.4 (1,635)	63.8 (1,619)	67.0 (1,702)
Altura Total	55.3 (1,403)	53.5 (1,359)	51.3 (1,302)
Longitud Total	166.3 (4,223)	175.3 (4,451)	171.0 (4,343)
Parte Trasera Sobresaliente	38.0 (965)	35.8 (908)	31.8 (807)
Distancia entre Ejes	95.5 (2,426)	102.3 (2,597)	102.4 (2,600)
Parte Delantera Sobresaliente	32.8 (832)	37.3 (946)	36.9 (937)
Distancia del c. g. a la Rueda Delantera	38.5 (978)	N/A	N/A
Altura de Paragolpes Delantero (Inferior)	8.5 (216)	8.5 (216)	8.0 (203)
Altura de Paragolpes Delantero (Superior)	20.5 (521)	20.0 (508)	20.0 (508)
Altura de Paragolpes Trasero (Inferior)	10.1 (257)	13.3 (337)	17.5 (445)
Altura de Paragolpes Trasero (Superior)	20.5 (521)	23.0 (584)	27.5 (699)
Ancho entre Ruedas Delanteras	55.6 (1,413)	56.3 (1,429)	58.0 (1,473)
Ancho entre Ruedas Traseras	56.9 (1,445)	55.3 (1,403)	57.4 (1,457)
Altura del Capó (Frente)	22.0 (559)	25.3 (641)	27.0 (686)
Diámetro del Neumático (Delantero)	22.3 (565)	23.6 (600)	24.5 (622)
Diámetro de la Rueda (Delantero)	15.4 (391)	15.5 (394)	18.6 (473)
Distancia al Terreno	11.3 (286)	8.8 (222)	9.0 (229)
Altura del Centro de la Rueda (Delantera)	10.6 (270)	10.6 (270)	11.8 (299)