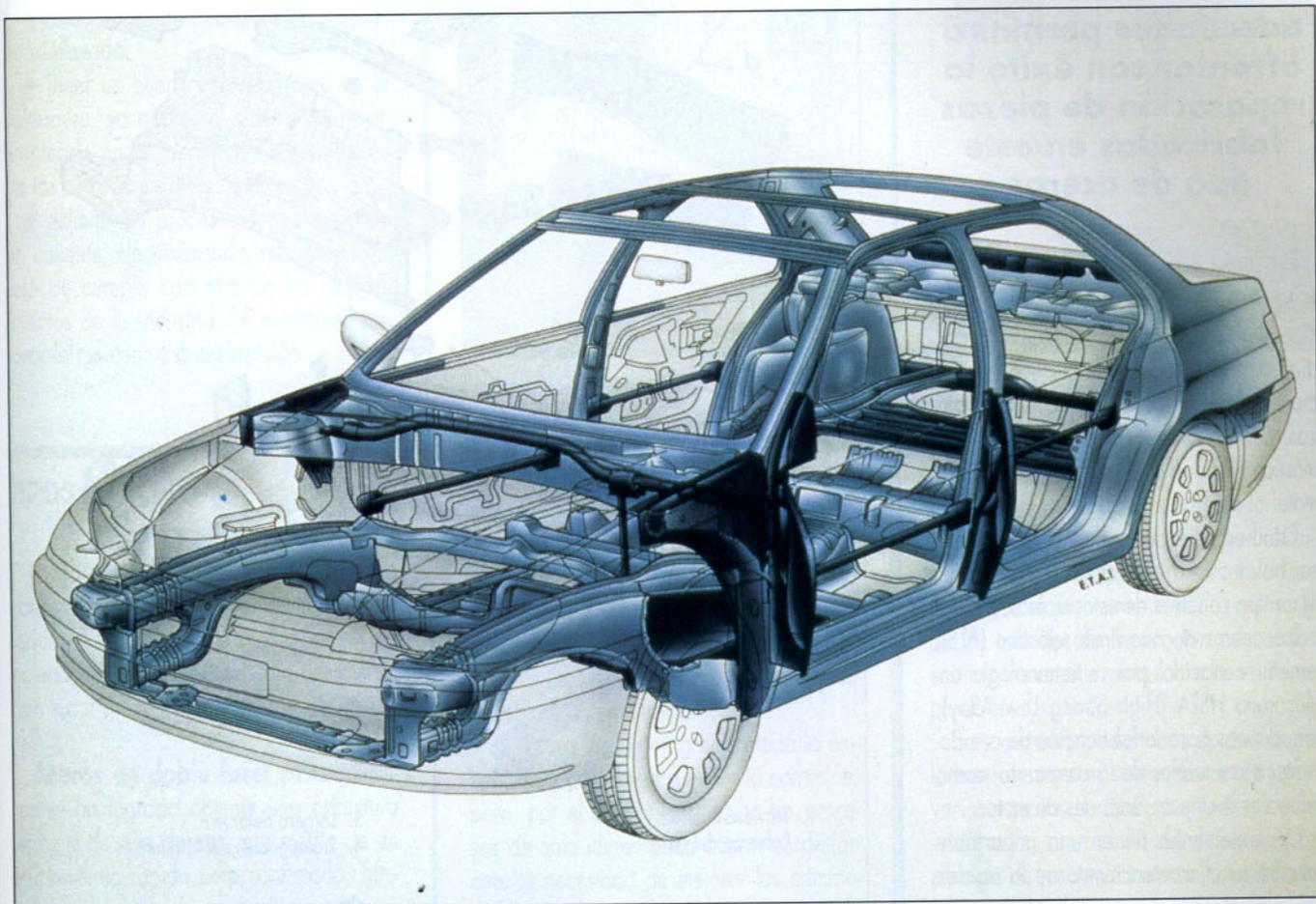


**Resistencia, seguridad y reducción de peso**

# Los aceros de alto límite elástico en el vehículo



**L**a crisis energética que se padeció a principios de los años 70 y sus consecuencias llevaron a los fabricantes de automóviles a producir vehículos de bajo consumo.

Uno de los factores que permite la consecución de dicho objetivo es la reducción del peso del vehículo.

Los aceros de alto límite elástico (ALE) conservan las prestaciones de los aceros convencionales pero con un menor espesor de chapa y, por consiguiente, menos peso. Sin embargo, en los procesos de reparación es necesario utilizar equipos y métodos que no modifiquen sus características de resistencia mecánicas.

**L**os aceros de alto límite elástico comenzaron a desarrollarse a partir de la 1ª Guerra Mundial, consiguiéndose elevar el límite elástico de 24 Kg/mm<sup>2</sup> de los aceros al carbono convencionales hasta los 36 Kg/mm<sup>2</sup>, por término medio. Esto aseguraba unas características mecánicas superiores al acero convencional, pudiéndose emplear menores secciones a igualdad de carga.

La crisis energética sufrida por los años 70 obligó a los fabricantes de automóviles a realizar un esfuerzo de investigación para crear nuevos motores de bajo consumo, reducir el peso del vehículo y mejorar su aerodinámica.

La reducción del peso dirigió la investigación hacia la búsqueda de nuevos mate-

Por Begoña Luján

**El conocimiento de las características de los aceros ALE y de los métodos de reparación más adecuados permitirá afrontar con éxito la reparación de piezas fabricadas en este tipo de aceros.**

riales. Estos debían aportar buenas características mecánicas junto con una reducción de peso. De ahí la utilización, cada día en mayor medida, de plásticos y aleaciones de aluminio en determinadas piezas, empleándose los aceros de alto límite elástico en aquellas otras que requieran un material de gran resistencia.

Estudios posteriores han permitido elevar hasta 60 Kg/mm<sup>2</sup> el límite elástico para un tipo concreto de estos aceros.

Los aceros de alto límite elástico (ALE), también conocidos por su terminología anglosajona HSLA (High Strong Low Alloy), son idóneos para la fabricación de componentes estructurales de la carrocería, como refuerzos, traviesas, soportes de motor...

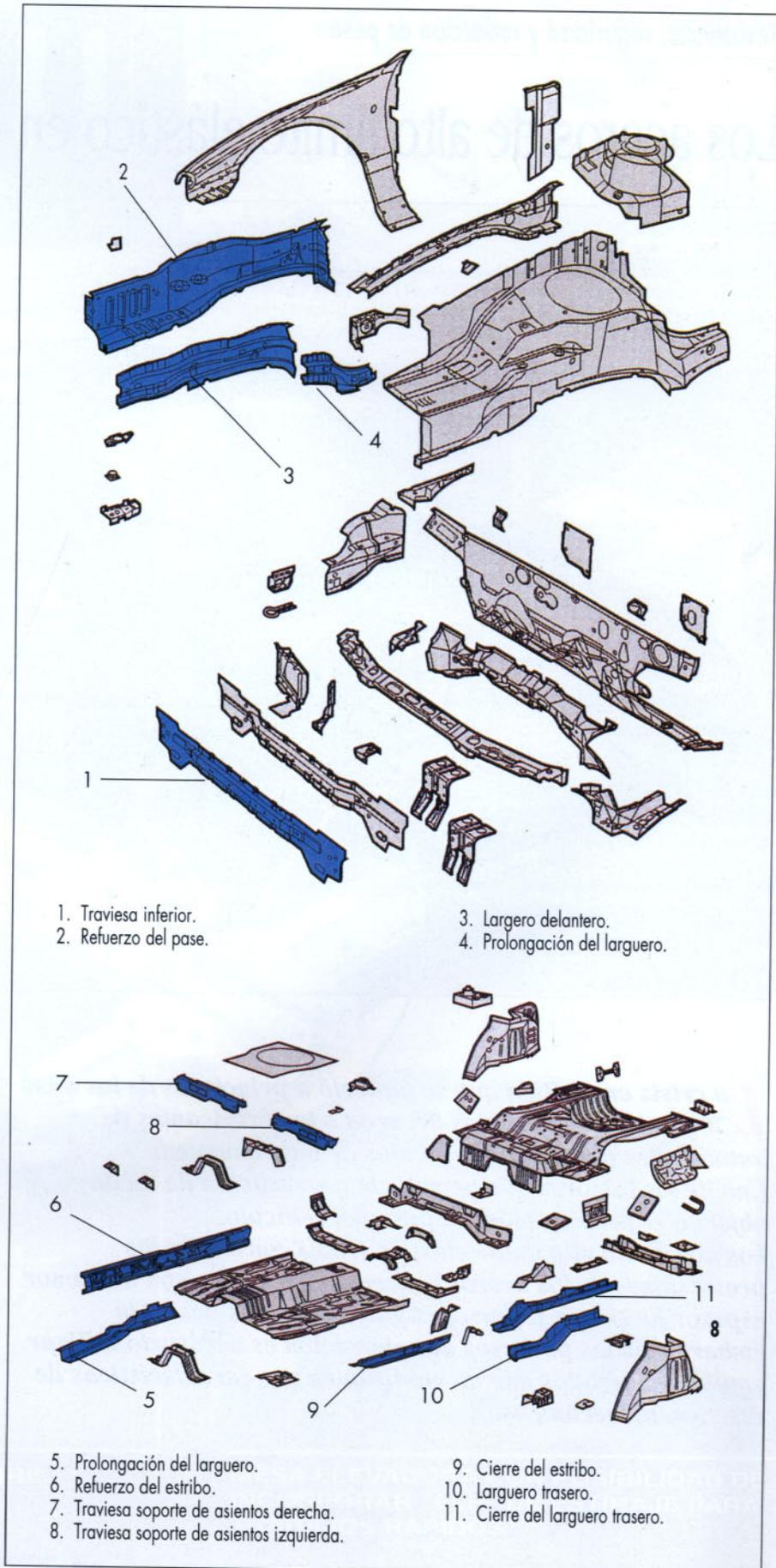
Estos elementos tienen una importante función en el mantenimiento de la rigidez de la carrocería ante las sollicitaciones de esfuerzos exteriores, bien sean debidos al uso normal y continuado o bien a un impacto.

## CARACTERÍSTICAS

Las características que poseen estos materiales los convierten en los más idóneos para la fabricación de piezas sometidas a elevados esfuerzos dinámicos y estáticos.

Por ello, tienen como característica fundamental la optimización simultánea de resistencia y tenacidad, ya que al emplear menor espesor, deben garantizar:

- Una elevada resistencia al choque y a la penetración estática, equivalentes a la proporcionada por el acero convencional.



Elementos de acero ALE en la carrocería del Ford Mondeo.

- Capacidad para soportar vibraciones y esfuerzos dinámicos sin romperse.

Aparte de conjugar perfectamente ambos requerimientos, también se caracterizan por:

- Poseer, en ciertos casos, una embutibilidad elevada.
- Tener un buen comportamiento en la soldadura, ya que es el sistema de unión empleado en la fabricación y reparación de las carrocerías de los vehículos.
- Admitir los procesos de galvanizado en caliente, electrocincado, etc, con el objeto de cumplir con otro de los requerimientos de la industria del automóvil: mejorar la resistencia a la corrosión.

## TIPOS DE ACERO

La obtención de estos aceros, a fin de conseguir combinar simultáneamente resistencia y tenacidad, se puede lograr siguiendo tres vías de actuación, las cuales dan lugar a tres tipos de aceros:

**Aceros de doble fase:** en estos aceros se ha logrado obtener una estructura tenaz y de alta dureza, por medio de un enfriamiento rápido pero controlado. También suelen incluirse pequeñas cantidades de microaleantes tales como molibdeno (Mo) y vanadio (V).

El proceso de obtención consiste en la aplicación de un temple energético, seguido de un revenido para mejorar la plasticidad y, por tanto, su comportamiento al choque. Este tratamiento es conocido por recocido intercrítico.

**Aceros microaleados:** son aceros calmados al aluminio con un bajo contenido en carbono. Suelen llevar adicionadas pequeñas cantidades de microaleantes tales como: niobio (Nb), vanadio (V) o titanio (Ti). Por otra parte, se procura que los contenidos en fósforo (P) y azufre (S) sean bajos, así como los contenidos en inclusiones.

Con la aplicación de procesos termomecánicos durante la laminación en caliente se provoca un endurecimiento, debido a la



Comportamiento de los aceros ALE.

precipitación de carbonitruros de los elementos de aleación así como por un afino de grano ferrítico.

**Aceros refosforados:** el endurecimiento en este caso se obtiene mediante la utilización de elementos en solución sólida, tales como fósforo (P) y silicio (Si). En algunos casos, contienen manganeso (Mn) y niobio (Nb) en aleación.

El fósforo facilita en gran medida la embutición y contribuye a evitar la corrosión, pero, por el contrario, dificulta los procesos de soldadura. Estos aceros surgieron ante la necesidad de mejorar las características de embutición y el aspecto superficial de los aceros microaleados.

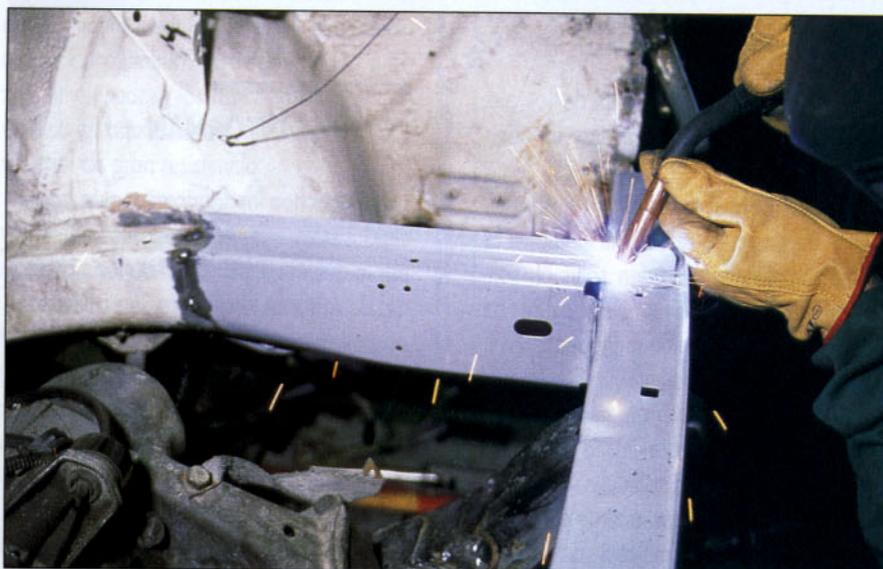
## CÓMO SE DEFORMAN

Son muchos los fabricantes que han incluido estos materiales en sus vehículos, por lo que el conocimiento de los mismos y de los métodos de reparación adecuados es muy importante para los talleres de reparación.

Para conocer los métodos apropiados a la hora de reparar se han llevado a cabo varios estudios en diferentes centros de investigación, con el fin de determinar la pérdida de resistencia mecánica que cada uno de ellos provocará en este tipo de acero.



Los estirajes se realizarán siempre en frío.



La técnica a emplear para su soldadura será la de puntos de resistencia y, en su defecto, la soldadura MIG/MAG.

En concreto, el estudio llevado a cabo en CESVIMAP consistió en deformar largueros por impacto a compresión.

Los daños ocasionados fueron reparados por los siguientes procedimientos:

- Reparación en frío.
- Reparación en caliente.
- Reparación mediante sustitución de las partes dañadas por una sección de ahorro de una pieza nueva, unida por soldadura MIG y añadiendo un refuerzo de chapa soldado por puntos a tapón.

Una vez realizada la reparación para comprobar la resistencia mecánica resultante, las piezas fueron nuevamente golpeadas con la misma cantidad de energía

## Son idóneos para la fabricación de componentes estructurales de la carrocería.

que se empleó para causar los daños.

La comparación de la magnitud de la deformación sobre las piezas nuevas y piezas reparadas, proporcionó el valor de la disminución de resistencia en cada reparación.

Los resultados que se obtuvieron reflejaron que la reparación en frío suponía una menor pérdida de resistencia (10 %) que

la reparación en caliente (22 %); siendo la sustitución por sección parcial la que reduce en menor cuantía la resistencia de estos aceros (6 %). (Tabla 1). Este último dato sólo es válido si se emplea soldadura MIG.

TABLA 1

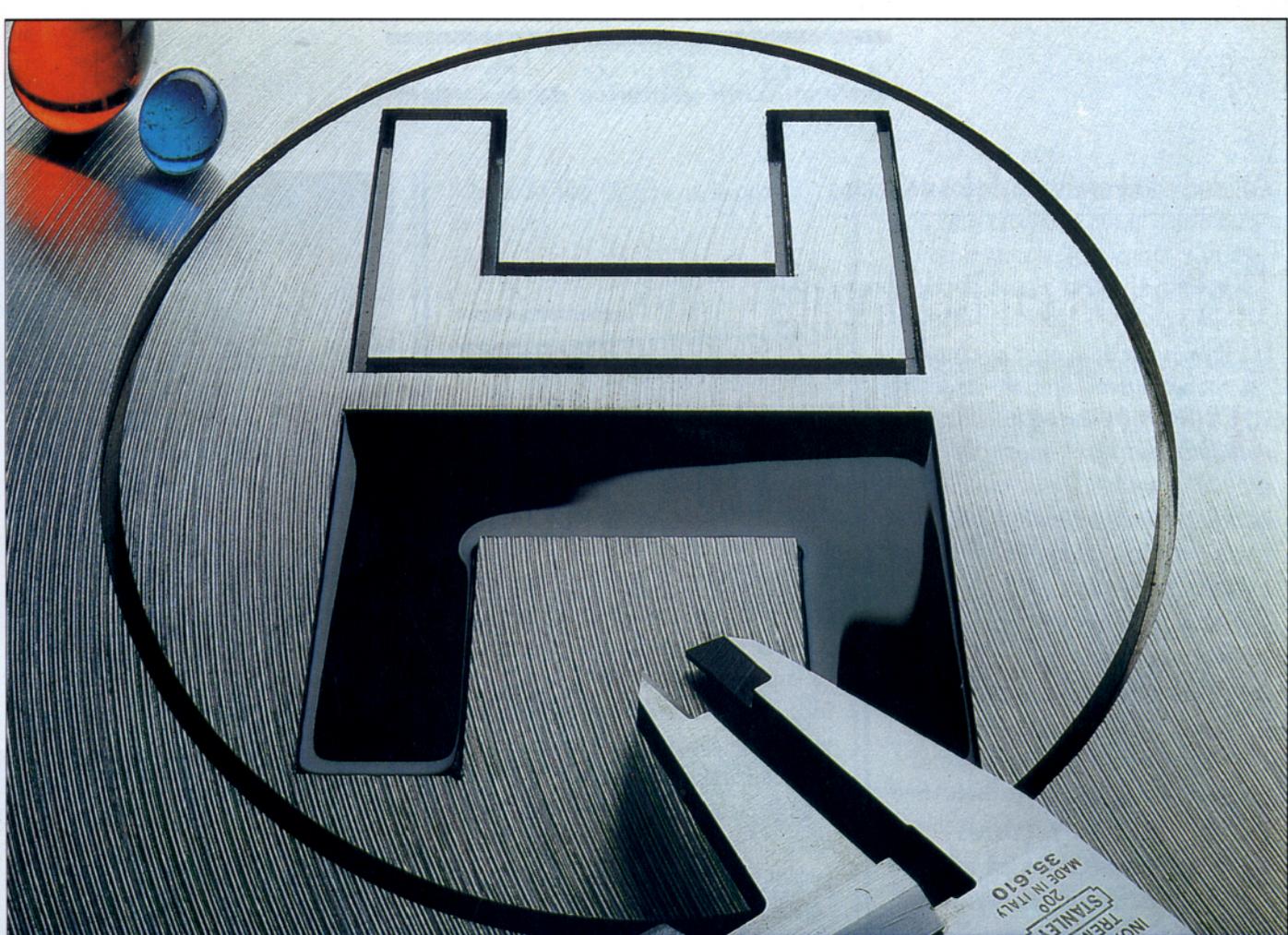
Tipo de reparación	Disminución de resistencia
En frío	10%
En caliente	22%
Por sección parcial	6%

## A LA HORA DE REPARAR

A la vista de estos datos, es lógico pensar que no se pueden aplicar los mismos métodos de reparación a estos aceros que a los convencionales, por tanto:

- Aquellas piezas que estén muy deformadas o agrietadas deberán ser sustituidas.
- El tratamiento en frío para la reparación de pequeñas deformaciones reduce escasamente la resistencia de estos aceros.
- No se deberá aplicar calor durante las operaciones de estiraje. Incluso a temperaturas del orden de 400°C este tipo de acero puede perder sus cualidades.
- Los estirajes se harán en frío y en pequeños intervalos.
- En las operaciones de soldadura no se deberá emplear nunca el soplete oxiacetilénico, se soldará exclusivamente por puntos de resistencia o mediante soldadura de hilo continuo en atmósfera controlada (MIG/MAG), ya que con esta soldadura se obtiene una reducción de resistencia muy inferior a la que se obtiene con la soldadura oxiacetilénica o con la soldadura TIG.

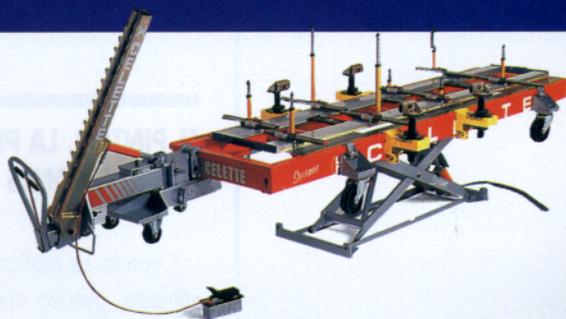
Ante cualquier duda sobre la naturaleza de las piezas a reparar, es de gran ayuda consultar el manual de taller de cada vehículo, pues suele indicar qué piezas están fabricadas en aceros de alto límite elástico



# LA CONFIANZA NO SE IMPROVISA



Más de 20 años sin perder la cabeza,  
del mercado.



Una gama de productos extensa, con soluciones que se adaptan a todos los problemas. La tecnología más fiable y robusta de Europa. Un servicio impecable. Estas son las claves de un líder que no para de crecer: **Celette Ibérica**. Estas son las razones que nos han hecho ganar la máxima confianza en nuestro sector.



**CELETTE**<sup>®</sup>  
IBERICA, S.A

C/ León, 63 (Pol. Cobo Calleja) - Teléfono: 642 02 62. Fax: 642 01 69 - 28940 Fuenlabrada (Madrid)