



800 millones de vehículos  
circulan hoy por todo el mundo.

# LA QUÍMICA *y* EL AUTOMOVIL



Ninguno de ellos existiría si no  
fuera por una ciencia: **la química**



FORO PERMANENTE  
QUÍMICA y SOCIEDAD





.....

LA QUÍMICA *Y* EL  
**AUTOMOVIL**



.....

.....



# AUTOMÓVIL

## cuestión de química

Química, esa es la cuestión.

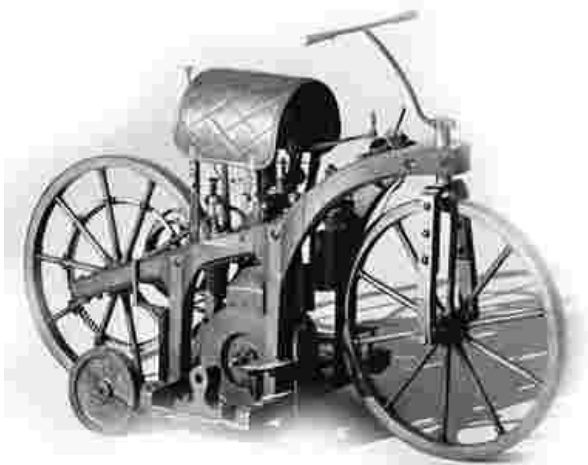
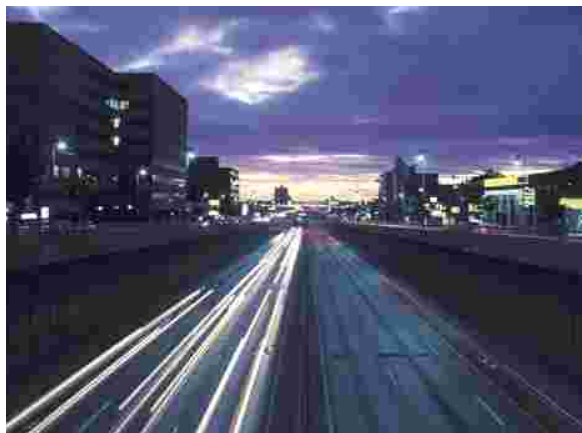
Los automóviles sólo son posibles gracias a la química.

Desde los neumáticos a la pintura, del airbag a los cinturones de seguridad, del aire acondicionado a los faros, o de los combustibles

a los innumerables polímeros que los componen, los coches circulan gracias a la química.

Estas páginas te ayudarán a descubrir las aplicaciones de esta ciencia, y cómo gracias a ella cada día circulamos de modo más confortable,

seguro y limpio.



# uno

## UN INVENTO CON MUCHO RODAJE

Transportar personas de un lugar a otro más rápidamente que en calesa o en carroza fue la idea que movió a algunos inventores a modificar los hábitos de transporte de su época. Una tarde de verano de 1862, un francés llamado Étienne Lenoir puso en marcha el motor que había construido y montado en un viejo carro. Al cabo de unos minutos recorría el bosque de Vincennes, cerca de París. Fue un momento histórico porque, con el tiempo, aquel lento vehículo haría desaparecer a los carromatos y diligencias tiradas por caballos.

Lenoir no fue el primero en intentar construir un “coche sin caballos”. Durante casi un siglo habían surgido vehículos impulsados por engorrosos motores de vapor, pero el éxito de Lenoir fue la aplicación del motor compacto de combustión interna. Pocos años después, estos motores utilizarían gasolina y en breve se construirían los primeros coches. En 1895 saldría de los talleres de Karl Benz en Manheim (Alemania) el primero que se vendería al público. Había comenzado la era del automóvil.

### LOS PIONEROS

Hacia 1900 los automóviles tenían ya más aspecto de coches que de carros tirados a caballo. Los primeros modelos eran difíciles de poner en marcha y una vez arrancados eran difíciles de conducir. Pero



cada año los nuevos vehículos eran más prácticos y más útiles.

### PRODUCCIÓN EN SERIE

En los primeros días de los coches eran juguetes de los ricos. Pero Henry Ford, un granjero de Detroit, decidió fabricar un coche para la multitud, un vehículo tan barato que estuviese al alcance de cualquier asalariado gracias a la producción en serie, que abarató los costes. Cuando en 1908 hizo realidad su sueño con el lanzamiento del modelo T, el efecto fue revolucionario... Aquel año no llegaban a 200.000 los propietarios de coches en Estados Unidos. En 1930 pasaban ya de los quince millones.



## QUÍMICA: MATERIA PRIMA PARA EL AUTOMÓVIL

El automóvil ha ido evolucionando al ritmo de la Historia con la utilización de los materiales de fabricación propios de cada época: primero fue la madera, después el acero, las aleaciones, el plástico y, ahora, en la era de los nuevos materiales, los composites.

Conforme va transcurriendo el tiempo, los materiales de origen químico como el plástico y la fibra de vidrio han ido apareciendo bajo el impulso, muchas veces, de su aplicación originaria a equipos deportivos u obligados por razones de seguridad y economía.

Hoy, los coches contienen unos 100 kilogramos de plásticos y cauchos sintéticos que sustituyen aproximadamente a 360 kilogramos de metal. La parte de plástico en el peso de un coche ha pasado de constituir del 3% al 14% en veinte años. ¡¡¡Un automóvil contiene cerca de 1.000 piezas de plástico!!!

Uno de los efectos más beneficiosos de la sustitución de materiales tradicionales por plásticos ha sido la reducción de emisiones contaminantes, ya que la disminución del peso ha incrementado progresivamente la eficiencia de los automóviles, de modo que hoy podemos recorrer muchos más kilómetros con un menor consumo.

Considerando que existen cerca de 800 millones de automóviles en el mundo, el ahorro total de peso es de 208 millones de toneladas. De hecho y gracias a los plásticos (y de otros avances químicos), se calcula que un automóvil actual genera el 10% de la contaminación que generaban en 1950.



## DESPLAZARSE CONFORTABLEMENTE

Los amortiguadores y los muelles controlan las irregularidades de la carretera, mientras que los brazos de la suspensión aseguran la dirección de la rueda. Ver bien y evitar ser deslumbrado, no sentirse molestado por el ruido, viajar sin excesivo calor o frío, la comodidad de los asientos... Gracias a la química hoy disponemos de innumerables avances que nos permiten viajar confortablemente.

### LA TEMPERATURA IDEAL

Alrededor del 70% de los coches nuevos están equipados con un sistema de climatización porque el frescor en el habitáculo mantiene la vigilancia del conductor, algo que es también muy importante en términos de seguridad. Los

sistemas de climatización se basan en líquidos refrigerantes creados por la química como son los HFC o hidrofluorocarburos, gracias a los cuales el frío invierno y las altas temperaturas del verano no impiden que viajemos cómodamente.

### BIEN SENTADOS, POR FAVOR

La excesiva rigidez de los asientos y su incomodidad se acabó con la aplicación de espumas de poliuretano que mejoran el confort y evitan paralelamente que los conductores adopten posiciones que aumenten el cansancio.

También se ha avanzado mucho en la reducción del peso. Los últimos sistemas de MDI PU pueden reducir la densidad de los asientos de 60 kg/m<sup>3</sup> (una cifra habitual

en 1990) a 30 kg/m<sup>3</sup> en la actualidad. Las propiedades mejoradas de la espuma permiten asimismo una reducción en el volumen del asiento, no perdiendo ninguna de las propiedades que exigen los fabricantes de coches.

Pero la química también fabrica las fibras sintéticas que recubren los asientos, confiriéndoles nuevas propiedades que mejoran su resistencia y durabilidad, incrementan la sujeción, evitan que resbalemos, y a las que se aplican sustancias químicas que pueden limpiarse fácilmente sin dejar rastro.

### ¡SILENCIO! ¡ESTAMOS EN MARCHA!

En el mundo del automóvil, la noción de insonorización apareció al mismo tiempo que la incorporación de materiales plásticos a su fabricación. Libertad de formas, prototipos poco costosos y una amplia gama de aplicaciones es lo que ha llevado a los constructores a la utilización masiva de materias plásticas. Los poliuretanos o espumas están entre los materiales químicos más utilizados para lograr insonorizar el habitáculo.

Si las espumas flexibles se hallan en los rellenos de los asientos y las espumas semirrígidas se utilizan para rellenar los brazos de los asientos y los tableros de a bordo, las espumas rígidas de poliuretano, que son materiales duroplásticos, se hallan en los paneles de las puertas y los cuerpos huecos para aislar el vehículo.

Y como el silencio es un elemento importante del confort de un coche, la química proporciona también las materias plásticas que reducen ensamblajes de piezas y, por tanto, los potenciales ruidos parásitos.

### PROTEGERSE DEL SOL

Desde hace tiempo, los constructores de automóviles se dedican a proteger a los ocupantes de los efectos de la radiación luminosa, y por ello los cristales tintados se han generalizado rápidamente en la producción. Las láminas solares que tiñen



los cristales están compuestas por un sustrato de poliéster al que se le aplica una capa acrílica por un lado y otra adhesiva y protectora por otro. Todos ellos, el poliéster, la capa acrílica y la capa adhesiva, son preparados químicos.

Los especialistas han notado recientemente que el vidrio no deja pasar uniformemente todas las longitudes de onda y que, mediante una acertada elección de componentes, se puede fabricar uno cuya transparencia sea notablemente más alta para los rayos del espectro visible que para los del infrarrojo. Este tipo de vidrio se denomina comúnmente como vidrio atérmico. Es una tecnología cada vez más utilizada por los constructores de automóviles para proteger a los ocupantes del vehículo de los rayos del sol y, por tanto, de un calor excesivo en el habitáculo.





# tres

## SEGURIDAD

La preocupante tasa de siniestralidad de tráfico es sobrado motivo para que la industria de la automoción prosiga incansablemente sus esfuerzos para construir coches cada día más seguros que sean capaces de reducir el número de accidentes y la gravedad de las eventuales lesiones. Y la química tiene mucho que decir en ello. Tanto la seguridad activa (aquella que intenta evitar el accidente) como la pasiva (que interviene cuando el accidente se produce) han mejorado sustancialmente gracias a nuevas tecnologías, sistemas electrónicos y cómo no, también a nuevas aplicaciones de sustancias y materiales químicos que permiten al vehículo tener una mejor capacidad de respuesta ante un peligro de impacto o, en caso de producirse, que disminuya la gravedad de las lesiones.



### EL CINTURÓN DE SEGURIDAD

El cinturón es el elemento de seguridad pasiva más popular. Se estima que en caso de impacto el cinturón de seguridad puede reducir el riesgo de muerte para los ocupantes de los asientos delanteros en un 50%.

La misión en esencia del cinturón es la de retener el cuerpo en caso de impacto, para evitar que salga proyectado, y lo hace



reduciendo las fuerzas a las que se ve sometido a causa del impacto y de la inercia. Cuanto más bruscamente se produce la parada de los ocupantes, mayor es la fuerza que tienen que soportar el cinturón.

Cuando el cinturón de seguridad se lleva correctamente, la mayor parte de la fuerza de retención que ejerce se concentra en dos zonas del cuerpo resistentes, como son el pecho y la pelvis. Como el cinturón se extiende a lo largo de un área amplia del cuerpo, la fuerza de retención se distribuye, dando lugar a una menor presión y reduciendo la posibilidad de lesiones.

Además, el cinturón, hecho de un material sintético de origen químico, es ligeramente flexible, de forma que en caso de impacto se estira y evita que la parada sea brusca. Existen diferentes sistemas para tensar el cinturón. Uno de los más extendidos es el pretensor pirotécnico. Su misión es que el cinturón se ciña lo máximo posible al viajero para evitar la más mínima holgura en caso de colisión.

El elemento principal de este tipo de pretensores es una cámara llena de gas combustible, en la cual se aloja una pequeña carga explosiva que actúa como detonador. La cámara de gas inflamable se encuentra alojada en un cilindro, en el cual existe un pistón móvil. Cuando el detonador se activa, el gas estalla dando lugar a un fuerte incremento de presión que empuja al pistón. Dicho pistón, al avanzar, hace girar la bobina en la cual está enrollado el cinturón de seguridad.

En las nuevas generaciones de vehículos, el asiento del conductor está equipado con un segundo pretensor llamado pretensor ventral. Así, sujetos contra



el asiento, los ocupantes ya no pueden resbalar bajo el cinturón (un fenómeno llamado efecto-submarino).

Finalmente, los limitadores de esfuerzo entran en acción: una vez el cinturón está pretensado, la tensión se transmite a una pieza de acero de deformación programada, situada en el interior del enrollador que se despliega para reducir la tensión del cinturón y así limitar la presión sobre el pecho.

### CÓMO UN PEQUEÑO CLIC EVITA UN GRAN CHOQUE:

- 15 milisegundos después del choque: se pone en funcionamiento el pretensor que limita al máximo el juego entre el cinturón y el ocupante.
- 20 milisegundos: puesta en funcionamiento del bloqueo de la cincha al enrollador.
- 70 milisegundos: puesta en funcionamiento del limitador de esfuerzo. Éste limita las cargas torácicas y de la parte alta del cuerpo. Sin embargo, la tensión del cinturón no aumenta.
- 110 milisegundos: La fase final marca el fin de la acción del limitador de esfuerzo.

### EL AIRBAG

Junto con el cinturón de seguridad, el airbag es un elemento de seguridad indispensable en los automóviles modernos. Se estima que en caso de impacto frontal su uso puede reducir el riesgo de muerte en un 30%.

La función principal del airbag es amortiguar el golpe del cuerpo contra el volante, el salpicadero y el parabrisas y la forma de hacerlo es deteniendo los cuerpos lo más suavemente posible. Y esto lo tiene que hacer en un espacio mínimo y en un tiempo de centésimas de segundo, lo cuál no es tarea fácil.

El airbag se compone de una bolsa o cojín inflable, fabricado con una fibra química

sintética, generalmente nylon, que está plegado en el centro del volante, en el salpicadero o en cualquier otro lugar donde sea necesario introducir un efecto amortiguador del golpe. Dispone también de un detector de impacto que determina cuándo se produce un choque y que activa el inflado del airbag. El sistema de inflado se basa en una reacción química de boro y nitrato sódico que se produce de modo casi explosivo y provoca la expansión dentro de la bolsa de un gran volumen de gas nitrógeno. Esta reacción es activada por un sistema eléctrico que controla el detector de impacto.

Los gases producidos de modo explosivo alcanzan suficiente presión como para inflar el airbag en 20 centésimas de segundo. La rapidez del proceso es tal, que el volumen de gas producido hace que el airbag salga de su alojamiento a una velocidad de 300 km/h.

Instantes después de que el airbag se infle, el gas producido comienza a disiparse paulatinamente a través de pequeños orificios existentes en la tela.

El airbag está diseñado para complementar la función de los cinturones de seguridad, no para sustituirlos, ya que el cinturón ayuda a mantener al pasajero del vehículo en la posición apropiada para lograr una mayor efectividad del airbag.





## LOS MOTOCICLISTAS: SIN AIRBAG, PERO CON CASCO

Para los motociclistas, el casco es sinónimo de supervivencia. Este elemento de seguridad indispensable se ha aprovechado también de las ventajas de la tecnología y del progreso de la química de los materiales. Además, el hecho de que los motociclistas no estén protegidos más que por el casco, exige el recurso de materias más y más perfeccionadas, que aseguren una óptima protección en caso de choque.



Un casco se compone de cuatro elementos principales:

El caparazón exterior: que en caso de choque, es el que absorbe y dispersa la energía. La mayoría de las veces, estos caparazones son de material termoplástico (resina sintética especialmente tratada), o de polímero reforzado con fibra de vidrio. Existen también caparazones de carbono.

La pantalla: es de policarbonato (el mismo material que se utiliza para fabricar los

discos compactos), sólido y transparente a la vez. Existen dos procedimientos de fabricación.

O bien se moldea por inyección, o la placa de policarbonato se moldea a presión.

El calce: protege la cabeza del motorista absorbiendo la energía que no ha sido dispersada por el caparazón exterior. El calce, de poliestireno expandido (EPS) situado en el interior del caparazón, es ligero y altamente absorbente.

La espuma interior: es de materia sintética y viene recubierta por un tejido de "comfort".

## UN FRENAZO A TIEMPO

El sistema de frenado es un elemento de seguridad activa fundamental y, por ello, uno de los dispositivos de la automoción que más evoluciona tecnológicamente debido a los esfuerzos que se dedican a mejorarlo. Cuando se acciona el pedal del freno, un pistón en el interior del cilindro maestro empuja el aceite a los conductos y presiona las pastillas de frenos contra los discos.

Los materiales de las pastillas de freno difieren en función del uso del vehículo. Es muy frecuente entre los fabricantes de pastillas la mezcla de carbono y Kevlar. Cuando la mezcla es buena, el resultado es una pastilla cuyos componentes permanecen siempre unidos entre sí y cuya fricción ofrece una buena disipación del calor.

Respecto al sistema de discos, hay fabricantes que proponen hoy un sistema de material cerámico. Es el caso de Porsche con su freno de composite de cerámica Porsche (PCCB). Las ventajas de los discos de cerámica residen en su peso, un 50% menos que un disco clásico de acero, lo que permite optimizar el trabajo de las suspensiones y de reducir el desgaste, debido a la superficie extremadamente dura del composite de cerámica. La esperanza de vida de un sistema como éste es, pues, muy elevada, así como la resistencia a la corrosión.

## EL LÍQUIDO DE FRENOS

Es un fluido hidráulico cuya misión es transmitir la fuerza generada en el pedal de freno hasta las pinzas que comprimen las pastillas de freno contra los discos. Normalmente, en los sistemas de frenos por zapatas o en los frenos de disco, la fricción produce una gran energía calorífica. Ese calor tiene que ser disipado, lo que se consigue gracias a los flujos aerodinámicos del vehículo en movimiento, pero parte de este calor es transmitido hasta el líquido de frenos, el cual aumentará su temperatura para disipar el calor.

Lograr un fluido que pueda desarrollar ambas funciones ha sido el objetivo de la química. El líquido de frenos se compone de una base de glicol, y se clasifican en función de su punto de ebullición y de su capacidad de absorción de la humedad.



## VER Y SER VISTO

La iluminación del automóvil no cesa de evolucionar en notable beneficio de nuestro confort y, sobre todo, de nuestra seguridad.

La primera lámpara eléctrica de automóvil de doble filamento apareció en los años 20, según un procedimiento desarrollado por Edison: la lámpara de incandescencia. Con el paso del tiempo, su aplicación iba a permitir aumentar el confort de

utilización de los coches y mejorar la seguridad, tanto la del conductor como la de los otros usuarios de la carretera, según una máxima bien conocida: “ver y ser visto”.

Comparativamente a una lámpara ordinaria, una lámpara halógena, llamada también H4, es un 20% más potente y permite duplicar la intensidad luminosa. Pero, frente a éstas, en los últimos años se han multiplicado los coches equipados con faros que difunden una luz azulada, las lámparas de xenón, una gran innovación en materia de iluminación del automóvil. Generan una intensidad luminosa dos veces más potente que las bombillas halógenas para un consumo de energía menor y una duración de vida más prolongada.

Las lámparas de xenón se componen de un tubo de vidrio lleno de sodio y de mercurio, atravesado por una descarga a muy alta tensión (de 8 a 10.000 voltios). El calentamiento del gas se traduce en una luz excepcional, pero el gas debe llevarse a una temperatura suficientemente alta. Para ello, se utiliza xenón que crea la chispa del encendido.

La química también incorpora los materiales de los faros, que hoy en día se fabrican de policarbonato, más ligero y resistente que el vidrio. La realidad es que los faros son ahora diseñados por computadora. En los centros de diseño de los fabricantes se trabaja con programas de computación altamente especializados, que permiten el diseño de reflectores y ópticas con superficies complejas. Los reflectores son de plástico, material que permite elaborarlos con las más diversas formas.

Los materiales sintéticos a base de policarbonato también están sustituyendo a las lunas de cristal y a los techos solares. Los beneficios de este cambio van desde la reducción del peso, y por tanto del consumo de combustible, a la disminución de las lesiones en caso de colisión.

## LOS MATERIALES RETRORREFLECTANTES

Tanto si vamos en moto, bicicleta o a pie por el borde de la carretera, los materiales reflectantes constituyen el mejor medio de ser visto en condiciones de iluminación débil.

Estos materiales utilizan una tecnología llamada retrorreflexión que ayuda al ojo a percibir la luz en condiciones de iluminación débil. De hecho, la retrorreflexión se produce cuando los rayos de luz son reflejados en la misma dirección de donde provienen. Una gran parte de la luz reflejada vuelve así directamente a la fuente luminosa de origen, como por ejemplo los faros de un

coche. Dado que muy poca luz se dispersa cuando la luz es reflejada, los materiales retrorreflectantes parecen más brillantes para un observador situado cerca de la fuente luminosa de origen, lo que evidentemente es el caso del conductor del coche. El material reflectante está fabricado con microsferas de vidrio que tienen la propiedad de reflejar la luz que incide sobre él y devolverla al punto de origen con más o menos grado de luminosidad.

El material reflectante utilizado debe tener una retroreflexión máxima que permita ser visto a una distancia mínima de 150 metros.

# cuatro

## COCHES CADA VEZ MÁS SOSTENIBLES

Aunque los equipamientos en serie son cada vez más completos, paralelamente las normas de seguridad son cada vez más drásticas, lo cual no evita que el parque automovilístico se incremente más y más. A pesar de que el tráfico de vehículos es cada vez mayor, los coches consumen cada vez menos carburante y respetan más al medio ambiente. Los constructores tienen a su disposición un amplio abanico de tecnologías que permiten que los coches cada vez sean menos contaminantes y consuman menos recursos.

Los fabricantes de motores continúan trabajando en el desarrollo de la inyección directa de carburante (gasolina y diesel), del accionamiento variable de las válvulas y de los motores sobrealimentados de pequeña cilindrada. En este escenario, la caja de cambios juega igualmente un papel importante. Las cajas de cambio automático permiten en efecto utilizar regímenes más económicos.

Por otro lado, cada vez más constructores sustituyen la dirección asistida hidráulica por una dirección accionada eléctricamente que gasta menos energía.

Para completar, mencionemos todavía los conceptos alternativos de propulsión, a saber, la tracción híbrida (un sistema mixto que combina la electricidad y los combustibles fósiles) y la pila de combustible.

## LOS NUEVOS COMBUSTIBLES

¿Durante cuánto tiempo dispondremos todavía de gasolina y de diesel en las estaciones de servicio? Hay estimaciones para todos los gustos, pero si algo está demostrado, es que el planeta tiene unos recursos limitados de estas fuentes de energía de origen orgánico, ya sean 50 o 500 años. Por ello, la investigación de nuevos carburantes es una constante paralela a la evolución técnica de los propios coches.

Desde el gas hasta la electricidad o el hidrógeno, todas ellas son alternativas energéticas sobre las que los constructores automovilísticos no cesan de investigar. Y la química, como no, también está presente en estos nuevos carburantes como lo está en la gasolina o el gasoil.

## GAS DE PETRÓLEO LICUADO

Entre los carburantes alternativos realmente eficaces, el más antiguo y de lejos el más utilizado no es otro que el gas de petróleo licuado (GPL). Este carburante ha salido al frente de la demanda en épocas de crisis petroleras en las que los precios de los carburantes clásicos se han puesto por las nubes.

Sin azufre ni plomo, al GPL se le considera un carburante limpio. Por otro lado, como se presenta "de forma natural" en estado gaseoso, permite una mejor homogeneidad de la mezcla carburada.



## PILA DE COMBUSTIBLE

Otra de las energías alternativas más limpias y que se está probando con resultados satisfactorios es la pila de combustible. El principio de esta pila es combinar el hidrógeno con el oxígeno del aire para formar agua. Esta reacción puede liberar energía en forma de electricidad y propulsar el coche. Las principales ventajas son los niveles extremadamente débiles de las emisiones contaminantes y sonoras.

En mayo de 2003, DaimlerChrysler entregó al alcalde Madrid las llaves del primer autobús con pila de combustible destinado a una línea regular de transporte público. El gran desafío para el porvenir consiste en afinar la tecnología de la pila de combustible y mejorar su rentabilidad, fiabilidad, resistencia y coste.

## SYNFUEL

El Synfuel es un carburante producido sintéticamente a partir de gas natural proveniente de los pozos de petróleo y que normalmente se quema en las antorchas de las refinerías. Este nuevo carburante podría producirse en el futuro a partir de materias renovables.

Una de las ventajas del Synfuel, exento de azufre y de hidrocarburos aromáticos, es que permite obtener mejores emisiones brutas.

## CLEANENERGY

Hoy, muchos ingenieros piensan que el hidrógeno, el elemento más abundante y ligero presente en el universo, será el carburante de mañana. En 2001, el Salón de Frankfurt presentó la Serie 7 de BMW equipada con un motor CleanEnergy así como un prototipo del Mini, concebido para la propulsión por hidrógeno líquido.

Ya se ha desarrollado un sistema de repostaje que permite llenar el depósito de los coches con hidrógeno líquido sin riesgo de pérdidas y tan rápidamente como se hace hoy con la gasolina o el diesel. En espera de hallar soluciones más rentables para la pila de combustible, BMW permanece fiel al motor de combustión interna, el único que puede funcionar hoy de forma mixta hidrógeno-gasolina, lo cual es esencial en tanto que la red de estaciones de distribución de hidrógeno no esté suficientemente desarrollada.

## MÁS DE 100.000 HÍBRIDOS EN EL MUNDO

Es difícil hablar de medio ambiente sin abordar la solución del "motor híbrido" de Toyota. Esta casa automovilística comercializó en 1997 en Japón el primer coche que funciona con gasolina y con electricidad, fabricado en serie. Se introdujo en el mercado norteamericano en junio de 2000, antes de desembarcar en el continente europeo en septiembre del mismo año.



A finales de marzo de 2002, Toyota había vendido, entre todos los modelos, cerca de 103.000 unidades híbridas.

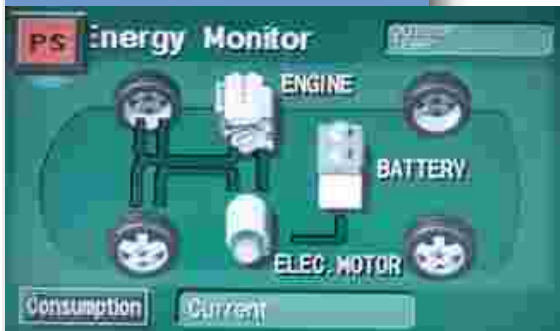
Un coche híbrido utiliza por definición dos tipos de energía: la eléctrica y la térmica (gasolina). Aquí el motor eléctrico no se utiliza más que como complemento o a velocidad baja (en la ciudad). Está alimentado por baterías situadas en el maletero del coche, o bien directamente por el motor de gasolina cuando las baterías se han descargado a más del 60%.

### CARBURANTES ORGÁNICOS CADA VEZ MÁS LIMPIOS

A lo largo de los últimos años, las gasolineras se han dotado de nuevas gasolineras más limpias, ecológicas y respetuosas con el medio y que, a su vez, tienen la capacidad de hacer que el motor rinda más con menos combustible. Las grandes compañías de refino, junto a los fabricantes de coches, han empezado a producir y vender nuevos combustibles térmicos más ecológicos en términos de reducción de emisiones contaminantes.

La creciente concienciación social y política sobre el problema del calentamiento de la tierra y la contaminación han llevado, necesariamente, a la búsqueda no sólo de combustibles alternativos, sino de soluciones más sostenibles para los ya existentes.

Hoy, gracias a las nuevas sustancias y aditivos que la química ha proporcionado



a los combustibles, los automóviles son cada día más limpios. La tecnología y la investigación lo han hecho posible y en ellas estará también la clave para seguir mejorando los combustibles del futuro.

### PIEZAS VERDES

#### FILTROS DE PARTÍCULAS

Los motores diesel, gastan un 20% menos que los motores de gasolina, y reducen en las mismas proporciones las emisiones nocivas para el medio ambiente, con la excepción, sin embargo, de las emisiones de humos negros, constituidos por partículas finas de hollín, las cuales hasta hace poco era difícil eliminar. El filtro de partículas (FDP) permite captar este hollín. Pero para evitar que acabe formando un tapón en el tubo de escape, es indispensable asegurar su eliminación de forma regular por combustión catalizada, un procedimiento que se parece a la pirólisis de los hornos autolimpiadores, mediante una brusca subida de temperatura a la entrada del filtro. Hasta hace poco, esta limpieza se lograba gracias a la incorporación de un aditivo en el carburante, el cual colmataba progresivamente el filtro de partículas. Actualmente, la segunda generación de "FDP" está en marcha. Ésta prescinde del aditivo, lo cual alarga considerablemente su esperanza de vida que no sobrepasaba, hasta entonces, 100.000 kilómetros. Un elemento decisivo en materia de coste de utilización.



## EL CATALIZADOR

Desde hace quince años, todos los vehículos que salen de la cadena de producción, gasolina o diesel, están provistos de un pote catalítico.

El catalizador, junto a la gasolina sin plomo, es una de las principales modificaciones introducidas en el funcionamiento de los nuevos automóviles destinadas a reducir el impacto ambiental de las emisiones contaminantes de los vehículos. Es capaz de producir modificaciones químicas en los gases de escape, como son los óxidos de nitrógeno y el monóxido de carbono, para reducir su emisión a la atmósfera. Estas modificaciones tienen como fin reducir la proporción de algunos gases nocivos que se forman en el proceso de combustión.

Consiste en una estructura de material cerámico, cubierta de una fina capa de platino y rodio que adopta la forma de panal de abeja (tubos hexagonales) para que los gases de escape encuentren una superficie lo más grande posible de material catalizador.

## EL RECICLAJE HA ENTRADO EN NUESTROS HÁBITOS

Actualmente, el tratamiento de los residuos está regulado por una legislación europea. Su objeto es tratar ecológicamente los residuos y alcanzar un nivel máximo de

valorización de las materias por reciclaje o la valorización energética por incineración.

Después de la descontaminación, el vehículo ya puede ser desguazado. Las piezas económicamente interesantes y sin peligro para la seguridad, se desmontan y se venden en el mercado de ocasión. Algunas piezas o ciertos materiales están concebidos para el reciclaje de los elementos. La espuma de poliuretano de los asientos o el vidrio pueden así ser reciclados perfectamente. Tanto la reutilización como el reciclaje permiten economizar una parte importante de las materias primas y energía.

Al igual que los materiales metálicos, las materias plásticas, el vidrio y el caucho se reciclan, si bien de modo diferente. Por poner sólo un ejemplo, el depósito de carburante de un coche puede ser reciclado por el procedimiento RECFT. Mediante este sistema, el depósito de carburante se tritura y los materiales se separan unos de otros por un procedimiento magnético en el caso de los ferrosos e inductivo en el de los no ferrosos. El residuo se lava, el plástico se separa por flotación, se eliminan químicamente los disolventes y residuos de carburante, y se vuelve a convertir por extrusión en una materia prima secundaria destinada a la fabricación de un nuevo depósito de carburante. Esto asegura un reciclaje del material del 40%.





# Y DURAN, Y DURAN...

## LAS PINTURAS: PROTECCIÓN Y ESTÉTICA

Otro aspecto fundamental del automóvil en el que la química tiene mucho que ver es la durabilidad, que en el caso de la pintura añade una función estética. Las pinturas modernas que proporciona la química no se empezaron a aplicar en el automóvil hasta los años 70 y a partir de entonces mejoraron sus prestaciones de resistencia a las agresiones externas, tanto climatológicas como químicas, e incluso mecánicas. Gracias a la pintura, limitamos la corrosión de nuestros automóviles.

El disolvente presente en las pinturas permite ajustar la viscosidad del producto y sirve de “medio de transporte” ya que los componentes microscópicos (pigmentos, ligantes, resinas, etc.) presentes en la pintura deben proyectarse sobre la superficie a pintar.

A partir de 2007, para preservar la capa de ozono, Europa impondrá la reducción del 60% de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) presentes en las pinturas que utilizan disolventes. Por ello, los investigadores y los químicos buscaron otra alternativa a los disolventes: el agua. Un elemento aparentemente tan sencillo puede resultar extremadamente complejo en la realidad. Ha sido preciso hallar pigmentos que resistan a la corrosión y concebir ligantes y resinas compatibles con el agua entre otros obstáculos.

Pero el resultado está ahí, gracias a la química, y la pintura al agua existe aunque parezca imposible. Por el momento, el aspecto final, después del secado, es mate por lo que se necesita recurrir a una aplicación de barniz con el fin de obtener un brillo fiable.

Existen también acabados en pinturas, tanto para interior como exteriores, a base de termoplásticos (TPU), que aparte de ser foto-resistentes durante toda la vida útil del vehículo, tienen mayor resistencia a los rayados, los efectos del sol y las inclemencias atmosféricas, y repelen el polvo o la suciedad.

## LAS CARROCERÍAS GALVANIZADAS

También con objeto de proteger las partes metálicas de los vehículos contra la corrosión, los constructores de automóviles sumergen los chasis (previamente lavados y desengrasados) en diferentes baños que utilizan un procedimiento electrolítico para recubrir cada parte de la chapa con una capa de fosfato de zinc. Estos baños aportan una primera protección y permiten una mejor adherencia de las capas siguientes.

Después de este primer tratamiento, los chasis son aclarados y se secan en estufa. Una vez efectuado este tratamiento, se les aplican cordones de masilla en las juntas de la chapa, para evitar que el agua, los olores y el polvo entren en el interior del habitáculo. También, ciertas partes de la chapa se insonorizan.

La imprimación antigavilla se aplica mediante robots y operadores. Contribuye a perfeccionar la estanqueidad de la caja y a proteger los bajos, particularmente expuestos a las proyecciones y a la corrosión. Después de un nuevo paso por estufa, los chasis se pulen para eliminar cualquier gránulo.

Mediante un sistema de pintura automático por escudillas electrostáticas, se deposita luego la imprimación sobre las cajas en cabinas especiales. Las



imprimaciones se pueden escoger entre tres tintes en función del color final del vehículo, lo cual permite reducir sensiblemente los efectos visuales del gravillonado.

Después de una cocción en estufa, las carrocerías se envían a las cabinas de lacado, para recibir el color escogido por el cliente.

## LOS NEUMÁTICOS

¿Te imaginas que tuvieras que cambiar tus neumáticos cada 50 kilómetros? La química ha evolucionado aquellos primeros neumáticos, multiplicando su esperanza de vida por 400. Esta creación química constituye un impresionante esfuerzo tecnológico capaz de resistir la tremenda abrasión que supone el rozamiento de los neumáticos con el asfalto.

El neumático, no sólo tiene el objetivo de dotarnos de movimiento, sino que suponen un elemento esencial en la seguridad, el confort, y el consumo de un coche. Las técnicas modernas, cada día más avanzadas, permiten fabricar neumáticos más silenciosos, de más larga duración y que reducen el consumo de los vehículos gracias a sutiles mezclas de gomas. Pero, ¿cómo se fabrica un neumático?

El proceso de fabricación de un neumático de tipo radial empieza mezclando los cauchos de base con aceites de fabricación, negro de carbono, pigmentos, antioxidantes, acelerantes y otros aditivos químicos, que aportan sus propiedades distintas al compuesto final. Estos ingredientes se mezclan en mezcladoras gigantes, que funcionan a temperaturas y presiones extremadamente elevadas. Después de una larga permanencia dentro de las mezcladoras, los ingredientes se convierten en una mezcla caliente, negra y gomosa.

En la mayoría de los casos, la mezcla enfriada es transformada en tortas de forma circular. Éstas son llevadas a las fábricas que continúan la transformación de las mezclas de base hasta obtener los diferentes compuestos finales. Luego son recortados en bandas que se convertirán



en flancos, bandas de rodadura u otras partes del neumático. Para recubrir el tejido que constituye la carcasa del neumático, se utiliza otro tipo de caucho. Se emplean varios tipos de tejido sintético (de origen químico) como el poliéster, el rayón y el nylon. La mayor parte de los neumáticos de los turismos actuales tienen una carcasa de poliéster.

Un neumático radial comienza por una doble capa de caucho sintético que juega el papel de forro interno hermético y sustituye a la cámara de aire. A continuación, vienen dos capas de cableado: el trenzado del armazón. Se aplican dos bandas de refuerzo, llamadas apex y, por último, se añaden dos bandas sobre el mismo talón para protegerlo de eventuales arañazos durante el montaje sobre la llanta. La máquina sobre la cual se fabrica el neumático le da prácticamente su forma y dimensiones finales. Así se garantiza que todos los componentes se hallen en su lugar antes de que el neumático se introduzca en el molde.

## DEL VERDE AL NEGRO

En esta etapa se añaden unos aros de acero para aumentar la resistencia del neumático a los reventones y que le aseguran además un firme contacto con la calzada. La banda de rodadura, es decir la parte del neumático que garantiza el verdadero contacto con el suelo, es el último elemento que se aplica. Con unos rodillos se prensa el

conjunto de todos los componentes. El neumático radial, se llama en esa fase neumático verde. Es ahí cuando ya está a punto para la inspección y la vulcanización.

Los neumáticos adoptan su forma definitiva en el molde de vulcanización, procedimiento que consiste en “unir” las moléculas de caucho entre sí (se parece a una máquina de estampación de considerables dimensiones). Las marcas de identificación de los neumáticos, así como los relieves de la banda de rodadura, se graban en el molde y se transfieren al neumático durante la vulcanización en caliente, un proceso que dura de 12 a 25 minutos a una temperatura de 300°C. El neumático ya está listo para pasar el control de calidad.

### ADIÓS A LOS PINCHAZOS

Los pinchazos de neumáticos han dejado de ser motivo de accidente. Gracias a Michelin, la compañía Honda fue la primera en incorporar en sus vehículos un sistema de neumáticos capaces de rodar tras un pinchazo.

El sistema consiste en un innovador anillo de soporte de poliuretano que se acopla a la llanta en el interior del neumático de forma que lo mantiene intacto rodando durante 200 km a 80 km/h, una distancia muy superior a la de los sistemas tradicionales de neumáticos.

### INGREDIENTES DE BASE PARA LA FABRICACIÓN DE UN NEUMÁTICO

La “estructura mecánica” de un neumático se compone, generalmente, de acero, nylon, fibras de aramida, rayón, vidrio o poliéster.

El caucho, ya sea natural o sintético, es una mezcla de centenas de polímeros diferentes. Pero, sin duda, los elementos más importantes que entran en la composición del neumático son los aditivos químicos. Los más destacables son:

- AGENTES QUÍMICOS DE REFUERZO (negro de carbono, sílice, resinas),
- AGENTES ANTIDEGRADACIÓN (antioxidantes /ozonantes, ceras de parafina),
- AGENTES DE ADHESIÓN (sales de cobalto, cables chapados de latón, cables recubiertos de resinas),
- ACELERANTES DE VULCANIZACIÓN (azufre), etc.

Un neumático común de un coche de turismo pesa aproximadamente 9,5 kilogramos y cuenta con:

- 1,8 kg de 8 tipos de caucho natural
- 2,7 kg de 5 tipos de caucho sintético
- 2,3 kg de 8 tipos de negro de carbono
- 0,5 kg de cables de acero
- 0,5 kg de poliéster y de nylon
- 0,5 kg de aro de acero para hacer el ajuste
- 1,4 kg de 40 tipos de productos químicos, de ceras, aceites, pigmentos, etc.



# seis

## SIEMPRE NUEVOS MATERIALES

La utilización constante de nuevos materiales se ha convertido en una herramienta de primera necesidad para la industria del automóvil. La disminución del peso, del tiempo de montaje, el aumento de la seguridad, o la disminución de la contaminación han llevado a la automoción a indagar en las posibilidades que iban ofreciendo los materiales que la química iba proporcionando.

### EL CLORO

Pese a que es una sustancia empleada industrialmente por la química desde hace dos siglos, el cloro continúa siendo un elemento fundamental en la fabricación de un automóvil, y especialmente en aspectos relacionados con la mecánica, la seguridad y también el confort.

Por ejemplo, el cloro y sus derivados intervienen en la producción de los cinturones de seguridad, los airbags, las tapicerías de vinilo, el cuadro de mandos, las correas del alternador, los manguitos y varios líquidos de transmisión y anticongelantes.

### LA FIBRA DE CARBONO

La fibra de carbono es un material de propiedades sorprendentes que tiene un amplio campo de aplicaciones en muchas y variadas áreas. Por ello, podemos encontrar que esta fibra se utiliza en la construcción

de aeronaves, de coches de carreras, en la fabricación de raquetas de tenis y palos de golf entre otras. En el deporte del automóvil, se utiliza para fabricar el chasis, la carrocería y otras piezas de los coches de Fórmula 1. El primer chasis de fibra de carbono fue fabricado por McLaren en 1981. Pero en apenas 20 años, este material, gracias a sus extraordinarias características de solidez, resistencia y ligereza, ha sabido imponerse en la producción de automóviles en serie.

Por ahora, sólo se benefician de elementos de carbono los modelos de alta gama debido a que su coste de producción es extremadamente elevado.

Pero los coches deportivos, siguiendo el ejemplo de Ferrari, la utilizan constantemente. Recientemente, BMW ha puesto en el mercado una versión ultradeportiva de su modelo M3 que utiliza resina sintética reforzada con fibras de carbono. Así, este M3 pesa 110 kilogramos menos que su hermano de acero y aluminio.

### LOS MATERIALES CERÁMICOS

Los materiales cerámicos son extremadamente resistentes y ligeros y ofrecen además un buen aislamiento térmico así como un débil coeficiente de rozamiento. Estas numerosas ventajas permiten optimizar el rendimiento de los motores y reducir así el consumo de carburante. Este tipo de materiales están destinados, a menudo, a la fabricación de elementos del motor o de rodamientos para automóviles.



## EL TEFLÓN

El politetrafluoroetileno (teflón) apareció en 1938. Aunque se le conozca por el revestimiento antiadherente de sartenes de cocina, el teflón se utiliza igualmente en el automóvil y, más exactamente, para el pulido de las carrocerías. Gracias a la capa protectora que deposita sobre la pintura, protege la chapa contra la suciedad, las proyecciones de materias corrosivas (deyecciones de pájaro, sal en invierno etc.) y la contaminación atmosférica.

## LOS PLÁSTICOS

El plástico hace que los automóviles sean más ligeros (con un ahorro del 10 al 15%), mejoren su rendimiento y reduzcan el consumo de energía. Además, la estandarización de estos materiales plásticos facilita su reciclado. Los

termoplásticos alivian el peso respecto a los metales y permiten un menor coste en los métodos de manufacturación frente a las técnicas de labor intensiva, mientras que los fluoroelastómeros, fluidos fluorinados y fluopolímeros proveen la última temperatura máxima.

El hecho es que la utilización de polímeros es cada día mayor. Los copolímeros ABS y SAN se utilizan en la fabricación de múltiples piezas de la industria del automóvil, dotándolas de propiedades como la estabilidad térmica o la resistencia al impacto (en el caso del ABS) o la estabilidad dimensional y la resistencia al rayado (en el caso del SAN). Otro de los materiales más utilizados tanto en el exterior como en el interior y bajo capó de los vehículos, es el polipropileno. Se emplea para fabricar parachoques, molduras, paneles de instrumentos, carcasas de faros, filtros de aire o embellecedores, entre otras muchas aplicaciones.

# Siete

## DE LAS CALZADAS DE LOS ROMANOS A LAS CARRETERAS DE HOY

Los romanos construyeron varios miles de kilómetros de calzadas, una red compleja, formada por diferentes tipos de vías. La importancia de la carretera y la geografía de los lugares determinaban la elección de su sistema de construcción. La mayor parte de las calzadas romanas compartían, sin embargo, numerosos aspectos comunes y es que para la construcción de cada una de

ellas, el suelo debía vaciarse hasta terreno firme que servía de drenaje y de cimientto, con una estructura sólida, constituida por tierra y piedras.

Finalmente, se colocaba un empedrado de grandes losas que pavimentaba el camino y le daba ese aspecto característico cuyos vestigios perduran hasta nuestros días.



## ¿HORMIGÓN O MATERIAS BITUMINOSAS?

Pero estas técnicas ancestrales han cedido hoy su lugar a otros procedimientos que recurren, principalmente, a las denominadas materias bituminosas.

¿Y qué son las materias bituminosas? Pues no son más que el resultado de mezclas de hidrocarburos y de sus derivados sulfurados, nitrogenados y oxigenados. Pueden ser sólidas, líquidas o de consistencia blanda y se asimilan a menudo a los asfaltos, que, de hecho, son materias bituminosas cargadas de sólidos como arenas o rocas pulverulentas.

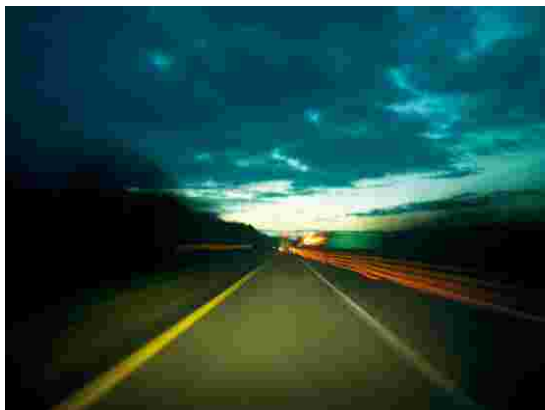
En la naturaleza, las materias bituminosas están diseminadas entre las rocas de las que ocupan sus oquedades. Se distinguen las materias bituminosas oxigenadas, que resultan de la oxidación de los hidrocarburos naturales y están asociadas generalmente a rocas calcáreas (es el caso del asfalto, por ejemplo) y las materias pirobituminosas, que resultan de su pirogenación e impregnan las rocas calcáreas o los esquistos.

Los más importantes yacimientos de materias bituminosas se hallan en Rusia, Canadá, Venezuela, Suiza y en el valle del Jordán.

Las materias bituminosas se utilizaron ya en la antigua Mesopotamia como cemento o para garantizar la estanqueidad de los edificios o embarcaciones. Los egipcios las empleaban incluso en sus técnicas de embalsamamiento de los cuerpos. Actualmente, las materias bituminosas como residuos de la destilación del petróleo han sustituido a las materias bituminosas naturales en la industria, las obras públicas y la edificación.

### EL HORMIGÓN

La calzada de hormigón, compuesta de materiales granulosos (grava, arena y cemento) no ha cesado de evolucionar desde sus primeras aplicaciones. De los bloques con juntas, cepillados y con ranuras, se ha pasado al hormigón armado, colado en continuo, así como a tratamientos



químicos específicos tales como el que aumenta la rugosidad – y por tanto la adherencia – haciendo aflorar la grava a la superficie. Las características principales del hormigón son su rigidez y su resistencia a las contracciones térmicas, que le convierten en el material idóneo para las pistas de aeropuerto. Dura al menos treinta años, tres veces más larga que la del revestimiento bituminoso. Sin embargo, tiene el inconveniente de que la reparación de una calzada de hormigón supone su demolición completa y, por tanto, grandes medios materiales y económicos.

### EL MACADAM

Los hidrocarburos hicieron su aparición en las vías de comunicación a principios del siglo XIX en Gran Bretaña, donde se acumulaban importantes stocks de alquitrán. Este material, proveniente de la destilación de la hulla, dio lugar a un revestimiento inédito del suelo: el Macadam (del nombre de su inventor, Mac Adam). Éste, aplicado sobre una calzada, permitía eliminar el barro y el polvo producidos por el paso de los vehículos. Fue la primera innovación en materia de revestimiento después de los adoquines o el empedrado. Sin embargo, el empleo de Macadam no se generalizaría hasta un siglo más tarde, con la llegada del automóvil. Hoy, por razones sanitarias, el alquitrán ya no se utiliza y se ha sustituido por las materias bituminosas artificiales.



El alquitrán se obtiene por destilación y oxidación del petróleo bruto en las refinерías. No entra en la composición del recubrimiento propiamente dicho (el revestimiento) más que a nivel del 6%, como ligante.

### EL REVESTIMIENTO QUE DRENA

El revestimiento llamado “drenante” es un buen ejemplo del contenido tecnológico insospechado de estos productos. Esta técnica permite reducir el nivel sonoro y evacuar el agua de lluvia más eficazmente,

optimizando el grado de porosidad de los revestimientos clásicos. Esta sofisticación puede, sin embargo, tener algunos inconvenientes (además del coste más elevado). En efecto, cuanto más aireada es la estructura y, por tanto, absorbente, tanto más disminuye el coeficiente de adherencia. De ahí, por ejemplo, un alargamiento de las distancias de frenado. El riesgo aumenta todavía en caso de helada (hasta el cierre de de carretera, porque entonces es imposible circular sobre “pistas de patinaje” heladas) o cuando importantes cantidades de polvo se depositan en los intersticios de la superficie de rodamiento.



## LA QUÍMICA IMAGINA EL COCHE DEL FUTURO

Si el automóvil continúa siendo el medio de transporte individual máspreciado, es porque la increíble evolución de la tecnología ha ido respondiendo a nuestras exigencias, incluso adelantándose a ellas. Ahora bien, es precisamente gracias a la Química y a la aparición de nuevos materiales que los automóviles se han convertido en lo que hoy son.

Y la contribución de la química también será decisiva en la fabricación del automóvil del mañana, para que este compañero de ruta sea cada vez más seguro, y esté más y mejor adaptado a

nuestras necesidades y tendencias estéticas de cada época. A pesar de ser un compañero más que centenario no sólo no aparenta su edad sino que tiene un ante sí un porvenir brillante gracias a las nuevas cualidades que esta máquina va adquiriendo constantemente gracias a las nuevas tecnologías que se van originando. En este siglo ha entrado seductoramente haciéndose siempre más confortable, más silencioso, más seguro, más ahorrador, más respetuoso con el medio ambiente, en una palabra: más “sostenible”. O lo que es lo mismo: más químico



## SEGURIDAD PARA LOS PEATONES: AIRBAGS EXTERIORES

En 2003, Mazda presentó un nuevo concepto de construcción del capó del motor mejorando la protección de los peatones en caso de colisión. El concepto del capó de aluminio, llamado “cono de choque” (porque su panel de refuerzo está formado por una multitud de conos), ofrece una capacidad de absorción de choques sobre el conjunto de la superficie, mientras que un panel clásico de aluminio deja zonas poco deformables peligrosas para la cabeza del peatón.

La distancia entre el motor y su capó tiene también su importancia en la absorción de los choques: la tecnología “cono de choque” permite la reducción de un tercio de esta distancia, es decir aproximadamente 3 centímetros.

Otras soluciones, como los airbag exteriores o de los capós que se levantan en caso de colisión con un peatón (justo lo suficiente para crear la separación necesaria entre el capó y los elementos del motor) están actualmente en estudio. Pero numerosos problemas (principalmente de sensores que deberían diferenciar entre un peatón y un obstáculo distinto) retrasan la puesta a punto de esta nueva tecnología.

## NEUMÁTICOS QUE NO SALPIQUEN

¿Quién no ha echado jamás pestes contra las proyecciones de agua laterales al



avanzar un camión bajo la lluvia, que provoca una brusca pérdida de la visibilidad? Este fenómeno llamado “salpicado” está relacionado con la manera que los neumáticos delanteros entran en contacto con la carretera, como la proa de un buque que se abre paso en el agua (efecto estrave de un buque). Para resolver este problema, Michelin acaba de comercializar un neumático destinado a los camiones, pero que ciertamente interesará a todos los usuarios de la carretera. Gracias a un deflector contra las proyecciones de agua, este neumático permite dividir por cuatro las proyecciones de agua laterales. El deflector “anti-salpicado” se sitúa en juntura entre la banda de rodamiento y el flanco del neumático y se presenta como un cordón circular situado en el flanco exterior del neumático.



LA QUÍMICA *y* EL  
**AUTOMOVIL**



FORO PERMANENTE  
**QUÍMICA y SOCIEDAD**

[www.quimicaysociedad.org](http://www.quimicaysociedad.org)