

COMPLEJO EDUCATIVO DE CHESTE(DPTO AUTOMOCIÓN).
Ctra. Cheste - València, s/n ☎: 96 252 55 63 FAX: 96 252 55 86.
46018761@centres.cult.gva.es46380-CHESTE (València) .



“LOS CRASH TESTS”

- 1º CICLO SUPERIOR DE AUTOMOCIÓN.
- 2º LETRA J.
- 3º LOS CRASH TESTS.
- 4º I.F.P.S NÚMERO 2 COMPLEJO EDUCATIVO DE CHESTE (VALENCIA).
- 5º PEDRO IZQUIERDOSANTANDREU//JOSÉ VICENTE GAVILÁ GIL.
- 6º JAIME FENOLL CASTELLÓ.

1. SINIESTRALIDAD EN LAS CARRETERAS ESPAÑOLAS.

La siniestralidad en las carreteras ha estado presente desde que existen los automóviles, y ha sido un gran problema, ya que se producían bastantes muertes en la carretera por culpa de los accidentes de tráfico.

En los últimos 50 años aproximadamente se ha estado buscando soluciones para reducir en medida de lo posible los muertos y heridos en las carreteras, primeramente creando normas de circulación para todos para concienciar a la gente de lo que es llevar un vehículo y también en la seguridad de los vehículos, para que en caso de accidente, podamos minimizar todo lo posible los daños ocasionados a los ocupantes del vehículo. En los últimos 4 o 5 años las personas que han perdido la vida en las carreteras españolas se ha ido reduciendo paulatinamente hasta valores de hace 40 años cuando el parque automovilístico español era muy inferior al de hoy en día. Esto indica que uno de los factores que ha hecho disminuir los fallecidos en las carreteras ha sido el incremento de la seguridad activa y pasiva en los vehículos, además de el endurecimiento de las sanciones para los infractores, el carné por puntos que entró en vigor el 1 de julio de 2006, la nueva reforma del código penal que ha entrado en vigor el 6 de diciembre de 2007 y también otro punto que hay que tener en cuenta y ha influido en gran medida en el descenso de los víctimas mortales en siniestros en la carreteras, ha sido, las mejoras de las carreteras y eliminación de puntos negros que se han ido realizando en los últimos tiempos.

Aunque en este periodo de tiempo se ha reducido las muertes y la siniestralidad en las carreteras españolas, las causas de que todavía se den las escalofriantes cifras de perdidas humanas en la red viaria española siguen siendo como principales, fallos humanos, bien sea por despistes, el exceso de velocidad, el consumo de alcohol y sustancias estupefacientes, es uso del móvil, el no utilizar el cinturón de seguridad en los coches y el casco en el casco de las motocicletas y la conducción temeraria. Por estas razones principales de los accidentes mortales se ha estado endureciendo las sanciones, se ha sacado el carné por puntos y se ha realizado la última y reciente reforma del código penal en diciembre de 2007.

También como se ha dicho al principio uno de los factores que ha hecho reducir las muertes en carretera ha sido la fabricación de coches mas seguros, es decir con mas y mejores sistemas de seguridad que años anteriores, tal y como lo exigen las normativas europeas que cada vez son mas exigentes en este punto. Estos vehículos deben de pasar unas series de pruebas, bastante rigurosas, de colisiones desde distintos lugares y a distintas velocidades, para así obtener el certificado europeo y poderse comercializar

NIVEL DE RIESGO DE LAS CARRETERAS ESPAÑOLAS

En las carreteras españolas a lo largo del año se producen bastantes accidentes de mortalidad. El **11 %** de las carreteras españolas tienen un riesgo alto o medio-alto de peligrosidad, por lo que hace este dato es que el 63 % de las carreteras tenga un riesgo bajo o medio bajo. En las carreteras españolas existen varios puntos muertos pero **el más peligroso sigue siendo el tramo de la nacional 340 entre Alicante y Murcia**; por otra parte la comunidad donde se han registrado mayor numero de accidentes es Asturias con un 25%, mientras que Madrid es la comunidad donde menos accidentes, esto hace que sea la comunidad con el mayor porcentaje de puntos con el riesgo bajo, 94%.

2-SEGURIDAD ACTIVA.

Los sistemas de seguridad activa están conformados por todos aquellos dispositivos o elementos que ayudan a controlar el vehículo para evitar que un accidente suceda. Algunos de estos elementos pueden ser muy obvios como las llantas, frenos, luces, etc., mientras que otros son de mayor tecnología y de funcionamiento desconocido para la mayoría de la gente como lo son: ABS, control de tracción, etc. Para lograr una buena seguridad activa, es necesario que el coche cumpla al máximo posible una serie de características, como son:

- Buena estabilidad direccional: es el resultado del reglaje de la suspensión del tren de rodaje y de su estabilidad en curvas. También desempeñan un papel importante la precisión de dirección, la potencia de frenado y la estabilidad de frenado.
- Buena seguridad perceptual: se mejora mediante una estructura de iluminación del vehículo bien diseñada y una buena visibilidad (visibilidad panorámica, visibilidad clara hacia atrás con el ángulo muerto mantenido lo más pequeño posible).
- Buena seguridad operacional: se consigue gracias a la distribución lógica de todas las palancas de control e interruptores. Todos estos elementos deben estar ubicados en la posición óptima, de modo que sean fácilmente accesibles para el conductor.

Un nivel elevado de seguridad activa previene situaciones de riesgo, ya sea trate de situaciones imprevisibles desencadenadas por factores externos más allá del control del conductor o situaciones de las que el conductor es parcialmente responsable, por ejemplo debido a una distracción. Muchos de los elementos de comodidad actuales también incrementan la seguridad activa. El sensor de lluvia es un buen ejemplo de ello: al reducir el esfuerzo del conductor, brinda una comodidad óptima. Al mismo tiempo, asegura que el conductor goce en todo momento de una buena visibilidad a través del parabrisas, potenciando así la seguridad activa. Otro ejemplo es el climatizador automático: manteniendo un ambiente agradable en el habitáculo, por una parte mejora el bienestar de los ocupantes y por otra previene lapsus de concentración. Los ensayos han demostrado que cuando la temperatura en el interior del vehículo es de **27 °C**, el conductor deja de percibir un seis por ciento más de señales visuales y acústicas que a **21 °C**. Junto con los elementos de la seguridad pasiva, las características de la seguridad activa ayudan a asegurar una protección óptima para todos los ocupantes del vehículo.

Por otro lado, los neumáticos constituyen uno de los elementos más importantes dentro de la seguridad activa de cualquier vehículo, ya que de su estado y composición depende nuestra adherencia al pavimento de la calzada, si los neumáticos se encuentran en buen estado se puede frenar y virar en superficies secas y mojadas de manera segura. También son muy importantes las luces, que si se encuentran en buenas condiciones, nos permiten ver y ser vistos con la suficiente antelación, pudiendo evitar posibles accidentes.

Control de tracción (ASR, TCS, etc...): Este sistema detecta cuando una de las ruedas de tracción (delantera en tracción delantera o trasera en tracción trasera) está patinando y ha perdido “agarre”, entonces actúa disminuyendo la potencia en esa rueda, mejorando la tracción y el control del vehículo.

Frenos anti-bloqueo (ABS): Este sistema se activa cuando al frenar bruscamente el sistema detecta un bloqueo de alguna de las ruedas, ya que en caso de bloqueo de alguna de las ruedas perderíamos estabilidad, y en caso de que se bloquease una rueda motriz, además de estabilidad perderíamos la dirección del vehículo. El ABS actúa descargando momentáneamente la presión y reponiéndola de nuevo en aquellas ruedas bloqueadas. El resultado es una menor distancia de frenado y un mejor control del vehículo durante un frenado de emergencia.

Bloqueo electrónico del diferencial (EBD, etc.): Cuando damos una vuelta en nuestro coche las ruedas que van por la parte interna de la curva recorren una menor distancia que las ruedas que van por la parte externa, esta diferencia es compensada por el diferencial. Sin embargo, si el vehículo patina (por ejemplo en una arrancón) es muy probable que una de las llantas de tracción gire más rápido que la otra (normalmente gira más rápido la que tiene menos peso, o sea, la del lado del acompañante si se viaja solo) perdiendo tracción y estabilidad. El sistema EBD detecta si un neumático gira más rápido que el otro y bloquea el diferencial para no perder potencia y avanzar de manera segura.

Control de estabilidad (ESP, DSC, .etc.): Este sistema es de gran utilidad, ya que detecta si el vehículo durante una curva o maniobra evasiva pierde su trayectoria ideal (se va de frente, gira en exceso, etc....) y recupera esta trayectoria frenando independientemente las ruedas del vehículo.

SISTEMAS DE CADA MARCA.

Servofreno de emergencia (BAS mercedes).

Sistema que amplifica la asistencia del servofreno si el conductor pisa rápidamente el pedal. Según distintos estudios, la mayoría de conductores no presiona suficientemente el pedal ante una frenada de emergencia. Este sistema lo compensa aumentando la asistencia, para alcanzar la máxima capacidad de frenado que pueda dar el coche. Entre otros nombre, se conoce como BAS, acrónimo de Brake Assist System.

Porsche Dynamic Chassis Control (PDCC).

Contrarresta los movimientos de balanceo peligrosos del vehículo, como sucede en curvas cerradas o difíciles, por medio de barras estabilizadoras activas (en ambos ejes). Las barras son capaces de retorcerse gracias a que actúan unos motores basculantes hidráulicos, contrarrestando las fuerzas transversales. Sobre superficies irregulares, el sistema evita además el tan temido "**efecto barca**".

Porsche Traction Management (PTM) .

Es un sistema de tracción total permanente inteligente, que regula la distribución de fuerzas y la compensación de revoluciones entre los ejes delantero y trasero a través de un bloqueo de regulación electrónica incorporado de serie. El PTM distribuye el par motor de forma activa y lo dirige allí donde resulta más efectivo. Dependiendo de la situación de conducción, hasta el 100% del par motor puede ser dirigido hacia el tren delantero o el trasero.

RENAULT.

También son elementos de seguridad activa las estructuras realizadas en **aceros TTHLE (muy alto límite elástico)** y Dual Phase (que ofrecen un excelente comportamiento estructural a la hora de realizar piezas por embutición).

Las luces de giro y las autodireccionables.

El SAFE de Renault, cuando detecta un hundimiento repentino de al pedal de freno interpreta que se esta realizando una frenada de emergencia, y produce una sobrepresión en el circuito de frenos, mantenida hasta que el conductor cese la presión sobre el pedal.

Volvo “City Safety”.

Volvo presenta el “City Safety”, un sistema que previene las colisiones a baja velocidad típicas del tráfico urbano **(75% de las registradas)** y que pretende introducir en toda su gama dentro de dos años. El sistema emplea un radar óptico integrado en la parte superior del parabrisas, a la altura del retrovisor, para controlar el tráfico delantero en un margen de 6 metros.

Basándose en la distancia con el objeto que está delante y la propia velocidad del coche, el sistema realiza un cálculo 50 veces por segundo para determinar la velocidad de frenado necesaria para evitar una colisión. Si la fuerza de frenado calculada supera un nivel determinado sin que el conductor responda, el riesgo de colisión se considera inminente. En ese caso, **“City Safety”** activa los frenos del coche o desactiva el acelerador. Si la diferencia de velocidad relativa entre los dos vehículos es inferior a los 15 km/h, el sistema puede ayudar al conductor a evitar la colisión por completo. **Entre 15 y 30 km/h**, el objetivo se centra en reducir la velocidad al máximo antes del impacto.

“City Safety” tiene las mismas limitaciones que todos los sistemas de radar convencionales: niebla, nieve o lluvia intensa. Por eso, es fundamental mantener el parabrisas limpio. Si el sensor está bloqueado, el conductor recibe una alerta a través de la pantalla de información del coche para avisarle de que debe limpiar el parabrisas.

3- SEGURIDAD PASIVA.

Su función es reducir al máximo las consecuencias en los accidentes. Las estadísticas reflejan claramente qué tipos de accidentes ocurren hoy en día con los vehículos, pero aun así es bastante difícil definir los niveles de seguridad óptimos.

Algunos datos:

Choque frontal: 60% de los accidentes.

Choque lateral: 25% de los accidentes.

Vuelco, incendio y choque posterior: 15% de los accidentes.

CARROCERÍA: en todo lo que concierne a la seguridad, la integridad de los ocupantes es un objetivo principal. Por este motivo la estructura de los coches se diseña para que se deforme de tal forma que haga de escudo al habitáculo en el cual está la cédula de supervivencia, rígida e indeformable.

COLISIÓN FRONTAL: tirantes delanteros para que se deformen y doblen predeterminadamente, disminuyendo y absorbiendo la fuerza de choque. Travesaños entre tirantes que permiten distribuir las fuerzas del choque aunque este se produzca en un lateral.

Los refuerzos en las puertas y su acoplamiento en los montantes, garantizan altos valores de resistencia al aplastamiento. Los travesaños longitudinales y transversales dan mayor solidez al piso del coche y reducen al máximo las deformaciones del pedalier.

COLISIÓN LATERAL: las protecciones de las puertas, compuestas por barras de perfiles específicos y de aceros de alta resistencia.

Las excelentes dimensiones de los largueros, la cuidadosa unión entre los diversos elementos, sin olvidar los materiales utilizados para los paneles de puertas u otros son las soluciones principales para conseguir un alto grado de seguridad y en todo caso facilitar la asistencia y socorro de los ocupantes. En caso de vuelco, se realizan test de aplastamiento donde se observan los resultados de los diseños de techos y montantes del coche, dándoles el grado de rigidez necesaria.

AIR-BAG: existe una zona de peligro en choques frontales, que oscilan entre los **20 y 50 Km/h**, y está demostrado por los accidentes en los que el pasajero ha sufrido lesiones. En estas circunstancias las lesiones sufridas por los pasajeros del coche, se localizan en la mayoría de las ocasiones en la parte superior del tronco. Es por tanto que las consecuencias producidas por este tipo de accidentes afectan muchísimo a la cabeza.

El air-bag es un sistema de seguridad que protege a los ocupantes de las plazas delanteras (hoy en día a las traseras también), en caso de colisión del vehículo contra un obstáculo, disminuyendo el riesgo de contacto del cuerpo con las partes interiores del coche.

COMO FUNCIONA: un sensor mecánico de deceleración, oportunamente calibrado, mide la condición de choque (a partir de **18 Km/h** aproximadamente), e inicia mediante dos detonadores la reacción de un compuesto químico que produce nitrógeno. El nitrógeno infla instantáneamente el cojín de tejido sintético, alojado en el centro del volante del vehículo. Pero hoy en día existen otro tipo de air-bag de tipo electrónico, en el que nos detenemos para ver cómo funciona.

AIR-BAG ELECTRÓNICO:

Una centralita dotada de dos sensores, uno electrónico de deceleración junto a un sensor mecánico de consenso detecta un choque violento y a través de un detonador eléctrico, provoca la reacción de un compuesto químico que produce gas. Este gas infla uno o más cojines de fibra, colocados oportunamente en el volante, frente al conductor y otro en el salpicadero frente al acompañante. La intervención se produce al instante, el sistema interviene cuando el coche sufre una deceleración equivalente a la que se produce ante un choque frontal.

PRETENSORES: un elemento básico para la seguridad de los pasajeros, es el uso de los cinturones de seguridad, sin ellos el riesgo de ser expulsado del coche o golpearnos con el interior es muy alto. **QUE ES EL PRETENSOR:** es un dispositivo que adelanta la retención y la adherencia al cuerpo, de los cinturones de seguridad. Enrolla unos **8 ó 9 centímetros** de cinta del mismo cuando detecta por medio de un sensor, que se está produciendo un accidente importante.

F.P.S (SISTEMA DE PREVENCION DE INCENDIOS): en los coches modernos, la utilización de bombas de gasolina eléctricas, eran las causantes de un número elevado de incendios, por esta razón se utiliza el interruptor inercial.

INTERRUPTOR INERCIAL: es un dispositivo de seguridad que interrumpe en caso de choque la alimentación de corriente de la bomba de combustible.

Este dispositivo nos permite de igual manera, poder volver a arrancar el coche una vez ocurrido el accidente y se este en condiciones de reanudar la marcha.

Si el mecanismo del interruptor, está sometido a una fuerte aceleración debido al impacto del choque, este interviene interrumpiendo la alimentación de la bomba de gasolina o de la masa del relé de la electroválvula de parada en los coches diesel. De esta manera la presión de los conductos de alimentación y en los inyectores disminuye instantáneamente, el motor se apaga y si se dañasen los conductos de combustible no habría pérdidas de este.

4-ESTRUCTURAS DE DEFORMACIÓN PROGRAMADA.

Los conductores mayoritariamente cuando compramos un coche nos fijamos más en el color y diseño de la carrocería que en su estructura. También prestamos atención a los elementos de la llamada seguridad pasiva, como los cinturones o los airbag. Pero no somos conscientes del importante papel que juega la estructura de carrocería en términos de proteger la vida de los ocupantes del automóvil en caso de accidente.

Los sistemas de seguridad pasiva actúan cuando se produce un accidente, y son los encargados de proteger a los ocupantes del vehículo en estas circunstancias. Así, son elementos de seguridad pasiva el cinturón de seguridad y los airbags, entre otros, pero la estructura de la carrocería adquiere una función muy importante en este tipo de seguridad.

Para estimar un buen comportamiento de la estructura en caso de choque, hay que tener en cuenta que leyes físicas inevitablemente intervienen en un impacto. De los pesos, la carga y los ocupantes se desprenden fuerzas estáticas. Las aceleraciones y desaceleraciones generan fuerzas dinámicas. Además, el coche también tiene una energía cinética procedente de su masa y la velocidad.

En caso de impacto, **la carrocería debe soportar todas estas fuerzas y evitar que, mientras absorbe esa energía,** la desaceleración alcance a los pasajeros. Durante la colisión se produce una deceleración, ya que el coche pasa a tener una velocidad cero. La rapidez con que se produce ese cambio es lo que determina la gravedad del accidente. Los especialistas miden esa deceleración en "g", una unidad equivalente a la gravedad (9'8 metros por segundo). El cuerpo humano sufre lesiones a partir de los 10 g" y no es capaz de soportar los treinta.

CARROCERÍA DE DEFORMACIÓN PROGRAMADA.

Cuando se produce un accidente y el vehículo impacta un objeto rígido, su estructura se somete a una violenta desaceleración, la cual es finalmente transmitida a sus ocupantes. En estos casos, la estrategia considerada en el diseño de los vehículos actuales para proteger a sus pasajeros es dotarlos de zonas de deformación programada en sus extremos, y de un habitáculo rígido que asegure la integridad de la cabina.

Así pues, se crean unas zonas de deformación programada, las cuales se ubican en el sector delantero y trasero del vehículo, y están diseñadas para absorber la mayor cantidad de energía posible en caso de impacto. La absorción de energía se realiza principalmente a través de las deformaciones de piezas específicamente diseñadas para cumplir esta función, junto con la dispersión de las cargas hacia los demás sectores del vehículo.

En la seguridad pasiva del vehículo existen estos elementos, conjuntos o sistemas que ayudan a minimizar las consecuencias en los accidentes de tránsito, es por esto que se han ido incorporando materiales y estructuras que brindan diferentes propiedades y

características listas para responder de forma fiable a los problemas y necesidades que se puedan presentar ante una colisión, teniendo ante todo una óptima calidad, seguridad y comodidad.

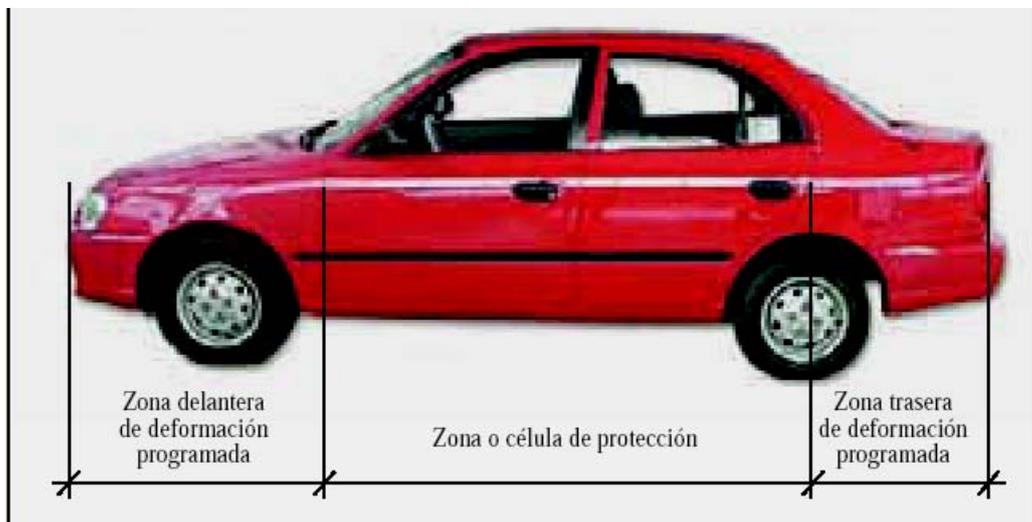
De esta forma, la absorción de parte de la energía del impacto efectuada por las zonas de deformación programada, permite reducir la cantidad de energía que deberá absorber el compartimiento de pasajeros, y finalmente los ocupantes. Esto se traduce en pasajeros expuestos a aceleraciones de menores magnitudes, lo cual reduce la gravedad del impacto que “sienten” los pasajeros del vehículo, lo que nos lleva a hablar de la protección estructural.

La protección estructural:

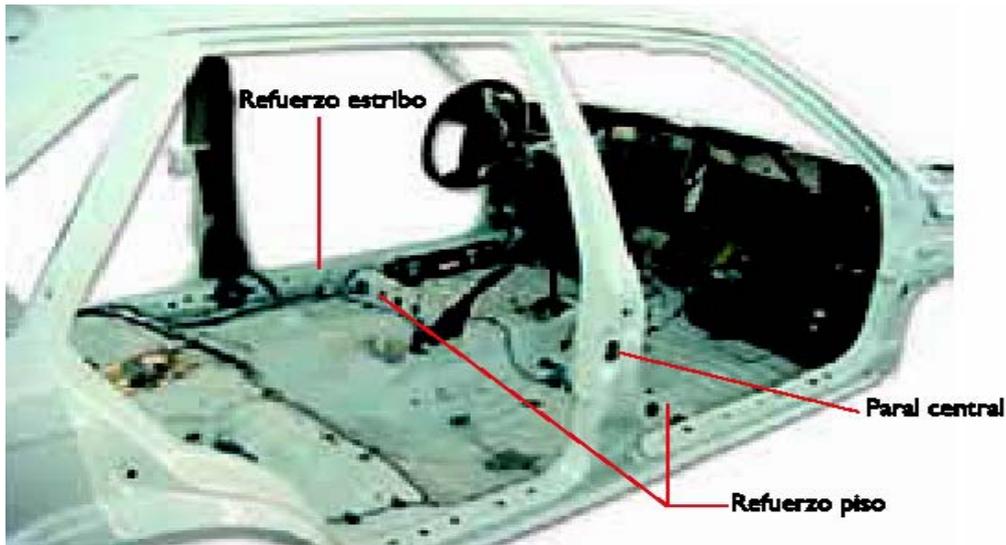
Los fabricantes de vehículos continuamente realizan pruebas para estudiar la deformación de la carrocería, con estos resultados se hacen modificaciones y se incorporan nuevos diseños, tendientes a minimizar las consecuencias para el conductor y sus ocupantes en un accidente de tránsito.

De acuerdo a su diseño estructural, en el vehículo se definen tres zonas principales, que son:

- Zona o célula de protección.
- Zona delantera de deformación programada.
- Zona trasera de deformación programada.



La primera de ellas es el habitáculo, también llamada zona o célula de protección donde se ubican los pasajeros, con ella se busca que ante una colisión su estructura sufra lo menos posible, logrando rigidez mediante la implementación de refuerzos en diferentes elementos tales como: Paral central, torpedero, piso de la carrocería, capota, estribo y otros.



La segunda y tercera zona son las llamadas áreas de deformación programada, delantera y trasera; las cuales tienen la capacidad de absorber la mayor parte de la energía liberada en el momento de un accidente, evitando de este modo que los ocupantes sean sometidos a desaceleraciones bruscas, cuyas consecuencias pudieran llegar a ocasionar lesiones graves. El comportamiento de la deformación programada en los elementos de la zona delantera.

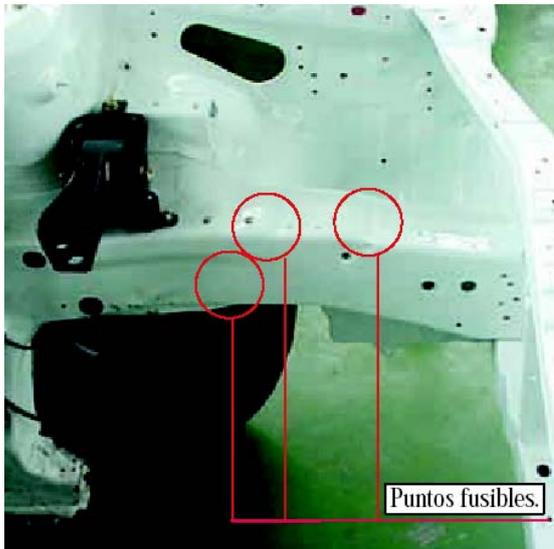
Muchos elementos estructurales se fabrican con diferentes espesores de material, empezando con lo más delgado en la parte delantera de los elementos y engrosando progresivamente hacia atrás. De este modo, según la magnitud de la colisión, se deformará solamente la parte superada por la fuerza del golpe absorbiendo con ello la energía del impacto que de otro modo afectaría a los ocupantes. Además, de esa manera limita la magnitud del daño sin afectar al resto de la carrocería, sobre todo al habitáculo de seguridad.

Algunos ejemplos de elementos estructurales del vehículo presentes en la carrocería que actúan en la seguridad pasiva con su deformación total o parcial son:

- Punta de chasis.**
- Capó.**
- Columna de dirección.**
- Habitáculo indeformable.**

A. Punta de chasis: Este elemento estructural se encuentra dispuesto en la zona delantera y trasera del vehículo, resultando comúnmente afectado ante la ocurrencia de una colisión frontal o trasera, en ella se encuentran los llamados puntos fusibles, que son pliegues diseñados de tal forma que en el momento de un impacto absorben la mayor cantidad de energía, evitando que ésta sea transmitida hacia la célula de protección. A continuación, se aprecia en la foto No.4 una punta de chasis sin impactar con presencia

de puntos fusibles y la foto No. 5 muestra el comportamiento de la punta de chasis ante un impacto.



B. Capó: Este elemento contiene una serie de puntos fusibles (foto No.6), de tal forma que en el evento de una colisión frontal, actúan evitando que el capó penetre al habitáculo de pasajeros.



C. Columna de dirección.

Este elemento también dispone de una zona de deformación, con el objetivo de que en un impacto de hasta 56 kilómetros por hora, la columna de la dirección no se proyecte contra el conductor ya que en su parte inferior, un acoplamiento, se dobla y la columna se colapsa dentro de sí misma con un recorrido de 170 mm.



D. Habitáculo indeformable.

Como se comentaba en el caso de las zonas de deformación programada, los vehículos actuales están formados por zonas “blandas” para absorber la energía del impacto y zonas “duras” para proteger a los ocupantes de las consecuencias de este. El habitáculo de pasajeros, como puede esperarse, es la principal zona “dura” del vehículo. La función del habitáculo es mantener la integridad de los pasajeros en caso de accidente y permitir que los demás sistemas de seguridad pasiva que equipa el vehículo puedan cumplir su función correctamente.

El habitáculo de pasajeros se diseña formando una jaula de seguridad alrededor de ellos, utilizando aceros de alta resistencia y espesores elevados. Se busca que el compartimiento de pasajeros mantenga su forma en caso volcar o recibir un impacto, evitando la intrusión de elementos tanto externos como internos (pedales o motor) al habitáculo.

5-LOS CRASH TESTS.

Definiríamos los Crash Test como que desde hace algunos años, es obligatorio que los nuevos vehículos, antes de recibir la autorización para su comercialización, sean sometidos a pruebas de impacto que simulan un accidente, con el fin de evaluar en conjunto el comportamiento del vehículo y las posibles lesiones que pudieran sufrir los ocupantes del mismo. Su objetivo no es otro que asegurar que los vehículos que se fabrican y salen al mercado son lo suficientemente seguros para sus ocupantes y que, en caso de accidente, se minimice el riesgo de lesiones. En resumidas cuentas son muñecos que sirven para probar los vehículos a prueba de accidentes.

DETALLE DE LOS DUMMYS.



Crash test dummy.

Un *crash test dummy* (en plural, *crash test dummies*) es un término inglés sin traducción en español que hace referencia al tipo de muñeco o maniquí utilizado para las pruebas de seguridad de los automóviles.

Son réplicas a escala natural de personas, con el peso y las articulaciones creadas para replicar el comportamiento del cuerpo humano en una colisión de un vehículo. El maniquí contiene numerosos instrumentos para recolectar toda la información posible sobre variables como la velocidad de impacto, la fuerza de compresión, doblado, o la torsión del cuerpo, así como la desaceleración durante una colisión. Hoy en día este tipo de muñecos son indispensables en el desarrollo de nuevos modelos de todo tipo de vehículos: desde automóviles hasta aeronaves. Este artículo se focaliza en el papel de los crash test dummies en prevenir daños a los ocupantes de automóviles

La necesidad de probar.

La necesidad de contar con unos medios de análisis y desarrollo de métodos de mitigación de los efectos de los accidentes de vehículos sobre las personas, fue evidente después de que la producción a gran escala de vehículos comerciales comenzara a fines del año 1890. Hacia 1930, con el automóvil incorporado como parte de la vida cotidiana, el número de muertes por accidentes con automóviles se estaba convirtiendo en un tema muy preocupante. La tasa de muerte era superior a 15,6 muertos por cada 100 millones de millas-vehículo y continuaba aumentando. Los diseñadores de automóviles se dieron cuenta de que era el momento de comenzar a investigar métodos para que sus productos fueran más seguros. Hacia 1930, el interior de un automóvil no era un sitio seguro, aún en el caso de un choque a baja velocidad. El panel de comando era metálico, la columna de la dirección no era colapsable, y las perillas, botones y palancas eran un riesgo en caso de choque. No existían los cinturones de seguridad, y en caso de un choque frontal los pasajeros que atravesaban el parabrisas sufrían heridas de consideración o morían. El cuerpo del automóvil era rígido, y las fuerzas de impacto se transmitían directamente a los ocupantes del automóvil. A finales de 1950, los fabricantes de automóviles eran de la opinión de que no era posible concebir un automóvil tal que sus ocupantes pudieran sobrevivir a un choque, dado que las fuerzas en una colisión eran demasiado grandes y el cuerpo humano es demasiado frágil.

¿Qué son exactamente los *crash test dummies* y como funcionan?

Los crash test dummies o maniqués de prueba, son verdaderos salva vidas que forman una parte integral en las pruebas de automóvil y las consecuencias de un accidente. Aunque los coches son cada vez más seguros a cada año que pasa, y los accidentes van disminuyendo, las muertes por choque en vehículos siguen siendo una de las causas de muerte principales en el mundo entero. Una de las razones por las que los coches van siendo más seguros, es por un programa de pruebas bien establecido.

El trabajo de un muñeco de pruebas, es simular a un ser humano durante un choque dentro de un vehículo, al mismo tiempo que se recogen datos que de otra manera sería imposible con un ocupante humano. Un dummy está hecho de materiales que imitan muy bien la fisiología de un cuerpo humano. Por ejemplo, tiene una espina dorsal que está hecha utilizando capas de discos metálicos y almohadillas de goma.

Estos maniqués vienen en diferentes tamaños, y se hace referencia por género, tamaño edad y otros factores. Uno de los más usados es un dummy imitando a una persona de 77 kilos y 1.78 metros de altura, ya que utiliza el promedio de una gran parte de la población.

Los maniqués de prueba contienen tres tipos de instrumentación:

Acelerómetros

Sensores de carga

Sensores de movimiento

Acelerómetros.

Estos dispositivos miden la aceleración en una dirección en particular. Este dato puede ser usado para determinar las probabilidades de ser herido. La aceleración es el promedio en el que la velocidad cambia. Por ejemplo, si te golpeas la cabeza contra un muro, la velocidad de tu cabeza cambia, y seguramente te dolerá. Si te golpeas la cabeza contra una almohada, la velocidad de la cabeza cambia mas lentamente y no dolerá en absoluto. Los crash test dummies tienen acelerómetros distribuidos por todas partes. Dentro de la cabeza del muñeco, hay un acelerómetro que mide la aceleración en tres direcciones. Al hacer la prueba de choque, se realizan unos gráficos que muestran la aceleración y posterior parada del cuerpo de una forma muy precisa.

Sensores de carga.

Dentro de los maniqués de prueba hay localizados sensores de carga la cantidad de fuerza en las diferentes partes del cuerpo durante un choque. Esto también se analiza mediante gráficos.

Sensores de movimiento.

Estos sensores se usan en el pecho del dummy. Miden cuanto se resiente el pecho en un accidente.

Tipos de pruebas.

Hay dos tipos de prueba estándar que suelen usarse para probar accidentes de automóvil:

Impacto frontal a 56 kilómetros por hora. Esto se hace estrellando el coche contra una barrera sólida. Sería equivalente a un choque frontal contra otro coche a la misma velocidad y de peso similar.

Impacto lateral a 56 kilómetros por hora. Una pieza móvil de **1400 kilos** golpea un lateral del vehículo. Esto simula el golpe que otro coche puede dar por un lado en una intersección. El ariete va a una velocidad de 56 k/h como en la anterior prueba.

Antes de poner a los dummies en el vehículo para hacer la prueba, se les aplica pintura. Diferentes colores son aplicados a las partes donde es más probable que se golpee. Las rodillas, cara, y diferentes zonas del cráneo son pintadas de forma distinta, como podemos ver en la foto

Si los investigadores notan una aceleración mas intensa en la cabeza del maniquí, la pintura mostrará donde se ha golpeado la cabeza. Esto ayuda a prevenir este tipo de golpes en futuros choques.

En los impactos frontales los dummies son colocados representando a los ocupantes normales que podrían ir en el vehículo. Se intenta siempre hacer que la situación sea lo más real posible. Un sensor de velocidad es montado en el coche y posicionado de tal manera que dará a un resorte nada más golpear contra la barrera. Se instalan unas 15 cámaras de alta velocidad, incluso por debajo del vehículo. Dichas cámaras pueden capturar unas mil tramas por segundo para no perder detalle de la colisión. El paso siguiente es alejar el coche de la barrera, arrancarlo, y estrellarlo a 56 k/h. Lleva menos de un segundo entre el choque contra la barrera y la detención del coche.

El choque “perfecto”.

Esta claro que el choque perfecto es no chocar en absoluto, pero asumiendo que el impacto es irremediable, veamos las mejores posibilidades de sobrevivir. ¿Cómo pueden todos los sistemas de seguridad protegernos y causar el menor daño posible? Sobrevivir a un accidente tiene que ver mucho con la energía cinética. Cuando tu cuerpo se mueva **a 56 k/h**, tiene una cierta cantidad de energía cinética. Después del choque, cuando quedas completamente parado, tienes una energía cinética de cero. Para evitar el riesgo de quedar herido, lo que interesa es remover la energía cinética lo más lentamente posible. Los sistemas de seguridad se encargan de eso el coche tiene **cinturones de seguridad**, sensores de choque que inmovilizan a los pasajeros incluso antes de que salte el **airbag**. El cinturón puede absorber algo de la energía en caso de accidente. El propio airbag absorbe otra importante cantidad de energía haciendo que la persona no se golpee hasta que el vehículo se pare del todo.

Todos estos sistemas de seguridad han sido posibles gracias a las miles de pruebas hechas con los maniqués, salvando multitud de vidas a lo largo de los años. Sin embargo, aunque los crash test dummies siguen ayudando para perfeccionar los

métodos de seguridad en los automóviles y tengamos cada vez coches más seguros, la prevención y la responsabilidad siguen siendo el mejor arma contra los accidentes.

6-VALORACIÓN DE LOS CRASH TESTS.

EURO NCAP son las siglas de **European New Car Program**, es una asociación a nivel europeo de asociaciones de consumidores importantes.

COMO PONEN LA NOTA DE SEGURIDAD A UN COCHE

Esta evaluación del riesgo la podemos dividir en tres partes.

Seguridad de los ocupantes.

La seguridad de los ocupantes adultos se valora con 37 puntos, repartidos de la siguiente manera:

- 16 puntos para el choque frontal.
- 16 puntos para el choque lateral.
- 2 puntos para la prueba del poste (si el coche lleva algún elemento lateral de protección, si no pues no).
- 3 para el sistema que incite a abrochar el cinturón de seguridad.

Los puntos que consigue cada coche en estas pruebas se reflejan en un diagrama de barras, parecido al que vemos en la tele cuando hay elecciones. Para mostrarnos el riesgo de heridas que hay, se usan tres muñecos.

- Conductor y pasajero (para la prueba del choque frontal).
- Conductor (para la prueba de choque lateral).

Y para ver el riesgo de hacerse daño que hay se utilizan una serie de colores:

ROJO -----Riesgo muy elevado
VIOLETA -----Riesgo elevado
NARANJA -----Riesgo medio
AMARILLO -----Riesgo pequeño
VERDE -----Riesgo mínimo

Para realizar la prueba del poste, que es estampar un coche a una velocidad determinada, y por lo tanto con una fuerza determinada, una aureola en la cabeza del conductor refleja la eficacia de las protecciones laterales suplementarias en muchos coches. Los coches más seguros para estos ocupantes reciben las famosas 5 estrellas.

Seguridad de los niños. Para evaluar la seguridad de los niños, un bebe de 18 meses y un niño de 3 años, en maniquí, se entiende, son colocados en el asiento especial que deben de llevar obligatoriamente, se tiene en cuenta el comportamiento en una colisión y las características del asiento de cada coche. Se puede ver reflejado en las graficas EURO NCAP como estrellas azules, con un máximo de 5. Numéricamente puntúa sobre un total de **49 puntos máximos.**

Seguridad de los peatones.

Los peatones son sin duda los usuarios mas vulnerables para sufrir lesiones graves en caso de ser atropellados, se mide simulando un impacto de algunas partes del cuerpo

con elementos de la parte delantera de cada coche. La puntuación máxima que un coche puede tener en este test es de 36, pudiendo tener hasta un máximo de 4 estrellas de color verde en el gráfico.

COLISIÓN FRONTAL La clásica colisión: en el impacto frontal, la colisión se produce contra una barrera deformable. La reducida relación de contacto es una gran carga para el vehículo.



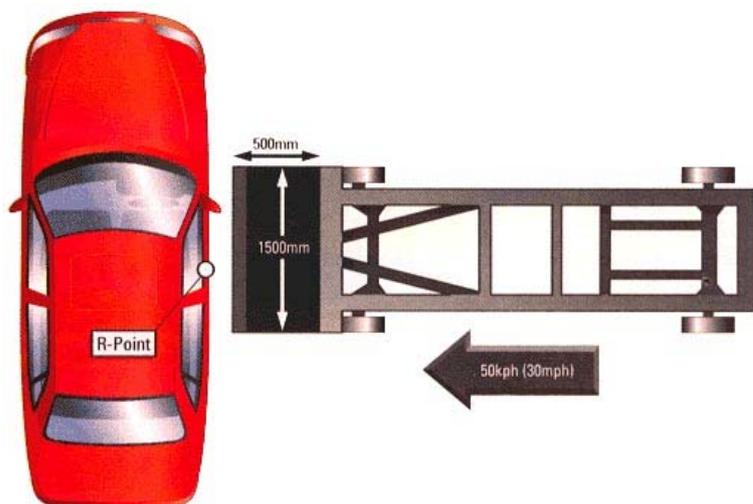
COLISIÓN LATERAL.

Flanco vulnerable: los impactos laterales suelen ser mortales porque hay muy poca zona deformable. En el teste de choque lateral se enfrenta a un elemento deformable.



TEST DE POSTE.

El test del poste es voluntario, pero es indispensable para conseguir las cinco estrellas. En este caso se enfrenta a un sólido poste.



EL PRIMER COCHE QUE HA PASADO TODAS LAS PRUEBAS

Hace muy poco ha aparecido el primer maniquí completamente verde (que quiere decir que el coche en el que se ha probado ofrece una seguridad pasiva máxima para un pasajero adulto en caso de choque frontal o lateral).

Este último ensayo trae una sorpresa importante, y es que por fin un coche ha alcanzado la máxima puntuación posible que son 37 puntos en lo que se refiere a seguridad de los pasajeros de un coche adultos.

Este coche tan seguro ha sido el **NISSAN QUASHQAI**, los maniqués salen del coche casi por completo de color verde, y el único punto algo mas débil es el pecho. Todos los ocupantes de este vehículo están protegidos.

La seguridad de los pequeños en su asiento especial otorga 4 estrellas de un máximo de 5, y son los peatones y los ciclistas los usuarios mas vulnerables, pero no es el peor ya que recibe 2 de 4 estrellas verdes.

TEST EURO NCAP PARA ALGUNOS MODELOS.

=== COMPACTOS ===

"NISSAN QASHQUAI "

Seguridad ocupantes 5* y 37/37 puntos

Seguridad niños 4* y 40/49 puntos

Seguridad peatones 2* y 18/36 puntos

"TOYOTA COROLLA/AURIS"

Seguridad ocupantes 5* y 34/37 puntos

Seguridad niños 3* y 40/49 puntos

Seguridad peatones 3* y 23/36 puntos

"PEUGOT 308"

Seguridad ocupantes 5* y 34/37 puntos

Seguridad niños 4* y 39/49 puntos

Seguridad peatones 3* y 19/36 puntos

"FIAT BRAVO"

Seguridad ocupantes 5* y 33/37 puntos

Seguridad niños 3* y 36/49 puntos

Seguridad peatones 2* y 16/36 puntos

"SKODA FABIA"

Seguridad ocupantes 4* y 32/37 puntos

Seguridad niños 3* y 36/49 puntos

Seguridad peatones 2* y 17/36 puntos

"HONDA CIVIC HYBRID"

Seguridad ocupantes 4* y 31/37 puntos

Seguridad niños 4* y 38/49 puntos
Seguridad peatones 3* y 21/36 puntos

"DODGE CALIBER"

Seguridad ocupantes 4* y 29/37 puntos
Seguridad niños 4* y 38/49 puntos
Seguridad peatones 1* y 5/36 puntos.

Pues estos son los últimos test que se han hecho actualmente, he considerado que para ver una comparativa, va bastante bien poder verlo, comparar y así poder decidirnos por uno u otro, o simplemente ver las diferencias.

CONCLUSIONES.

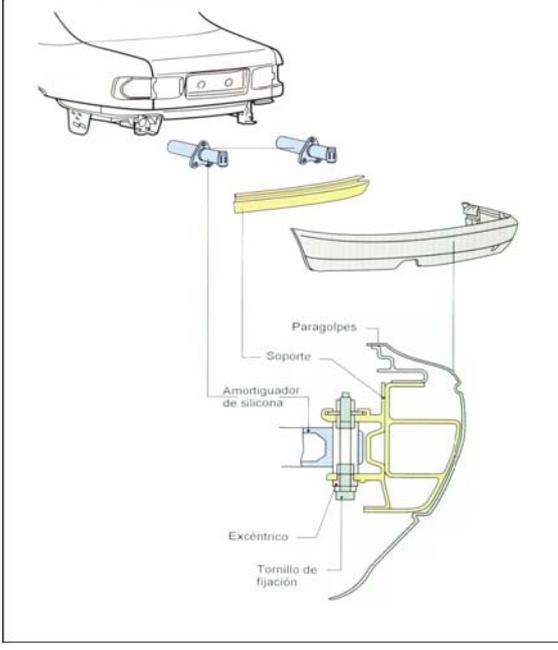
De todo esto del **EURO NCAP**, se puede decir que esta muy bien, que es un buen método para que todos sepamos un poquito más lo que estamos comprando y tengamos la posibilidad de decidir. Pero tiene su parte negativa, aunque un test salga negativo, es decir, aunque un coche no sea "seguro", sale al mercado, y nosotros lo compramos aunque su seguridad no este garantizada, considero que todos, absolutamente todos los vehículos deberían de pasar por esta serie de controles de calidad.

Los que siempre pierden, sea el tipo de coche que sea son los peatones, no hay coche que sea seguro para ellos, si unos un poquito más seguros según el **EURO NCAP**, pero ninguno con suficientes garantías como para darles estas estrellas.

Creo que también se puede observar en la comparativa anterior que los coches más seguros son los compactos (por lo menos la media) y los menos seguros los utilitarios.

7- ANTIGUAS SOLUCIONES ESTRUCTURALES DE LOS FABRICANTES.

El campo más importante en materia de seguridad es el que estudia la absorción de energía de un impacto por medio de la deformación programada de los diferentes elementos estructurales del vehículo. Para conseguir esta finalidad, las estructuras de los vehículos se fabrican con diferentes espesores para que de este modo, según la magnitud de la colisión, se deforme progresivamente absorbiendo así la fuerza del impacto que de otro modo afectaría a la estructura de seguridad del habitáculo y con ello a los ocupantes. Gracias a la evolución de la técnica y a los muchos estudios realizados, se han ido incorporando diversas soluciones para gestionar la energía de forma que la transmisión de los daños al habitáculo sea la menor posible. Para ello se han desarrollado unas traviesas fabricadas en aluminio o acero cuya función es absorber gran energía producida en el impacto sobre todo a baja velocidad. Otra de las soluciones empleadas en la búsqueda de este fin han sido los absorbentes de impacto que actúan como puntos fusibles que se colocan por delante de los elementos de la mecánica deformándose de forma progresiva en función de la magnitud del impacto.



8- ACTUALES SOLUCIONES ESTRUCTURALES EN LOS VEHÍCULOS.

En cuanto a innovaciones desarrolladas por los estudios realizados a cargo de las diferentes marcas es de destacar el nuevo concepto de seguridad diseñado por Toyota, el cual ha designado como **“carrocerías GOA”**.

En este tipo de carrocerías, se incorporan zonas deformables, delante y detrás, para absorber toda la energía posible del impacto. El resto de la energía se distribuye por toda la estructura del coche. Esta eficiente estructura de absorción de energía tiene como objetivo principal, preservar la integridad del habitáculo. En Toyota sitúan independientemente las piezas de la parte frontal de sus automóviles con intervalos muy estudiados para facilitar su deformación y absorber la energía de la manera más efectiva. Los ocupantes también están protegidos contra impactos laterales, gracias a unos fuertes pilares centrales y los elementos transversales del suelo del coche. Las puertas cuentan con barras de protección que ayudan a dispersar la energía de la colisión y reducen la velocidad con la que la puerta empuja hacia dentro del habitáculo.

Para desarrollar la carrocería GOA se han unido dos sistemas de seguridad: Collision Absorb Body y High Strengthen Cabin (Carrocería de absorción de impactos y cabina de alta resistencia). Por ejemplo, en caso de colisión frontal, la carrocería absorbe la energía producida por el impacto con la Collision Absorb Body. Pero en caso de un impacto lateral, el sistema que actúa es el High Strengthen Cabin.

Otra de las tecnologías desarrolladas para la mejora de la estructura es la que Audi ha designado como ASF. En la tecnología ASF, el esqueleto portante de la carrocería se compone de perfiles extorsionados de aluminio y piezas de fundición; en este armazón, las planchas de aluminio se han unido por adherencia. Los componentes de la carrocería ASF poseen, dependiendo de su tarea, formas y secciones muy distintas; aúnan la mejor funcionalidad con el menor peso posible. En cuanto a la seguridad ante impactos, el nuevo TT, a pesar de que la parte delantera del vehículo es relativamente corta, lo que supone un espacio de deformación limitado en caso de colisión frontal, los ingenieros de Audi solucionaron este problema con ayuda de la experiencia recogida en el extremadamente compacto A2. Los largueros longitudinales en la parte delantera del vehículo están compuestos de perfiles extorsionados de aluminio en las zonas más frontales y de piezas de fundición de alta resistencia en las zonas de transición al habitáculo. Junto con el larguero transversal del frontal y el porta-eje, que está atornillado al frontal del vehículo en seis puntos, esta unión reduce y distribuye la energía crítica que actúa en caso de choque frontal. De este modo mantiene el habitáculo intacto y permite la acción coordinada con los sistemas de retención. En la zaga, largueros de gran volumen protegen el habitáculo. Perfiles de aluminio de alta resistencia en las puertas y estables paredes laterales se unen para afrontar un choque lateral. El suelo del habitáculo ha sido reforzado con perfiles extorsionados transversales. El bastidor del techo, reforzado de forma selectiva, ofrece una gran protección en caso de volcar el vehículo sobre el lateral.

ESTRUCTURAS SAFETEC (OPEL).

En la actualidad varios son los fabricantes que están introduciendo en sus vehículos esta tecnología en estructuras. Consiste en la mayor absorción de la energía producida por la colisión mediante líneas de flujo donde se transmite esa energía (largueros, traviesas refuerzos, pilares etc....) hasta la estructura del techo.

Esta estructura esta diseñada para la absorción soldada y dispuesta sus elementos estratégicamente para el reparto equitativo de la energía por todos sus componentes. De esta forma la reducción de la energía producida, por lo tanto le llegará al conductor y sus ocupantes de forma menor.

Algunos de los fabricantes que utilizan este sistema son **TOYOTA (NICS), OPEL (SAFETEC), RENAULT.** Logrando estas marcas resultados en los euro **NCAP** muy satisfactorios.



9º INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS VEHÍCULOS.

Dada la importancia en estos últimos años en seguridad de los vehículos, hemos querido realizar una investigación propia, para determinar el comportamiento de los vehículos actuales, y llegar a **una conclusión colectiva** donde nosotros mismos determinemos dichos comportamientos estudiados. En la investigación sabíamos que nos encontraremos diversas variables que influirán como:

1º Distinto fabricante de vehículos.

- 2º Distinto tipo de estructuras de los vehículos.
- 3º Distinta catalogación de vehículos (Todo –terreno, utilitarios etc....).
- 4º Distinta naturaleza de impacto. (Frontales, laterales, traseros etc....).
- 5º Obstáculo con la que impacto el vehículo.

Para realizar la investigación debíamos localizar sitio donde realizarlas, horario donde las realizaremos y nos pusimos manos a la obra. En primer lugar debíamos contactar con un desguace, lugar donde podemos encontrar multitud de impactos que nosotros hagamos nuestro estudio. Ya que determinamos que sería el mejor lugar donde las podríamos realizarlas. Una vez localizado el desguace y obteniendo el permiso del gerente, realizamos la investigación un sábado por la mañana, ya que era el día más tranquilo de la semana para la realización del estudio. la investigación duro aproximadamente de 9,30 horas a 13,30 horas. En la investigación utilizamos:

1º Metro flexible de 3 metros de longitud.

2º Compás de varas. (Para realizar mediciones).

3º Cámara digital para fotografiar.

INVESTIGACIÓN:

En el estudio nos centramos en cinco vehículos, de distintos fabricantes y de distinta naturaleza en sus impactos. los vehículos estudiados fueron:

VOLKSWAGEN BORA 1.9 TDI (110 CV). Con fecha de fabricación del **1999**, siendo su colisión trasera.

SEAT IBIZA 1.9 TDI (100 CV). Con fecha de fabricación del **2004**, estando afectado por un vuelco. Siendo la 3º generación.

INVESTIGACIÓN COLISIONES TRASERAS:

Los vehículos que escogimos para el estudio de las colisiones traseras fueron el **VOLKSWAGEN BORA** Y **RENAULT MÉGANE**. En la siguiente imagen se observa la colisión que tuvo este vehículo, el vehículo presenta importantes daños estructurales, imposibles de solucionar en carrocería con procedimientos de estiraje, el chasis esta fuera de mediciones, puesto que el piso del maletero presenta importantes arrugas del material (el compás en el lado izquierdo no da la misma longitud que la derecha), aunque toda la carrocería posterior del vehículo este dañada se nota en el lado del impacto una importante arruga lo cual la aleta trasera derecha se aprecia una importante doblez que la aleta izquierda no presenta. El impacto trasero fue tan grande que otros elementos estructurales del vehículo se vieron afectados en la absorción de la energía producida en el impacto.



Los otros elementos estructurales afectados visibles fueron: La chapa del techo del vehículo. El estribo trasero derecho (puerta trasera), se apreciaban deformaciones en forma de arrugas. En la siguiente fotografía se aprecia la arruga creada en la colisión en el techo del habitáculo, con también se aprecia en la fotografía, en el lado izquierdo (donde no se ha producido el impacto) esta intacta, sin embargo en el lado donde se produjo (el derecho) se aprecia dicha deformación.



Con todas estas deformaciones procedimos a observar el ajuste de las puertas, pues sospechábamos que este ajuste habría cambiado considerablemente, nos percatamos que el lado izquierdo no había cambiado el ajuste inicial de sus puertas y cerraban las dos correctamente, mientras el lado derecho, como se aprecia en la siguiente fotografía, si que había variado muy considerablemente y por lo tanto ni llegaban a cerrar porque tropezaba la delantera derecha con la trasera izquierda.



En el estudio de impactos “por vuelcos”, estudiamos el comportamiento del techo (su estructura), todos los fabricantes aseguran que en sus modelos, el habitáculo es indeformable. Nosotros entendemos como habitáculo al espacio que ocupa en el interior del vehículo el conductor y sus ocupantes. Nos llama la atención la facilidad de aplastamiento que sufre el vehículo en caso de vuelco, en un más del 70% de los vehículos del desguace afectados por vuelco, la estructura del techo llegaba a la altura de la cabeza pudiendo provocar graves daños en los ocupantes. Los pilares delanteros en el caso del Ibiza no son esporádicos, puesto que muy fácilmente se deforma con un impacto medio, el vuelco del Ibiza preguntamos al responsable del desguace como había sucedido y nos comentó que fue un vuelco a mismo nivel (sin caídas a zonas más bajas) y a una velocidad de unos 60 a 70 kilómetros hora. Lo cual pensamos que no es una velocidad tan grande para que el habitáculo pierda su forma.

10- CONCLUSIONES.

El principal objetivo del trabajo era poder conocer mejor el comportamiento de las estructuras del vehículo, así como la naturaleza de los impactos en ellos.

El trabajo era basarlo en la seguridad y poder abarcar distintos campos que influyen en la actual seguridad que han alcanzado los vehículos de hoy en día, por eso en el trabajo hemos introducido las seguridades pasiva y activa.

Por último objetivo del mismo, era estudiar por parte de los alumnos el comportamiento de las estructuras de forma práctica y que ellos llegaran a conclusiones que luego desarrollen en su vida laboral.

Las **conclusiones colectivas** que hemos alcanzado han sido:

1- Los grandes avances creados en este campo, ya que hasta hace unos años no se tomaba mucha importancia por los fabricantes, ya que se cobra muchas vidas mundialmente y el parque mundial de automóviles son inmensos hoy en día.

2- Las víctimas que se cobra las carreteras españolas, ya que es una lacra de nuestra sociedad y debería eliminarse lo más posible. Los avances más importantes en las carreteras es que hemos pasado de más de 4000 víctimas del año 2000, ha siete años después aproximadamente unos 2.700. Las principales causas son:

2.1 La mejoría de las carreteras.

2.2 La concienciación de los conductores.

2.3 La mayor seguridad en los vehículos actuales.

2.4 Los esfuerzos de los gobiernos europeos.

3- La diferencia de equipación en vehículos de media gama y baja gama en materia de seguridad. Mientras hay modelos que viene con **VSC** hay otros que no son ni opcionales, dentro de la misma catalogación de vehículo, no recomendamos nosotros la compra de lo que no lo tienen. También los vehículos sin este sistema se ven más involucrados en accidentes graves.

4- Se deberían mejorar el comportamiento de las estructuras en caso de vuelcos, ya que en nuestro estudio hemos comprobado la facilidad del cese de la estructura y la multitud de casos de víctimas mortales por aplastamiento.