

Vehículos

TODO TERRENO

Grupo 18:

Ana Atucha Indacoechea

Ainara Azaldegui Balda

Xarles Iturbe Pasabán

Mikel Perales Antón

ÍNDICE

1.- EL TODO TERRENO.....	1
2.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UN TODO TERRENO.....	3
3.- EL CHASIS.....	5
4.- LA SUSPENSIÓN EN LOS TODO TERRENO.....	7
4.1 TIPOS DE SUSPENSIÓN	7
4.2 ELEMENTOS ELÁSTICOS EN LA SUSPENSIÓN.....	8
4.3 SOLUCIONES PARA EL EJE DELANTERO	11
4.4 SOLUCIONES PARA EL EJE TRASERO.....	11
4.5 TIPOS DE SOLUCIONES EN DIVERSOS CONSTRUCTORES DE TODO TERRENOS.....	11
5.- TRANSMISIÓN.....	13
5.1 DIFERENCIALES BLOCANTES.....	15
5.2 DIFERENCIALES AUTOBLOCANTES.....	15
6.- EMBRAGUE, CAJA DE CAMBIOS Y CAJA REDUCTORA	18
7.- MOTOR.....	20
8.- NEUMÁTICOS.....	21
9.- LLANTAS	21
10.- SEGURIDAD EN LOS TODO TERRENO	22
11.- EL TODO TERRENO INTELIGENTE	23
11.1 TRANSMISIÓN.....	23
11.2 SUSPENSIÓN.....	24
11.3 MOTOR	25
11.4 SEGURIDAD	25
12.-BIBLIOGRAFÍA.....	26

1.- EL TODO TERRENO

El todo terreno es un vehículo diseñado y construido para moverse eficazmente en terrenos con abundantes obstáculos naturales. Desde principios de siglo, constructores de distintos tipos de automóviles intentaron fabricar vehículos que fueran aptos para toda clase de terrenos, pero sin demasiada fortuna. No fue hasta la segunda guerra mundial cuando se diseñó el primer automóvil todo terreno.

En 1940 la compañía automovilística *American Batman Car Company* presentó el primer prototipo de vehículo con tracción 4x4 a la armada norteamericana en Maryland (EEUU). Anteriormente esta empresa había fabricado vehículos de dos ruedas aptos para toda clase de terrenos, que fueron utilizados desde 1938 en la armada norteamericana.

Pero la armada presentó un concurso abierto para el diseño de sus nuevos automóviles, a los que definió como Jeep (*general purpose vehicle* - automóviles multiuso). Sólo *Batman* y *WillysOverland* presentaron inicialmente sus modelos, aunque más tarde se aceptó a concurso también el diseño de *Ford*, debido a su alta capacidad de producción.

Después de muchas pruebas, el "Quad" de *Willys* fue elegido como vehículo para abastecer las necesidades de la armada norteamericana, por delante del "BCR" de *Batman* y del "Pygmy" de *Ford*.

En la imagen inferior se muestra el primer Jeep construido por *Willys*, también conocido como MB:



Este automóvil definió ya entonces las características de un vehículo todo terreno: tracción en las cuatro ruedas, chasis resistente e independiente, suspensión robusta y carrocería reforzada. Entre 1941 y 1945 *Willys* y *Ford* fabricaron alrededor de 700.000 Jeeps para la armada norteamericana, alcanzando estos vehículos velocidades máximas de 96km/h.

En la imagen inferior puede verse el automóvil construido por Ford para la armada:



El primer todo terreno para uso exclusivamente civil lo construyó *Willys* en 1945 en los Estados Unidos y se conoció como CJ2. Más tarde vendría la aplicación de las nuevas tecnologías en los modelos posteriores: CJ3, CJ4, CJ5, etc. En Europa el primer todo terreno lo fabricó *Land Rover* en 1948, utilizando carrocerías de aluminio que garantizaban un seguro anticorrosivo permanente. Después vendría el *Range Rover*, que con un tercer diferencial central confirmaría a la casa inglesa *Rover* como clásico de la industria del todo terreno.

En España los primeros Jeeps fueron los MB, CJ2y CJ3 de *Willys*; estos vehículos procedían en su mayoría del material sobrante del ejército norteamericano. Años más tarde, Motor Ibérica diseñó los primeros todo terrenos fabricados en España, conocidos como Bravo o Comando.

2.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UN TODO TERRENO

A simple vista podemos ver que geoméricamente un todo terreno difiere de un vehículo de serie normal. Además, la tracción cuatro por cuatro característica de los Jeeps hace que la conducción de uno de estos automóviles sea distinta de la de un automóvil normal, aunque poco a poco ha ido apareciendo la tracción 4x4 en algunos automóviles no considerados todo terrenos.

En cuanto a características geométricas se refiere, nos fijaremos en las denominadas cotas de movilidad por campo; aspectos definidos por las disposiciones de elementos mecánicos y la altura del bastidor con respecto al suelo.

Ángulo de entrada o de ataque:

Es el ángulo formado por el plano horizontal sobre el que se apoya el vehículo y por una línea imaginaria trazada desde la parte delantera más saliente de la carrocería del vehículo hasta la zona de contacto que hay entre el neumático y el suelo.

Cuanto mayor sea el valor de este ángulo, mayor será la capacidad de superar los obstáculos verticales o rampas sin dañar el vehículo. Normalmente interesa que este ángulo este comprendido entre 40 y 50°.

Ángulo de salida:

Se define igual que el de entrada, sólo que éste se refiere a la parte posterior del vehículo. Normalmente este ángulo suele ser menor que el de entrada, y suele estar comprendido entre 25 y 50°. Hay que tener en cuenta que cualquier elemento que se coloque en la parte trasera del vehículo (bolas de remolque...) hará que este valor disminuya, con lo que se limitará geoméricamente el movimiento del Jeep.

Ángulo de alzada o de cresta:

Determina las posibilidades del vehículo para superar montículos más o menos pronunciados, sin el riesgo de encontrarnos apoyados sobre el bastidor o el chasis con la consiguiente pérdida de adherencia de las ruedas. En ese caso podría ocurrir que el coche quedara apoyado sobre los bajos y con una o varias ruedas girando sin tracción suficiente para moverlo.

Este ángulo depende de la altura libre central del vehículo y de su longitud, estando sus valores entre 20 y 30°.

Altura de tierra o libre:

Es la distancia que existe entre el suelo y la parte más baja del coche en la zona de apoyo de ruedas, es decir, en los ejes. En un todo terreno este valor ha de ser mayor que 20 cm. Esta altura no podrá aumentarse indefinidamente, porque un aumento de la capacidad de superar obstáculos haría que aumentase también la altura del centro de gravedad del vehículo, provocando una mayor inestabilidad del mismo.

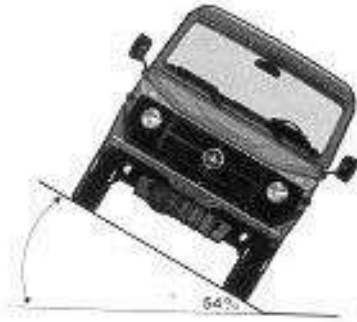
Ángulo de vuelco lateral:

Es el tanto por ciento de pendiente máxima que un vehículo puede sortear perpendicularmente, sin riesgo de vuelco lateral. Este ángulo viene determinado por la altura del centro de gravedad del coche, que podrá variar en función de la altura libre.

En general se trata de un parámetro poco objetivo, ya que depende del tipo de neumático utilizado, del peso del coche y del tipo de terreno por el que circulemos.



Ángulo de entrada y salida



Ángulo de vuelco lateral



Ángulo de alzada



Altura de tierra

Altura máxima de vadeo:

Es la profundidad de agua que puede sortear el vehículo, sin que su mecánica se vea dañada. Un todo terreno puede afrontar el paso de un río o una lámina de agua, siempre que la altura del agua no llegue a la toma de aire de admisión. Si se mojan los equipos eléctricos del coche, pueden dejar de funcionar provocando la parada del vehículo.

Éste no es un parámetro propiamente geométrico, pero puede resultar muy importante conocerlo.

Aparte de las características geométricas que definen un todo terreno, la **tracción 4x4** representa también un aspecto muy importante. La ventaja de los 4x4 viene relacionada directamente con las leyes físicas que determinan la adherencia del neumático sobre la superficie de rodadura

La adherencia tiene un límite, pero a mayor área de contacto entre el neumático y el suelo, aumenta su valor y también la capacidad de tracción. Con el sistema de tracción en las cuatro ruedas se consigue repartir la fuerza del par motor entre las cuatro ruedas en vez de sólo en dos. Esto hace que se reduzca la fuerza sobre cada rueda, colocando su valor dentro de los límites que define en cada momento el área de apoyo del vehículo.

3.- EL CHASIS

En los automóviles de turismo, la propia carrocería hace las funciones de chasis; es lo que se conoce por *carrocería autoportante* o *monocasco*. Los diferentes órganos del coche, como son el motor o las suspensiones, están anclados directamente a la estructura de la carrocería. Esta solución permite que el vehículo sea más ligero y que, entre otras ventajas, presente un menor consumo a iguales prestaciones. Sin embargo, la robustez, esa característica tan deseada en un todo terreno no se halla entre las cualidades de las estructuras autoportantes.

El vehículo todo terreno debe estar preparado para superar condiciones impensables para un turismo. En su utilización habitual, su estructura se ve sometida a fuertes tensiones. Buscando la robustez, la mayoría de fabricantes de vehículos TT¹ recurren a la antigua solución de usar un chasis como elemento de sujeción del resto de órganos del coche, añadiéndole una carrocería como simple protección para los usuarios.

Tradicionalmente, el diseño clásico del chasis utilizado en la construcción de un todo terreno está constituido, en términos generales, por dos vigas longitudinales unidas entre sí por una serie de travesaños que aseguran la rigidez del conjunto. Sobre este chasis o bastidor se encuentran anclados el motor, la suspensión, el depósito de combustible, los parachoques y el resto de elementos. Unidas a las vigas longitudinales, las cartelas son los elementos que permitirán la sujeción de la carrocería al bastidor.



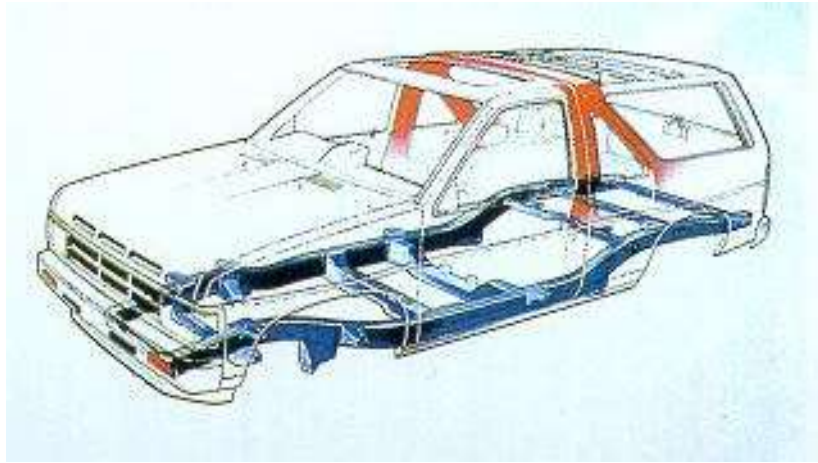
Ejemplo de bastidor de largueros, con suspensión posterior de ballesas e independiente en el avante con barras de torsión.

De las dimensiones del chasis dependerán varios de los parámetros que conforman las limitaciones geométricas y el comportamiento del vehículo sobre diferentes terrenos. Así, un vehículo de chasis largo presenta un mayor agarre al circular a velocidades elevadas sobre superficies arenosas. Sin embargo, aunque el chasis corto resulte incómodo y de difícil control en parecidas situaciones, se adapta mucho mejor en trayectos por zonas de curvas.

En un TT, la zona más expuesta a golpes son los bajos del coche. Una concepción de diseño con chasis de largueros permite que la zona más proclive a recibir

¹ Se utilizarán indistintamente todo terreno y TT.

golpes sea a su vez la más robusta y capaz de soportar dichos impactos. También ofrece un anclaje muy sólido para las suspensiones, sujetas a un trabajo mucho más exigente que en un turismo. Es un sistema muy simple de construcción, pues se emplea desde los comienzos de la automoción, que incrementa considerablemente el peso con respecto a otras estructuras. El chasis de largueros no es el único responsable del mayor peso de los todo terreno con respecto a los turismos. Hay elementos mecánicos específicos de los TT tanto en la transmisión como en la suspensión que influirán decisivamente en el peso total del vehículo.



En azul, se puede apreciar el bastidor de un todo terreno, formado por dos largueros unidos por travesaños.

Cuanto más pesado sea un coche, más potencia del motor se necesitará para conseguir una determinada aceleración y mayor potencia de frenada para detenerlo. Ahora bien, en el caso de los todo terreno, por sus especiales cualidades dinámicas fuera del asfalto, también el exceso de peso tiene otros factores negativos extras. Así, la movilidad en zonas de suelo blando como, por ejemplo, barro o nieve sale muy perjudicada, pues un vehículo pesado se hundirá más que otro más ligero.

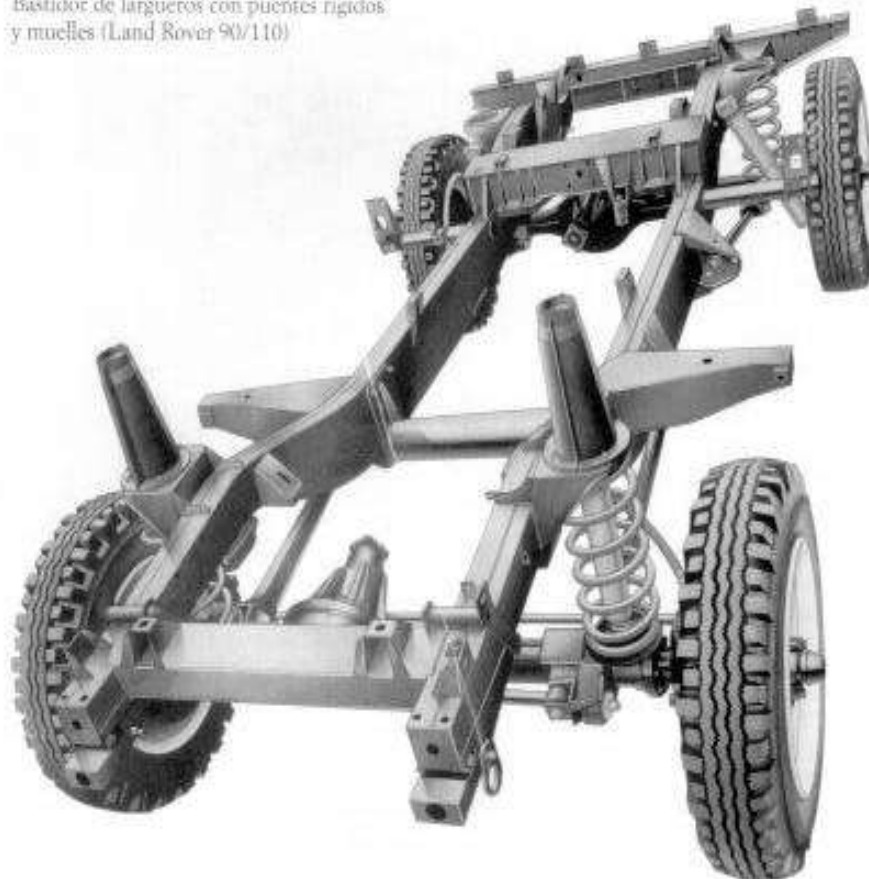
4.- LA SUSPENSIÓN EN LOS TODO TERRENO

Si el chasis estuviera colocado justo encima de los ejes de las ruedas, sin nada en medio, el vehículo no tendría flexibilidad. Ha de existir un sistema que permita cargar sin que el peso afecte a las ruedas, así como por cuestas, desniveles, etc. De ahí, que resulta imprescindible el buen funcionamiento del sistema de suspensión. Esto es aún más necesario en los todo terreno, debido a que las condiciones de uso de estos vehículos son mucho más exigentes que en los turismos. Los TT están pensados para circular habitualmente por terrenos difíciles, por lo que deberán tener unos elementos de suspensión capaces de resistir grandes esfuerzos de forma continuada y fiable.

4.1 TIPOS DE SUSPENSIÓN

En el campo de las suspensiones no existe unanimidad entre los fabricantes de coches todo terreno. No obstante, podemos distinguir dos tipos generales de soluciones: la suspensión independiente² y la de eje rígido³. Lo más frecuente es optar por soluciones basadas en combinaciones de distintos elementos para los ejes delantero y trasero, buscando una mayor versatilidad para el asfalto y la montaña.

Bastidor de largueros con puentes rígidos y muelles (Land Rover 90/110)



² Las suspensiones independientes permiten que cada rueda se mueva verticalmente sin afectar a la rueda opuesta.

³ La suspensión de eje rígido se caracteriza por el desplazamiento del eje en su totalidad, siendo el mismo en las dos ruedas.

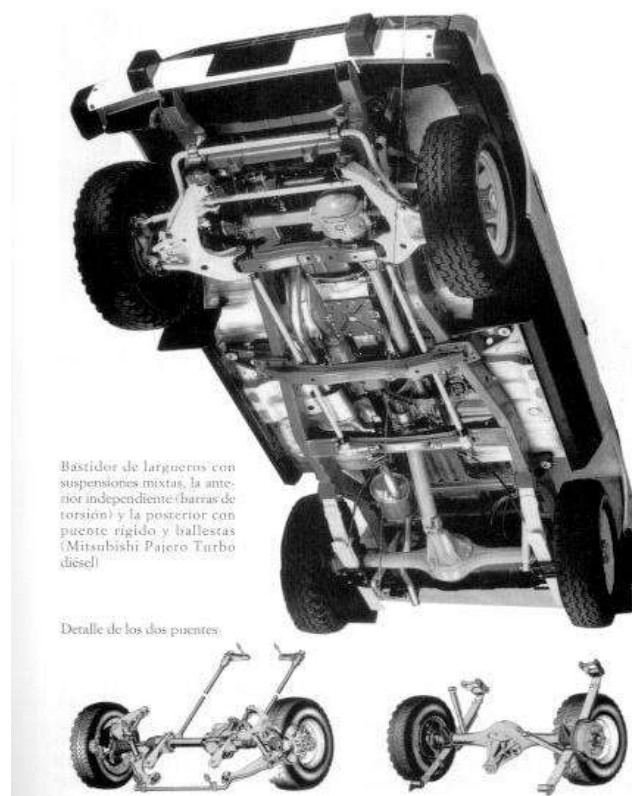
Los detractores de la suspensión independiente alegan que, con dicho sistema, al pasar simultáneamente por obstáculos a diferente nivel, el diferencial disminuye la *altura libre*⁴ del vehículo, con el consiguiente riesgo de golpes en dicho elemento y pérdida de prestaciones. Por el contrario, la adaptabilidad al terreno, y por tanto, el grado de adherencia que se consigue con el sistema de suspensiones independientes —especialmente sobre asfalto—, es muy superior al obtenido con el sistema de suspensión por eje rígido.

4.2 ELEMENTOS ELÁSTICOS EN LA SUSPENSIÓN

? BALLESTAS

Es el sistema elástico más clásico. Está formado por unas láminas de una aleación de acero, que tienen la propiedad de ceder cuando se ven sometidas a una presión y retomar su forma original una vez que dicha presión ha cesado. Las láminas de la ballesta son curvas, de diferentes longitudes y están dispuestas de mayor a menor.

Las láminas de la ballesta se montan de forma longitudinal a las ruedas, constituyendo un sistema de gran robustez y muy apropiado para terrenos difíciles. El principal inconveniente de este elemento elástico es, sin duda, el pequeño recorrido que pueden tener estas láminas, lo que a la hora de absorber golpes fuertes influye negativamente en el confort del pasajero. Este escaso recorrido hace que el golpe no pueda ser absorbido totalmente, y se transmita la vibración al bastidor, y por tanto, a la carrocería.



⁴ Distancia que existe entre el suelo y la parte más baja del vehículo en la zona de apoyo de las ruedas, esto es, los ejes. Esta medida permitirá saber al conductor qué limitaciones tiene a la hora de superar obstáculos, como rocas, troncos transversales, etc. En un todo terreno la cota mínima para la altura de tierra es de unos 20 cm.

Para evitar este problema sin perder las ventajas del uso de la ballesta, algunos fabricantes han optado por dotar a sus vehículos de sistemas mixtos, en los que se combinan ballestas de mayor longitud y con menor número de láminas, lo cual facilita un mayor recorrido y una mayor absorción, junto con amortiguadores hidráulicos, ofreciendo el conjunto una mayor comodidad sin perder la robustez propia del tal sistema.

Se trata de un elemento elástico seguro y de gran resistencia cuando se trata de circular por terrenos difíciles durante largos recorridos. Su fiabilidad mecánica es muy alta, ya que incluso puede funcionar con alguna de sus láminas rotas, y en el caso de avería permite una fácil reparación en ruta.

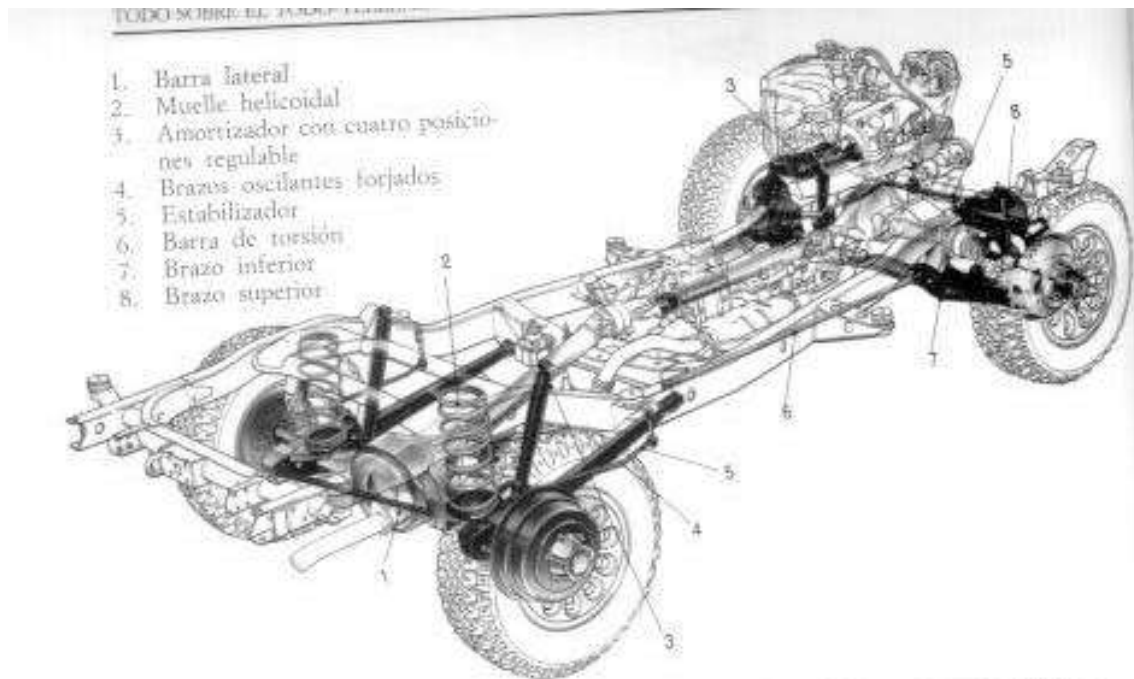
? MUELLES HELICOIDALES

La utilización de dichos elementos elásticos en los vehículos todo terreno, viene forzada por la demanda del mercado en el sentido de requerir modelos cada vez más polivalentes para ciudad y campo.

La solución basada en el muelle helicoidal, con el desplazamiento controlado normalmente por un amortiguador, es la más usada generalmente. Las ventajas de tal configuración, en cuanto a comodidad y adherencia en curvas, han sido ampliamente probadas en los turismos.

El muelle helicoidal se coloca entre el eje de la rueda y el bastidor. El recorrido del muelle vendrá determinado por su longitud y por sus características elásticas, gracias a lo que podremos obtener una mayor absorción de los golpes fuertes que con las ballestas, y por tanto, un mayor confort en la circulación.

Uno de los mayores inconvenientes del muelle elástico viene dado por sus propias características de elongación y contracción. El problema reside en que, cuando desaparece la fuerza que ha provocado la elongación o contracción del muelle, éste sigue con su movimiento de elongación y contracción, según sus propiedades elásticas. Es decir, el muelle no vuelve a su estado de reposo hasta efectuadas una serie de oscilaciones, que están en función de la energía generada en el golpe provocado por el accidente del terreno y por su propio coeficiente de elasticidad.



Bastidor de largueros con suspensiones independientes (barras de torsión) anteriores y puente rígido con muelles posteriores (Mitsubishi Pajero V6 1989).

Estas oscilaciones resultan altamente negativas para la adherencia de la rueda sobre el suelo, ocasionando una conducción insegura y de difícil control. Someten, asimismo, a un sobreesfuerzo tan grande al elemento elástico que, dependiendo la rugosidad del terreno, incluso podrían ocasionar su rotura. Para evitarlo, la mayoría de los constructores han optado por la utilización de amortiguadores hidráulicos que limiten sus movimientos de elongación y contracción.

? AMORTIGUADORES HIDRAÚLICOS

Se basan en la resistencia que ofrece un líquido encerrado en un cilindro al pasar, por un conducto de diámetro reducido, de una cámara a otra empujado por un émbolo.

Esta resistencia es el freno que se ejerce sobre la elasticidad del muelle, reduciendo las oscilaciones de éste tanto es su amplitud como en su duración. Se instalan entre el eje de las ruedas y el bastidor.

? BARRA DE TORSIÓN

Las barras de torsión están construidas con barras de acero reforzado para poder absorber las deformaciones. Un extremo de la barra está fijado al bastidor, mientras que el otro está fijado al brazo de suspensión que sujeta la rueda.

Cuando la rueda oscila arriba y abajo por efecto de los accidentes del terreno, la barra se deforma a lo largo de su longitud absorbiendo el impacto. Como ocurre en el caso de los muelles helicoidales, normalmente el sistema de barras de torsión se complementa con los amortiguadores hidráulicos.

4.3 SOLUCIONES PARA EL EJE DELANTERO

El sistema clásico utilizado para el eje delantero se basa en un **eje rígido** y en **ballestas** como elemento elástico. La ventaja del sistema de ballestas estriba en su mayor capacidad para soportar la carga, la facilidad de reparaciones de emergencia y su adaptabilidad a diferentes durezas, gracias a la posibilidad de incorporar hojas suplementarias.

Hay otras soluciones basadas en la utilización de **muelles helicoidales** y **amortiguadores**. Por ejemplo, el sistema **McPherson** combina un muelle helicoidal con un amortiguador telescópico en su interior. El extremo superior del conjunto está unido a la carrocería, mientras que el inferior está sólidamente anclado al cubo de la rueda. Las suspensiones de muelle helicoidal y de amortiguadores presentan un mejor comportamiento sobre asfalto, un mayor confort en largos recorridos y menores limitaciones geométricas. Si los comparamos con los de ballestas, cabe citar su peor resistencia a la carga y mayor complejidad de reparación en caso de avería.

4.4 SOLUCIONES PARA EL EJE TRASERO

En el caso de la suspensión trasera existen también diferentes soluciones, pero las más comúnmente utilizadas son las de **brazo oscilante** y las de **sistema Hotchkiss**.

El *sistema Hotchkiss* es un sistema de suspensión no independiente que consiste en un eje rígido que aúna los árboles de transmisión y el diferencial. La función de suspensión propiamente dicha se realiza combinando dos ballestas semielípticas y unos amortiguadores colocados a ambos extremos del eje, entre éste y el chasis.

En cambio, el *sistema de brazos oscilantes* es un sistema independiente que combina la acción de un brazo unido al cubo de la rueda y al chasis, y la acción conjunta de un muelle helicoidal y un amortiguador.

4.5 TIPOS DE SOLUCIONES EN DIVERSOS CONSTRUCTORES DE TODO TERRENOS

Así, entre los constructores más importantes que comercializan sus vehículos en España, podemos comprobar que en el caso del **eje delantero** la mayoría se inclina por la *suspensión independiente*, como el caso de Chevrolet, Ford, Hummer, Lada, Mitsubishi, Opel, Toyota, Nissan, en el caso del Terrano, y Suzuki, en el modelo Vitara. Por contra, Jeep, Land Rover, Mercedes, Nissan, en el caso del Patro, y Suzuki, en el Samurai, optan por la utilización de un *eje rígido* para el eje delantero.

En cuanto al **tren trasero**, la opción mayoritaria es la de *eje rígido*. Excepto Hummer, Nissan, en el Terrano, y Toyota en el modelo Rav4, el resto de modelos equipan con suspensión de *eje rígido*.

En la actualidad, tanto en el caso de eje trasero como en el del delantero, la mayor parte de los constructores optan por la utilización de los muelles helicoidales (junto con amortiguadores) como elemento elástico.

La opción entre suspensión por eje rígido o por ruedas independientes, así como la de entre ballestas y muelles con amortiguadores hidráulicos y brazos oscilantes o de torsión, depende mucho de la utilización a la que vaya destinado el vehículo.

Sin embargo, debido a la creciente demanda de vehículos TT más ambivalentes en campo-ciudad, parece claro que, a la hora de decidir la evolución futura en el área de las suspensiones, la mayor parte de constructores optarán por una mayor versatilidad y confort en el comportamiento de sus vehículos, y adoptarán soluciones de compromiso entre los sistemas adaptados en cada eje.

5.- TRANSMISIÓN

La transmisión en vehículos todo terreno es, sin duda, uno de los puntos clave y más diferenciadores respecto a un turismo. La transmisión está constituida por una serie de elementos que transmiten el giro del motor a las ruedas motrices. Básicamente, los órganos que componen esta transmisión en los todo terreno son los mismos que tradicionalmente se utilizan en los turismos, es decir: el embrague, el cambio de velocidades, los ejes de transmisión y el diferencial.

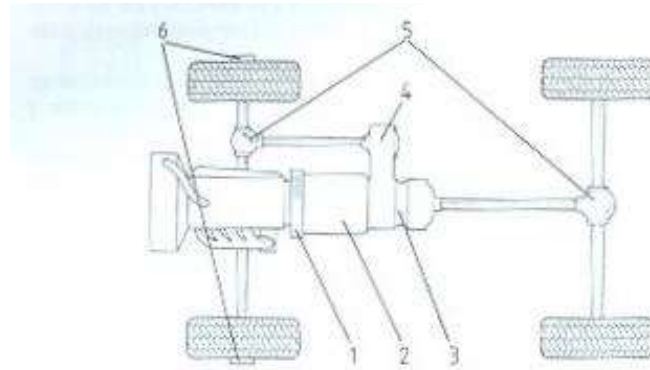


Figura 13. Elementos fundamentales que componen la transmisión de un todoterreno 4x4. 1. embrague; 2. caja de cambios; 3. caja reductora; 4. caja de transferencia; 5. diferenciales; 6. mecanismos de rueda libre en las ruedas delanteras.

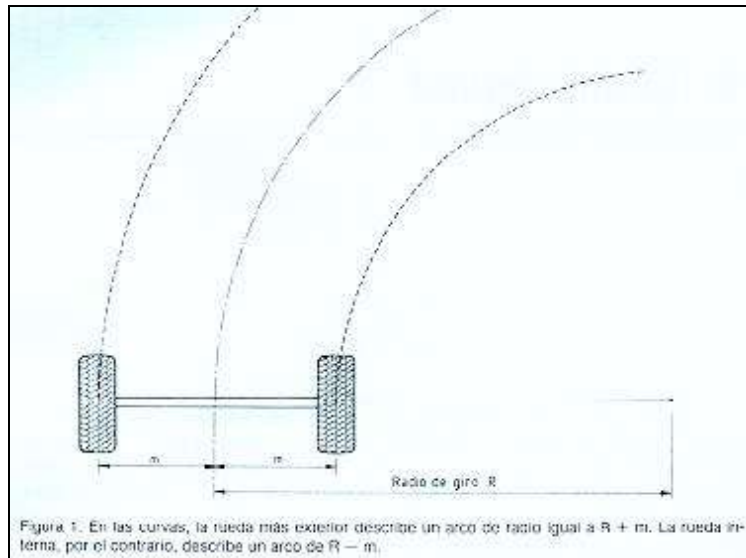
Elementos de transmisión en un todo terreno

Un todo terreno debe ser capaz de enviar y controlar la potencia tractora de su motor a las cuatro ruedas. Además, debe superar zonas trialeras a 10 km/h y debe circular en carretera por encima de los 120 km/h, y todo ello gracias a su sistema de transmisión.

Por ello, este tipo de vehículos incorporan a los elementos de transmisión anteriormente citados, la caja reductora y el diferencial autoblocante. Éste último presenta la particularidad de bloquearse, es decir, deja de transmitir la fuerza del motor cuando una de las ruedas pierde adherencia.

La capacidad de tracción, es decir, la aptitud para transmitir al suelo el par motor alcanza en los modelos de tracción total su máxima eficacia. Al repartir el esfuerzo entre los cuatro puntos de unión al suelo en vez de hacerlo sólo en dos se obtiene un mejor aprovechamiento del coeficiente de adherencia disponible, sea éste de la magnitud que fuere. Los todo terreno fueron pioneros en ir equipados con este tipo de tracción, aunque durante muchos años los sistemas empleados no evolucionaron en absoluto, al conseguir el objetivo buscado mediante caminos más o menos rudimentarios pero eficaces. La popularización de este tipo de vehículos ha llevado a los fabricantes a contar menos con las habilidades del conductor y a crear dispositivos capaces de obtener buenos resultados incluso con conductores absolutamente inexpertos.

El primer inconveniente que plantea un modelo de tracción total es que, en curva, la velocidad de giro de las ruedas del eje delantero y las del trasero son distintas. A su vez, también presentan distintas velocidades las ruedas interiores de cada eje respecto de las exteriores.



Distancia recorrida por cada una de las ruedas en curva

Para subsanar este problema, se instala un diferencial central que permite distintas velocidades de giro entre ambos trenes, así como diferenciales delantero y trasero para absorber las diferencias de velocidad entre las ruedas de un mismo eje.

Este sistema, que permite una marcha fluida en asfalto y que no pone ninguna traba a la hora de efectuar giros, representa un problema a la hora de transmitir la potencia al suelo ya que, en terrenos irregulares y con baja adherencia, basta con que una rueda pierda tracción para que el vehículo quede detenido al escapar todo el par motor por esa rueda debido precisamente al efecto de los diferenciales. Esto, unido a los rozamientos internos que produce la tracción total permanente, llevó en su momento a la mayoría de los fabricantes a utilizar una transmisión con el eje delantero desconectable, de manera que al viajar por asfalto el vehículo utiliza solo la propulsión trasera y al conectar la delantera para entrar en el campo, se prescinde de diferencial central, lo que obliga a que haya al menos dos ruedas, una delantera y otra trasera, sin adherencia para que el vehículo no pueda seguir avanzando. Dispositivos autoblocantes para el eje posterior y bloqueos manuales para el eje delantero y trasero se encargaban de evitar el giro en vacío de las ruedas de cada eje para conseguir que el par estuviera repartido entre las cuatro ruedas incluso en las condiciones de firme más desfavorables.



Ejemplo de diferencial sencillo

Dentro de los elementos que componen un todo terreno, el diferencial es uno de los elementos más característicos. También conocido como grupo cónico, es un elemento reductor ya que baja el número de revoluciones del motor aumentando el par de giro. Pero, además, y muy especialmente, tiene como misión permitir que las ruedas motrices giren a distintas revoluciones según lo exiga el recorrido que realicemos. El problema se presenta si una de las ruedas pierde adherencia, porque todo el par motor se dirige hacia ella. Por eso se utilizan en los todo terreno diferenciales blocantes.

5.1 DIFERENCIALES BLOCANTES

Es el sistema más sencillo y efectivo de anular el efecto del diferencial sobre las ruedas motrices. Es un sistema manual y bloquea el semieje o palier de la rueda en la que se produce el deslizamiento por falta de adherencia. Presenta el inconveniente de que únicamente puede aplicarse estando el vehículo totalmente parado, por lo cual, tan sólo se usa para sacar el vehículo de situaciones comprometidas. Existen en el mercado diferentes soluciones para el bloqueo manual del diferencial. Mediante un comando hidráulico desde el interior, como es el caso de algunos Mercedes de antes, o bien desde el exterior, como es el caso del sistema de rueda libre de Nissan.



Sistema de rueda libre (Nissan)

5.2 DIFERENCIALES AUTOBLOCANTES

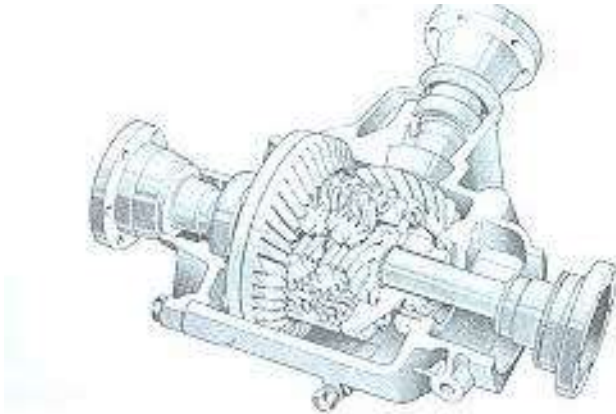
Actualmente, los sistemas más utilizados en los vehículos todo terreno son los de tipo autoblocante, en los que se produce el bloqueo de la acción del diferencial mediante un sistema automático. Existen tres tipos de diferenciales autoblocantes usados de manera generalizada por los constructores: el diferencial Ferguson, el diferencial NOSPIN y el diferencial Torsen.

En los *diferenciales de tipo Ferguson* se usan unos discos de embrague, mediante los cuales se controla automáticamente la diferencia de giro que pueda producirse entre dos ruedas motrices de un mismo eje. El mecanismo regula el envío de mayor fuerza motriz a la rueda que presenta una mayor adherencia, y por lo tanto, unas mejores condiciones para utilizar dicha fuerza, gracias al cual queda contrarrestado el efecto natural del diferencial.

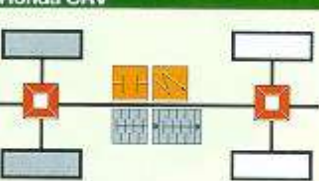
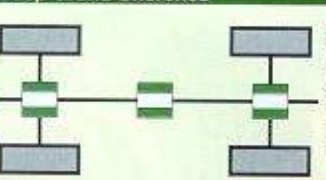
En el caso de los diferenciales autoblocantes del llamado *tipo NOSPIN*, el accionamiento del sistema se produce a través de un mecanismo de deslizamiento y salto. Cuando una de las ruedas pierde adherencia de manera anormal, la acción de los

satélites se desliza hacia el planetario que está girando a mayor velocidad. En consecuencia, la fuerza motriz se traslada sobre la rueda que opone una mayor resistencia, esto es, a la rueda que tiene una mayor adherencia.

Los diferenciales de *tipo Torsen* (Torque Sensor = Sensor de Par), son los de mayor utilización en los turismos de tracción integral. Es la solución más avanzada dentro de los sistemas puramente mecánicos, excluyendo los sistemas electrónicos. A diferencia de los sistemas tratados anteriormente, el diferencial Torsen no espera a que la rueda pierda su adherencia y patine, sino que controla permanentemente la fuerza enviada a cada rueda según su adherencia sobre el terreno.



Diferencial de tipo Torsen

Nissan Terrano II  TRACCIÓN TRASERA con el eje delantero conectable sin diferencial central y con posibilidad de autoblocante posterior o bloqueo manual CUALIDADES ● Robustez ● Simplicidad mecánica ● Menor rozamiento interno en carretera DEFECTOS ● Poca operatividad 4x4 en asfalto ● Desgaste de la transmisión en recorridos largos por campo ● Poco eficaz sin bloqueos 	Toyota Rav4  TRACCIÓN TOTAL permanente con diferencial central viscoso y autoblocante posterior CUALIDADES ● Buena operatividad en carretera ● Sin intervención del conductor ● Peso reducido DEFECTOS ● Ausencia de reductora ● Fiabilidad en largos recorridos 
Toyota Land Cruiser  TRACCIÓN TOTAL permanente con reparto de par diferenciado entre el eje delantero y trasero. Bloqueo del diferencial central al accionar la reductora y autoblocante posterior o bloqueo manual. CUALIDADES ● Buena operatividad en campo y carretera ● Excelente capacidad de tracción ● Robustez DEFECTOS ● Rozamientos internos ● Necesidad de intervención del conductor en los bloqueos 	Honda CRV  TRACCIÓN DELANTERA con el eje posterior acoplable de manera automática CUALIDADES ● Buena operatividad carretera ● Bajo rozamiento interno ● Sin intervención del conductor DEFECTOS ● Menor operatividad en campo ● Fiabilidad en largos recorridos 
Jeep Grand Cherokee  TRACCIÓN TOTAL permanente con reparto de par variable. Diferencial central delantero y trasero con embrague de discos de accionamiento hidráulico y control electrónico. CUALIDADES ● Buena operatividad en campo y carretera ● Excelente capacidad de tracción ● Sin intervención del conductor DEFECTOS ● Fiabilidad en largos recorridos 	BMW X5  TRACCIÓN TOTAL permanente con los tres diferenciales normales y control electrónico de tracción mediante el accionamiento de los frenos CUALIDADES ● Buena operatividad en campo y carretera ● Excelente capacidad de tracción ● Sin intervención del conductor DEFECTOS ● Eficacia limitada en zonas trialeras ● Fiabilidad en largos recorridos 
TIPO DE DIFERENCIAL 1. Diferencial normal 2. Diferencial autoblocante 3. Ferguson 4. Embrague de discos 5. Acoplamiento de doble bomba	TIPO DE BLOQUEO 6. Manual 7. Electrónico 8. Mecánico TIPO DE CONEXIÓN 9. Manual 10. Automática

Diferentes tipos de tracción en los todo terrenos actuales

6.- EMBRAGUE, CAJA DE CAMBIOS Y CAJA REDUCTORA

Dentro del conjunto de elementos que componen la transmisión hemos de referirnos al embrague y a la caja de cambios, así como al elemento distintivo de los vehículos todo terreno: la caja reductora.

La función del *embrague* es la de gobernar el envío de la fuerza de giro del motor a la transmisión, sin necesidad de interrumpir el giro del motor ni afectar al giro de la transmisión. Además aprovechando esta función el embrague posibilita el paso de una velocidad a otra. Sin él serían imposibles los cambios de relación y, muy especialmente, los que implican una gran desmultiplicación.

El tipo de embrague más comúnmente utilizado, tanto en los vehículos todo terreno como en los turismos, es el llamado embrague de disco, o, más concretamente, embrague monodisco de diafragma, que según su accionamiento puede ser mecánico o hidráulico. Este último se utiliza sobre todo en motores de gran cilindrada.

La *caja de cambios* de un vehículo todo terreno no difiere particularmente de las utilizadas en un automóvil de turismo excepto en un aspecto: las relaciones de desmultiplicación.

Básicamente, una caja de cambios se aprovecha del cambio de par que se pueda conseguir, esto es, de los cambios de potencia, mediante el uso de los distintos engranajes en función de las reducciones o aumentos de la velocidad de giro de las ruedas.

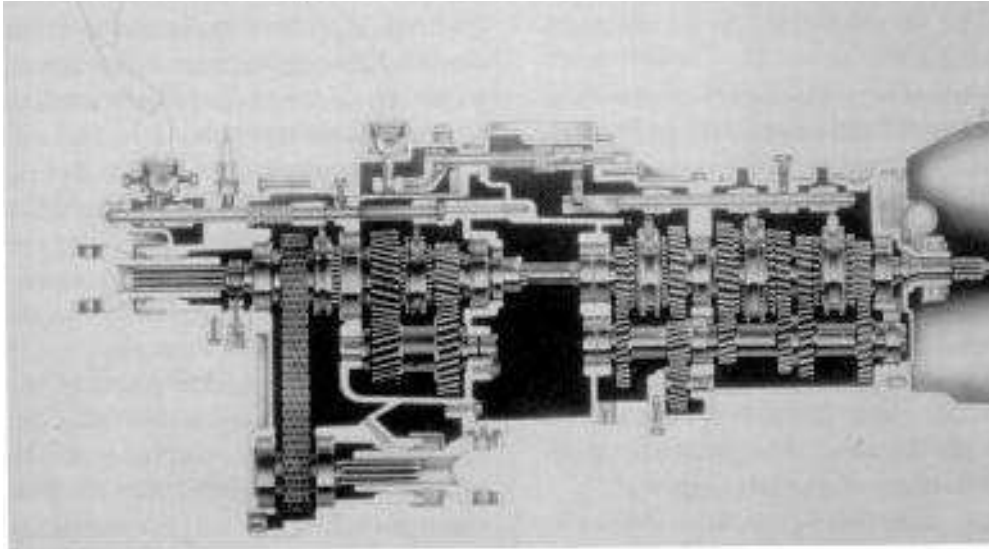
Una caja de cambios consta de un conjunto de ruedas dentadas, o engranajes, que pueden desplazarse a través de unos ejes (primario y secundario) y engranarse entre sí. Estas diferentes combinaciones tienen como resultado el obtener valores de par suficientemente variados como para poder enfrentarse a las distintas irregularidades del terreno, y con sus requerimientos en cuanto a la potencia de tracción.

La *caja reductora o de transferencia* tiene como objetivo el aumentar la gama de reducciones facilitada por la caja de cambios. Básicamente, la presencia de una caja reductora está circunscrita a los vehículos todo terreno. La adopción de este dispositivo, junto con la caja de cambio, pone a nuestra disposición dos gamas de velocidades bien diferenciadas para poder afrontar con buenos resultados los distintos tipos de terrenos por los que podamos circular.

Si se circula por carretera o pistas forestales en buen estado, la resistencia a la adherencia será baja, y por tanto, disminuirán las necesidades de tracción. Por consiguiente, las desmultiplicaciones necesarias serán también moderadas, y el vehículo podrá circular a velocidades considerables. En cambio, cuando circulemos por terrenos abruptos y difíciles, necesitaremos un importante nivel de tracción, es decir, de desmultiplicación, y en ese caso usaremos la caja reductora.

En esencia una caja reductora no es más que una segunda caja de cambios accionada por una palanca diferenciada y que funciona de manera independiente respecto a la caja de cambios propiamente dicha.

En la mayoría de los vehículos todo terreno actualmente comercializados, es el conductor quien debe decidir si utiliza o no esta opción en función de las características del terreno. La operación puede realizarse en marcha, y generalmente una vez engranada la caja reductora se utiliza la propia palanca de cambios para disponer de las consiguientes reducciones de desmultiplicación. Para volver a utilizar la caja de cambios original se realiza la misma operación pero de manera inversa.



Grupo cambio-reductor-repartidor del Suzuki Vitara

7.- MOTOR

La gama de las motorizaciones en los vehículos todo terreno es lo suficientemente amplia y diversificada como para que nos permita encontrar la más adecuada a nuestras necesidades.

En términos generales, *el motor diésel* es menos sensible a las situaciones límites de la conducción todo terreno. Junto a su robustez natural, presenta una mejor impermeabilidad para los vadeos, e incluso puede funcionar totalmente sumergido, si está adecuadamente protegido, gracias a que el encendido no se realiza eléctricamente.

Igualmente la bomba de inyección garantiza la alimentación del combustible aunque el coche esté muy inclinado. En las versiones con turbocompresor, el par motor es más que aceptable frente a las prestaciones de los motores de gasolina.

Son de consumo más reducido, y los niveles de contaminación, gracias a los nuevos catalizadores, son menos intensos.

Como desventaja respecto a los motores de gasolina, puede destacarse que a igual cilindrada resultan más pesados y menos briosos.

El *motor de gasolina*, de construcción más ligera, ofrece una mejor relación peso/potencia, tiene una mayor inmunidad a las bajas temperaturas y resulta de menor coste de fabricación. Sin embargo, es más delicado, menos robusto y tiene un mayor consumo incluso en pequeñas cilindradas.

8.- NEUMÁTICOS

Se trata de un elemento fundamental en los todo terreno. El tipo de neumático que elegiremos para un Jeep dependerá del terreno en el que lo vayamos andar, aunque todos los fabricantes los equipan inicialmente con neumáticos mixtos: permiten la circulación en asfalto y en terrenos nevados, alcanzando velocidades de hasta 160 km/h.

Pero este tipo no es el adecuado para terrenos blandos y rocosos. En general, los neumáticos se pueden clasificar según sus gomitas en:

✍✍ Duras: se utilizan para terrenos llenos de piedras y también en terrenos embarrados. Presentan poca adherencia sobre el asfalto. Presentan un dibujo profundo y bien definido, con los laterales reforzados, para evitar así el desgaste por el frotamiento con superficies duras.

✍✍ Blandas: son elásticas para permitir su utilización a baja presión. Su grabado es de formas suaves.

✍✍ Mixtas: son las más utilizadas, ya que se trata de un compromiso entre los dos anteriores tipos.

En cuanto a su estructura interna, los neumáticos se pueden clasificar en:

✍✍ Estructura cruzada: son los más económicos y se utilizan para el transporte ligero. Como desventaja ofrecen una mayor resistencia al avance y tienen que emplearse a su presión óptima. Si se reduce la presión, se obtiene una sección cóncava de la banda de rodadura, con lo que se disminuye su adherencia.

✍✍ Estructura radial: Son los que habitualmente se montan en serie en los jeep. Ofrecen una mayor resistencia al desgaste y pueden inflarse o desinflarse en función del terreno en el que se van a utilizar.

Las dimensiones de los neumáticos también han de tenerse en cuenta, ya que una sección ancha endurece notablemente la dirección, provocando una fatiga prematura de los elementos que la componen. Su comportamiento será mejor en terrenos arenosos, pero disminuirá su adherencia en terrenos embarrados. Además, un aumento del diámetro hará que se incremente la velocidad, pero disminuirá la potencia.

9.- LLANTAS

Se distinguen dos tipos en función del material con el que se construyen:

✍✍ De acero: son los más utilizados debido a su menor coste económico. Tienen la ventaja de que se deforman antes de romperse, al recibir un fuerte golpe.

✍✍ De aleación: son más resistentes a los impactos, y se rompen ante un fuerte golpe, en vez de deformarse. Son más ligeras e inmunes a la corrosión, pero son más caras. Además, pueden ser de una sola pieza o desmontables.

10.- SEGURIDAD EN LOS TODO TERRENO

Su peculiar construcción y las características que les hacen vehículos de excepcional movilidad fuera de la carretera no facilitan que los todo terreno alcancen un nivel de seguridad activa similar a los de los más modernos turismos.

Aunque cada vez están más cerca de los turismos y puede considerarse que en los últimos tiempos han evolucionado a pasos agigantados, en contra de lo que la mayoría de la gente piensa los todo terreno no alcanzan el nivel de seguridad de los turismos convencionales, a pesar de su imagen de robustez. Si conviene distinguir, sin embargo, en cuanto a seguridad activa y pasiva.

Su construcción, que en la gran parte de los modelos no responde a una estructura monocasco (más ligera y con zonas de deformación en caso de choque, pero no de ejemplar resistencia a la torsión), sino a un chasis de largueros y travesaños, condiciona el comportamiento dinámico. Esto, junto a otros elementos diseñados específicamente para permitir circular sin problemas fuera del asfalto (neumáticos de campo, suspensiones de mayor recorrido...), tiene sus repercusiones en la seguridad activa.

En el caso de impacto contra un objeto fijo o de poca deformación, como un muro, por ejemplo, un todo terreno que emplee el tradicional sistema de chasis de escalera no posee una estructura que absorba parte de la fuerza que genera el impacto, tal como lo hace un turismo. Esto tiene como consecuencia que los pasajeros sufrirán unas deceleraciones superiores a las que se producirían en un turismo, incluso aunque el vehículo cuente tanto con airbag como con un cinturón de última generación con pretensores que eliminen las holguras.

Sí hay, sin embargo, un caso en el que un todo terreno puede salir más beneficiado que un turismo, en determinados choques contra otros turismos más pequeños y de carrocería más blanda. Aquí el todo terreno está beneficiado por su mayor rigidez y, por lo general, su peso es superior, lo que hace que el turismo tenga todas las de perder en condiciones normales. Además, su mayor altura puede ser un causante de perjuicios adicionales para el turismo, ya que en caso de impacto lateral, los paragolpes del todo terreno se sitúan a una altura que, en muchas ocasiones, hacen poco útiles las barras de refuerzo en las puertas en los turismos, que evitan la intrusión de objetos a los airbags laterales, pues el todo terreno chocará a la altura de la ventanilla. Debido a su mayor altura los todos terrenos pasan las mismas pruebas de homologación que los turismos a excepción de la de impacto lateral.

En general gran parte de los accidentes en los que están implicados los todos terrenos acaban en vuelco debido a que su mayor altura eleva la cota del centro de gravedad del vehículo.

El ABS en los todo terreno

La eficacia del ABS sobre asfalto queda fuera de toda duda incluso en un todo terreno, pero la cosa se complica cuando nos adentramos en el campo. En estas circunstancias, el ABS sigue cumpliendo su misión de no bloquear las ruedas y mantener la capacidad de cambiar de dirección incluso con el pedal del freno pisado a fondo, pero también puede alargar la frenada más de lo deseable, ya que sobre firme irregular los rebotes tienden a descargar la rueda y hacen que el ABS actúe antes de lo necesario. Además, no se pueden bloquear momentáneamente las ruedas para que se acumule la tierra o la nieve por delante del neumático, lo que ayuda a reducir la distancia de frenada.

11.- EL TODO TERRENO INTELIGENTE

Con la llegada del nuevo milenio se ha entrado de lleno en la era de la nueva tecnología y el mundo del automóvil, no podía ser menos y se encuentra inmerso en una profunda revolución capitaneada por la electrónica.

Los vehículos todo terreno durante años atascados en el desarrollo tecnológico, constituyen hoy día el estandarte de algunas marcas, aportando imagen y prestigio a sus productos. Es lógico, por tanto, que los fabricantes introduzcan en sus vehículos 4x4 los últimos avances, ligados estrechamente con la electrónica.

Para analizar la repercusión que tiene la electrónica en los todo terrenos nos centraremos en cuatro elementos importantes en un todo terreno.

11.1 TRANSMISIÓN

El desarrollo de nuevos sistemas de tracción y sobre todo la aparición de la electrónica han hecho que pasemos de un sistema más o menos simple y único, que los todo terreno tradicionales siguen utilizando, a una variedad casi interminable de sistemas de tracción total, en los que predominan los que no requieren apenas intervención del conductor.

El máximo exponente de este planteamiento lo ofrecen modelos como el Mercedes Clase M o el BMW X5, en los que la transmisión es absolutamente convencional, es decir, con tres diferenciales normales. Un sistema electrónico de control de tracción que activa los frenos de cada rueda de manera independiente se encarga de sustituir los bloqueos de diferencial frenando la rueda que toma más velocidad hasta que ésta se iguala con las demás, todo ello de manera completamente automática. Aquí, el conductor se limita a acelerar; el sistema hace el resto.

Otros modelos, ni siquiera disponen de tracción total permanente, funcionan en condiciones normales como un tracción delantera y cuando se produce un patinamiento la propulsión trasera se conecta de forma automática, con lo que se consigue evitar rozamientos internos y mejorar así las prestaciones y el consumo cuando no es imprescindible disponer de la tracción total. El Honda CRV, el Land Rover Freelander y el Renault Scénic RX4 son los modelos que utilizan este sistema. Mientras el Scénic y el Freelander utilizan un mecanismo más convencional a través de un acoplamiento viscoso, el sistema de Honda recurre a un mecanismo similar, pero con un accionamiento hidráulico. Dos bombas solidarias a los ejes delantero y trasero respectivamente se encargan de generar una presión que cuando las ruedas giran a igual velocidad es estable y mantiene los discos separados. En el momento en el que el tren delantero patina, el aumento de velocidad del eje delantero genera un incremento de presión en su bomba, lo que hace que los discos presionen unos contra otros y se pase el par necesario al eje trasero.

Pero hoy en día la electrónica ha llegado a otros aspectos de un todo terreno. Las nuevas cajas de cambio automáticas presentan un sistema de control electrónico que mejora la suavidad de marcha, proporcionando puntos de cambio de marcha más precisos y consistentes. El módulo que gestiona el cambio de velocidades se comunica con la tarjeta que controla el motor, de forma que entre ambos seleccionen parámetros como la cantidad de combustible o la estrategia de cambio simultáneamente. El resultado es un par motor preciso en el punto de

cambio, proporcionando una transición exacta y suave, todo ello sin perjuicio de poder seleccionar un modo "manual" que sigue los parámetros de una transmisión convencional.



Además, el módulo de control es capaz de bloquear el convertidor de par en todas las marchas cuando sea ventajoso, por ejemplo, a velocidades estables para ahorrar combustible o para optimizar la capacidad todo terreno en cortas, o bien, disponer de la máxima capacidad del freno-motor.

Mediante unos sensores de giro en las ruedas conectadas con una centralita electrónica, dispondremos de un sistema de tracción electrónica. Este sistema compara la velocidad de rotación de cada rueda y distribuye el par motor en función de las necesidades de cada una de ellas. Su planteamiento es diferente en función de las marchas en que circulemos, cortas o largas adaptándose en cada caso a las necesidades reales. Este sistema minimiza las pérdidas de tracción, funcionando si es necesario como un bloqueo de diferencial.

De activación manual podemos disponer de un sistema de control de descenso que, actuando simultáneamente sobre la transmisión y el motor limite la velocidad del vehículo, desviando incluso el esfuerzo de frenado hacia el eje de ataque, lo que nos permite alcanzar una mayor estabilidad durante la maniobra.

11.2 SUSPENSIÓN

Fundamental en el comportamiento y, por tanto, en la seguridad en la conducción de un vehículo, la suspensión puede ser controlada mediante un sistema electrohidráulico o electroneumático.

El uso de resortes neumáticos conjuntamente con una tarjeta electrónica de control y un compresor de aire, permiten mantener constante la altura del vehículo al suelo, independientemente de la carga, mejorando el confort y el comportamiento aerodinámico del vehículo a altas velocidades.

Este sistema autonivelante puede proporcionar en determinadas circunstancias una altura de la carrocería adicional, muy útil cuando circulamos por terrenos escarpados o en caso de contacto de los bajos del vehículo con piedras o roderas; además ofrece una mayor longevidad y un rendimiento muy homogéneo a lo largo de su vida útil.

El mini-ordenador controla en este caso la carga sobre las barras estabilizadoras, permitiendo el control del balanceo de la carrocería en curvas, transmitiendo un nivel de seguridad muy superior al ofrecido por los sistemas antibalanceo tradicionales. Este sistema permite adaptar las suspensiones a

firmes tan dispares como son las autopistas o los caminos más duros y difíciles, compaginando en todo momento tracción óptima y máximo confort.

11.3 MOTOR

Hoy en día es difícil encontrar un motor cuya gestión no sea electrónica. Los propulsores de gasolina disponen de encendido electrónico, abandonando el tradicional “delco” de platinos y distribuidor rotativo. Un sistema que genera impulsos proporciona la energía necesaria para que salte la chispa en las bujías. La alimentación a base de carburadores ha dado paso a sistemas de inyección controlada electrónicamente. Y gracias a este avance se ha conseguido que en función de varios parámetros, y en base a una cartografía electrónica, se regula la alimentación de combustible, momento en que salta la chispa y el cruce de válvulas.

Los motores de ciclo diesel han experimentado un considerable auge amparados en la electrónica. Avance de la inyección, cantidad de combustible, recirculación de gases o presión del turbo, son algunos de los parámetros que se rigen totalmente por tarjetas electrónicas que permiten obtener el máximo rendimiento de la mecánica con el mínimo consumo y un control exhaustivo de los gases de escape. El equipo se completa con sondas que proporcionan un control riguroso de la temperatura del agua, del aceite, el sensor de picado de la bielas, o el control de la precisa relación aire-combustible se da en la mezcla.

11.4 SEGURIDAD

El sistema antibloqueo de los frenos mundialmente conocido como ABS, compara la velocidad de giro de las ruedas de forma que si alguna de ellas se bloquea, al aplicar los frenos la libera mediante un sistema de regulación electrónica de la presión de frenado. El sistema que en determinadas circunstancias puede alargar la distancia de frenado permite mantener la direccionalidad, y por tanto, el control del vehículo.

En combinación con el sistema ABS funcionan los sistemas de control de tracción o antipatinaje. En condiciones límites de adherencia, nieve o barro, la tarjeta electrónica del ABS detecta la diferencia de velocidad de giro entre las ruedas, controlando la potencia del motor a través de la centralita que lo regula. Sensores y módulos de gestión trabajan en estos casos conjuntamente intercambiando información y seleccionando en milésimas de segundo la mejor actuación en cada uno de ellos.

Inmersos en un mundo dominado por la tecnología, no hay vuelta atrás; avanzamos de la mano de todo tipo de microchips, amparados por sus incuestionables ventajas. Pero no hay que olvidar que una simple pieza de cuatro duros puede dejar plantado nuestro 4x4 de cinco millones en mitad del desierto. ¡Es la electrónica!.

12.-BIBLIOGRAFÍA

✍✍ “Todo sobre el todo terreno”. Editorial de Vecchi, equipo de expertos 2100. Colección deportes. Año 1995.

✍✍ “4x4. Manual del mecánico”. Miguel de Castro. Ediciones CEAC, 1992, Barcelona.

✍✍ Publicación Coche Actual.

✍✍ Revistas:

✍✍ “Autopista”. Suplemento al nº 2.153.

✍✍ “Todo Terreno”. Octubre 2000.

✍✍ “4x4 SoloAuto”. Agosto 1999.

✍✍ “Catálogo autoverde 4x4 nº7.

✍✍ Webs:

✍✍ www.eskimo.com/~eliot/awd.html

✍✍ www.awdondline.com

✍✍ www.4x4.nu/ramon/equip2.htm