

MES: JULIO
AÑO: 1986

BOLETIN TECNICO - INFORMATIVO

INTRODUCCION

La investigación de la industria automovilística a nivel mundial se esfuerza en adaptar los avances tecnológicos de ciencias tan diversas como la electrónica, robótica o informática al entorno del automóvil, ya sea incrementando sus mecanismos de seguridad y sus prestaciones o elaborando métodos y técnicas de fabricación y reparación más sencillos y fiables.

Uno de los avances notables, en el campo de la termología industrial, lo constituyó la utilización del plasma como herramienta de corte de metales. Este método tiene actualmente aplicación sobre chapas y perfiles de gran espesor, pues debido a las altas temperaturas que genera, facilita el corte, consiguiendo elevadas velocidades de trabajo y acabados limpios y de gran calidad.

En este Boletín se exponen las ventajas e inconvenientes de este sistema, así como el método y los equipos ensayados en nuestro CESVI en la aplicación de esta técnica en las reparaciones de carrocería de automóviles para corte de paneles y perfiles de pequeño espesor y para la extracción de puntos de soldadura.

INFORMACION TECNICA

1. FUNDAMENTO TECNICO DEL PLASMA

Después de los estados sólidos, líquido y gaseoso, el PLASMA está considerado como el cuarto estado de la materia. Consiste en una mezcla de iones positivos, átomos neutros y electrones libres, obtenida por calentamiento de gases hasta temperaturas muy elevadas, entre 8.000 y 30.000° C.

Para pasar del estado gaseoso al de PLASMA es preciso aportar un determinado calor de transformación. Este se obtiene al hacer pasar una corriente eléctrica en el seno de un gas, entre dos electrodos. A continuación, el plasma obtenido se hace pasar a través de una tobera de un diámetro muy pequeño, permitiendo contraer el arco, concentrando la energía y aumentando su temperatura.

Esta concentración de energía se atribuye a los fenómenos de estrangulamiento electromagnético y térmico ("pinch effect"). El campo magnético, producido por la corriente eléctrica, constriñe la columna de arco; de ello resulta una fuerte densidad de corriente, un calentamiento por efecto Joule y una temperatura muy elevada en el centro de la vena "plasma" (fig. 1).

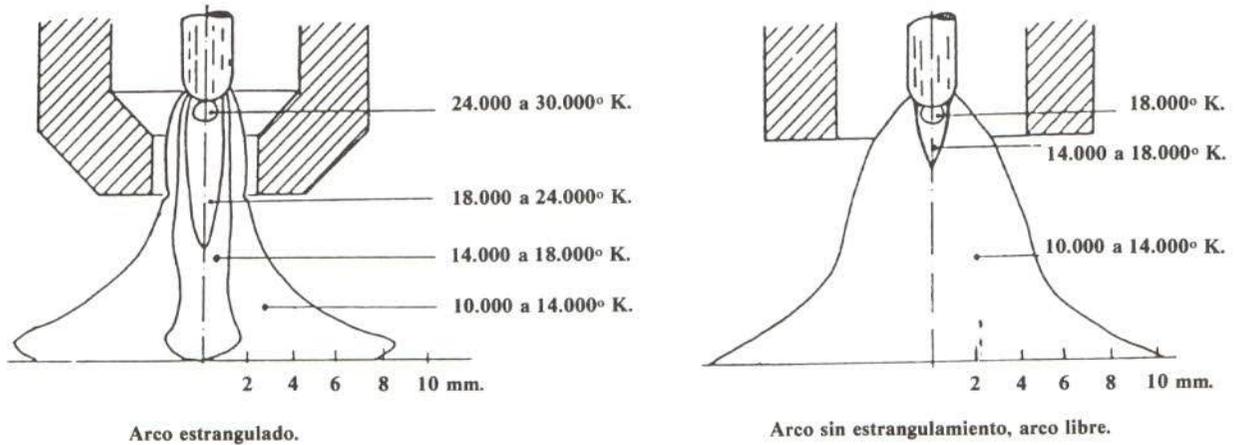


FIGURA 1.—Temperaturas medias en las diferentes regiones del arco. Arco bajo argón. Intensidad 200 Amperios. Diferencias de potencial 14,5 Voltios en arco libre y 29 Voltios en arco estrangulado. Tobera de 4,75 mm de diámetro. Caudal de 19 litros por minuto. Potencia consumida en arco estrangulado, 10.000 Watios.

Para que la vena gaseosa central alcance una temperatura de 20.000 a 30.000° C, con una tobera de 3 mm. de diámetro, la potencia suministrada será de 15.000 W.

Puesto que el gas no tiene posibilidad de dilatarse en el interior de la boquilla, se ve obligado a salir por el mismo orificio que el arco, bajo la forma de un chorro supersónico más caliente que cualquier llama. La gran concentración de calor que se consigue, produce la fusión localizada de cualquiera de los metales conocidos, y la elevada velocidad del chorro de plasma expulsa fácilmente el metal fundido a través de la sangría.

Según que el arco salte entre el electrodo y la tobera, entre el electrodo y la pieza, o entre el electrodo, la tobera y la pieza simultáneamente, se producen tres efectos diferentes y de distinta aplicación, según puede observarse en los esquemas siguientes:

A) *Arco soplado y no transferido.*—Establecido entre un electrodo refractario y la tobera. Se emplea para proyectar materiales refractarios (véase fig. 2).

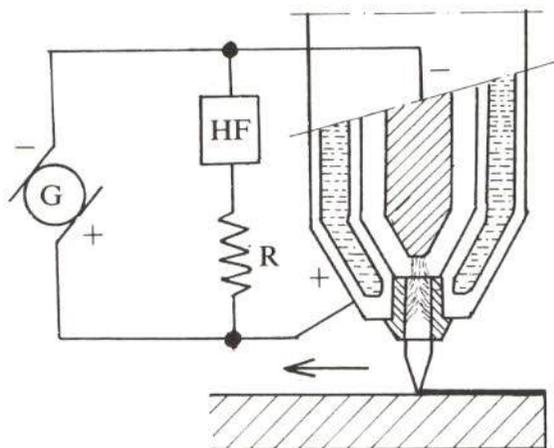


FIGURA 2.—Arco Soplado y no transferido.

B) *Arco transferido*.—Es el establecido entre el electrodo refractario y la pieza a cortar. Se emplea para el corte de los metales (véase fig. 3).

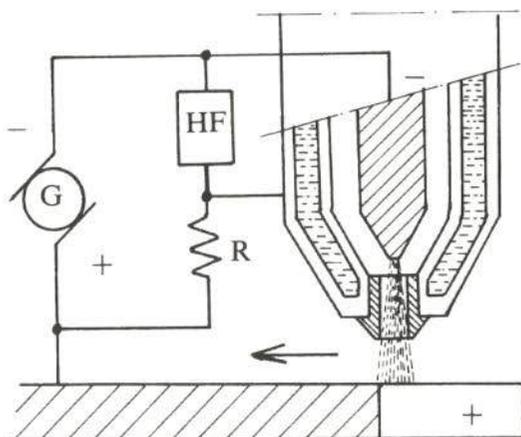


FIGURA 3.—Arco Transferido.

C) *Arco semitransferido*.—Este procedimiento resulta una combinación de los dos precedentes. Se emplea para recargo de aleaciones de alta resistencia, pudiendo controlarse la proyección y fusión con mucha más suavidad que con los procedimientos usuales (véase fig. 4).

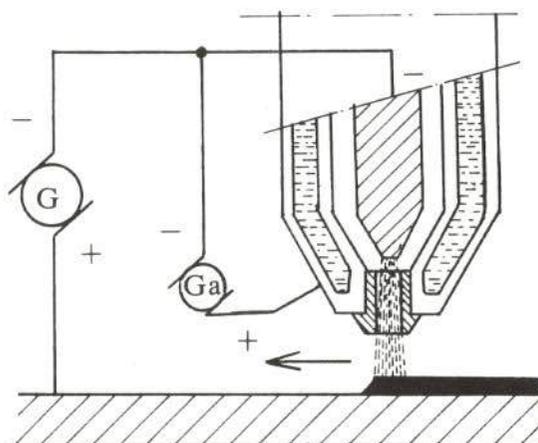


FIGURA 4.—Arco Semitransferido.

Puesto que interesa aportar a la pieza la máxima cantidad de calor posible, en el corte por arco-plasma se utiliza un *arco transferido*. De esta forma, la pieza recibe el calor cedido por el chorro de plasma y el que se genera en el arco. Se utiliza corriente continua con polaridad directa (+ a la pieza).

2. DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

Un equipo de plasma de arco se compone de tres elementos principales: antorcha, alimentación eléctrica y alimentación de gas.

A) *Antorcha portaelectrodos*.—Se compone de un *cuerpo* refrigerado por agua o por aire comprimido, en cuyo extremo inferior se encuentra la *tobera*, y en cuyo interior, y perfectamente centrado, se sitúa el *electrodo*.

Los *electrodos* son generalmente el wolframio o circonio, y con un cuerpo de cobre y pastilla de wolframio en la punta. El electrodo va provisto de un sistema de conexión para el cable eléctrico y un dispositivo de fijación y posicionamiento para centrarlo axialmente y colocarlo a la distancia precisa de la tobera, evitando una excesiva proximidad, que podría destruir aquélla.

La *tobera* asegura la contracción del plasma gaseoso y su conducción en forma correcta. Se fabrica generalmente en cobre y debe estar fuertemente refrigerada por agua o aire comprimido. Además, debe construirse de forma que pueda sustituirse fácilmente en caso de que se deteriore.

El *cuerpo* de la antorcha portaelectrodos debe comprender, además de las cámaras de circulación de agua o aire refrigerante, la conexión de la corriente eléctrica y la entrada de gas a la cámara del electrodo. Además, va equipada la antorcha con una conexión para el encendido por arco piloto o por corriente de alta frecuencia.

B) *Alimentación eléctrica*.—La fuente de alimentación de corriente del arco productor del plasma es, generalmente, un generador de corriente continua rotativo o convertidor, con tensiones de salida de 150, 300 y hasta 400 voltios.

Las intensidades empleadas en el corte por plasma de arco van de 50 a 300 amperios, pudiendo incluso superar los 1.000 amperios en algunos casos.

El encendido o cebado se realiza con un generador de corriente de alta frecuencia.

C) *Alimentación de gas*.—Los gases más empleados para la producción del plasma son los siguientes:

- Mezcla de argón e hidrógeno para cortar *aleaciones ligeras*, aunque también se emplea mezcla de argón o nitrógeno.
- Mezcla de argón e hidrógeno y también mezcla de nitrógeno e hidrógeno para los *aceros inoxidables*.
- Aire para los aceros ordinarios, por razones de economía.

Además de los elementos fundamentales citados, se complementan las instalaciones de corte por plasma de arco con los siguientes elementos:

- Un armario de maniobra, donde se encuentran centralizadas y agrupadas las canalizaciones de energía eléctrica y de fluidos. Este armario está equipado con interruptores, relés y electroválvulas de maniobra y aparatos de control, como voltímetros, amperímetros, manómetros, etcétera.
- Un armario de mando a distancia fácilmente transportable, que pone al alcance del operador los mandos para el control a distancia de todos los elementos del armario principal.
- Además, puede equiparse la instalación con dispositivos similares a los utilizados en el corte por arco para el corte automático.

3. EXPERIENCIAS EN EL CESVI

Las dos unidades de corte por plasma utilizada en el taller experimental del CENTRO DE EXPERIMENTACION Y SEGURIDAD VIAL DE MAPFRE en Avila, tienen como novedad el empleo de aire comprimido, en lugar de argón e hidrógeno, habitualmente utilizados en estos aparatos.

El empleo de aire para la refrigeración y la evacuación de acero fundido representa una ventaja segura con respecto al gas, tanto sobre el coste de utilización como sobre el problema de reaprovisionamiento.

Para expulsar el acero fundido de una manera regular, el aparato está reglado a 5 Kg/cm² de presión, con un caudal total de 120 litros/minuto para producir el plasma y refrigerar el portaelectrodos. Las dos potencias de corte consumen 20 ó 40 amperios, respectivamente.

La instalación eléctrica se alimenta a 220 ó 380 voltios, trifásica.

Las características eléctricas primarias son:

	Gama 20 A	Gama 40 A
• Intensidad primaria absorbida a 220 voltios trifásica	16 A	30 A
• Intensidad primaria absorbida a 380 voltios trifásica	9 A	17 A
• Potencia primaria absorbida.....	4.870 W	6.440 W
• Coseno ángulo desfase Cos. φ	0,8	0,56
• Tensión en vacío	260 V	260 V
• Tensión en carga	90 V	110 V

A la antorcha portaelectrodos, por su proximidad al foco calorífico y por su constante manipulación, es preciso prestarle una especial atención, llevando a cabo una serie de operaciones de mantenimiento que han de notarse en la calidad del corte, pero sobre todo en la duración del portaelectrodos.

Las antorchas utilizadas en el CESVI disponen de refrigeración por aire comprimido, electrodo de circonio y, como gas a ionizar, también aire comprimido.

Los portaelectrodos ligeros, estudiados especialmente para utilizar un gas de bajo costo, permitiendo cortes de buena calidad en todos los metales (acero suave, aleaciones ligeras, aceros inoxidable). Los electrodos planos de circonio tienen una duración de utilización de dos horas de arco de corte, soportando unos 2.500 cebados.

Disponen, asimismo, de un dispositivo patentado que evita todas las falsas maniobras del operario en el reemplazamiento de la boquilla de corte y del electrodo, por desconexión del circuito de mando del arco piloto. Este portaelectrodos está particularmente recomendado para el corte de chapas de acero suave de pequeño espesor, del tipo carrocería.

En las figuras 5 y 6 se observa:

1. Cuerpo portaelectrodos.
2. Tornillo sujeción.
3. Conexión alta frecuencia-arco piloto.
4. Tubo prolongador aire.
5. Electrodo de circonio.
6. Boquilla aire M16.
7. Conjunto casquillo.
8. Patín de guiado.
9. Mango portaelectrodos.
10. Conjunto gatillo.
11. Conexión canalización gas y electricidad.

Para ejecutar la operación de corte se ha de verificar que la masa metálica está unida a la pieza a cortar y en función del espesor de la pieza que se elige, trabajar con 20 ó 40 amperios. Después, posicionar el portaelectrodos apoyado el patín en el lugar donde se desee iniciar el corte y pulsar el gatillo. El corte se inicia automáticamente. Es importante que siempre que se actúe con este sistema se apoye y deslice sobre el patín, pues ya está posicionado de tal forma que el electrodo se sitúa a la distancia exacta de la pieza a cortar, proporcionando a ésta la temperatura que necesita para efectuar el corte (figs. 5 y 6).

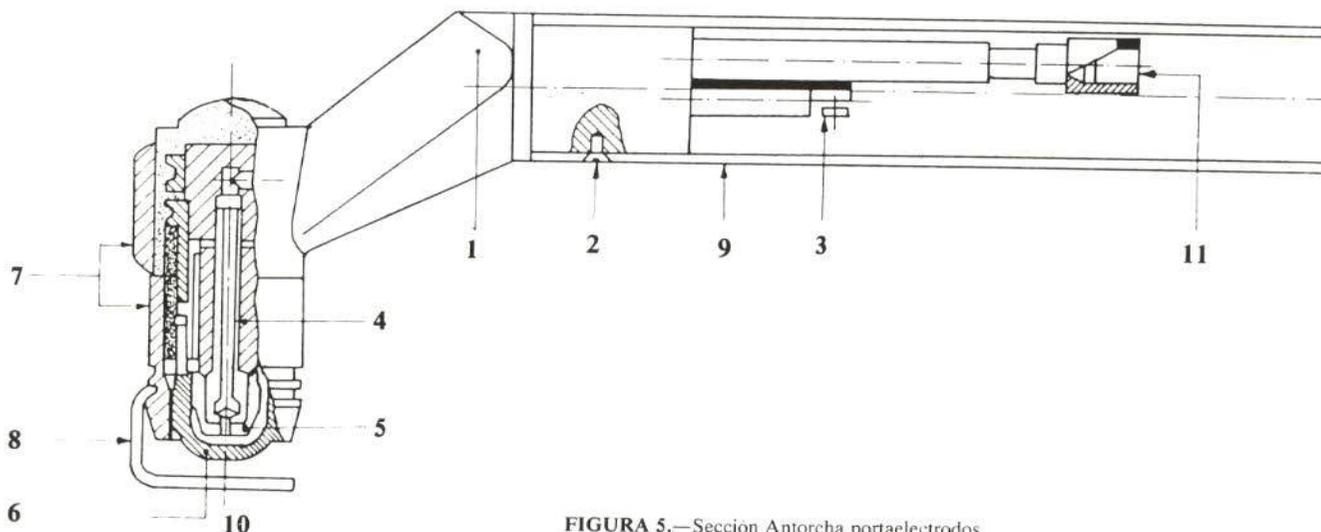


FIGURA 5.—Sección Antorcha portaelectrodos.

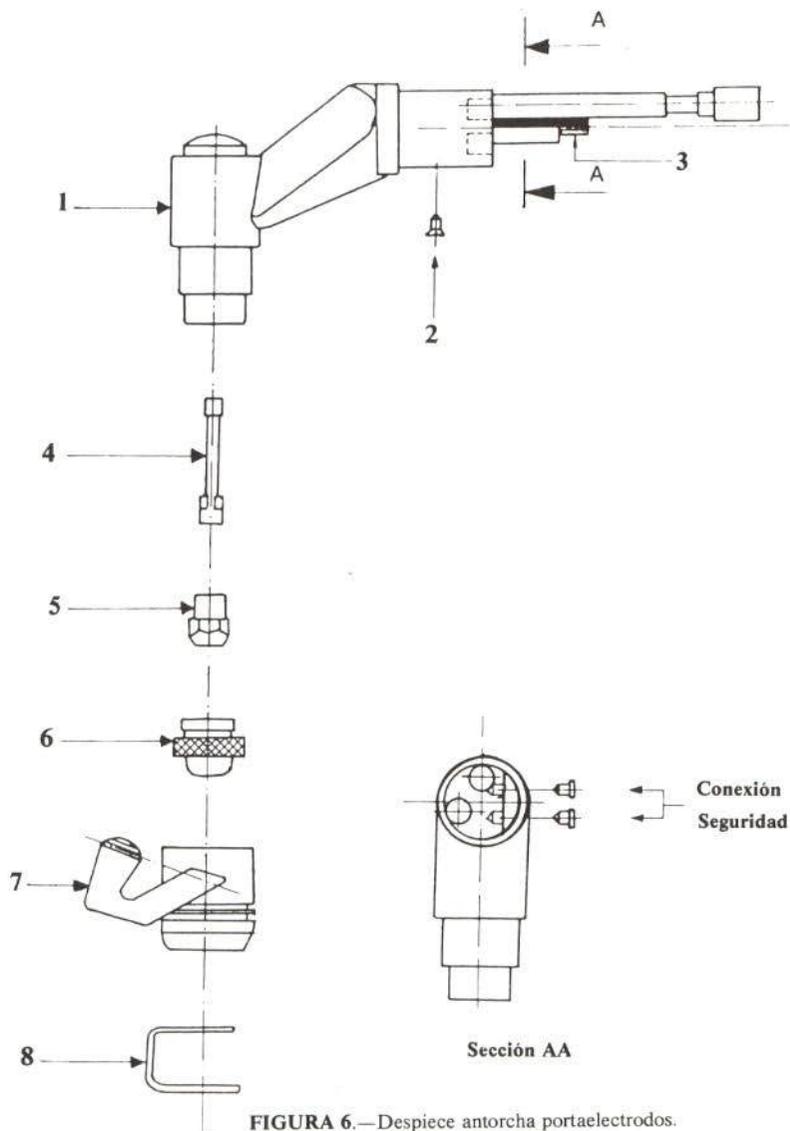


FIGURA 6.—Despiece antorcha portaelectrodos.

Después se avanzará de forma regular, sin tirones. Para extinción del arco, soltar el gatillo. Una vez acabado el corte, es aconsejable no desconectar inmediatamente la instalación. Dejar que el aire de refrigeración salga durante algunos instantes para refrigerar el portaelectrodos (60 sg.) y desconectar el generador. En la tabla n.º 1 se presentan las velocidades de corte en función de la naturaleza y espesor del material a cortar y de la intensidad de la corriente de entrada al primario.

TABLA N.º 1

Espesor en mm.	Velocidad en cm/minuto			
	20 Amp. 40 Amp.	Acero suave	Inoxidable	Aleaciones ligeras
0,6		500	300	1.000
0,8		350	250	800
1,0		230	200	600
1,2		170	140	550
1		1.000	900	1.200
2		600	500	650
3		350	300	350
4		200	180	220
5		180	140	180
8		90	90	80
10		60	40	50

El corte continuo en superficie plana se efectúa con facilidad, debido a ser instantáneo el salto del arco y la muy elevada temperatura que proporciona. La abertura de corte es tan sólo de 0,8 a 1 mm. de separación, según la rapidez con la que se efectúe el corte, presentando una rebaba mínima, sin restos de escoria ni material quemado.

Para el corte continuo en superficie irregular, este sistema presenta alguna dificultad, pues las irregularidades pueden provocar enganches del patín o corte innecesario de las piezas internas cercanas a la que se está cortando.

Para separar piezas cuyas solapas están unidas por puntos de soldadura, sólo es preciso centrar el punto correctamente y efectuar un disparo instantáneo de plasma que producirá un orificio del tamaño justo en el punto de soldadura, fundiendo éste. Es un sistema mucho más rápido y menos ruidoso que con la broca o fresadora.

CONCLUSION

Los talleres especializados en la reparación de carrocerías cuentan con una importante ayuda con los equipos de corte por plasma. El ahorro en el tiempo de ejecución de trabajos, la limpieza del corte y la manejabilidad de la antorcha portaelectrodos, de extrema ligereza, constituyen ventajas evidentes, sin que deba pasarse por alto la supresión de gran parte de los ruidos de taller, que en buena medida generan el buril neumático y la sierra de vaivén.

El principal inconveniente del sistema está implícito en el propio proceso de corte. El mismo calor que provoca la fusión del material y el gas a presión que lo origina, impulsan el material fundido a velocidades próximas a los 250 metros por segundo y a temperaturas de 20.000° C. Estas partículas incandescentes, con un importante aporte de oxígeno proporcionado por el propio chorro impulsor, cuyo caudal es cerca de 120 litros por minuto, se distribuyen por la estructura tubular del automóvil, pudiendo salir por cualquier resquicio alejado del punto de corte, con el consiguiente riesgo de provocar incendios. Además, el calor producido en la zona de corte puede deteriorar guarnecidos, cableados o conducciones próximas a ella.

Como resumen de todo lo anterior, subrayamos la importancia que esta tecnología tiene para la industria en general, aunque para el sector de automoción su utilización, hoy por hoy, es limitada y restringida a algunos tipos de reparaciones. No obstante, su uso medido y controlado es positivo.

Estos riesgos aconsejan entonces la utilización de los equipos de corte por plasma en carrocerías desnudas y una vez desmontados todos los accesorios peligrosos, como el depósito de gasolina o aquellos elementos susceptibles de deteriorarse.

La utilización de alta tecnología requiere del operario la adecuada preparación para el uso y tratamiento indicado de los equipos y métodos de reparación. Cuando esto ocurre, los avances tecnológicos se traducen en ahorro de tiempo y esfuerzo.

INFORMACION SOBRE EL CESVI

RELACIONES INSTITUCIONALES Y VISITAS

Son de destacar las siguientes visitas:

- Becarios iberoamericanos (Colombia).
- Presidente de la Cía. MAGHREBIA (Marruecos).
- Presidente y Vicepresidente de la Cía. NUEVO MUNDO (Venezuela).

FORMACION

Se han celebrado dos cursos sobre "Reparación de carrocerías y nuevos modelos IBIZA y BX", de dos días de duración, dirigido a Peritos tasadores de la zona de Cataluña.

Otro curso sobre "Formación de Peritos", de cinco días de duración, para Peritos de la red de MAPFRE.

Asimismo, se realizó el "último reciclaje" de un nuevo grupo de Peritos tasadores de la red de MAPFRE, de dos días de duración.

Se ha celebrado un curso sobre “Los plásticos en el automóvil” dirigido a talleres de reparación, de dos días de duración. Este curso, no programado con anterioridad, se realizó a petición de varios talleres de reparación.

INVESTIGACION Y EXPERIMENTACION

Han sido terminados los estudios sobre los grados de terminación “standard” en pinturas de reparación de los principales fabricantes nacionales.

Continúan los estudios sobre el tratamiento anticorrosivo y antisonoro en las reparaciones. Se encuentran en un estado muy avanzado las experiencias sobre adhesivos estructurales, de los que se han realizado un elevado número de ellas.

Se está ampliando la experiencia de corte por plasma, al haber iniciado otro nuevo análisis con nuevas máquinas especialmente diseñadas para el corte de las carrocerías de automóviles.

SEGURIDAD VIAL

Se ha realizado una Campaña de diagnóstico de vehículos para los usuarios de Avila, durante los días 16 al 30 del pasado mes de julio, con importante repercusión en los medios de comunicación locales. Para ello, se ha utilizado tanto el taller experimental del CESVI, en Avila, como la furgoneta unidad móvil, que ha recorrido las principales poblaciones de la provincia.

Como resultado de esta Campaña se han realizado 1.302 diagnósticos, que hacen un total acumulado en el año de 1.663.

DIVULGACION

Ha sido terminado un nuevo vídeo descriptivo de reparabilidad sobre el OPEL CORSA.

Asimismo, se está montando un vídeo sobre la reunión celebrada el pasado mes de junio del R.C.A.R. (Research Committee for Automobile Repairs), reunión del Comité Internacional de Investigadores en Reparación de Automóviles.

