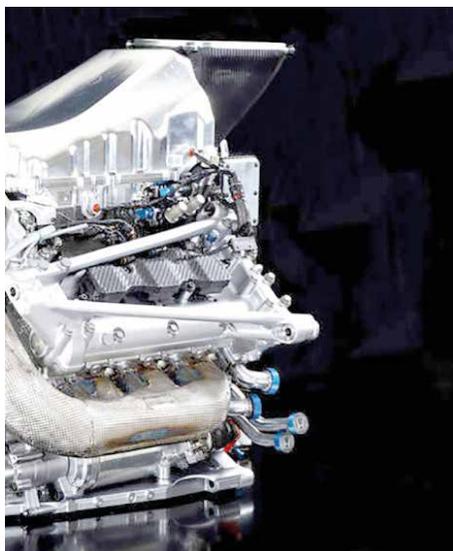


do a la utilización de nuevos materiales conocidos como “superaleaciones”, entre ellas, una aleación de tungsteno comercialmente denominada Densamet que es también utilizada en equipo aeroespacial; dicha aleación permite la preservación de propiedades mecánicas favorables a temperaturas altísimas, del orden de los 2500 C. No obstante, la FIA ha introducido regulaciones que prohíben el uso de estas aleaciones, al igual que las aleaciones de Al-Be y compuestos de matrices metálicas, entre otros. Lo anterior se hace con el propósito de mantener una competencia justa entre los equipos con alto presupuesto y aquellos que no pueden invertir en la investigación y desarrollo de tales materiales. Mencionamos de paso que las aleaciones de berilio (el metal más ligero que existe en el Universo por su bajísimo número atómico $Z=4$) también se prohibieron por su efecto nocivo en la salud. Las regulaciones actuales limitan en su mayoría al uso de aleaciones de acero, aluminio y laminados de metales como oro o platino de un grosor no mayor a 0.035 mm.



TOMADO DE [6]

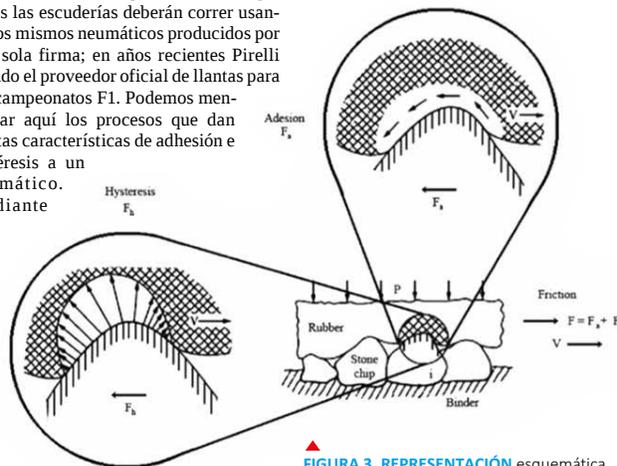
Muchos polímeros para un fin de semana Los neumáticos juegan un papel crucial en la F1. El estado de éstos determina en gran medida el desempeño de un auto. En múltiples ocasiones, los neumáticos no tienen la adherencia requerida, lo que impide alcanzar las velocidades deseadas e incluso puede causar la pérdida de control del automóvil. Mucho del desarrollo aerodinámico de un auto de F1 se centra en aumentar el agarre al piso, pues mientras más eficiente sea la transmisión de energía al asfalto, mejor será el desempeño. Al analizar los mecanismos que dan lugar al agarre de un neumático en la pista aparecen los conceptos de *adhesión* e *histéresis* [4]. El primero de éstos se refiere a la aparición momentánea de débiles enlaces químicos, llamados fuerzas de van der Waals, entre la goma del neumático y el asfalto. Estos débiles enlaces se presentan en mayor medida al aumentar la carga vertical (usualmente mediante la carga aerodinámica), ya que el neumático se amoldará a las irregularidades del asfalto. Se le conoce como histéresis a la

▲ FIGURA 2. MOTOR de F1 fabricado por Honda en 2016 donde se aprecia la abundancia de aluminio y acero. Fuente: www.grandprix247.com

respuesta visco-elástica del caucho que le permite absorber mayor cantidad de energía al contraerse que al expandirse. Debido a lo anterior, al encontrarse con una irregularidad, habrá mayor carga en el caucho de un lado de la irregularidad que del otro (véase Figura 3). Lo anterior resulta en una fuerza de fricción neta que permite al coche acelerar en la dirección de movimiento. La histéresis se presenta debido a la estructura molecular entrelazada del caucho y su manifestación implica un incremento en la temperatura del neumático. El lector habrá notado que los pilotos suelen conducir en zig-zag al inicio de una carrera para provocar histéresis en sus neumáticos y elevar su temperatura hasta un valor óptimo, que depende del tipo del material del neumático. El caucho utilizado en los neumáticos de un auto de F1 está fabricado con polímeros avanzados, llamados elastómeros sintéticos y existe una gran variedad de ellos: polibutadieno, butadieno, estireno-butadieno e isopreno-isobutileno, por mencionar solamente algunos. Dada la gran cantidad de elastómeros y la confiabilidad de las fórmulas utilizadas, es difícil determinar la mezcla de elastómeros con la que se hace un neumático. Para evitar una ventaja excesiva de algún equipo con más recursos económicos que los demás, la FIA impuso hace años que todas las escuderías deberán correr usando los mismos neumáticos producidos por una sola firma; en años recientes Pirelli ha sido el proveedor oficial de llantas para los campeonatos F1. Podemos mencionar aquí los procesos que dan ciertas características de adhesión e histéresis a un neumático. Mediante

el proceso de vulcanización se incrementa el entrelazamiento de las moléculas en el elastómero incrementando su dureza y resistencia al desgaste. Sin embargo, al aumentar su dureza disminuirá la adhesión al reducirse las deformaciones del neumático ante las irregularidades, reduciendo así la histéresis deseada. Un neumático con un grado alto de vulcanización tendrá menor agarre según los mecanismos considerados, pero también tendrá un grado de degradación menor. Uno vulcanizado en menor medida tendrá mejor agarre, pero la aparición de histéresis provocará degradación más rápida debido a las altas temperaturas de operación. En una carrera se deben usar varios tipos de llanta. Cada piloto con su escudería, según su posición y objetivo estratégico, debe decidir si se usará un compuesto “duro, medio o suave”, según las condiciones de agarre que desee en diferentes etapas de la carrera. Esta decisión depen-

derá crucialmente de las condiciones climáticas, tanto de la temperatura del asfalto como de la humedad, pues hay llantas especiales (con dibujos y surcos complejos) para una pista mojada. Haciendo cuentas, hay múltiples elastómeros en un solo tipo de neumático y una variedad de hasta siete distintos tipos de neumáticos según su composición. Lo anterior resulta en una gran cantidad de polímeros que juegan un papel protagonista cada fin de semana de carreras. La Fórmula 1 ha sido beneficiada notablemente por el desarrollo de nuevos materiales. De no ser por éstos, el deporte sin duda sería menos espectacular. Materiales compuestos, metales, y polímeros actúan de forma conjunta para permitir el funcionamiento de los autos F1 con un desempeño impresionante. Además de la ciencia de materiales, la mecánica, la termodinámica, la química, la telemetría/computación, la dinámica de fluidos y otras áreas científicas se aplican al límite y se ponen a prueba en estos extraordinarios automóviles. Esta disciplina no sólo es un campo de pruebas para los últimos avances tecnológicos, sino que muchos de los avances logrados en la F1 han permeado la industria automotriz, como se comenta adelante [5].



▲ FIGURA 3. REPRESENTACIÓN esquemática de los mecanismos de agarre de un neumático.

APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA EN LA VIDA DIARIA

Hoy en día existe una gran variedad de neumáticos para usar dependiendo del vehículo y las condiciones en las que se conduce. La existencia de dicha variedad de neumáticos en cuestión compuestos se debe en gran parte a la labor de John Boyd Dunlop, quien desarrollaba neumáticos para correr en la F1. Inicialmente los neumáticos contruidos por Dunlop estaban hechos con caucho natural. Estos eran pesados y duros, características poco favorables para ganar una carrera gracias al gran peso y poco agarre. A lo largo de los

años, las exigencias de los automóviles de F1 llevaron a Dunlop a utilizar polímeros sintéticos más blandos y ligeros como el butadieno y el polibutadieno. Dunlop, en conjunto con las empresas estadounidenses Goodyear y Firestone hicieron popular el uso del caucho sintético en neumáticos en la industria automotriz. Gracias a lo anterior, se han desarrollado métodos especializados para alterar las proporciones de caucho natural y caucho sintético para modificar la dureza, adherencia y el peso de un neumático convencional. Hoy tenemos neumáticos blandos para carreras, neumáticos para nieve, neumáticos más duros para transporte pesado y neumáticos para clima seco o húmedo hechos con mezclas de polímeros que proporcionan agarre medio a cambio de una gran durabilidad, de hasta 70,000. Los sistemas de recuperación de energía cinética (KERS) utilizados para proporcionar potencia adicional al motor F1 en largadas y rebases han sido utilizados en masa en los automóviles híbridos de Toyota, Peugeot y muchos más. La llegada de esta tecnología a la industria automotriz se debe en gran parte a las alianzas formadas entre los equipos de F1 y empresas de manufactura automotriz y tecnología. Tal fue el caso del equipo Williams GP, quienes cedieron su tecnología KERS a GKN Hybrid Systems en 2014 para luego ser usada en autobuses de transporte público en Londres. Esto llevó a una reducción de emisiones del 20 por ciento por parte de los autobuses en los que se usó la tecnología. Estas relaciones entre empresas automotrices y equipos de automovilismo son aún más directas en la Fórmula E, categoría en la que corren automóviles eléctricos. Empresas como Nissan, Audi, Mercedes y Porsche tienen sus propios equipos, y utilizan dicha categoría como campo de pruebas para el desarrollo de baterías de litio con mayor densidad de energía utilizando componentes más duraderos y sustentables. Variantes de estas baterías ya están siendo usadas en sus automóviles eléctricos. Además de los ejemplos anteriores, la F1 ha traído grandes beneficios como los motores turbo y las suspensiones activas. En general la F1 ha aportado enormes mejoras en la seguridad de los automóviles y una gran reducción de sus emisiones. El desarrollo científico y tecnológico llevado a cabo en la Fórmula 1 ha beneficiado a cientos de millones de personas, sean o no aficionados de la máxima categoría del automovilismo.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

de Morelos, lunes de 13 de junio de 2011, Pag. 34-35.

ADsica-al-1%C3%ADmite

ure Analysis 17, 92-115.

esign and Development for the Formula 1 Engine (No. 942518). SAE Technical Paper.

a Motorsport Application-Analysis of Effects on Vehicle Performance in a Real-Time Simulation Environment. M.Sc. thesis, Chalmers University of Technology.

ing”. 7a ed.

tical model for a real-time local grip estimation of tyre rubber in sliding contact with road asperities. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 228(8), 955-969.