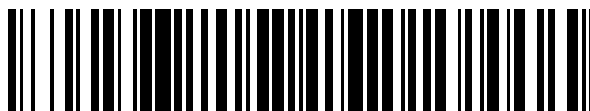


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 848 159**

51 Int. Cl.:

C21D 1/673 (2006.01)

C21D 9/48 (2006.01)

C23C 2/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2011 PCT/EP2011/073889**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012 WO12085253**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2011 E 11807691 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2020 EP 2655672**

54 Título: **Método para producir componentes endurecidos con áreas de diferente dureza y/o ductilidad**

30 Prioridad:

24.12.2010 DE 102010056264

24.12.2010 DE 102010056265

26.09.2011 DE 102011053941

26.09.2011 DE 102011053939

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.08.2021

73 Titular/es:

VOESTALPINE STAHL GMBH (100.0%)
Voest-Alpine-Strasse 3
4020 Linz, AT

72 Inventor/es:

SOMMER, ANDREAS;
SCHWINGHAMMER, HARALD;
KURZ, THOMAS;
KOLNBERGER, SIEGFRIED y
ROSNER, MARTIN

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 848 159 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para producir componentes endurecidos con áreas de diferente dureza y/o ductilidad

[0001] La invención se refiere a un método para fabricar componentes endurecidos con áreas de diferente dureza y/o ductilidad con las características de la reivindicación 1.

- 5 [0002] Se sabe que los llamados componentes endurecidos por presión hechos de chapa de acero se usan en particular en automóviles. Estos componentes endurecidos por presión hechos de chapa de acero son componentes de alta resistencia que se utilizan en particular como componentes de seguridad en la zona de la carrocería. En este caso, con la utilización de estos componentes de acero de alta resistencia es posible reducir el espesor del material frente a un acero de resistencia normal y, por lo tanto, lograr pesos de carrocería bajos.
- 10 [0003] En el endurecimiento por presión, hay básicamente dos posibilidades diferentes de fabricar componentes de este tipo. Se distingue entre los llamados método directo e indirecto.

[0004] En el método directo, una pletina de chapa de acero se calienta por encima de la llamada temperatura de austenitización y, opcionalmente, se mantiene a esta temperatura hasta que se logra un grado deseado de austenitización. A continuación, esta pletina calentada se transfiere a una herramienta de conformación y en esta
15 herramienta de conformación, en un paso de conformación de una sola etapa, se conforma en el componente acabado y, en este caso, se enfría al mismo tiempo mediante la herramienta de conformación enfriada a una velocidad que es superior a la velocidad de endurecimiento crítica. El componente endurecido se produce así.

[0005] En el método indirecto, en primer lugar, se conforma el componente casi por completo opcionalmente en un proceso de conformación de varias etapas. A continuación, este componente conformado se calienta también a una
20 temperatura superior a la temperatura de austenitización y, opcionalmente, se mantiene a esta temperatura durante un tiempo deseado requerido.

[0006] A continuación, este componente calentado, que ya tiene las dimensiones del componente o las dimensiones finales del componente, se transfiere e introduce en una herramienta de conformación, opcionalmente teniendo en cuenta la dilatación térmica del componente preformado. Después de cerrarla herramienta especialmente enfriada,
25 el componente preformado se enfría así solo en esta herramienta a una velocidad superior a la velocidad de endurecimiento crítica y, de este modo, se endurece.

[0007] En este caso, el método directo es algo más fácil de realizar, sin embargo, solo permite formas que pueden realizarse de hecho con un solo paso de conformación, es decir, formas de perfil relativamente sencillas.

[0008] El método indirecto es algo más complicado, pero es capaz de realizar formas más complejas.
- 30 [0009] Además de la demanda de componentes endurecidos por presión, surgió la demanda de no producir componentes de este tipo de chapa de acero sin recubrir, sino de ponerles un recubrimiento de protección contra la corrosión.

[0010] Como recubrimiento de protección contra la corrosión en la industria del automóvil se considera solo el aluminio o las aleaciones de aluminio utilizados en pequeña medida, o los recubrimientos a base de zinc, solicitados
35 más frecuentemente. En este caso, el zinc tiene la ventaja de que no solo forma un recubrimiento de barrera de protección, tal como el aluminio, sino también una protección contra la corrosión catódica. Además, los componentes recubiertos de zinc endurecidos por presión se ajustan mejor al concepto de protección total contra la corrosión de las carrocerías para vehículos, ya que estas se galvanizan completamente en el método de construcción común actual. En este sentido, se puede reducir o eliminar la corrosión por contacto.
- 40 [0011] En ambos métodos, sin embargo, se han encontrado desventajas que también se abordan en el estado de la técnica. En el método directo, es decir, en la conformación en caliente de aceros que se endurecen por presión con recubrimiento de zinc se producen microgrietas (de 10 µm a 100 µm) o incluso macrogrietas en el material, en donde las microgrietas aparecen en el recubrimiento y las macrogrietas incluso se extienden a lo largo de toda la sección transversal de la chapa. Estos componentes con macrogrietas no son adecuados para su uso posterior.
- 45 [0012] En el proceso indirecto, es decir, en la conformación en frío con un endurecimiento posterior y una formación del resto, pueden aparecer también microgrietas en el recubrimiento, que tampoco se desean, pero que no están tan marcadas.

[0013] En el método directo, es decir, en la conformación en caliente, los aceros recubiertos de zinc no se usaban hasta ahora, menos un componente en la región de Asia. Aquí se usan más bien aceros con un recubrimiento de aluminio y silicio.

[0014] Se puede encontrar una descripción general en la publicación "Corrosion resistance of different metallic coatings on press hardened steels for automotive", de Arcelor Mittal Maiziere Automotive Product Research Center F-57283 Maiziere-Les-Mez. En esta publicación se indica que hay un acero al manganeso-boro aluminizado para el proceso de conformación en caliente, comercializado bajo el nombre de Usibor 1500P. Además, con el propósito de proteger contra la corrosión catódica, se venden aceros previamente recubiertos en zinc para el proceso de conformado en caliente, a saber, el Usibor GI galvanizado con un recubrimiento de zinc, que contiene pequeñas cantidades de aluminio, y un llamado Usibor GA galvanizado recubierto, que tiene una capa de zinc con un 10 % de hierro.

[0015] Cabe señalar que el diagrama de fases de zinc-hierro muestra que por encima de 782 °C se origina una gran área en la que surgen fases líquidas de zinc-hierro, mientras que el contenido de hierro sea bajo, en particular, menor del 60 %. Sin embargo, este es también el intervalo de temperatura en el que el acero austenitizado se conforma en caliente. Pero también cabe señalar que, cuando el conformado se produce por encima de 782 °C, hay un gran riesgo de corrosión por tensión por el zinc líquido que probablemente penetra en los límites de grano del acero de base, lo que produce macrogrietas en el acero base. Además, en contenidos de hierro menores del 30 % en el recubrimiento, la temperatura máxima para conformar un producto seguro sin macrogrietas es menor de 782 °C. Esta es la razón por la cual no se utiliza ningún método directo de conformación, sino el método indirecto de conformación. Con ello se pretende eludir el problema descrito.

[0016] Otra manera de eludir este problema reside en utilizar acero galvanizado recubierto, ya que el contenido de hierro del 10 % ya existente desde el principio y la ausencia de una capa barrera de Fe_2Al_5 facilitan una formación más homogénea del recubrimiento de fases predominantemente ricas en hierro. Esto da como resultado una reducción o eliminación de fases líquidas ricas en zinc.

[0017] En "'STUDY OF CRACKS PROPAGATION INSIDE THE STEEL ON PRESS HARDENED STEEL ZINC BASED COATINGS', Pascal Drillet, Raisa Grigorieva, Gregory Leuillier, Thomas Viotoris, 8th International Conference on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet, GALVATECH 2011 - Conference Proceedings, Genova (Italy), 2011" se señala que las chapas galvanizadas en el método directo no se pueden mecanizar.

[0018] De EP 1 439 240 B1 se conoce un método para la conformación en caliente de un producto de acero recubierto, en donde el material de acero tiene un recubrimiento de zinc o aleación de zinc que está formado en la superficie del material de acero y el material de base de acero con el recubrimiento se calienta a una temperatura de 700 °C a 1000 °C y se conforma en caliente, en donde el recubrimiento tiene una capa de óxido, que contiene principalmente óxido de zinc, antes de que el material de base de acero con la capa de zinc o aleación de zinc se caliente para evitar una evaporación del zinc durante el calentamiento. Para ello se ha previsto un desarrollo del método especial.

[0019] De EP 1 642 991 B1 se conoce un método para la conformación en caliente de un acero en el que un componente de un acero al manganeso-boro se calienta a una temperatura en el punto Ac_3 o mayor, se mantiene a esta temperatura y luego la chapa de acero calentada se conforma al componente acabado, en donde el componente conformado mediante el enfriamiento de la temperatura de conformación durante la conformación o después de la conformación se enfría bruscamente de tal manera que la velocidad de enfriamiento en el punto MS al menos corresponda a la velocidad de enfriamiento crítica y que la velocidad media de enfriamiento del componente conformado desde el punto MS a 200 °C se encuentre en el intervalo de 25 °C/s a 150 °C/s.

[0020] De EP 1 651 789 B1 de la solicitante se conoce un método para fabricar componentes endurecidos de chapa de acero, en donde en este caso se conforman piezas conformadas de una chapa de acero provista de protección catódica contra la corrosión y sigue un tratamiento térmico para la austenitización, en donde antes, durante o después de la conformación en frío de la pieza conformada se realiza un recorte final de la pieza conformada y los troquelados necesarios o la generación de un patrón de agujeros, y se efectúa la conformación en frío así como el recorte y troquelado y disposición del patrón de agujeros sobre el componente de un 0,5 % a un 2 % menor que las dimensiones que tiene que tener el componente final endurecido, en donde la pieza conformada en frío para el tratamiento térmico se calienta a continuación, al menos parcialmente, mediante el acceso de oxígeno atmosférico a una temperatura que permite una austenitización del material de acero y el componente calentado se transfiere a continuación a una herramienta y en esa herramienta se lleva a cabo un llamado endurecimiento y conformación, donde al colocar y prensar (retener) el componente mediante las herramientas de endurecimiento y conformación, el componente se enfría y por tanto se endurece, y el recubrimiento de protección contra la corrosión catódica se compone esencialmente de una mezcla de zinc y, además, uno o más elementos afines al oxígeno. Por ello, en la superficie del recubrimiento de protección contra la corrosión se forma durante el calentamiento una capa de óxido a partir de los elementos afines al oxígeno, que protegen la capa de protección contra la corrosión catódica, en particular la capa de zinc. Además, en el método se tiene en cuenta la dilatación térmica del componente con

respecto a su geometría final por la reducción a escala del componente, para que en el endurecimiento no sea necesaria una calibración ni una conformación.

[0021] De WO 2010/109012 A1 de la solicitante se conoce un método para fabricar componentes de acero parcialmente endurecidos, en donde una pletina de una chapa de acero que se puede endurecer se somete a un aumento de temperatura que es suficiente para un endurecimiento por temple, y después de alcanzar una temperatura deseada y opcionalmente un tiempo de permanencia deseado, la pletina se transfiere a una herramienta de conformación en la que la pletina se conforma en un componente y al mismo tiempo se endurece por temple, o la pletina se conforma en frío y el componente obtenido mediante la conformación en frío se somete a continuación a un aumento de la temperatura, en donde el aumento de la temperatura se lleva a cabo de tal manera que se alcanza la temperatura del componente necesaria para el endurecimiento por temple, y a continuación el componente se transfiere a una herramienta en la que el componente calentado se enfría y, por tanto, se endurece por temple, en donde durante el calentamiento de la pletina o del componente para aumentar la temperatura a una temperatura necesaria para el endurecimiento en las áreas que deben tener una dureza menor y/o una ductilidad mayor, se colocan masas de absorción o se espacian con una pequeña hendidura, en donde la masa de absorción con respecto a su expansión y espesor, su conductividad térmica y su capacidad térmica y/o con respecto a su grado de emisión está dimensionada de modo que la energía térmica que actúa en el área dúctil restante del componente fluye a través del componente hacia la masa de absorción, para que esas áreas se mantengan más frías y, en particular, no alcancen o alcancen solo parcialmente la temperatura necesaria para el endurecimiento, para que esas áreas no se puedan endurecer o solo lo hagan parcialmente.

[0022] De DE 10 2005 003 551 A1 se conoce un método para la conformación en caliente y endurecimiento de una chapa de acero, en el que una chapa de acero se calienta a una temperatura superior al punto Ac_3 , después experimenta un enfriamiento a una temperatura comprendida en el intervalo de 400 °C a 600 °C y solamente después de alcanzar este intervalo de temperatura se conforma. Esta publicación, sin embargo, no aborda el problema de las grietas o un recubrimiento, ni describe una formación de martensita. El objetivo de la invención es la formación de la estructura intermedia, la llamada bainita.

[0023] La tarea de la invención es proporcionar un método para fabricar componentes de chapa de acero, en particular aquellos provistos de una capa de protección contra la corrosión con áreas de diferente dureza o ductilidad, en donde se eviten tensiones locales en el componente y distorsión, así como grietas, que de otro modo pueden ser causadas por "agrietamiento asistido por metal líquido".

[0024] La tarea se logra con las características de la reivindicación 1.

[0025] Los desarrollos ventajosos están caracterizados en las reivindicaciones dependientes.

[0026] El método según la invención se puede llevar a cabo satisfactoriamente tanto en el llamado proceso indirecto como también en el proceso directo con respecto a las propiedades mecánicas. Con el fin de lograr áreas con diferentes resistencias a través del endurecimiento por temple, en el método indirecto las pletinas se conforman en el componente terminado antes del calentamiento, opcionalmente reducidas en los tres ejes espaciales por una dilatación térmica esperada. A continuación, el componente así obtenido se calienta en un horno en donde, para conseguir áreas de diferentes temperaturas, se proporcionan masas de absorción o componentes aislantes o similares en las áreas del componente que no deben endurecerse o deben endurecerse menos. Por ello, en estas áreas se alcanza una temperatura que está por debajo de AC_3 u, opcionalmente, incluso AC_1 , y en este sentido se restringe o evita un endurecimiento por temple mediante la transformación de la austenita en martensita. En las áreas restantes se busca una austenitización completa, que produce una dureza martensítica durante el templado.

[0027] En el método directo, la pletina se calienta sin estar conformada y las áreas de la pletina que no deben endurecerse o deben endurecerse menos también entran en contacto con masas de absorción que, en virtud de su conductividad térmica y capacidad térmica, reducen el calentamiento de la chapa o se disponen de la misma manera según los componentes de aislamiento. A continuación se conforma esta pletina.

[0028] Sin embargo, según la invención, la pletina se hace homogénea con respecto a la temperatura en ambos casos antes del endurecimiento (método indirecto) o del endurecimiento y la conformación (método directo). Esto significa que la pletina calentada con las áreas a diferente temperatura se somete, antes de introducirse en la herramienta de conformación, a una etapa de enfriamiento intermedia en la que las áreas más calientes se enfrían activamente hasta la temperatura o intervalo de temperatura de las áreas más frías. La forma en que esto sucede se explicará más adelante.

[0029] Para no obtener un endurecimiento incontrolado durante el enfriamiento, se utilizan según la invención los llamados aceros retardadores de conversión. Esto significa que la transformación en martensita se produce más tarde, de modo que los componentes, después de la homogeneización de la temperatura y de la introducción en la herramienta de endurecimiento, o la herramienta de endurecimiento/conformación, a pesar de la temperatura

uniforme, tienen áreas que se endurecen por el posterior enfriamiento rápido a una velocidad de enfriamiento superior a la velocidad crítica de endurecimiento, mientras que las otras áreas que no se llevaron a la temperatura de austenitización son más blandas.

5 [0030] En este caso es ventajoso que, debido a la homogeneización de la temperatura, también se produce una deformabilidad uniforme, de modo que se evitan tensiones locales debido a diferentes temperaturas o diferentes propiedades termomecánicas y, en particular, se evitan los adelgazamientos en las áreas límite entre áreas frías y calientes.

[0031] Otra ventaja que se logra por el método directo es que se evita la denominada "fragilización por metal líquido".

10 [0032] El efecto descrito anteriormente de agrietamiento por zinc líquido, que penetra el acero en el área de los límites de grano, también se conoce como «fragilización por metal líquido» o «agrietamiento asistido por metal líquido».

15 [0033] Como se ha reconocido según la invención, en la medida de lo posible ninguna fusión de zinc debe entrar en contacto con austenita durante la fase de conformación, es decir, la introducción de tensión. Por ello se prevé, según la invención, llevar a cabo la conformación bajo la temperatura peritética del sistema de hierro-zinc (fusión, ferrita, fase gamma). Con el fin de poder garantizar aquí el endurecimiento por temple, la composición de la aleación de
20 acero se ajusta en el marco de la composición habitual de un acero al manganeso-boro (22MnB5) de tal manera que el endurecimiento por temple se lleva a cabo mediante una conversión retardada de la austenita en martensita y, con ello, la presencia de austenita también a la temperatura más baja por debajo de 780 °C o menos, de modo que no hay fases líquidas de zinc o solo muy pocas en el momento en que se introduce tensión mecánica en el acero, que
juntamente con una fusión de zinc y austenita llevaría a la "fragilización por metal líquido". Por lo tanto, es posible lograr un endurecimiento por temple suficiente mediante un acero al manganeso-boro ajustado según los elementos de aleación sin provocar un agrietamiento excesivo o dañino.

25 [0034] Además, se ha comprobado que, además de establecer el análisis del acero, es necesario el enfriamiento intermedio activo antes de la conformación para una conformación sin grietas. El enfriamiento intermedio puede realizarse, por ejemplo, en una o más etapas.

30 [0035] Durante los tiempos de transferencia entre el horno y la prensa, se pueden planificar períodos de tiempo adicionales para homogeneizar la temperatura de las chapas que tienen áreas calentadas de manera diferente para, por ejemplo, no provocar en absoluto ningún endurecimiento en áreas más frías, en particular esperando hasta que las áreas calentadas por encima de la temperatura de austenitización tengan una temperatura que se haya nivelado a la temperatura de las áreas menos calentadas. En este caso, este nivelado del perfil de temperatura también puede realizarse en particular mediante un enfriamiento activo de las áreas más calientes, en particular mediante
soplado de estas áreas o similar, en donde, opcionalmente durante el enfriamiento de las áreas calentadas, las áreas frías o más frías opcionalmente se cubren, se protegen o se aíslan.

35 [0036] En particular, el control de las boquillas de aire para soplar en el caso particular de chapas a diferentes temperaturas se puede efectuar a través de pirómetros presentes como las respectivas boquillas, por ejemplo, fuera de la prensa y del horno en una instalación separada.

40 [0037] En este caso, las posibilidades de enfriamiento no se limitan a boquillas de aire, también se pueden utilizar mesas refrigeradas, en las que las pletinas se coloquen de forma correspondiente, y que comprenden áreas refrigeradas y no refrigeradas, de modo que las áreas que enfriar de la pletina se coloquen extendidas en áreas refrigeradas de la mesa y se pongan en contacto térmicamente conductor, por ejemplo presionando o succionando.

45 [0038] También es concebible el uso de una prensa de enfriamiento en la que la geometría de la prensa a través de las placas planas es concebible de forma simple y favorable, en donde las áreas de la herramienta en la que la pletina se debe enfriar se enfrían respectivamente con líquido, mientras que las áreas que no se deben enfriar se protegen, por ejemplo, del metal frío de la prensa, mediante capas aislantes que se introducen en las herramientas, o estas áreas se calientan ligeramente o se mantienen a temperatura, por ejemplo, mediante inducción.

[0039] Para las pletinas con áreas de temperatura diferente, se alcanza una temperatura de conformación uniforme antes de la conformación, lo que garantiza un mejor comportamiento de conformación en la prensa de conformación.

50 [0040] En ambos métodos, es ventajoso que se tenga que disipar menos energía debido a la temperatura más baja para el endurecimiento, acortando con ello la duración del ciclo.

[0041] La invención se explica mediante un dibujo. En este muestran:

- Figura 1: la curva tiempo-temperatura durante el enfriamiento entre el horno y la conformación;
 Figura 2: imágenes muy ampliadas que muestran las pruebas con las diferentes temperaturas;
 Figura 3: ilustraciones metalográficas en sección transversal de las pruebas de la Figura 2;
 Figura 4: el diagrama de zinc-hierro con las correspondientes curvas de enfriamiento para chapas con áreas calentadas de forma diferente;
 Figura 5: un gráfico TTT (tiempo, temperatura, transformación);
 Figura 6: el desarrollo esquemático del método según la invención en el proceso directo;
 Figura 7: el desarrollo esquemático del método según la invención en el proceso indirecto;
 Figura 8: el desarrollo esquemático con estación de centrado y enfriamiento combinada para el enfriamiento intermedio de un lado.

[0042] Según la invención, un acero al manganeso-boro convencional para su uso como material de acero que se endurece por presión se ajusta con respecto a la transformación de la austenita en otras fases de tal manera que la transformación se desplaza a áreas más profundas y se puede formar martensita.

[0043] Los aceros de esta composición de aleación son por lo tanto adecuados para la invención (todos los datos en % en masa):

C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ti	B	N
[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
0,22	0,19	1,22	0,0066	0,001	0,053	0,26	0,031	0,0025	0,0042

Siendo el resto hierro e impurezas producidas por la fundición.

[0044] En donde en particular los elementos de aleación boro, manganeso, carbono, y opcionalmente cromo y molibdeno, se utilizan como retardadores de conversión en aceros de este tipo.

[0045] Los aceros de esta composición de aleación generalmente son también adecuados para la invención (todos los datos en % en masa):

Carbono (C)	0,08-0,6
Manganeso (Mn)	0,8-3,0
Aluminio (Al)	0,01-0,07
Silicio (Si)	0,01-0,5
Cromo (Cr)	0,02-0,6
Titanio (Ti)	0,01-0,08
Nitrógeno (N)	< 0,02
Boro (B)	0,002-0,02
Fósforo (P)	< 0,01
Azufre (S)	< 0,01
Molibdeno (Mo)	< 1

Siendo el resto hierro e impurezas producidas por la fundición.

[0046] En particular, han demostrado ser adecuadas las siguientes composiciones de acero (todos los datos en % en masa):

Carbono (C)	0,08-0,30
Manganeso (Mn)	1,00-3,00
Aluminio (Al)	0,03-0,06
Silicio (Si)	0,01-0,20
Cromo (Cr)	0,02-0,3
Titanio (Ti)	0,03-0,04
Nitrógeno (N)	< 0,007
Boro (B)	0,002-0,006
Fósforo (P)	< 0,01

Azufre (S)	< 0,01
Molibdeno (Mo)	< 1

Siendo el resto hierro e impurezas producidas por la fundición.

[0047] Al ajustar los elementos de aleación que actúan como retardadores de conversión se logra, de forma fiable, el endurecimiento por temple, es decir, un enfriamiento rápido a una velocidad de enfriamiento que es superior a la velocidad de endurecimiento crítica, incluso por debajo de 780 °C. Esto significa que, en este caso, se trabaja por debajo del punto peritéctico del sistema de zinc-hierro, es decir, la tensión mecánica se aplica solo por debajo del punto peritéctico. Esto significa además que, en el momento en que se aplica la tensión mecánica, ya no hay fases líquidas de zinc que puedan entrar en contacto con la austenita.

[0048] Además, después de que la pletina se ha calentado, se puede proporcionar según la invención una fase de permanencia en el rango de temperatura del punto peritéctico, con lo que se favorece y agiliza la solidificación del recubrimiento de zinc antes de que se conforme posteriormente.

[0049] En la Figura 1 se aprecia un perfil de temperatura favorable para una chapa de acero austenitizada, en donde se puede apreciar que ya se produce un cierto enfriamiento después de calentarse a una temperatura superior a la temperatura de austenitización y la introducción correspondiente en un dispositivo de enfriamiento. A continuación sigue una etapa de enfriamiento intermedia rápida. La etapa de enfriamiento intermedia se lleva a cabo, de forma ventajosa, a velocidades de enfriamiento de al menos 15 K/s, preferiblemente al menos 30 K/s, más preferiblemente al menos 50 K/s. A continuación, la pletina se transfiere a la prensa y se lleva a cabo la conformación en el intervalo de 450 °C a 700 °C, y por debajo de la temperatura peritéctica del sistema de hierro-zinc, y se lleva a cabo el endurecimiento.

[0050] En la Figura 4, en el diagrama hierro-carbono, se aprecia cómo, por ejemplo, se trata una pletina con áreas calientes diferentes respectivamente. En este caso, se aprecia una temperatura inicial elevada de entre 800 °C y 900 °C para las regiones calientes que endurecer, mientras que las regiones blandas se han calentado a una temperatura por debajo de 700 °C y, en particular, no están disponibles para un endurecimiento. Se aprecia una nivelación de temperatura a una temperatura de aproximadamente 550 °C o ligeramente por debajo, en donde después de un ajuste de las áreas más calientes, también esta temperatura de las áreas más blandas experimenta el rápido enfriamiento a 20 K/s.

[0051] A efectos de la invención, es suficiente que la nivelación de temperaturas se lleve a cabo de tal manera que todavía haya diferencias en las temperaturas de las áreas (anteriormente) calientes y las áreas (anteriormente) más frías que no excedan de 75 °C, en particular de 50 °C (en ambas direcciones).

[0052] En la Figura 3 se aprecia la diferencia del agrietamiento. Sin enfriamiento intermedio se produce un agrietamiento que llega hasta el material de acero; con el enfriamiento intermedio solo aparecen grietas superficiales en el recubrimiento, pero que no son críticas.

[0053] Por lo tanto, la invención logra de manera fiable un método de conformación en caliente rentable para chapas de acero recubiertas con zinc o aleaciones de zinc con áreas de diferente dureza o ductilidad, en las que, por un lado, se produce un endurecimiento por temple y, por otro lado, se reduce o evita el microagrietamiento o macroagrietamiento, que causa daños en los componentes.

REIVINDICACIONES

1. Método para fabricar un componente de acero endurecido con áreas de diferente ductilidad o dureza, en donde se estampa una pletina, y la pletina estampada se calienta parcialmente a una temperatura $\geq A_{c3}$ y opcionalmente se mantiene a esta temperatura durante un tiempo predeterminado para llevar a cabo la formación de austenita, y a continuación la pletina parcialmente calentada se transfiere a una herramienta de conformación, se conforma en la herramienta de conformación, y se enfría en la herramienta de conformación a una velocidad superior a la velocidad crítica de endurecimiento y, por lo tanto, se endurece, o se conforma completamente en frío y la pletina conformada se calienta parcialmente a una temperatura $> A_{c3}$ y se mantiene opcionalmente a esta temperatura durante un tiempo predeterminado para llevar a cabo la formación de austenita, y a continuación la pletina parcialmente calentada y conformada se transfiere a una herramienta de endurecimiento, se endurece en la herramienta de endurecimiento a una velocidad superior a la velocidad crítica de endurecimiento, estableciéndose el material de acero como retardador de conversión de tal manera que, a una temperatura de conformación que está en el intervalo de 450 °C a 700 °C y por debajo de la temperatura peritéctica del sistema de hierro-zinc, se produce un endurecimiento por temple mediante la transformación de la austenita en martensita, produciéndose después del calentamiento y antes de la conformación un enfriamiento activo en el que la pletina o partes de la pletina o la pletina conformada o áreas de esta se enfrían a una velocidad de enfriamiento $> 15\text{K/s}$, conteniendo el material de acero como retardador de conversión los elementos boro, manganeso y carbono, y opcionalmente cromo y molibdeno, utilizándose material de acero con el siguiente análisis (todos los datos en % en masa):

Carbono (C)	0,08-0,6
Manganeso (Mn)	0,8-3,0
Aluminio (Al)	0,01-0,07
Silicio (Si)	0,01-0,5
Cromo (Cr)	0,02-0,6
Titanio (Ti)	0,01-0,08
Nitrógeno (N)	< 0,02
Boro (B)	0,002-0,02
Fósforo (P)	< 0,01
Azufre (S)	< 0,01
Molibdeno (Mo)	< 1

- siendo el resto hierro e impurezas producidas por la fundición, y en el caso de pletinas que para lograr áreas de diferente dureza tienen áreas correspondientes de calentamiento de diferentes intensidades, el enfriamiento activo se lleva a cabo de tal manera que, después del enfriamiento activo, se nivela la temperatura de las áreas austenitizadas, anteriormente más calientes, con la de las áreas que se han calentado en menor medida (+/- 50 K), de modo que la pletina se introduce en la herramienta de conformación a una temperatura uniforme con una diferencia de un máximo de 75 °C.

2. Método según la reivindicación 1 caracterizado por que se utiliza un material de acero con el siguiente análisis (todos los datos en % en masa):

Carbono (C)	0,08-0,30
Manganeso (Mn)	1,00-3,00
Aluminio (Al)	0,03-0,06
Silicio (Si)	0,01-0,20
Cromo (Cr)	0,02-0,3
Titanio (Ti)	0,03-0,04
Nitrógeno (N)	0,007
Boro (B)	0,002-0,006
Fósforo (P)	< 0,01
Azufre (S)	< 0,01
Molibdeno (Mo)	< 1

siendo el resto hierro e impurezas producidas por la fundición.

3. Método según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que la pletina se calienta en un horno a una temperatura $>A_{c3}$ y se mantiene durante un tiempo predeterminado, y a continuación la pletina se enfría a una temperatura entre 500 °C y 600 °C con el fin de lograr la solidificación de la capa de zinc, y a continuación se transfiere a la herramienta de conformación y se conforma allí.
- 5 4. Método según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el enfriamiento activo se lleva a cabo de tal manera que la velocidad de enfriamiento es >30 K/s.
5. Método según la reivindicación 4 caracterizado por que el enfriamiento activo se lleva a cabo de tal manera que el enfriamiento se produce a más de 50 K/s.
- 10 6. Método según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que en el caso de pletinas que para lograr áreas de diferente dureza tienen áreas correspondientes de calentamiento de diferentes intensidades, el enfriamiento activo se lleva a cabo de tal manera que, después del enfriamiento activo, se nivela la temperatura de las áreas austenitizadas, anteriormente más calientes, con la de las áreas que se han calentado en menor medida (± 50 K), de modo que la pletina se introduce en la herramienta de conformación a una temperatura esencialmente uniforme.
- 15 7. Método según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el progreso de enfriamiento y/o la temperatura de introducción en la herramienta de conformación se monitoriza mediante sensores, en particular pirómetros, y el enfriamiento se controla en consecuencia.
8. Método según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el material de acero utilizado es un material de acero recubierto de zinc o una aleación de zinc.
- 20

Curva tiempo-temperatura durante el enfriamiento entre el horno y la conformación en la transferencia

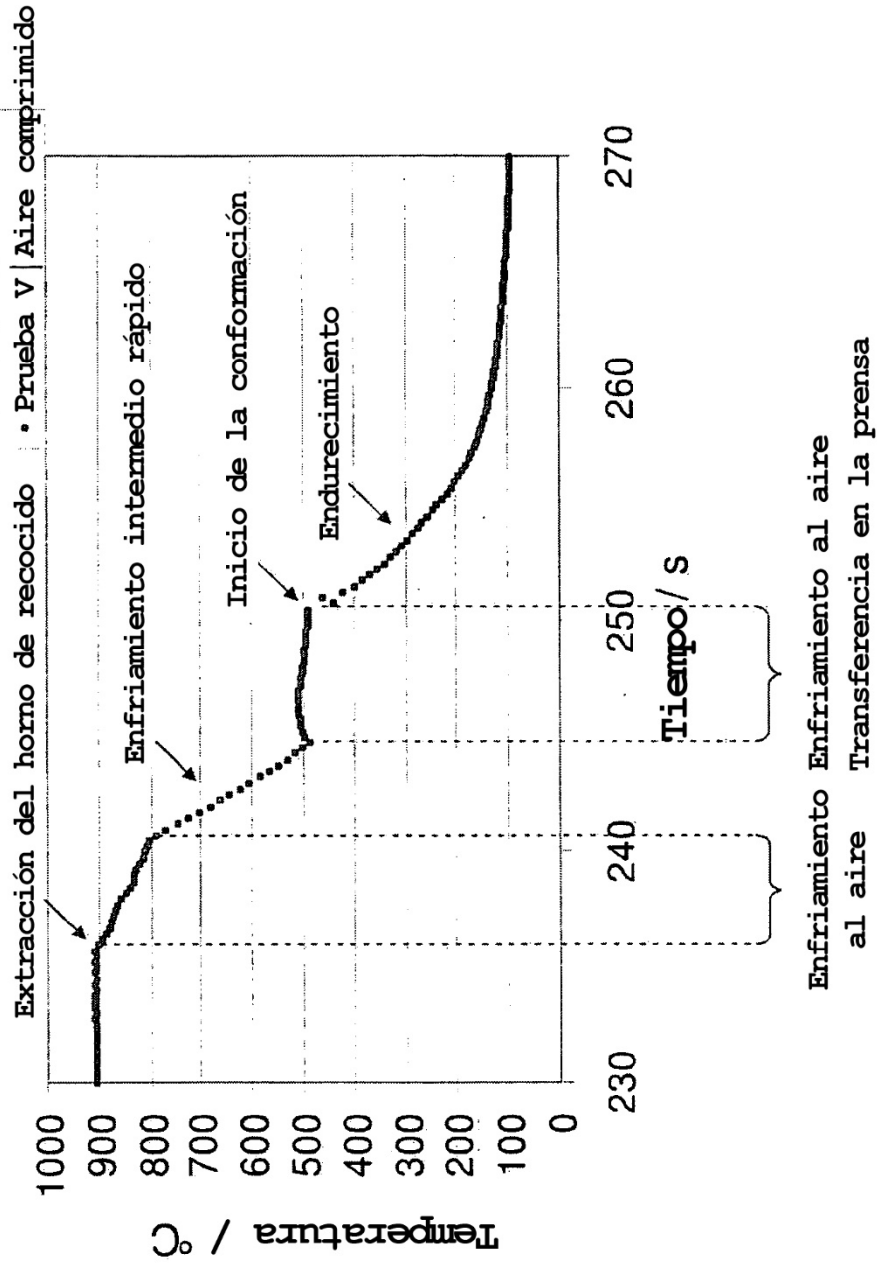


Figura 1

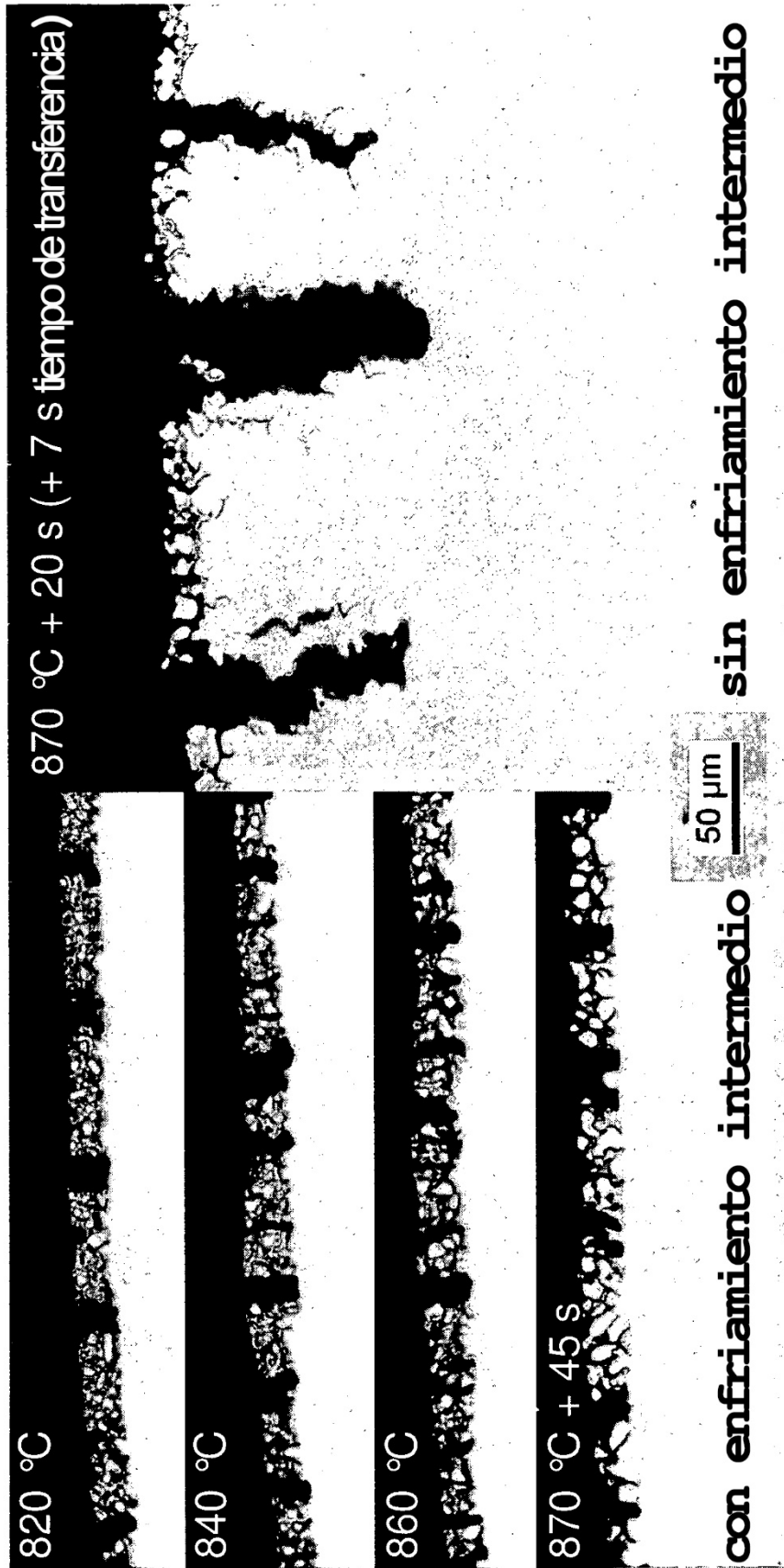


Figura 2

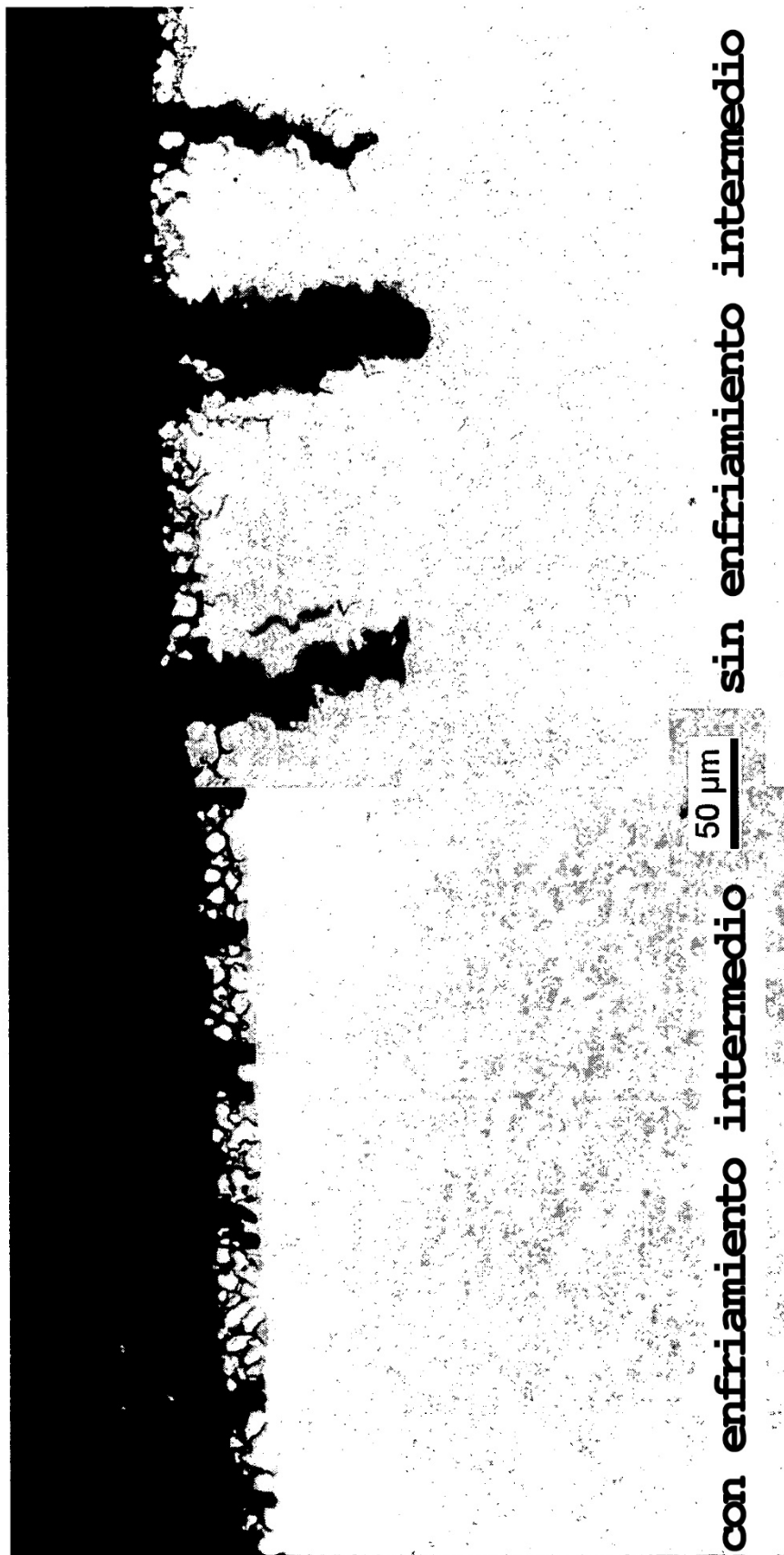


Figura 3

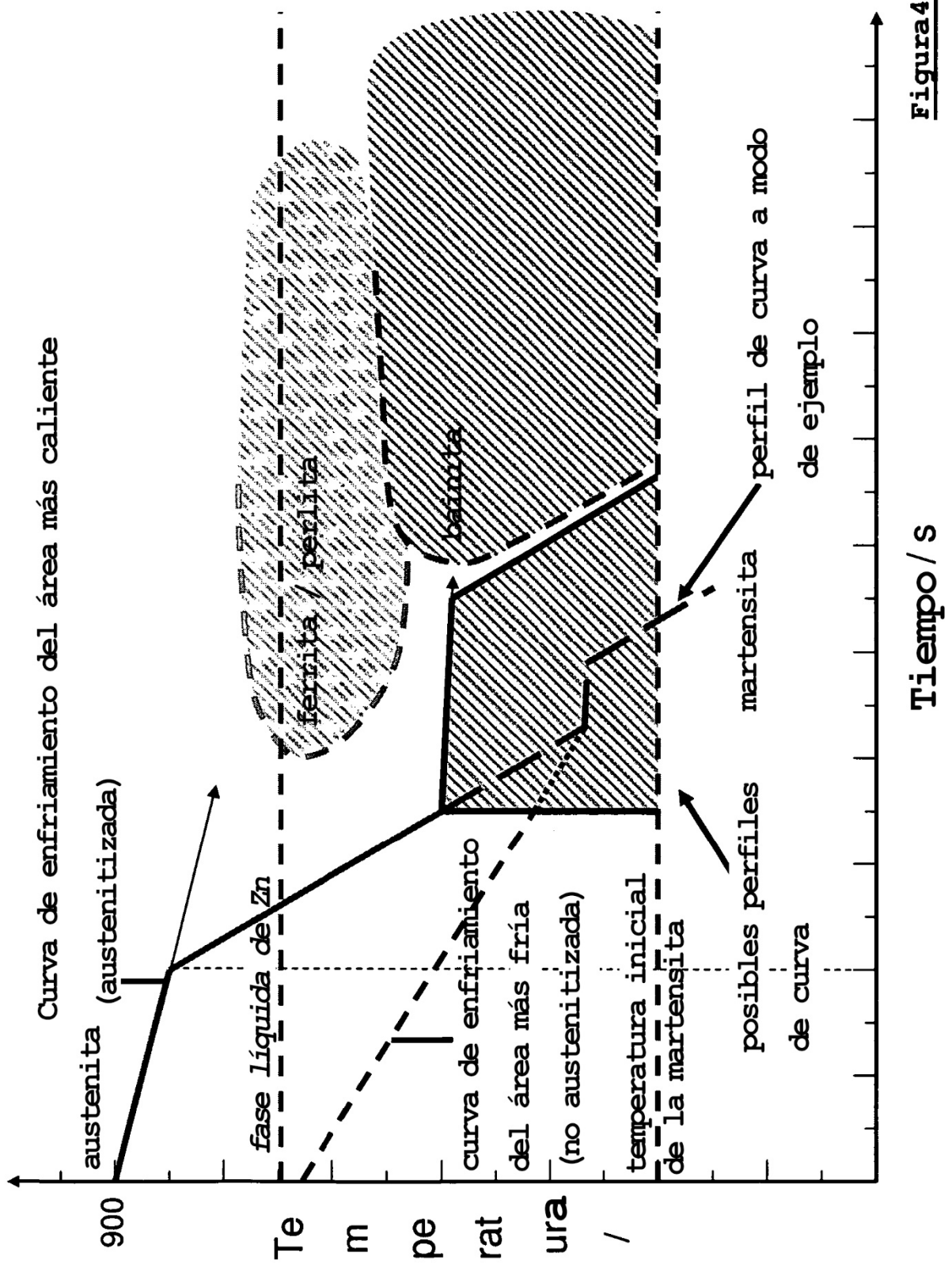
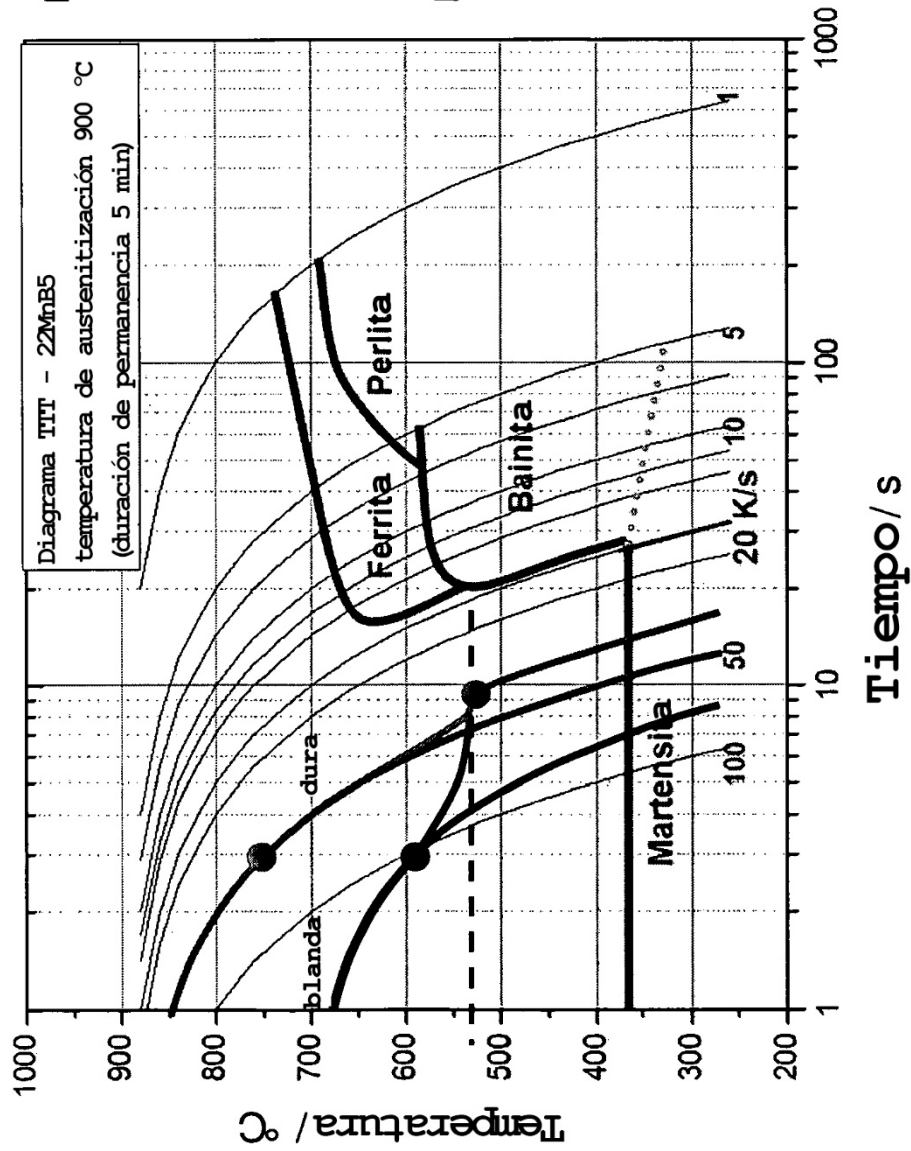


Figura 4



■ La chapa se enfía de forma intermedia a una temperatura uniforme antes de la conformación

■ El proceso se hace esencialmente más robusto: menos distorsión en la herramienta, menor ΔT entre la herramienta y la chapa, menor contracción al endurecerse, etc.

Figura 5

Ventajas del enfriamiento intermedio en piezas con propiedades adaptadas (masa de absorción) - PROCESO DIRECTO:

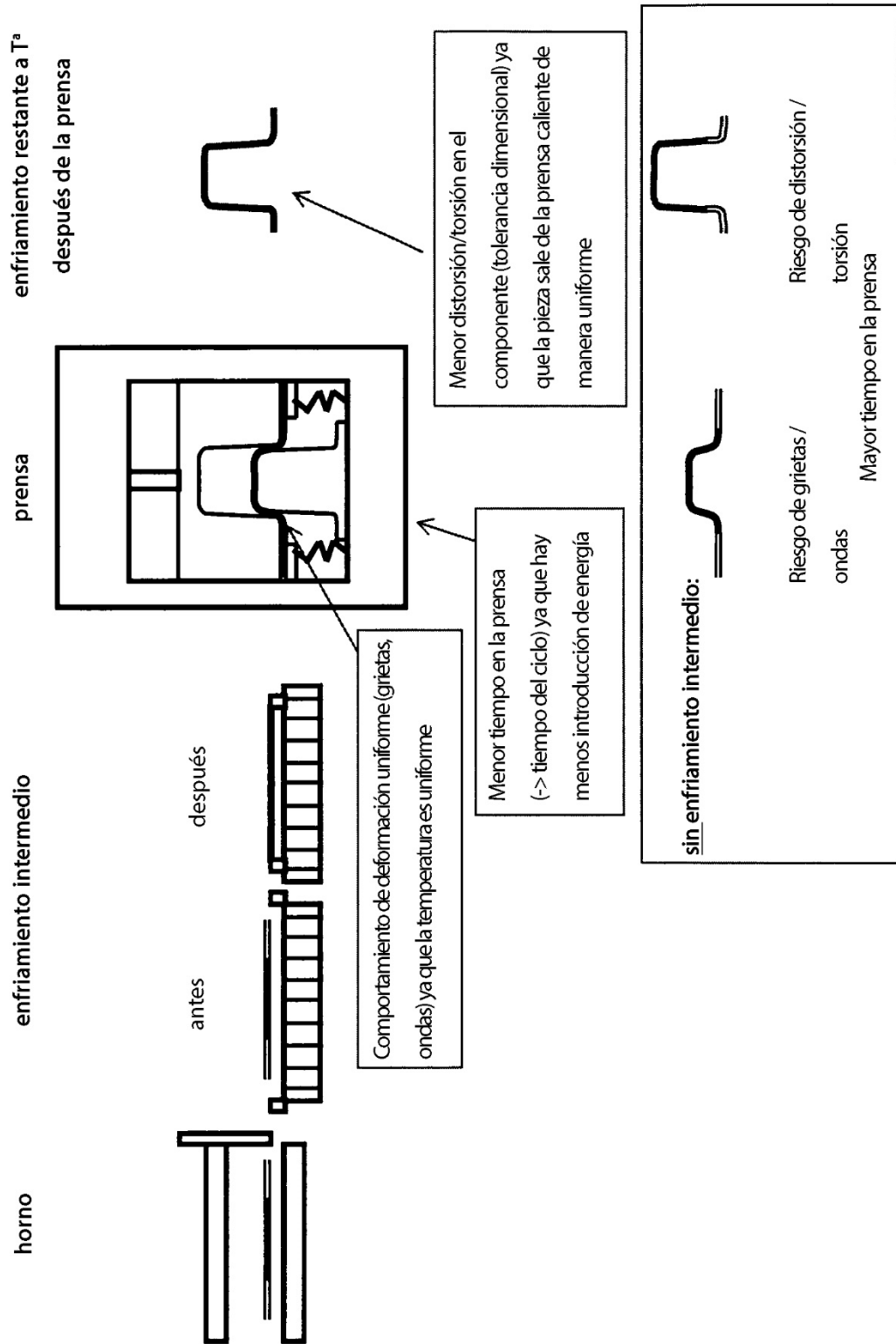


Figura 6

Ventajas del enfriamiento intermedio en piezas con propiedades adaptadas (masa de absorción) - PROCESO INDIRECTO:

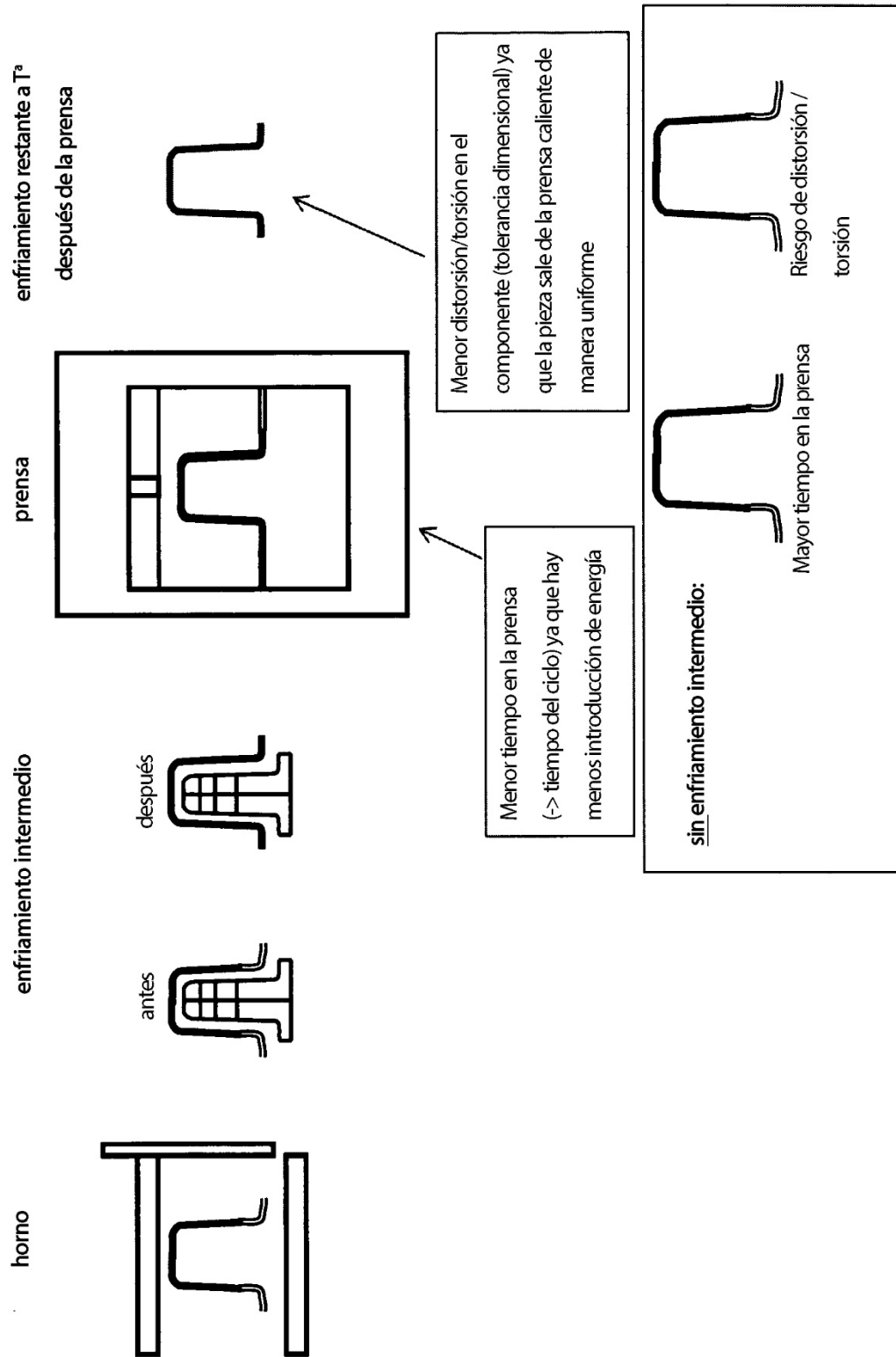
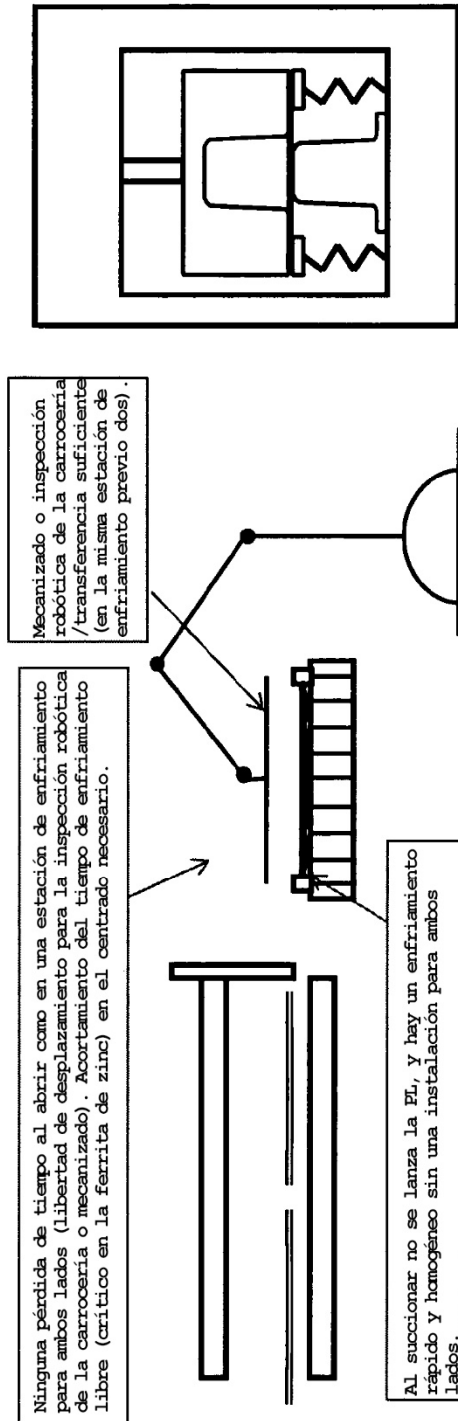


Figura 7

Estación de centrado y enfriamiento combinada para el enfriamiento intermedio de un lado:

horno estación de centrado y enfriamiento combinada para el enfriamiento intermedio de un lado transferencia prensa



Estación de centrado y enfriamiento combinada para el enfriamiento intermedio de un lado - Detalle

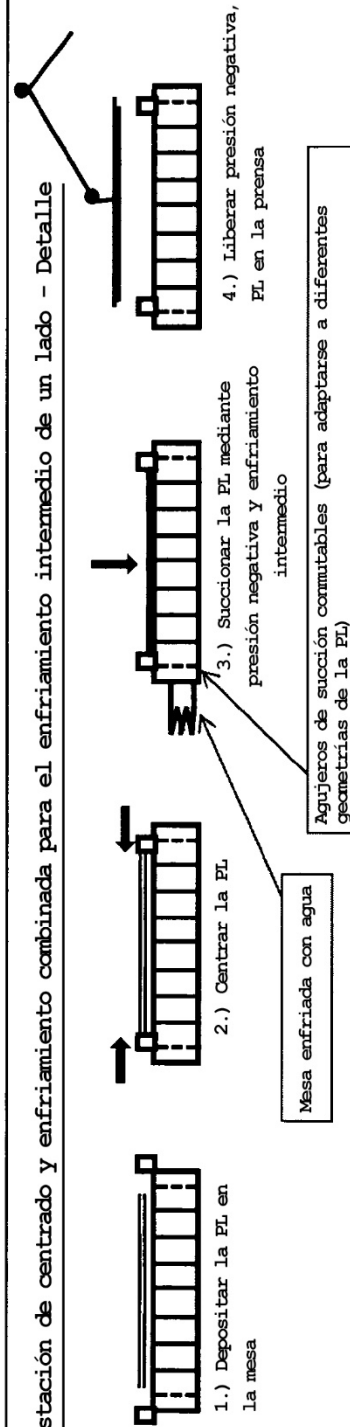


Figura 8