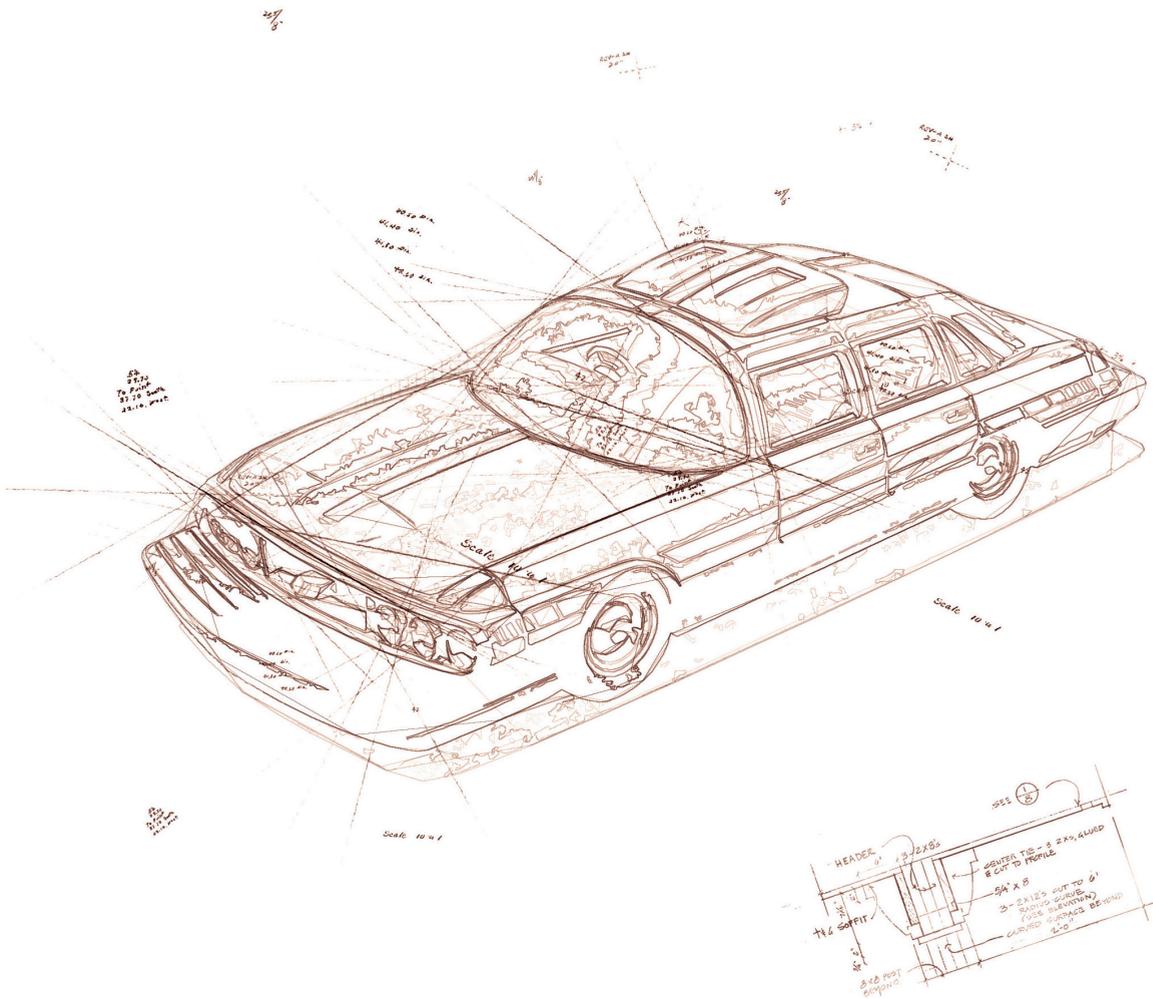


EL AUTOMÓVIL Y SU ENTORNO

LA SEGURIDAD A TRAVÉS DE LA HISTORIA

MANUEL LAGE



Lage Marco, Manuel

La seguridad a través de la historia : el automóvil y su entorno / Manuel Lage . -- Jaén : Editorial Universidad de Jaén, 2021. -- (Ingeniería y tecnología. Historia de la ingeniería ; 4)

240 p.; 17 x 24 cm

ISBN 978-84-9159-415-4

1. Automóviles 2. Diseño y construcción 3. Seguridad I. Título II. Jaén. Editorial Universidad de Jaén, ed.

629.331

Esta obra ha superado la fase previa de evaluación externa realizada por pares mediante el sistema de doble ciego

Con el patrocinio de la Fundación Jorge Jove y
la Asociación Española de Profesionales de Automoción (*Asepa*)

COLECCIÓN: Ingeniería y Tecnología

Director: Luis Alfonso Ureña López

SERIE: *Historia de la Ingeniería, 4*

Coordinador de la serie: Rafael López García

© Manuel Lage Marco

© Universidad de Jaén

Primera edición, noviembre 2021

ISBN: 978-84-9159-415-4

ISBNe: 978-84-9159-418-5

Depósito Legal: J-334-2021

EDITA

Editorial Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Proyección de la Cultura y Deporte

Campus Las Lagunillas, Edificio Biblioteca

23071 Jaén (España)

Teléfono 953 212 355

web: editorial.ujaen.es



editorial@ujaen.es

DISEÑO

José Miguel Blanco. www.blancowhite.net

IMPRIME

Gráficas «La Paz» de Torredonjimeno, S. L.

Impreso en España/*Printed in Spain*

Agradezco a Manuel Lage que me haya invitado a escribir estas páginas a modo de prólogo de su último libro que, como los anteriores, está relacionado con la apasionante historia de los vehículos automóviles. Conocedor del esfuerzo, interés y amor que todo autor deposita en su obra, una “criatura” suya, recibir una invitación para acompañarla en sus primeras páginas, como la puerta por la que seguramente entrarán muchos de los lectores y estudiosos interesados en ella, es siempre un honor, una responsabilidad y un motivo de íntima satisfacción.

El tema del libro, la seguridad de los vehículos automóviles, ha jalonado mis mejores esfuerzos durante casi cuarenta años, y me ha ofrecido la oportunidad de ser observador, estudioso de buena parte de lo que en el libro se trata y, en ocasiones, un modesto actor en alguna parte del proceso que se estudia, por ello, los sentimientos citados se agrandan; por último, siendo el autor un colega, Dr. Ingeniero Industrial, un prestigioso historiador de los vehículos automóviles, compañero en la aventura de fundar y seguir desarrollando ASEPA, como miembro de su Junta Directiva y, sobre todo, amigo, el cuadro se completa y el afecto y entusiasmo con los que activo las teclas del ordenador, para cumplir sus deseos, inundan mis sentidos y espero que no nublen mi inteligencia para que el resultado de estas líneas esté a la altura de la calidad de la obra prologada.

Algunos estudiosos aseguran que de los tres factores que intervienen, fundamentalmente, en la seguridad vial: humano, infraestructura y vehículo, es este último, con el extraordinario desarrollo que han sufrido sus características y sistemas de seguridad, el que más ha evolucionado en la imprescindible y continuada lucha por reducir los accidentes y los daños, especialmente a personas, que el tráfico rodado se toma como sangriento y prescindible tributo. Precio que venimos pagando por el disfrute de esta maravillosa máquina, que tanto ha contribuido y contribuye al desarrollo humano, social y económico de la humanidad, siendo uno de los factores de progreso más significativos del siglo XX.

Y ese elevado desarrollo de la seguridad de los vehículos está jalonado de

éxitos, de fracasos, de importantes esfuerzos de ingenieros e investigadores, de compromisos de los poderes públicos en los planos nacional y supranacional, y de las empresas. Es un proceso, como otros en el ámbito de las tecnologías y sus aplicaciones, que ofrece extraordinarios elementos como para que su conocimiento sirva de ejemplo de superación de retos y de tributo a cuantos aportaron valor en sus diferentes etapas, algunos de los cuales se citan expresamente en el libro. Manuel Lage ha sabido verlo y nos regala esta estupenda obra; a algunos de esos elementos me referiré, en forma resumida, en los párrafos siguientes.

En las dos o tres décadas que siguieron al nacimiento del automóvil, el cual podemos establecer en 1886 con las patentes de Carl Benz y Gottlieb Daimler, el automóvil vino a ser, principalmente, un excitante y caro “juguete” de ricos y nobles que lo utilizaron buscando las emociones de la velocidad, y de la competición, participando en las carreras que se empezaron a organizar desde muy pronto. Esta utilización de la nueva máquina impulsó un rápido desarrollo de los motores, buscando incrementar su potencia, que pasó en menos de veinte años de algo más de un CV de los prototipos patentados a unos 100 CV, en algunos vehículos de principios del siglo XX.

La carrera celebrada en 1903, entre París y Madrid, debió ser suspendida en Burdeos por el elevado número de accidentes y víctimas, producidos entre sus participantes, y en la que varios de ellos perdieron la vida. Este acontecimiento puso de manifiesto las enormes carencias de los vehículos en materia de seguridad, tanto activa como pasiva. Las siguientes décadas, con las enseñanzas de experiencias como la citada y con el inicio y desarrollo de la producción en serie de vehículos iniciada por Henry Ford, que permitía disponer de mayores recursos para el desarrollo de nuevos automóviles, se fue incrementando la atención de ingenieros y fabricantes por la seguridad, aunque en forma muy incipiente: había que asegurar lo más posible que elementos clave para soportar los esfuerzos requeridos para controlar la trayectoria del vehículo, acelerarlo o frenarlo, cumplieran mejor su función sin fallos catastróficos; también mejorar los comportamientos dinámicos de los vehículos y su interacción con la superficie de rodadura, a través de las ruedas neumáticas y los sistemas de suspensión. Se fue conociendo mejor la dinámica vehicular y la fiabilidad mecánica de los componentes, entre otros aspectos. En este periodo, la seguridad activa sufrió avances importantes, para el estado general de desarrollo de los vehículos, pero no sucedió lo mismo con la seguridad pasiva. Las normas y certificación de las condiciones de los vehículos, como garantía y medio de control por parte de los poderes públicos, eran prácticamente inexistentes.

A partir de la década de los años sesenta del siglo pasado se inició un auténtico cambio de paradigma en relación con la seguridad pasiva de los vehículos, que ponía en el primer plano de los mecanismos causantes de los daños a las personas, la llamada “segunda colisión”, es decir, la producida por el movimiento de los cuerpos de los ocupantes del vehículo, dentro de él (proyección) o hacia fuera, total o parcialmente (eyección). Tuvo un efecto muy destacable la publicación,

en 1965, del libro *Unsafe at Any Speed*, que se convirtió en un auténtico éxito editorial. En él, su autor, el abogado norteamericano Ralph Nader, denuncia las grandes carencias de seguridad de los automóviles americanos; la poca atención que los grandes fabricantes de ese país prestaban a este importante tema y la inactividad de los poderes públicos en materia de reglamentación y control de las características de los automóviles autorizados para ser comercializados; la reacción de la opinión pública movilizó al Senado y Gobierno de su país que, en 1966, aprobó la *Traffic and Motor Vehicle Act*, a la que siguió la creación del *National Traffic Safety Bureau*, transformado, poco después, en la *National Traffic Safety Administration* (NHTSA), organismo que, desde entonces ha desarrollado y desarrolla una excelente labor de investigación, normalización y control de la seguridad de los vehículos.

En el marco de Naciones Unidas, con sede en Ginebra, un acuerdo de 1958 había establecido las bases para que, pocos años después, se iniciara una intensa labor de reglamentación internacional, con gran participación de los países europeos, que continúa en la actualidad. Establecidos los ámbitos institucionales que impulsaran, con diferentes mecanismos, el desarrollo de requisitos de seguridad exigibles mediante normas, directivas o reglamento, era necesario establecer, con fundamentos científico validados, mecanismos y criterios de lesión de las diferentes partes del cuerpo, límites máximos de esfuerzos soportables por el cuerpo humano, instrumentos y condiciones de ensayo con garantías para los fabricantes, y para la sociedad, a través de procesos de homologación o certificación de prototipos de los vehículos, previamente a su comercialización. La Biomecánica del Impacto que había iniciado su desarrollo aplicada a otros ámbitos, especialmente la aviación, aportó y sigue aportando los fundamentos y métodos de trabajo necesarios. Los maniqués instrumentados, representando al cuerpo humano, con gran biofidelidad, y el desarrollo de equipos de ensayo para reproducir colisiones, semejantes a las reales, entre vehículos y de estos con objetos, actualmente también contra personas, han constituido herramientas imprescindibles para el desarrollo de la seguridad pasiva de los vehículos, en el marco del nuevo paradigma señalado. La diversidad de tipos de colisiones posibles y la aún mayor diversidad de tipos humanos, según género, edad, características físicas y otras diferencias orgánicas o funcionales, hace que los objetivos de una protección completa a todos y en todo tipo de colisión no haya sido lograda y que probablemente sea imposible, en la práctica, conseguirlo, pero podemos decir que el nivel de seguridad pasiva que han alcanzado los automóviles, en la actualidad, es muy elevado.

Sin renunciar a nuevos objetivos de mejora de la seguridad pasiva, en los últimos años ha tocado el turno a la seguridad activa, cuyo incremento, de la mano de los sensores de reconocimiento del espacio exterior y de evaluación del estado y condiciones dinámicas del vehículo, en tiempo real, junto con procesadores de gran potencia, alimentados con algoritmos robustos, y diferentes actuadores, está logrando minimizar las posibilidades de pérdida de control de la trayectoria y de colisión de los vehículos; podemos decir que se está a punto

de lograr que estas sean prácticamente nulas. Se está produciendo, en este campo, otro cambio de paradigma que, basado en los datos accidentológicos que muestran que la mayoría de las colisiones se producen por fallos humanos, establece que la conducción autónoma, eliminando totalmente la acción del conductor sobre el vehículo, será capaz de reducir casi a cero las colisiones en accidentes de tráfico.

Este proceso se inició en la década de los años ochenta del siglo pasado con la introducción progresiva y rápida de los sistemas ABS. Estos sistemas, evitando el bloqueo de las ruedas en frenadas severas o superficies con baja adherencia, por grande que sea la fuerza que aplica el conductor, establecieron un “filtro” electrónico entre dicha fuerza de frenado y los pares de frenado sobre las ruedas, impidiendo el bloqueo de estas y evitando, o reduciendo, gran parte de las situaciones de riesgo de accidente por pérdida de adherencia lateral entre los neumáticos y la superficie de rodadura.

Posteriormente, en un proceso de suma, en el que nuevos sistemas aprovechaban parte de los elementos ya instalados, se incorporaron los sistemas de control de tracción, con análogo efecto, evitando, en esta ocasión, el patinaje de la rueda en procesos de aceleración, con pérdida, también, de adherencia lateral. Para este propósito, los sensores de seguimiento cinemático de giro de las ruedas, incorporados por los ABS, serían utilizables. Se había situado otro “filtro”, ahora entre la fuerza aplicada al acelerador y el par de tracción transmitido a las ruedas.

Para completar la vigilancia tecnológica sobre el conductor y la corrección de ciertas actuaciones no seguras de este, solo faltaba aplicar otro “filtro” en el tercer sistema de control del movimiento del vehículo: la dirección; esto llegaría pronto con los programas de control de estabilidad, adicionando sensores de giro de volante para establecer, mediante algoritmos, la trayectoria deseada por el conductor; acelerómetros u otros sensores para estimar la trayectoria realmente seguida por el vehículo; algoritmos para comparar ambas y para establecer medidas correctoras, en caso de no coincidir, mediante actuadores adecuados. Para ello podría aprovecharse parte de los elementos del sistema de frenos gobernados por los ABS. Con este sistema y otros como los de frenado en condiciones de pánico, frenado en curva, y sistemas antivuelco, se había logrado la capacidad de ejercer cierto control sobre los tres sistemas encargados de gobernar la respuesta dinámica del vehículo y su movimiento: dirección, aceleración y frenado.

El siguiente paso era “ponerle ojos” para reconocer adecuadamente el espacio exterior y establecer criterios de actuación, sobre dichos sistemas de control, para que el vehículo fuese capaz de seguir una trayectoria previamente programada; también para reaccionar frente a posibles eventos que pudieran poner en riesgo el seguimiento de la misma. Con todos estos sistemas, más la comunicación con sistemas de información de condiciones más remotas de tráfico, y otros como los proporcionadas por los navegadores embarcados, se habrá completado el vehículo autónomo, teóricamente preparado para la

visión “cero accidentes”, la cual va más allá de la clásica de “cero víctimas” en accidente de tráfico.

Podríamos completar esta breve visión de conjunto con el concepto de sistema integrado de seguridad, incorporando los sistemas de ayuda a la conducción, cuando no existen condiciones de riesgo inminente de accidente; sistemas de interacción entre la seguridad activa y pasiva, para detectar situaciones de colisión inevitable e incrementar las condiciones de protección, antes de que esta ocurra; o los sistemas de seguridad terciaria para minimizar los daños, especialmente a personas, una vez producida la colisión, pero la extensión de este prologo no debe ser excesiva.

Como se aprecia, se trata de un proceso que ha alcanzado un grado de desarrollo muy elevado, pero al que aún le queda por recorrer un apasionante camino de investigación y desarrollo tecnológico. Esta conclusión hizo que a la conferencia plenaria que pronuncié con motivo del XXI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, le pusiese por título: “La seguridad de los vehículos: una larga historia con mucho futuro” y también permitirá al autor de este libro, ofrecernos, dentro de unos pocos años, una edición ampliada u otra nueva publicación. En la presente, el lector puede encontrar un tratamiento muy completo del proceso que se acaba de describir, con abundancia de datos, ilustraciones y con un lenguaje claro y, a la vez, riguroso.

No quiero terminar este prólogo sin dedicar unas palabras de admiración a su autor. Como Dr. Ingeniero ha desarrollado una brillante labor, durante algún tiempo, como profesor en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, en la que yo también impartí docencia durante bastantes años; desarrolló una dilatada y brillante labor profesional en industrias del sector de automoción tan emblemáticas en nuestro país como las fábricas de camiones Chrysler España (antigua Barreiros) y Pegaso, después absorbida por IVECO, en cuya organización ocupó cargos de responsabilidad en España y en otros países, entre otras actividades, pero donde su trayectoria profesional, y humana, adquiere una dimensión y singularidad muy especial y, como decía, admirable, es en su vocación, diría que desbordante, por investigar, estudiar y analizar el pasado de este apasionante sector que es la automoción, con especialísima atención a las contribuciones de nuestro país a su desarrollo, para después plasmar los frutos de tan ingente trabajo en libros de gran calidad técnica y literaria, plagados de ilustraciones y con cualidades didácticas sobresalientes. Cabe destacar que al presente libro le han precedido otros once y que algunos de ellos han desbordado nuestras fronteras y nuestro idioma.

También deseo felicitar a la Universidad de Jaén por su extraordinario apoyo al estudio de la historia de las tecnologías y de la ingeniería, como muestra la colección de publicaciones de la que forma parte este libro, y el que presta a la Comisión Técnica de Historia de la Ingeniería Mecánica, que comparten la Asociación Española de Ingeniería Mecánica (AEIM) y la Federación Iberoamericana de Ingeniería Mecánica (FEIBIM/FEIBEM).

Por último, a los lectores y estudiosos les deseo que disfruten con la lectura de este libro, tanto como lo hice yo, y a su autor, mostrarle de nuevo mi agradecimiento por tan estupendas aportaciones al conocimiento de la historia del automóvil en nuestro país y animarle a continuar tan excelente labor.

Francisco Aparicio Izquierdo

Profesor Emérito de la Universidad Politécnica de Madrid
Presidente del Instituto de Investigación del Automóvil Francisco Aparicio Izquierdo (INSIA)
de la Universidad Politécnica de Madrid
Presidente de la Sociedad Española de Profesionales de Automoción (ASEPA)
Presidente de la Federación Iberoamericana de Ingeniería Mecánica (FEIBIM)

Prólogo del autor

13

En 2004 la Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil (FITSA) me pidió que preparase una conferencia sobre la evolución de la seguridad en el automóvil. Yo ya había publicado (1992) *Hispano Suiza/Pegaso, un siglo de camiones y autobuses* y acababa de presentar (2003) mi segundo libro, *La Hispano Suiza en la aeronáutica. Hombres, empresas, motores y aviones*.

La Fundación se interesó por la *Historia de la industria española de automoción* que entonces estaba escribiendo y se hizo cargo de su edición; el libro fue presentado en el Salón del Automóvil de Barcelona de 2005 por el ministro de Industria J. Montilla, que además lo prologó.

Tras la conferencia me propusieron hacer un estudio histórico amplio sobre la seguridad en el automóvil y escribir un libro sobre el tema. Me puse a ello, sin más acuerdo que la propuesta recibida; al cabo de algunos meses, FITSA me informó de que no iban a seguir con el proyecto, pero como ya me había interesado en el tema, proseguí el trabajo por el interés que me había despertado. Buscando información, pronto me di cuenta de que los años 1960 a 1975 habían sido cruciales para el desarrollo de los conceptos y diseños de seguridad que hoy en día incorporan todos los coches.

Lo más interesante, que me facilitó enormemente el trabajo, fue que precisamente esos años en los que yo terminaba el bachillerato y estudiaba la carrera, mi gran afición al automóvil me había llevado a coleccionar catálogos de todas las marcas mundiales, que solicitaba directamente a las fábricas y que casi todas me enviaban. También leía muchas revistas, en particular *Auto Revista*, *L'Automobile* francesa y la *Revue Automobile* semanal suiza a la que estaba suscrito, comprando además sus números-catálogo anuales, en los que importantes estudios de tendencias y novedades de la industria.

Todo ello me mantenía muy al día de los desarrollos de la industria y probablemente fui de los primeros españoles que leyeron el libro de Ralph Nader, eso sí en versión francesa, porque entonces era para mí la única asequible. Y todo este material, de hace más de 50 años, lo conservo en mi archivo.

Ha sido de gran ayuda que mi hija Ismene, ingeniera industrial, haya

trabajado muchos años en seguridad pasiva siendo, además, la primera inspectora oficial española de Euro NCAP, y entonces la única mujer en el equipo técnico, evaluando resultados y asignando las conocidas estrellas a los nuevos modelos ensayados.

En este libro se hace un recorrido a través del tiempo para seguir la aparición y evolución de los sistemas del automóvil que juegan un papel significativo en la seguridad, algunos de los cuales nos retrotraen a los carruajes de caballos. El objetivo propuesto nos hizo revisar toda la historia del automóvil, pero hay que apuntar que no se ha pretendido escribir toda su historia, sino solo la de los elementos y desarrollos que han contribuido a los niveles de seguridad pasiva y activa que hoy han de cumplir todos los automóviles.

A pesar de haberse retirado del proyecto y disolverse en 2013, quiero expresar mi reconocimiento a FITSA por haber tenido la primera idea de escribir este libro.

Manuel Lage

Doctor Ingeniero Industrial

**El automóvil y su entorno.
La seguridad a través de la historia**

Índice de capítulos

16

Prólogos

19

1

De la conquista de la movilidad (siglo XIX) a los conceptos actuales de seguridad

Los conceptos actuales de seguridad

24

2

La preocupación por la seguridad en los orígenes del automóvil

La seguridad disuasiva. La Red Flag Act

El motor eléctrico, de vapor y de explosión. Problemas de seguridad

32

3

La transición del coche de caballos al automóvil

Sistema de suspensión

Engrase de las ruedas en sus ejes

El sistema de dirección

El eje diferencial y las ruedas con tracción

Los bandajes de goma en las ruedas

Las ruedas con neumáticos

Los automóviles se prueban al límite. Primeras carreras

En busca de la configuración definitiva del automóvil

La salud del conductor. El automóvil se instala en la sociedad

63

4

1900-1920. La seguridad funcional. Cabalgando las nuevas máquinas

Las grandes pruebas internacionales y el aumento de la velocidad media

Las enseñanzas de la París-Madrid de 1903. Pruebas intercontinentales

La configuración de las carrocerías

Los deportivos de altas prestaciones. El problema de la estabilidad

Frenos y embrague

Motor de arranque. Espejo retrovisor. Bocinas eléctricas

El automóvil, también presente en la literatura

93

5

Años 30-50. Las fábricas producen automóviles completos

Fabricación integral del automóvil. Carrocerías de serie
La rigidez de las carrocerías como concepto de seguridad
Concept cars de los años 30. Las primeras líneas aerodinámicas
Los nuevos conceptos de suspensión configuran el automóvil moderno
El limpiaparabrisas y los indicadores de dirección, dos ideas femeninas
Cajas de cambio automáticas. La servodirección

116

6

Años 60. La denuncia de la falta de seguridad en EE.UU.

Estudios y prototipos de seguridad en Europa
Pegaso Z-102 Thrill de 1953, pionero en seguridad
Los cinturones de seguridad
Un prototipo de seguridad de 1958
Los *concept cars* americanos de los primeros años 60
1965. Ralph Nader y su libro *Unsafe at any Speed* (Inseguros a cualquier velocidad)
El informe de Robert F. Kennedy
El *smog* y las emisiones de escape

17

135

7

1967-68. Medidas de seguridad exigidas en los automóviles americanos. Situación en Europa

Las nuevas exigencias
Los coches americanos del mañana. 1968
Situación en Europa. Estudios de Mercedes Benz y BMW

159

8

Normativas legales. Los prototipos experimentales de seguridad

Nacen los maniqués de pruebas
1970. Desarrollo de neumáticos más seguros. Los radiales llegan a los EE.UU.
Un récord de velocidad ecológico
Los ESV (Experimental Safety Vehicle) americanos
La situación en los EE.UU. Desarrollo de los airbags
Resultados de la primera fase del programa americano ESV

176

9

Los años 70 en la industria europea. Experiencias con los primeros ESV

Primeras normativas de seguridad en Europa. El sistema de frenos ABS
El habitáculo de máxima rigidez. Las pruebas de choque se hacen públicas
1975. La eficacia de los cinturones de seguridad
1977. Las pruebas de choque. Divergencias entre Europa y EE.UU.
La seguridad de los peatones
Una reflexión de 1978

198	10 Las medidas de seguridad entran en el diseño La seguridad en los años 90, 25 años después de <i>Unsafe at any speed</i> Evolución de la normativa de seguridad y emisiones
209	11 El automóvil del siglo XXI Las pruebas Euro NCAP Nuevos protocolos Euro NCAP. Protección de niños y peatones Los nuevos sistemas electrónicos de seguridad activa: ASR, EBD, BAS, HHC La prueba del alce y el control electrónico de estabilidad ESP El nuevo concepto de seguridad terciaria Igualdad ciudadana y seguridad vial. 2009
222	12 Una visión global del desarrollo del automóvil Los fabricantes europeos ante las futuras normativas de seguridad Una visión global del desarrollo del automóvil El automóvil y su entorno
231	Epílogo Pigmalión... el automóvil... y el puente de Alcántara
233	Bibliografía