

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 769**

51 Int. Cl.:

**E02F 9/28**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2008** **E 08846345 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015** **EP 2240645**

54 Título: **Pieza de desgaste con auto afilado y auto señalización**

30 Prioridad:

**09.11.2007 SE 0702491**

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

**20.10.2015**

73 Titular/es:

**COMBI WEAR PARTS AB (50.0%)**

**Box 205**

**681 24 Kristinehamn, SE y**

**VOSTA LMG B.V. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**QUARFORDT, PER;**

**WIJMA, KLAAS y**

**EDERYD, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**DURÁN MOYA, Luis Alfonso**

**ES 2 548 769 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

Pieza de desgaste con auto afilado y auto señalización

5 Sector técnico

La presente invención se refiere a una pieza de desgaste que tiene una resistencia a la abrasión mejorada, pieza de desgaste que comprende, como mínimo, una pieza de un primer material y una de un segundo material, pieza de un primer material que está constituida por un cuerpo de fundición de una aleación de fundición, cuerpo de fundición que comprende una pieza de fijación trasera para la fijación de forma desmontable a una parte de soporte en una herramienta de trabajo y en cuya herramienta de trabajo la pieza de desgaste constituye una parte consumible intercambiable, y además una parte delantera de cuello, que se proyecta desde la pieza de fijación trasera y en un ángulo al eje longitudinal X a lo largo de la misma, pieza de cuello delantera sobresaliente que tiene una punta exterior que tiene, como mínimo, una superficie de desgaste de la punta colocada en la parte más externa sobre dicha punta exterior y superficie de desgaste de la punta que constituye la parte que va a trabajar activamente contra una superficie de trabajo C, desgastándose dicha parte delantera de cuello sobresaliente partiendo desde la, como mínimo, una superficie de desgaste de la punta en dicha punta exterior, en la que la pieza de un segundo material se compone de, como mínimo, una barra alargada de metal duro, en la que la, como mínimo, una barra alargada de metal duro se fija en el plano longitudinal de simetría A de la pieza de desgaste, de forma sustancialmente axial en el interior del cuello sobresaliente de la pieza de primer material, cuya, como mínimo, una barra alargada de metal duro comprende, como mínimo, una superficie de desgaste de barra libre que constituye una parte de la superficie de desgaste de la punta más grande de dicha punta exterior, mientras que todas las demás caras de la como mínimo, una o más barras de metal duro alargadas están encerradas y fijadas en su lugar por dicha pieza de primer material.

25 Definición del problema, antecedentes de la presente invención y técnica anterior

Actualmente existen múltiples sistemas de piezas de desgaste comerciales diferentes que comprenden piezas de desgaste intercambiables, que se colocan de forma desmontable en soportes de piezas de desgaste montadas en la herramienta de una máquina de trabajo del suelo, para el desprendimiento y separación de suelo más o menos duro y materiales rocosos de una superficie de trabajo, de forma que posteriormente estos materiales trabajados se puedan retirar adecuadamente. En el presente documento, un ejemplo de este tipo de sistemas, herramientas, piezas de desgaste y soportes de piezas de desgaste lo constituye específicamente el cabezal de corte rotatorio de una draga, referida además, a continuación, como un cortador de draga, con su sistema de dientes que comprende piezas de desgaste intercambiables, referidos además como dientes de desgaste, dientes de desgaste que están montados de forma desmontable en los soportes de los dientes. Por supuesto, estos sistemas de piezas de desgaste se pueden utilizar además en otros tipos de herramientas mecánicas de trabajo del suelo, tales como en una pala de una excavadora, en una cuchilla o una broca de rocas, etc.

La invención descrita en el documento de patente AU 652524 B1 da a conocer una punta "ripper" de auto afilado con un inserto duro.

Específicamente en el caso de los cortadores de draga, dichos dientes de desgaste están dispuestos a una cierta distancia, a lo largo de brazos más o menos curvados o en espiral, cuchillas del cabezal de corte alargadas que sobresalen en plural desde un cuerpo de rotación central dispuesto sobre un eje central que es giratorio a través de un eje de transmisión. De forma conveniente, las cuchillas del cabezal de corte se extienden de forma helicoidal desde el eje en el extremo delantero del cuerpo de rotación y hacia atrás en la dirección de avance de la herramienta hasta el extremo posterior del cuerpo de rotación, que normalmente comprende una parte anular, que mantiene unidas a las cuchillas del cabezal de corte y en el que está dispuesto además un dispositivo de succión para arrastrar los materiales desprendidos y tratados a través de un espacio entre dichas cuchillas del cabezal de corte.

Estos sistemas de dientes comprenden de forma habitual dos piezas principales de acoplamiento en forma de una "parte hembra" y una "parte macho" que, en interacción mutua a través de una forma geométrica común que ajusta de forma precisa la parte hembra y la parte macho, forman conjuntamente una sola pieza, un "diente" compuesto, es decir, dicho sistema de dientes, diente compuesto que puede ser uno de una serie de dientes dispuestos adyacentes entre sí a lo largo de, por ejemplo, los bordes delanteros de las cuchillas del cabezal de corte, el cortador de una broca de taladro, o el borde de corte afilado de la pala o de la cuchilla de rocas. A qué distancia están montadas sobre la herramienta la parte hembra o la parte macho es de menor importancia, lo importante es que las dos piezas de acoplamiento sean desmontables y bloqueables en relación de la una con la otra y que la parte que constituye la parte de soporte esté fijada de forma permanente a la herramienta.

Por lo tanto, un "diente compuesto" de este tipo comprende una primera pieza de acoplamiento, es decir, la pieza de desgaste mencionada anteriormente en la forma de, por ejemplo, un diente delantero intercambiable que porta algún tipo de pieza de trabajo, por ejemplo, una punta o un borde de corte, y que comprende además una pieza de fijación, preferentemente - en relación con el cuerpo o el cuello de la misma, por ejemplo, un cuerpo de diente o un cuello de diente, su parte trasera o inferior, por ejemplo, un eje o abertura posterior, para el montaje en una ranura, abertura o

pasador específico, hecho a medida sólo para este tipo de piezas de desgaste, en una segunda pieza de acoplamiento, es decir, la parte trasera o parte inferior de soporte fija, en el presente documento el soporte de diente. Con el fin de lograr una sujeción dinámica, pero todavía fiable del diente de desgaste intercambiable en el soporte de diente, las piezas de acoplamiento comprenden además un sistema de acoplamiento que es común a las partes y tiene un mecanismo de bloqueo liberable. Cada uno de estos sistemas de acoplamiento tiene una geometría muy característica, en los que la respectiva parte de acoplamiento contiene su propia solución específica, que comprende superficies que interactúan mutuamente y formas de eje, surco, etc., mencionadas anteriormente, uno o más elementos de sujeción, por ejemplo, un pasador de bloqueo, y/o uno o más dispositivos de sujeción para la realización de una sujeción de la pieza de desgaste sobre la parte de soporte, compárese el documento SE-524 301 (EP 1 644 588), en un intento de que la pieza de desgaste de cada "diente" se ajuste totalmente en el lugar previsto y en la posición correcta de una manera eficaz, segura y funcional, implicando además sólo un desgaste mínimo entre los elementos de acoplamiento, hasta que la pieza de desgaste, debido al desgaste por otro lado inevitable, tiene que ser retirada y sustituida por una nueva pieza de desgaste debido a la utilización continua de la herramienta en particular.

Sistemas de dientes de este tipo comerciales conocidos están diseñados para absorber cargas (F) a partir de la utilización de la herramienta a través de las zonas de contacto especialmente configuradas y que interactúan mutuamente, que están dispuestas a lo largo de la unión entre las piezas de acoplamiento constituidas por el eje, el pasador y la ranura o abertura.

Sin embargo, se apreciará que durante la utilización de la herramienta, no sólo están en acción cargas que son paralelas al plano longitudinal de simetría A de la geometría de acoplamiento, sino también cargas que se desvían de este plano de simetría. Por lo tanto, cada carga (F) que actúa, comprende esencialmente, véase la figura 1 y la figura 3, en primer lugar un componente  $F_c$  de fuerza de cizallamiento, que actúa sustancialmente desde la parte frontal, en paralelo a la superficie de trabajo y de forma sustancialmente axial en relación con dicha junta, en segundo lugar un componente  $F_s$  de fuerza normal, que actúa sustancialmente desde arriba, perpendicular a la superficie de trabajo, y en tercer lugar, como mínimo, un componente  $F_p$  de fuerza lateral transversal, que actúa desde el lado o los lados, de forma sustancialmente paralela a la superficie de trabajo y más perpendicular en relación con la extensión de dicho diente de desgaste a lo largo del plano de simetría A, es decir, dicho cuello de diente del mismo, que constituye una extensión que sobresale más fuertemente del cuerpo del diente, en frente de la junta común de las piezas de acoplamiento, cuello de diente que, durante la utilización de la pieza de desgaste, deberá proyectarse desde el cuerpo del diente y en un cierto ángulo específico con el resto del mismo. El componente  $F_p$  de fuerza transversal lateral es normalmente más pequeño que el componente  $F_c$  de fuerza de cizallamiento y el componente  $F_s$  de fuerza normal.

En consecuencia, los términos posicionales que se utilizan en la presente descripción, tales como trasero, delantero, inferior, superior, vertical, lateral u horizontal, etc., pueden derivarse de las definiciones indicadas anteriormente para dichas fuerzas y la relación mutua de las piezas de acoplamiento, así como su posición relativa a la superficie de trabajo.

El nuevo concepto para un sistema de diente de acuerdo con la presente solicitud de patente comprende una serie de características, características que solas o en combinación son únicas en comparación con los sistemas de dientes conocidos en la actualidad, y son características que proporcionan soluciones ventajosas a una serie de problemas que pueden surgir en los sistemas de dientes conocidos.

En los sistemas de dientes convencionales, es un hecho que, aunque los sistemas de dientes son relativamente fuertes, tienen un desgaste demasiado rápido de las superficies de apoyo, o de otras superficies de trabajo expuestas durante el funcionamiento que, por ejemplo, se sostienen mutuamente o tienen un efecto de conducción, transporte, penetración, aplastamiento, cizallamiento, etc. sobre la superficie de trabajo. Además, se hace referencia, a continuación, a todas estas superficies expuestas a la abrasión o desgaste como superficies de desgaste, independientemente de su función específica. En las realizaciones mostradas en la presente solicitud, las piezas de desgaste son del tipo extraíble, sin embargo durante el trabajo están totalmente fijadas en relación con dicha herramienta, piezas de desgaste que están fijadas en las piezas de soporte más externas de la herramienta, en contraste con aquellas piezas de desgaste que son extraíbles, pero que además pueden girar alrededor de su propio eje longitudinal. Se asume, sin embargo, que una persona técnica en la materia comprende cómo las piezas de desgaste de acuerdo con la presente invención se pueden aplicar a muchos tipos de herramienta de trabajo, incluso si estas no se ilustran expresamente con ejemplos en el presente documento.

En una draga que tiene un cabezal cortador rotativo, por ejemplo, el buque de draga está anclado de manera giratoria en la popa de la embarcación de draga. Se disponen tornos en babor y estribor de la proa de la embarcación, tornos que están anclados en el fondo del mar y con los que la proa de la embarcación puede ser izada en un movimiento pendular de lado a lado sobre el anclaje de popa, al mismo tiempo que el cabezal de corte gira alrededor de su eje de accionamiento. En esta utilización rotatoria de los dientes de desgaste, normalmente la punta del diente se desgasta principalmente por uno de sus dos lados laterales opuestos al extremo frontal del cuello del diente debido a dicha componente  $F_p$  de fuerza transversal lateral, es decir, uno de los dos lados longitudinales, con relación a la extensión del cuello, constituye la superficie de apoyo, o una primera superficie de desgaste, contra

la superficie de trabajo, pero dado que la herramienta de draga se guía hacia atrás y hacia adelante sobre el lecho marino en dichos movimientos pendulares y de barrido con la ayuda de los tornos, se produce además un desgaste del lado opuesto, con lo cual se forma una segunda superficie de desgaste.

5 Dado que los componentes de fuerza  $F_p$ ,  $F_s$ ,  $F_c$  que actúan están cambiando constantemente en intensidad y actúan desde muchas direcciones, el acero puede sufrir fatiga y si entonces las diferentes propiedades de resistencia del acero son al mismo tiempo demasiado bajas para soportar el trabajo duro de la draga, el acero fundido de la punta del diente tiende a dividirse además en astillas o fragmentos alargados, lo que desgasta muy rápidamente la totalidad del cuello del diente hasta que el diente de desgaste se vuelve ineficaz y además existe el riesgo de que el soporte de los dientes se dañe si no se realiza un cambio a tiempo. Por lo tanto, las piezas de desgaste de draga convencionales que se utilizan actualmente se desgastan demasiado rápido y tienen que ser cambiadas y reemplazadas con nuevos dientes de desgaste con demasiada frecuencia, lo que da como resultado costes elevados de dientes y muchos paros operativos costosos. Del mismo modo, prevalecen además desarrollos desfavorables en otros tipos de herramienta de desgaste. Este es el caso además en el que el cuello del diente tiene la mayor medida posible, y de este modo una longitud de trabajo o longitud de desgaste máximas, que se determina, por ejemplo, mediante la carga máxima permitida de pandeo y de flexión. En el caso en el que las cargas sobre el acero fundido se vuelven excesivas, un cuello de diente demasiado largo simplemente será capaz de romperse y dejará inmediatamente al diente de desgaste totalmente inutilizable.

20 Con el fin de evitar lo anterior, es conocida la utilización de dientes que tienen una sección transversal que aumenta hacia la base, lo que a su vez, adquiere la característica claramente desventajosa de que cada superficie de contacto o superficie de desgaste se vuelve cada vez más roma a medida que la superficie de desgaste se va desgastando, de modo que la acción de penetración del diente de desgaste se vuelve finalmente bastante ineficaz.

25 En la actualidad, el cabezal de corte de la herramienta de draga tiene que ser izado desde el agua con el fin de poder verificar qué dientes de desgaste necesitan un cambio. Esto significa, en primer lugar, que ciertos dientes de desgaste se cambian de forma innecesaria, dado que el cabezal de corte se había izado de todos modos y se percibió en la inspección que el diente de desgaste no duraría hasta la próxima inspección visual y, en segundo lugar, que ciertas superficies de desgaste se cambian demasiado tarde, por lo que en ciertos casos los soportes de dientes sufren daños graves. Que esto es muy desventajoso se apreciará fácilmente si uno es consciente de que, en una draga típica en pleno funcionamiento, se cambian entre 4000 y 5000 dientes de desgaste por semana. Si sólo el 5% se cambia innecesariamente, esto le da un gran coste extra por semana.

35 Otra desventaja que hay que tener en cuenta en el presente documento es que el diente de desgaste que se deja contiene metal valioso que debe ser recuperado. Si, tal como en ciertas piezas de desgaste que se utilizan actualmente, se mezclan granos de metal duro o virutas de metal duro en el acero fundido con el fin de aumentar la resistencia al desgaste, surge una dificultad económica de recuperar los dos materiales metálicos diferentes.

40 Por tanto, existe el deseo de resolver en primer lugar el problema del desgaste demasiado rápido, el periodo de desgaste actualmente demasiado corto, el intercambio al azar e incontrolable de dientes de desgaste que no están totalmente desgastados aún, combinado con el hecho de que ciertos dientes de desgaste se cambian cuando el soporte de diente ya ha sufrido graves daños, y que la recuperación en algunos casos es costosa y complicada.

45 La especificación de la patente SE 449.383 (US 4.584.020) muestra en la figura 3 un diente de excavación o de dragado que comprende una aleación de fundición y una capa de desgaste de un metal duro insertado por fundición. Aunque este diente de desgaste comprende una capa de desgaste interior, en primer lugar ésta está dispuesta sobre toda la anchura de la punta de diente y de este modo es roma, incluso nueva, de modo que no tiene una función de penetración óptima, y en segundo lugar la capa de desgaste no está dispuesta ni en la línea central del diente ni en sus dos planos de simetría A, B, de modo que el desgaste hará al diente de desgaste todavía más romo e ineficaz, es decir, éste deberá o bien ser desechado prematuramente o bien deberá ser afilado de manera que su capa de desgaste termine de nuevo en la línea central.

55 El acero fundido en el citado documento SE 449.383 (US 4.584.020) que se utiliza tiene un contenido de carbono entre el 1,5% en peso y el 2,5% en peso, lo que da un acero demasiado blando, de modo que la capa de desgaste interior se expone gradualmente un poco más cada vez, con lo cual la capa de desgaste, sencillamente, se rompe. Esto es debido a que la resistencia a la rotura es demasiado baja para que la capa de desgaste sea capaz de soportar las cargas sin el apoyo del acero fundido. Por lo tanto, independientemente del hecho de que la pieza de desgaste tenga una capa de desgaste interior, el desgaste será rápido de forma desventajosa, dado que la capa de desgaste en realidad se rompe en fragmentos muy grandes antes de que experimente cualquier efecto aumento de eficacia. Además, se sostiene que una película de acero con bajo contenido de carbono (<0,20%) debe ser colocada alrededor del cuerpo de metal duro. El punto de fusión de la película debe ser 200-400°C más elevado que el punto de fusión de la aleación de fundición.

65 La fundición nodular que se utiliza en la técnica anterior tiene generalmente una dureza baja de, aproximadamente, 38 HRC, y la capa de desgaste, que es un acero de baja aleación, tiene una dureza de entre 40 y 53 HRC, lo que significa que la matriz de acero de baja aleación en la pieza de desgaste citada anteriormente sólo adquiere

aproximadamente el doble de la resistencia relativa a un producto de hierro fundido comparable, de acuerdo con la técnica anterior. Por otra parte, esto es sólo una relación teórica, dado que la realidad es que la pieza de desgaste, debido a la fragilidad de la capa de desgaste y la falta de acero fundido de soporte, acero fundido que, tal como se ha expresado anteriormente, es demasiado blando para ser resistente, se desgasta por lo tanto rápidamente y se vuelve aún más débil. Por lo tanto, la manera de resolver esto sigue siendo un problema no resuelto, problema que, a pesar de larga duración de la conciencia sobre el mismo, no ha sido resuelto nunca de manera satisfactoria, a pesar del incentivo económico significativo en los términos indicados. Sobre la base de la técnica anterior, es evidente que hasta ahora se ha considerado que un metal duro debe ser fundido en una aleación de hierro con un contenido relativamente alto de carbono con el fin de crear un cuerpo, y en el que en la técnica anterior dicho cuerpo se moldea posteriormente en una aleación de hierro con un menor contenido de carbono, por ejemplo, según la patente de EE.UU. No. 4.584.020.

Los intentos anteriores de fundición de acero de baja aleación han dado lugar a la disolución del metal duro en una zona de unión contra el acero fundido, y la formación en dicha zona de unión de fibras quebradizas de carburo de tungsteno-carburo de hierro. Además, en esta fusión de las superficies de acero fundido y metal duro, las impurezas o humedad pueden dar lugar a burbujas de gas desventajosas y, por lo tanto, a cavidades en la zona de unión dentro de la pieza de desgaste de fundición, lo que vuelve más insatisfactoria la adhesividad y resistencia más insatisfactoria en dicha zona de unión y, por lo tanto, la división incontrolable mencionada anteriormente de las superficies de desgaste en astillas o fragmentos alargados, lo que desgasta muy rápidamente todo el cuello del diente, independientemente de si se dota de un metal duro o no, hasta el punto en que el diente de desgaste se convierte en ineficaz o el soporte de dientes se daña.

La colocación real de la pieza insertada por fundición, en este caso la capa de desgaste de metal duro, en el molde de fundición en sí misma constituye un problema, ya que la pieza fundida se separa cuando la masa fundida de acero fundido se vierte en el espacio para el mismo en el molde de fundición. Soluciones anteriores han implicado, por ejemplo, varios soportes en el interior del citado espacio, soportes que, a continuación, se funden y se combinan con el acero fundido se funden en el funcionamiento de la fundición. Se apreciará que este procedimiento conocido da lugar a un riesgo significativo de que la pieza de fundición se mueva desde la posición deseada cuando los soportes se funden y, por otra parte, esta fusión de los soportes constituye una impureza en el material de fundición compuesto, lo que altera las propiedades deseadas de la pieza de desgaste y la zona de unión entre la pieza de fundición y el resto del acero fundido. Por ejemplo, se puede provocar una adhesión insatisfactoria, pueden aparecer burbujas y mezclas de metal quebradizo se pueden formar en el acero fundido en dicha zona de unión durante el moldeo de la pieza de desgaste.

Objetivo y características de la invención. Un objeto de la presente invención y sus diversas realizaciones es dar a conocer una pieza de desgaste mejorada para la fijación desmontable a una pieza de soporte en una herramienta de trabajo, para la realización de esta pieza de desgaste, pieza de desgaste que reduce sustancialmente los problemas señalados anteriormente, idealmente elimina los mismos, en la que las piezas de desgaste con refuerzo de metal duro pueden conducir a una mejor utilización que anteriormente.

Un refinamiento de este objeto es dar a conocer, mediante la presente invención y sus diversas realizaciones, una pieza de desgaste de auto afilado para la fijación desmontable a una pieza de soporte en una herramienta de trabajo para la realización de dicho auto afilado, parte de desgaste de auto afilado que reduce sustancialmente el problema de las piezas de desgaste romas indicado anteriormente, idealmente elimina el mismo.

Dichos objetos, así como otros objetos que no se enumeran en el presente documento, se llevan a cabo de manera satisfactoria en el ámbito de lo que se especifica en las presentes reivindicaciones de patente independientes. Las realizaciones de la presente invención se definen en las reivindicaciones de patente independientes.

De este modo, según la presente invención, se ha producido una pieza de desgaste mejorada que se caracteriza porque

- la, como mínimo, una barra alargada de metal duro, de la pieza de desgaste está dispuesta con su centro en la zona neutral de fuerza del cuello sobresaliente, de forma sustancialmente concéntrica al eje longitudinal **Y** del cuello sobresaliente, y comprende una longitud **Z** que es más corta que la longitud **L** del cuello sobresaliente con un extremo interior insertado por fundición claramente terminado a una cierta distancia desde el eje longitudinal **X** de la pieza de fijación trasera, a fin de producir una auto señal que comprende vibraciones registrables al final del desgaste del extremo interior insertado por fundición y, mediante las cuales, una función de auto información de que se requiere un cambio de la pieza de desgaste durante el funcionamiento.

De acuerdo con aspectos adicionales de una pieza de desgaste según la presente invención:

- el extremo interior insertado por fundición, en la fijación de la pieza de fijación trasera dentro de la pieza de soporte, se termina a una cierta distancia desde el lado superior del soporte de diente y, por lo tanto, a una cierta distancia además desde el eje longitudinal **X** de la pieza de fijación trasera insertada en el soporte del diente,

- 5 - la pieza de un primer material comprende un material que tiene una resistencia a la abrasión más baja que la barra alargada de metal duro, por lo que la relación entre la resistencia inferior de la pieza de primer material y la mayor resistencia de la barra alargada de metal duro está hecha de tal manera que la superficie de desgaste de la barra libre, de la barra alargada de metal duro, en relación con el resto de las superficies de desgaste de la punta de la pieza de primer material es siempre más sobresaliente que el cuello sobresaliente circundante a fin de producir una capacidad de auto afilado,
- 10 - la pieza de desgaste comprende, como mínimo, dos superficies de desgaste que tienen resistencias a la abrasión diferentes, dichas, como mínimo, dos superficies de desgaste están dispuestas de tal manera que la resistencia a la abrasión aumenta en la dirección radial de la barra alargada de metal duro con el fin de producir una capacidad de auto afilado de la pieza de desgaste,
- 15 - las, como mínimo, dos superficies de desgaste de la pieza de desgaste están dispuestas en capas concéntricas alrededor de la barra alargada de metal duro,
- 20 - la barra alargada de metal duro está dispuesta en un ángulo ( $\lambda$ ) dentro del intervalo de 0-15 grados en relación con el eje longitudinal **Y** del cuello sobresaliente,
- 25 - la barra alargada de metal duro está dispuesta con una longitud (**Z**) que está entre el 80-95% de la longitud (**L**) del cuello sobresaliente, calculada desde el centro de su superficie de desgaste de la punta original de la punta exterior,
- 30 - la barra alargada de metal duro está constituida por un material que tiene una dureza media de entre 800 y 1750 HV3,
- 35 - la herramienta de trabajo para la pieza de desgaste comprende un sensor dispuesto para registrar las vibraciones registrables en la distancia final de desgaste del extremo interior insertado por fundición mediante las cuales se indica que la barra alargada de metal duro está desgastada y debe cambiarse,
- 40 - la barra alargada de metal duro está configurada como un cono truncado,
- 45 - la barra alargada de metal duro tiene una anchura máxima de entre 10 mm y 30 mm,
- 50 - la sección transversal de la barra alargada de metal duro, transversal al eje longitudinal de la barra alargada de metal duro, tiene una forma cuadrada o rectangular,
- 55 - la sección transversal de la barra alargada de metal duro, transversal al eje **Y'** longitudinal de la barra alargada de metal duro, tiene una forma circular o elíptica,
- 60 - la pieza de desgaste comprende una primera barra de metal duro dispuesta centralmente en dicha pieza de desgaste y, como mínimo, otra barra de metal duro dispuesta periféricamente en relación con la primera barra de metal duro,
- 65 - la pieza de desgaste comprende, como mínimo, una parte de refuerzo dispuesta entre la punta externa del diente de desgaste y la pieza de fijación trasera del diente de desgaste.

Dichos objetos, así como otros objetos que no se enumeran en el presente documento, se llevan a cabo de manera satisfactoria en el ámbito de lo que se especifica en las presentes reivindicaciones de patente independientes. Las realizaciones de la presente invención se definen en las reivindicaciones de patente independientes.

#### 50 Ventajas y efectos de la invención

De acuerdo con la presente invención y sus realizaciones, se obtienen una serie de efectos ventajosos.

55 Una pieza de desgaste que tiene un mayor rendimiento y una mejor dureza contra el desgaste se puede obtener si un metal duro se moldea en acero fundido mediante fundición, en la que el acero fundido tiene un bajo contenido de carbono y en la que la temperatura durante el proceso de fundición se controla de forma precisa y en la que se utiliza un metal duro que tiene un contenido de carbono que se encuentra cerca de la formación de grafito.

60 La vida en servicio del nuevo diente de desgaste aumenta significativamente con el núcleo incluido de metal duro, más duradero, más resistente, en comparación con el diente de desgaste utilizado previamente de material de acero homogéneo convencional. La resistencia al desgaste con la barra de metal duro insertada por fundición es, como mínimo, 4-5 veces mayor en comparación con un diente de desgaste convencional sin esta barra de metal duro. A pesar de que el coste de la barra de metal duro duplicaría el coste de la pieza de desgaste, es aún muy económica, ya que se puede obtener un gran aumento de la vida en servicio, de varias centenas porcentuales.

65

En la utilización de los dientes de desgaste, de forma habitual la punta del diente se desgasta principalmente en un lado de los dos lados laterales del cuello del diente, es decir, en relación con la extensión del cuello, los dos lados longitudinales, ya que el cabezal de corte gira, pero dado que la herramienta de dragado además se guía hacia atrás y hacia adelante sobre el lecho marino en movimientos pendulares y de barrido con la ayuda de los tornos, se produce además un desgaste en el lado opuesto, de modo que se puede formar un filo de corte en forma de cresta o en forma de espina de forma sustancialmente directa sobre el centro de la superficie de la punta y la línea central de la barra de metal duro, cresta o espina que son sustancialmente paralelas a la extensión longitudinal del soporte del diente y a la extensión longitudinal del cuello del diente. A continuación, este filo de corte se afila constantemente mediante los citados movimientos rotativos y pendulares, hasta que la barra de metal duro se agota. Si el desgaste del acero fundido es tan rápido que se proyecta una parte más larga de metal duro, ésta entonces se podría romper a la longitud adecuada y posteriormente conformarse de nuevo rápidamente en el filo de corte mencionado en forma de cresta aguda. Por lo tanto, los dientes de desgaste anteriores que utilizan granos de metal duro o virutas de metal duro en el acero fundido para aumentar la resistencia al desgaste, no proporcionan las ventajas sustanciales obtenidas por la presente invención con una barra de metal duro dispuesta en el plano de simetría **A**.

El diente de desgaste en las cuchillas del cabezal de corte de la draga está dispuesto con un ángulo de corte positivo contra la superficie de trabajo, es decir, con un ángulo de ataque que corta en la superficie del suelo, en contraste con un ángulo negativo de ataque, que solamente arrastra en la parte superior de la superficie de trabajo y que sólo puede rascar material, dado que el cortador real viene después de la cuchilla, visto en la dirección de avance.

Otras ventajas y efectos se pondrán de manifiesto a partir del estudio y la consideración de la siguiente descripción detallada de la presente invención, que incluye una serie de sus realizaciones ventajosas, de las reivindicaciones de patente y de las figuras de los dibujos adjuntas.

#### Lista de figuras

La presente invención se describirá con mayor detalle, a continuación, con referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

la figura 1 es una vista lateral esquemática de piezas de una realización preferente de un diente de desgaste de acuerdo con la presente invención, que comprende un cuello del diente dispuesto oblicuamente hacia arriba, cuello de diente contra el cual se muestran esquemáticamente la componente  $F_c$  de fuerza de cizallamiento y la componente  $F_s$  de fuerza normal de una carga que actúa, y en la que se muestra una parte superior del cuello del diente en una sección longitudinal parcial, se muestra por separado una parte en forma de una barra de metal duro insertado por fundición,

la figura 2 muestra una vista esquemática en planta del diente de desgaste según la figura 1 en vista superior, que muestra una pieza de fijación trasera para la fijación desmontable y bloqueable en un soporte de diente, y en la parte más externa en la parte frontal del cuello de diente dos dientes de desgaste a cada lado de una línea central que muestran el plano de simetría **A** longitudinal del diente de desgaste,

la figura 3 es una vista esquemática desde un extremo del diente de desgaste según la figura 1 en vista posterior, que muestra un ala de refuerzo lateral a cada lado de una parte de refuerzo en forma de columna vertebral, desde la parte frontal del cuello de diente y una agarradera de par situada por debajo, como así como una pluralidad de superficies de contacto y superficies despejadas en el cuerpo del diente del diente de desgaste, destinados a la transmisión, y posicionamiento, de cargas generadas entre las piezas de acoplamiento del sistema de dientes en posiciones seleccionadas para este propósito, así como el componente  $F_p$  de fuerza transversal lateral de una carga que actúa,

las figuras 4a-d muestran esquemáticamente partes de la barra de metal duro según la figura 1, las figuras 4a-c muestran el extremo libre de la barra de metal duro sobresaliendo de la punta del diente frontal del cuello de diente, es decir, su eje de fijación, a la derecha en la figura, y su extremo de fijación, conectado metalúrgicamente con el interior del cuello del diente en el acero fundido, a la izquierda, como dos vistas laterales y una sección longitudinal. Se muestra en la figura 4d además un punto de ruptura deseado a través de una muesca en forma de un cambio diametral, y un rebaje en el extremo de desgaste formado posteriormente, después de la eliminación del eje de fijación,

la figura 5 muestra esquemáticamente una sección transversal a través del cuello del diente de acuerdo con la figura 1, en la que se muestra específicamente una zona de apoyo entre la parte de columna vertebral y la barra de metal duro contra la barra de metal duro, incluido el cambio de 0-90° de posición de la carga que actúa, es decir, la variación en el tamaño del componente  $F_c$  de fuerza de cizalladura y del componente  $F_s$  de fuerza normal, durante el funcionamiento del cabezal de corte,

la figura 6 es una vista frontal esquemática de la parte frontal del cuello del diente, que comprende las superficies de desgaste laterales a ambos lados de la superficie de desgaste de la barra de metal duro expuesta,

la figura 7 muestra esquemáticamente una mitad de un molde de fundición de arena, en la que se muestra una pieza insertada por fundición en forma de barra de metal duro mostrada en la figura 4, que aquí sigue teniendo el eje de fijación que más tarde se separa fijo en su lugar en la posición correcta dentro del espacio perfilado del molde de fundición de arena para una colada de acero fundido,

la figura 8 muestra esquemáticamente una parte de un cabezal de corte con cuchillas en forma de pala, cuchillas del cabezal de corte sobre las que se fijan una serie de soportes de dientes dispuestos con dientes de desgaste fijados firmemente, pero de forma desmontable según la figura 1,

la figura 9 es una microfotografía de luz óptica de la zona de unión entre el acero de la barra de metal duro y el acero fundido después del ataque con Murakami y Nital. Las siguientes anotaciones se utilizan en las figuras 9 y 10: A- acero fundido, B- zona fase eta, C- zona de unión en el metal duro, D- metal duro no afectado, E- zona enriquecida en carbono en el acero fundido,

la figura 10 es la figura 9 pero en mayor ampliación,

la figura 11 muestra la distribución de tungsteno W, cobalto Co, hierro Fe y cromo Cr, a lo largo de una línea perpendicular a la zona de unión. A- acero fundido, B- zona fase eta, C- zona de unión en el metal duro, D- metal duro no afectado, E- zona enriquecida en carbono en el acero fundido.

las figuras 12a-c muestran esquemáticamente una realización adicional de la barra de metal duro según la figura 1, en la que el eje de fijación se hace adecuadamente de un acero estructural de tipo más blando que el metal duro utilizado para el extremo insertado por fundición. El eje de fijación separado se fija en la barra de metal duro pulsando un par de piezas de agarre dentro de un par de cavidades en la barra de metal duro en el extremo opuesto del extremo insertado por fundición.

#### Descripción detallada de las realizaciones

A continuación, el mismo numeral de referencia se aplica consistentemente a una serie de términos, si el componente referido está constituido por el mismo detalle en las figuras, por ejemplo, pieza de material -3-, pieza insertada por fundición -3- y la barra de metal duro -3-, que están todos constituidos por el mismo detalle en las figuras.

La **figura 1** muestra esquemáticamente una realización preferente de una pieza de desgaste -1- que tiene una mejor resistencia a la abrasión de acuerdo con la presente invención, parte de desgaste -1- que se compone en el presente documento específicamente por un diente de desgaste -1-. El diente de desgaste -1- comprende, como mínimo, dos piezas de material -2-, -3-. La pieza de primer material -2- está constituida por un cuerpo de fundición -2- que comprende una aleación de fundición, en la presente solicitud referida además como acero fundido -2-, y un cuello de diente delantero -5-, que se proyecta oblicuamente hacia arriba desde una pieza de fijación trasera -4- y que tiene una punta de diente exterior -6- con, como mínimo, una superficie de desgaste de la punta -7-, cuello de diente -5-, punta de diente -6- y superficie de desgaste de la punta -7- contra los que se muestran esquemáticamente el componente  $F_c$  de fuerza del cizallamiento y el componente  $F_s$  de fuerza normal de una carga que actúa, y en la que una parte superior del cuello de diente -5- se muestra en una sección longitudinal parcial. La pieza de segundo material -3- está constituida por, como mínimo, una pieza insertada por fundición -3-, en forma de, como mínimo, una barra alargada de metal duro -3-, para el moldeo dentro de la pieza de primer material -2- de acero de fundición de bajo carbono, barra metal duro -3-, que se muestra por separado dicha sección longitudinal, que se fija en el plano longitudinal de simetría **A** de la pieza de desgaste -1-, de forma sustancialmente axial en el interior del cuello de diente -5- de la pieza de primer material -2-, preferentemente además de forma sustancialmente concéntrica en el eje longitudinal **Y** del cuello -5-, barra de metal duro -3- que comprende una superficie de desgaste libre -8-, denominada en lo sucesivo como superficie de desgaste de la barra -8-, que constituye una parte de la superficie de desgaste de la punta -7- de dicha punta de diente -6-, mientras que, preferentemente, todas las demás caras están cerradas y fijadas mediante dicha pieza de primer material -2-.

La **figura 2** muestra la pieza de fijación trasera -4- para la fijación desmontable y bloqueable en un soporte -10-, referido además como un soporte de diente -10-, en una herramienta de trabajo -11-, herramienta de trabajo -11- en la que el diente de desgaste -1- constituye una parte consumible intercambiable y, en la parte más externa en la parte frontal del cuello de diente -5-, en la punta del diente -6-, dos partes -7a-, -7b- de la superficie de desgaste de la punta -7-, una a cada lado de una línea central que muestra el plano longitudinal de simetría **A** del diente de desgaste -1-, y partes -7a-, -7b- que encierran la barra de metal duro -3-. La **figura 3** muestra un ala lateral -12-, -12'- que refuerza la resistencia del cuello del diente -5- a cada lado de una parte de refuerzo -13- triangular en forma de columna vertebral (referida además como la parte de columna vertebral -13-) a lo largo del lado posterior -14- de la parte delantera del cuello del diente -5-, y una agarradera de par -15- situada por debajo, así como una pluralidad de superficies de contacto y superficies libres en el cuerpo de fundición -2- del diente de desgaste -1-, destinadas a la transmisión, y posicionamiento, de cargas generadas entre las partes de acoplamiento del sistema

de dientes en las posiciones seleccionadas para este fin, así como el componente  $F_p$  de fuerza transversal lateral de una carga que actúa.

5 Cuando la pieza de desgaste -1- está en utilización, véase la **figura 1**, el componente  $F_c$  de fuerza de cizallamiento actúa sustancialmente desde la parte frontal, en paralelo a una superficie de trabajo C y de forma sustancialmente axial en relación con la pieza de fijación -4- de la pieza de desgaste -1-, mientras que un componente  $F_s$  de fuerza normal actúa sustancialmente desde arriba, perpendicular a la superficie de trabajo C. El componente  $F_p$  de fuerza transversal lateral actúa desde el lado o los lados, de forma sustancialmente paralela a la superficie de trabajo C y más perpendicularmente en relación con la extensión de dicho diente de desgaste -1-, es decir, dicho cuello del diente -5- del mismo, que constituye una extensión más fuertemente sobresaliente del cuerpo del diente -2-, en la parte delantera del soporte de diente -10- del diente de desgaste -1-, véase la **figura 4**. Durante la utilización de la pieza de desgaste -1-, el cuello del diente -5- se proyecta desde, y en un cierto ángulo, en primer lugar con el resto del cuerpo del diente -2-, es decir, el ángulo  $\alpha$  entre los ejes longitudinales X, Y a lo largo de la pieza de fijación -4- del diente de desgaste -1- y el cuello del diente -5-, respectivamente, ángulo  $\alpha$  que, en la realización mostrada en la **figura 1**, comprende un ángulo óptimo de  $68^\circ$ , y en segundo lugar, con la superficie de trabajo C, ángulo  $\beta$  que en la figura comprende un ángulo óptimo de  $112^\circ$  con la componente de fuerza de cizallamiento  $F_c$ , que actúa a lo largo de dicha superficie de trabajo C y en el ángulo **5**, que comprende de manera óptima un ángulo de  $22^\circ$ , con la componente  $F_s$  de fuerza normal. Por lo tanto, en la realización mostrada, el eje  $Y'$  longitudinal de la barra de metal duro -3- debe estar dispuesto igualmente en un ángulo óptimo de  $22^\circ$  con dicha componente  $F_s$  de fuerza normal y en paralelo con el lado frontal -9- del cuello del diente -5- y el eje  $Y$  longitudinal del cuello del diente -5-. Este ángulo  $\lambda$  puede variar, sin embargo, preferentemente en  $\pm 0-15^\circ$ , desde el eje  $Y'$  longitudinal de la barra de metal duro -3-, eje longitudinal  $Y'$  que se muestra en la **figura 1** y se dispone de forma sustancialmente concéntrica al cuello del diente -5- y además es sustancialmente paralelo al lado frontal -9- del cuello del diente -5-. Dicho ángulo  $\alpha$ , entre dichos ejes longitudinales X, Y que se muestran en la **figura 1**, puede variar preferentemente dentro de un intervalo de  $50^\circ-90^\circ$ . Téngase en cuenta que las partes de refuerzo dispuestas, es decir, como mínimo, la parte de columna vertebral -13- y las alas laterales -12-, -12'- del diente de desgaste -1-, dan lugar a un área de sección transversal que aumenta hacia abajo a lo largo del cuello del diente -5- y que produce un cuello del diente -5- más y más romo a medida que el diente de desgaste -1- se desgasta.

30 Las **figuras 4a-d** muestran esquemáticamente partes de la barra de metal duro -3- de acuerdo con la figura 1, mostrando las **figuras 4a-c**, en forma de dos vistas laterales y una sección longitudinal, el extremo libre de la barra de metal duro -3- que sobresale de la punta de diente frontal -6- del cuello del diente -5-, es decir, su eje de fijación -16-, a la derecha en la imagen, y su extremo insertado por fundición -17-, que está conectado metalúrgicamente el interior del cuello del diente -5- en el acero fundido -2-, a la izquierda. En la **figura 4d**, se muestra además un punto de rotura -18- a través de una muesca -19- en forma de un cambio diametral -18-, y un rebaje -19- en el extremo de desgaste, es decir, la superficie de desgaste de la barra -8-, formada más tarde, después de la eliminación del eje de fijación -16-.

40 La **figura 5** muestra una sección transversal a través del cuello del diente -5-, en la que se muestra específicamente una zona de apoyo -20- entre la parte de refuerzo -13- en forma de columna vertebral y la barra de metal duro -3- y en contra de la barra de metal duro -3-, incluyendo el cambio de posición de  $0-90^\circ$  de la carga que actúa en el plano de simetría A, es decir, la variación en el tamaño de la componente  $F_c$  de fuerza de cizallamiento y de la componente  $F_s$  de fuerza normal, durante el funcionamiento del cabezal de corte -11-. Las dos componentes de fuerza  $F_c$ ,  $F_p$ , producen entre otras cosas, cargas de flexión negativas, mientras que  $F_s$ , que actúa de forma sustancialmente vertical, puede producir una carga que comprime ventajosamente la barra de metal duro -3-, carga de compresión que puede dar lugar, sin embargo, a cargas de pandeo y de flexión sobre el acero fundido -2- del diente de desgaste -1-, de modo que el cuello del diente -5- comprende refuerzos traseros -13- y alas laterales -12-, -12'- que contrarrestan estos inconvenientes. En la **figura 5**, se muestra una característica ventajosa, en concreto, un acero fundido -2- en la parte posterior del cuello del diente -5- contra la pieza de fijación -4- de la pieza de desgaste -1- no se desgasta tanto, ya que la carga predominante, es decir, la componente  $F_c$  de fuerza de cizallamiento y, por lo tanto, su efecto de desgaste, actúa sobre el lado frontal -9- del cuello del diente -5-, junto con  $F_p$  en su bordes laterales -21-, la barra de metal duro -3-, en su extremo exterior, estando soportada contra la barra de metal duro -3- por un borde de acero fundido o zona de soporte -20- en la parte posterior de la superficie de desgaste de la punta de trabajo -7- del cuello del diente de desgaste -5-. El diente de desgaste -1- óptimo para los cortadores de draga debe estar diseñado para una máxima resistencia contra cargas grandes y, al mismo tiempo, con un área de sección transversal mínima para la máxima penetración. Se apreciará que estos requisitos son mutuamente contradictorios, de modo que, en los dientes de desgaste conocidos previamente sin una barra de metal duro de refuerzo, en términos relativos, de menor diámetro para aumentar la penetrabilidad dentro del acero de fundición de diámetro mayor, la longitud del cuello del diente tenía que mantenerse corta para evitar que el cuello del diente -5- se rompiera. Un cuello de diente -5- largo se dobla hacia atrás y hacia adelante por las cargas variables, de modo que el cuello del diente -5- largo puede sufrir fatiga. Esto se evita por un equilibrio ajustado entre el módulo E del acero fundido -2- y del metal duro -3- y por la relación entre la sección transversal del acero fundido -2- y del metal duro -3- a lo largo del cuello del diente -5-.

65 La **figura 6** muestra una vista frontal esquemática de la parte frontal del cuello del diente -5- que comprende las dos partes laterales -7a-, -7b- de la superficie de desgaste de la punta -7- a cada lado de la superficie de desgaste -8- de

la barra de metal duro -3- expuesta, dos partes laterales 7a, 7b de la superficie de desgaste de la punta -7- que en el presente documento encierran la superficie de desgaste -8- de la barra de metal duro. La **figura 8** muestra un cabezal de corte -11- que tiene cuchillas en forma de pala, a la que se fijan un número de soportes de diente -10- con dientes de desgaste -1- fijados firmemente, pero dispuestos de manera desmontable. La **figura 9** es una microfotografía de luz óptica de una zona de unión, conocida además como una zona de transición, entre el acero de la barra de metal duro -3- y el acero fundido -2-, después de atacar con Murakami y Nital.

Con referencia a la **figura 7**, se muestra esquemáticamente una mitad de un molde de cáscara de arena -23-, que comprende dos piezas de cáscara, de las cuales se muestra una pieza de cáscara -23'-, hecha de arena conformada y endurecida, piezas de cáscara que han sido prefabricadas en un molde metálico reutilizable conformado según un la futura pieza de desgaste -1-, molde de metal en el que la arena extendida se mezcla con el agente de unión y se deja endurecer en cada una de dichas dos partes de cáscara, que son lo suficientemente rígidas para la fundición real y que, debido a su forma similar a lo largo de un plano longitudinal de simetría, se endurecen en el mismo molde de metal. Por lo tanto, estas dos partes de cáscara -23'-, forman conjuntamente un espacio, que da a la pieza de desgaste -1- que se moldea en el espacio, de forma preferente pero no exclusiva un diente de desgaste -1- para una draga, su forma longitudinal regular a lo largo de un plano longitudinal de simetría **A**. Se entenderá, sin embargo, que las piezas de desgaste irregulares requerirán varias formas.

La pieza de desgaste -1- fundida, después de la eliminación de la arena, por ejemplo, por vibración, comprende un cuerpo de fundición -2-, referido además en lo sucesivo como un cuerpo de diente -2-, hecho de una aleación de fundición que se define más adelante, referida además en lo sucesivo como el acero fundido -2- y, como mínimo, una pieza axialmente longitudinal insertada por fundición -3- de metal duro sinterizado, en la presente descripción en forma de barra, es decir, oblonga, por lo tanto, se hace referencia, a continuación, como una barra de metal duro -3-. Preferentemente, la barra de metal duro -3- se fija con su centro en la zona neutral de fuerza del cuerpo de diente -2- acabado, es decir, en el que las tensiones de compresión y de tracción son sustancialmente igual de grandes, a lo largo del plano de simetría **A** en el interior del cuerpo del diente fundido -2-, mediante la fijación antes de la fundición y durante la misma en la respectiva pieza de cáscara -23'-, y después de la fundición de una zona de interfase o de unión, véase las **figuras 9 y 10**, entre la superficie de la barra de metal duro -3- y la colada de acero fundido, a fin de producir, como mínimo, un cuerpo alargado de desgaste interior que comprende la barra de metal duro -3- con una mayor resistencia al desgaste y muy alta resistencia a la abrasión en el centro de un cuello de diente -5-, con la punta del diente -6- delantera, sobresaliente del cuerpo del diente -2- del diente de desgaste -1-. Esta punta del diente -6- tiene una tenacidad elevada en el acero fundido -2- que encierra la barra de metal duro -3-, de modo que el cuello del diente -5- adquiere una resistencia a la rotura mucho mayor a través del refuerzo por la barra de metal duro -3-. La punta de diente -6- comprende para este propósito, véase la **figura 1** y la **figura 2**, como mínimo, una superficie de desgaste de la punta -7- exterior, que comprende, en primer lugar, una superficie de desgaste -8- de metal duro, preferentemente dispuesta de forma sustancialmente concéntrica en el cuello de diente -5- y en la dirección longitudinal un plano de simetría del diente de desgaste -1- (mostrado como una línea en la **figura 2** y la **figura 3**) y, en segundo lugar, dos partes -7a-, -7b- de la superficie de desgaste de la punta -7-, que encierran la barra de metal duro -3-, preferentemente por completo, y están hechas de acero fundido -2- con una menor resistencia al desgaste y menor resistencia a la abrasión que la superficie de desgaste -8- de la barra de metal duro -3-. La **figura 1** muestra también, además de un plano de simetría longitudinal **A**, un plano de simetría **B**, que se extiende perpendicular a dicho plano **A**, a lo largo del cuello del diente -5- en sí y la barra de metal duro -3-, y es sustancialmente regular en su sección transversal, véase la **figura 5**, en este caso excluyendo una pieza de refuerzo en forma de columna vertebral -13- para la absorción del componente  $F_c$  de fuerza de cizallamiento de una carga que actúa **F**. De este modo, la pieza de desgaste -1- resultante adquiere, en general, tanto una resistencia al desgaste muy aumentada como una resistencia a la rotura aumentada varias veces, al mismo tiempo que tiene una tenacidad elevada y un efecto de auto afilado, efecto de auto afilado que se explica en mayor detalle a continuación, que aplica además a las propiedades de resistencia de dicho material.

La fijación de la barra de metal duro -3- antes de la fundición en el molde de cáscara de arena -23-, véase la **figura 7**, comprende, como mínimo, una fijación, por ejemplo, una o más agarraderas de fijación -25-, véase la **figura 4d**, en un extremo de la barra de metal duro -3-, denominado, a continuación, como su eje de fijación -16-, eje de fijación -16- que, después de la fundición y el desmoldeo, constituye un extremo libre -16-, sobresaliente desde el cuello de diente -5-, de la barra de metal duro -3-, mientras que su extremo insertado por fundición -17- opuesto al eje de fijación se mantiene fijo de forma segura por dicha fijación en el interior del espacio que se va a llenar con una colada de fundición, por ejemplo, desde un horno de inducción. Una ventaja de este proceso es que la barra de metal duro -3- está completamente fijada en su posición fija en el interior del molde de fundición -23-, en el presente documento el molde de cáscara de arena -23-, durante la fundición, de modo que la barra de metal duro -3- no cambia de posición cuando se vierte la colada de fundición. Soluciones anteriores han comprendido, por ejemplo, varios soportes en el interior del citado espacio, soportes que, a continuación, se funden y se combinan con la colada de fundición en el funcionamiento de la fundición. Se apreciará que este procedimiento conocido genera un riesgo significativo de que la pieza de fundición insertada -3- se mueva de la posición deseada cuando los soportes se fundan y, por otra parte, esta fusión de los soportes forma una impureza en la colada de fundición, impureza que altera las propiedades deseadas de la pieza de desgaste -1-, de la zona de interfase y de unión -24- entre la parte fundida insertada -3- y el resto del acero fundido -2-. Por ejemplo, se puede provocar una adhesión insatisfactoria, pueden aparecer burbujas en el acero fundido -2- o en la superficie de dicha zona de interfase y de unión -24-

durante el moldeo de la pieza de desgaste -1-. Una mala adherencia produce además una zona de apoyo -20- deficiente para la barra de metal duro -3- durante la exposición a las fuerzas que actúan, de manera que se rompe con más facilidad.

5 Tras la apertura del molde de cáscara de arena -23- y la liberación del diente de desgaste -1-, se retira el eje de fijación -16- de la barra de metal duro -3-, eje de fijación que sobresale de la punta frontal de diente -6- del cuello del diente -5-. Una zona de rotura -18- mediante una muesca -19- ya se ha proporcionado convenientemente para este propósito durante la formación del metal duro y antes de su sinterización en la barra de metal -3- duro acabada, punto de ruptura -18- que, cuando la barra de metal duro -3- se fija en el molde de cáscara de arena -23-, está  
10 dispuesto de una manera fija cerca de la superficie límite de la masa fundida del molde de cáscara de arena -23-. La eliminación se lleva a cabo convenientemente golpeando el eje de fijación -16-, ya que la barra de metal duro -3- es suficientemente frágil para que se produzca una rotura de forma sustancialmente directa dentro de la superficie de desgaste de la punta -7- exterior de la punta del diente -6- o al nivel de la misma, si se ha realizado una muesca -19- lo suficientemente profunda.

15 En las figuras **12a-c** se muestra esquemáticamente el eje de fijación -16- separado, eje de fijación -16- separado que se presiona sobre la barra de metal duro -3-. El eje de fijación -16- se produce adecuadamente de un acero convencional de tipo más blando que el metal duro utilizado para el extremo insertado por fundición -17-. El eje de fijación -16- separado se fija en la barra de metal duro -3- presionando un par de pinzas -16a- y -16b- en un par de  
20 cavidades -27a-, -27b- en la barra de metal duro -3- en el extremo opuesto del extremo insertado por fundición -17-. Después de la fundición de la barra de metal duro -3- en el acero fundido -2-, la eliminación del eje de fijación -16- se realiza fácilmente mediante la eliminación de las pinzas -16a- y -16b- fuera de las cavidades -27a-, -27b-.

25 Otras formas concebibles para conseguir una separación del eje de fijación -16- de la barra de metal duro -3- son, en primer lugar, para un material más barato, preferentemente un acero más convencional, el soldar o sinterizar como un eje de fijación -16- con el resto del metal duro en la posición mencionada anteriormente para la rotura deseada, separación que en este caso puede llevarse a cabo fácilmente simplemente con un disco de corte económico que atraviesa el acero convencional, pero en el que se requieren cortadores de diamante para el metal duro, y en  
30 segundo lugar, para un material de este tipo, el fijar el eje -16- mediante la interacción mutua de un pasador y abertura de pasador -26-, -27-, véase la **figura 4c**, un pasador -26-/abertura -27- que se proporcionan en la etapa preliminar en la barra de metal duro -3-, antes de la sinterización de la misma, y la abertura -27- / el pasador -26- opuestos en el eje de fijación -16- montados después de la sinterización. El tipo de horno que se utiliza en la fusión del acero fundido -2- da hasta cierto punto diferentes temperaturas de la colada de fundición, temperaturas que se han tenido en cuenta en los siguientes intervalos de temperatura.

35 La fundición de la barra de metal duro -3- en el acero fundido -2- se efectúa convenientemente a 1500-1700°C, aproximadamente, dependiendo principalmente del método de fusión, preferentemente 1550-1650°C con respecto a la temperatura del pasador, la superficie sobre la barra de metal duro -3- que forma dicha zona de interfase o de unión -24- metalúrgica con el acero fundido -2- que encierra la barra de metal duro -3-. En esta fusión de las  
40 superficies del cuerpo del diente -2- y la barra de metal duro -3-, cualquier impureza o la humedad pueden causar alteraciones de los materiales, grietas, burbujas de gas y cavidades desventajosas, una adhesión más insatisfactoria y una resistencia inferior en la zona de interfase o de unión -24- o dentro de la pieza de desgaste -1- fundida.

45 Además, la barra de metal duro -3- puede ser revestida con una o más películas de metal, no mostradas, por ejemplo, película de níquel o de acero en la zona de interfase o de unión -24- entre la barra de metal duro -3- y el acero fundido -2-. Si todo se gestiona adecuadamente, es decir, la pieza -3- fundida insertada se limpia cuidadosamente y se mantiene seca, se obtiene de forma ventajosa un pretensado de contracción a través de una  
50 contracción de volumen en el acero fundido. De este modo, la barra de metal duro -3- se une al acero fundido -2- a lo largo de una junta de fundición que coopera entre los materiales de acero separados, un ajuste por contracción, que comprende un pretensado por compresión, que se forma, al mismo tiempo que se obtiene una unión metalúrgica en dicha zona de interfase o de unión -24-.

Convenientemente, el fragmento de barra de metal duro -16- eliminado puede ser recuperado para la producción de nuevas barras de metal duro -3-, lo que produce tanto efectos medioambientales positivos como ventajas  
55 económicas. La fundición en molde de cáscara de arena produce superficies suficientemente lisas para la mayoría de las piezas de desgaste, por lo que es posible producir piezas de desgaste, por ejemplo, dientes de desgaste, con formas complejas sin grandes trabajos de acabado.

60 En una realización preferente, la barra de metal duro -3- tiene un diámetro de entre 10 y 30 mm, preferentemente de 18-23 mm, aproximadamente, en la que la barra de metal duro -3- puede ser algo cónica, preferentemente con el diámetro mayor hacia el interior del extremo insertado por fundición -17-. Las realizaciones mostradas en la presente solicitud comprenden, principalmente, una barra de metal duro -3- que está dispuesta concéntricamente en la zona  
65 neutral de fuerzas del cuello del diente -5-, en el plano de simetría longitudinal **A**, y sustancialmente además en el plano de simetría perpendicular **B** al mismo, véase la **figura 1**, pero se encuentra dentro del concepto de la presente invención el proporcionar más barras de metal duro si ello se considera conveniente. Por ejemplo, una barra de metal duro adicional puede estar dispuesta periféricamente en relación con la barra de metal duro -3- concéntrica en

una determinada región de la sección transversal del cuello del diente -5- en la que se desea un refuerzo adicional de protección contra el desgaste. La superficie de desgaste de la barra -8- de la barra de metal duro -3- puede comprender, por ejemplo, en términos de su sección transversal, una superficie de desgaste cuadrada, rectangular, circular, elíptica, lateral o tubular, con relación a uno o ambos planos de simetría **A**, **B**. Lo indicado anteriormente con respecto al diámetro es en este caso considerado como la máxima anchura para las secciones transversales no circulares. En el caso de una superficie de desgaste tubular, es concebible que el tubo se rellene por un grado de acero que sea diferente del que le rodea. Se apreciará que una pieza fundida insertada -3- puede además, a su vez, estar encerrada por uno o más grados de acero. La barra de metal duro se puede configurar, por ejemplo, como un cono truncado.

La barra de metal duro -3- tiene una extensión axial **Z** el interior del cuello del diente -5-, barra de metal duro -3- que discurre de forma sustancialmente paralela o en un cierto ángulo  $\lambda$  definido con el eje longitudinal del cuello del diente -5- que discurre de forma sustancialmente paralela con el lado frontal -9- del cuello del diente -5-, véase la **figura 1** y la **figura 5**, ángulo  $\lambda$  que se encuentra dentro del intervalo de 0-15 grados y en el que la extensión **Z** es de, aproximadamente, el 80-95% de la longitud **L** del cuello del diente -5-, medida desde el extremo exterior libre del cuello del diente -5- original, es decir, su superficie de desgaste de la punta -7- original, a lo largo de dicho eje longitudinal **Y**, y extensión que está claramente demarcada en la dirección hacia el interior en el extremo insertado por fundición -17- inferior de la barra de metal duro -3- y allí está convenientemente redondeado con el fin de reforzar la función de auto señalización de la pieza de desgaste -1-.

La longitud de desgaste total **L** del cuello sobresaliente -5- frontal es la longitud medida desde el centro de la superficie de desgaste de la punta -7- original hasta la parte superior de las dos alas laterales de refuerzo -12-, -12'-. En otras realizaciones de la presente invención, no mostradas, dicha extensión axial **Z** de la barra alargada de metal duro -3- puede ser de, aproximadamente, el 65-95% de la longitud de desgaste **L** total del cuello sobresaliente -5- frontal.

Dado que la barra de metal duro -3- tiene una extensión bien definida, es decir, la longitud **Z** de la barra de metal duro -3-, que es más corta que la longitud de desgaste **L** total del cuello del diente -5-, el efecto que se logra, de hecho, es que el diente de desgaste -1- da auto señalización, es decir, que la pieza de desgaste -1- informa automáticamente que está desgastada y debe ser cambiada, esto en virtud del hecho de que se producen propiedades registrables, por ejemplo, cambios en la vibración o la resistencia de par en los tornos o el eje de accionamiento en la herramienta de trabajo -11- en la que se fija el diente de desgaste -1-. La barra de metal duro -3- se fija de este modo en el cuello del diente -5- a una cierta distancia desde el lado superior del soporte de diente -10- del diente de desgaste -1-, de modo que el soporte de diente -10- nunca está en riesgo de entrar en contacto directo con la superficie de trabajo **C** como resultado de que el cuello del diente -5- se haya desgastado demasiado, es decir, la pieza de desgaste -1- se cambia a la recepción de la auto señal, cuando se ha consumido la longitud de trabajo **L** total de la pieza de desgaste -1-. Una vez que la barra de metal duro -3- se desgasta, la capacidad de trabajo del diente de desgaste -1- y suafilamiento han cambiado tanto que, por ejemplo, aparecen vibraciones, vibraciones que se detectan manualmente o mediante un sensor adecuado y, por lo tanto, alertan al operador de la máquina de draga, por ejemplo, que los dientes de desgaste -1- existentes, operativos están ahora en la necesidad de recambio.

Esto produce un cambio mucho más ventajoso y efectivo de la pieza de desgaste -1- que anteriormente, ya que el cabezal de corte -11- de la draga tenía que izarse desde el agua para poder verificar que dientes de desgaste -1- necesitaban ser cambiados. Esto significaba además que ciertos dientes de desgaste -1- se cambiaban innecesariamente, ya que el cabezal de corte -11- se había izado de todos modos y se consideraba que el diente de desgaste -1- no duraría hasta la siguiente inspección visual, y además que algunos dientes de desgaste -1- se cambiaban demasiado tarde y, de este modo, los soportes de diente -10- sufrían graves daños.

Con la presente invención, se obtienen entre otras las siguientes características ventajosas, que todos los dientes de desgaste -1- se pueden cambiar de manera muy precisa, de modo que se obtiene tanto un aumento de la eficacia del trabajo de la herramienta -11- y se reduce considerablemente el número de paros de funcionamiento inevitables. No existe el riesgo de que el soporte de diente -10- del diente de desgaste -1- se dañe si el cambio se realiza una vez que la auto señal ha sido registrada. Otras ventajas son, por ejemplo, que la barra de metal duro -3- en realidad se desgasta en dirección hacia abajo antes de que se cambie, de modo que el diente de desgaste -1- residual muy a menudo contiene sólo un material, el acero fundido -2-. La recuperación del diente residual se vuelve de este modo extremadamente simple. Si se realiza un cambio antes de que el metal duro esté totalmente desgastado, este fragmento se puede cortar del resto de la pieza de desgaste -1-, después de lo cual la recuperación del diente residual, que en este caso está hecho de un material de acero homogéneo, y del fragmento del cuello del diente restante, con el metal duro valioso, se lleva a cabo por separado. El metal duro se puede separar fácilmente, ya que tiene un punto de fusión diferente que el acero fundido, de aproximadamente 1500-1700°C.

Una ventaja adicional es que la zona de interfase y de unión -24- entre la barra de metal duro -3- y el resto del acero fundido -2- experimentan un pretensado en el que la interfase -24- adquiere una característica que permite la detención más intensa de la barra de metal duro -3-. La zona de unión -24- entre la barra de metal duro -3- y el acero fundido -3- comprende un poco de metal duro fundido, que se ha disuelto y se ha mezclado conjuntamente

- con el acero fundido -2-, de modo que se ha formado un núcleo más duro de metal duro, rodeado por el acero fundido más blando y con una zona de unión más blanda, con una dureza de entre 1220 y 1450 HV3, formada entre el acero fundido -2- y el núcleo de metal duro -3-. De este modo, el núcleo de metal duro -3- está totalmente intacto y no afectado a pesar de la fundición dentro del acero fundido -2-. Si un núcleo de metal duro algo más blando se utilizara en la realización ilustrativa que se especifica a continuación, se reduciría el riesgo de formación de grietas en la mencionada zona de unión -24-, pero entonces se reduciría la durabilidad cuando se utiliza la herramienta -11-. En una realización preferente, la barra de metal duro -3- tiene una dureza promedio de, aproximadamente, 800-1750 HV3.
- Después de que el eje de fijación -16- en la barra de metal duro -3- se haya eliminado de acuerdo con lo anterior, se puede encontrar una pequeña hendidura en la superficie de desgaste libre de la punta delantera -7- del cuello del diente -5-, pero dado que se produce rápidamente el auto afilado resultante del desgaste de esta superficie de desgaste de la punta delantera -7-, es decir, el afilamiento del cuello del diente -5- del diente de desgaste -1-, la barra de metal duro -3- se expondrá y comenzará el desprendimiento de la superficie de trabajo **C**. A diferencia de un diente de desgaste convencional sin esta superficie de desgaste -8- de la barra interna dentro de superficie de desgaste de la punta -7-, diente de desgaste convencional que siempre tiene una superficie de contacto roma contra la superficie de trabajo **C**, se obtiene siempre un efecto de penetración en el diente de desgaste -1- según la presente invención. El hecho de que, en el caso de un desgaste hacia abajo de una cara o de dos caras, que es el caso en el que el diente de desgaste -1- se fija en su lugar en su posición en la herramienta -11-, véase especialmente la **figura 5** y la **figura 8**, en la que la superficie de desgaste de la punta -7- del diente de desgaste -1-, que se fija en relación con el soporte de diente -10-, roza contra la superficie de trabajo **C**, se forma un borde de corte -29-, véase la **figura 6**, sobre superficie de desgaste de la punta -7-, es de menor importancia, ya que superficie de desgaste -8- de la barra de metal duro -3-, en relación con las superficies de desgaste de la punta -7a-, -7b- del acero fundido, aún constituye una punta frontal sobresaliente. En el caso de una superficie de punta rotatoria, no se forma ningún borde de corte.
- El efecto de auto afilado se obtiene en virtud del hecho de que el acero fundido -2- y la barra de metal duro -3- tienen diferente resistencia a la abrasión (referida además como resistencia al desgaste), en la que el metal duro tiene la resistencia al desgaste superior, de manera que el acero fundido -2- que tiene la menor resistencia se desgasta más rápidamente que la barra de metal duro -3- encerrada por el acero fundido -2- cuando se utiliza la herramienta -11- y, por lo tanto, el diente de desgaste -1-, de modo que se obtiene un equilibrio entre la resistencia a la abrasión del acero fundido -2- y del metal duro -3-, y de este modo el cuello del diente de desgaste -5- se afila constantemente a medida que la barra de metal duro -3- se expone durante la utilización del diente de desgaste -1- y, por lo tanto, penetrará efectivamente en la superficie de trabajo **C**. Constantemente, la barra de metal duro -3- es la parte del diente de desgaste -1- que sobresale más exteriormente del cuello del diente -5- y, de este modo, siempre está trabajando contra la superficie de trabajo **C**, mientras que el acero fundido -2- trabaja en menor medida o no trabaja en absoluto contra la superficie de trabajo **C**, hasta que la barra de metal duro -3- está completamente desgastada y la función de auto información señala automáticamente que se requiere un cambio de la pieza de desgaste -1-.
- A efectos de obtener un efecto de auto afilado más definido en una pieza de desgaste -1-, puede ser ventajoso disponer el molde de fundición -2- concéntricamente alrededor de la barra de metal duro -3- en forma de una pluralidad de capas, no mostradas, en las que la resistencia a la abrasión de cada capa es diferente. La resistencia a la abrasión de las capas se determina por su dureza y grosor. La estructura de las capas se puede variar en un gran número de maneras. Con el fin de producir una resistencia a la abrasión que aumenta gradualmente de forma radial hacia el interior hacia la barra de metal duro -3-, el espesor y la dureza de las capas pueden aumentarse en intervalos hacia el interior en la sección transversal del cuello del diente -5-. Alternativamente, las capas pueden estar dispuestas de tal manera que la resistencia a la abrasión se incremente a lo largo de la longitud de la barra de metal duro -3-. Variando el número, el espesor y la dureza de las capas en una manera predeterminada, es posible además de este modo el diseño personalizado de piezas de desgaste -1- para diferentes aplicaciones. Dependiendo del carácter del desgaste, puede ser ventajoso tener diferentes perfiles de auto afilado. En una determinada aplicación, puede ser ventajoso un perfil de auto afilado cónico, en otra aplicación un perfil de auto afilado convexo, etc.
- En ciertas aplicaciones, el desgaste se distribuye de manera desigual alrededor de la pieza de desgaste -1-, lo que significa que ciertas partes de la pieza de desgaste -1- se desgastan más que otras. Puede ser ventajoso en este caso distribuir las capas de una manera correspondientemente desigual alrededor de la pieza de desgaste -1- para compensar el desgaste desigual.
- Cuando los dientes de desgaste -1- se utilizan en una draga en la que el cabezal de corte -11- gira con movimientos pendulares, se produce un desgaste hacia abajo en cualquiera de los lados del plano longitudinal de simetría **A** del diente de desgaste -1-, de modo que se forma el borde de corte -29- en forma de cresta de forma sustancialmente directa sobre el centro del metal duro. Este borde de corte -29- está entonces constantemente afilado por dichos movimientos rotativos y pendulares, hasta que se agota la barra de metal duro -3-.
- Una ventaja adicional en comparación con la superficie de la punta del diente de desgaste convencional es que las partes más duras de la superficie de trabajo se rompen por la punta de metal duro -8-, mientras que las partes -7a-,

-7b- más convencionales de la superficie de desgaste de la punta -7- de acero fundido -2- alrededor de esta punta de metal duro -8- adquieren entonces una menor velocidad de desgaste y, de este modo, un efecto aumentado por longitud de perforación ya que, por lo tanto, la superficie de trabajo C ya se ha ablandado. De este modo la vida útil del diente de desgaste -1- se puede mejorar porcentualmente en varios cientos de puntos.

5 La longitud de trabajo **Z** en la barra de metal duro -3- está dispuesta de tal manera que, cuando la punta del diente -6- está en riesgo volverse demasiado roma, la barra de metal duro -3- se proyecta claramente hacia fuera, dado que la sección transversal total del cuello del diente -5-, que comprende el cuello del diente -5- en sí, que puede además, por sí misma, ir aumentando de forma sustancialmente concéntrica hacia abajo alrededor de la barra de metal duro -3-, como mínimo, en sus lados laterales -21- y trasero -14-, y las partes circundantes de refuerzo -12-, 10 -13-, que comprende la parte trasera -13- y alas laterales -12-, -12'- que se muestran en **las figuras 1-3**, aumentan preferentemente hacia abajo hacia el soporte del diente -10-, de modo que el efecto de mejora de la durabilidad de la barra de metal duro -3- desaparece abruptamente y da, de forma más o menos inmediata, un diente de desgaste -1- romo, que produce tan gran aumento en las vibraciones y/o una capacidad de trabajo registrable contra la 15 superficie de trabajo C tan inferior y, por lo tanto además una pérdida tan perceptible o detectable de la producción, que el operador es alertado de la necesidad de que el diente de desgaste -1- debe que ser cambiado.

Debido al hecho de que el acero fundido -2- alrededor de la barra de metal duro -3- se desgasta más rápido, siempre será la barra de metal duro -3- la que soportará la parte sustancial de la acción de corte, desgaste o penetración de 20 la pieza de desgaste -1-, efecto que los presentes inventores llaman auto afilado. Esto conduce a la ventaja de que el diente de desgaste -1- es capaz más fácilmente de penetrar tipos duros de suelo y roca, etc., con lo que el diente de desgaste -1- adquiere una mayor eficiencia. Los dientes de desgaste convencionales utilizados anteriormente se mellan muy rápidamente, ya que no tienen punta de metal duro, y de este modo los dientes de desgaste convencionales pierden su función de forma mucho más rápida.

25 Una ventaja adicional se consigue mediante la capacidad de aumentar la resistencia del extremo frontal del diente de desgaste -1- a lo largo del cuello del diente -5-, dado que es posible utilizar más acero fundido -2- alrededor de este extremo sin obtener el efecto de otro modo negativo de mella sin capacidad de penetración. Esto significa, por ejemplo, que incluso se puede penetrar y aplastar roca dura con las piezas de desgaste -1- sobre el cabezal de corte 30 -11- de la draga. Además, es ventajoso disponer partes de refuerzo, tales como dichas alas de refuerzo laterales -12-, -12'- y la parte de refuerzo -13- en forma de columna vertebral, en esa parte posterior del cuello del diente -5- del diente de desgaste -1- que se dispone alejada de la nariz del cabezal de corte -11-, o en los lados -21- laterales a la parte posterior -14-, parte de refuerzo -13- en forma de columna vertebral y alas laterales -12-, -12'- de refuerzo que tensan el cuello del diente -5- de tal manera que se puede hacer considerablemente más largo sin que se 35 rompa, de modo que la longitud de trabajo del cuello del diente -5-, es decir, la longitud que se puede desgastar antes de que el diente de desgaste -1- tenga que ser cambiado, se vuelve mucho más larga que en el correspondiente cuello de diente concéntrico sin un refuerzo de este tipo. El cabezal de corte se conoce previamente, por ejemplo, en el que cada diente de desgaste -1- comprende una punta cilíndrica giratoria, que tiene que tener un cuello muy corto para no romperse, de modo que estos dientes de desgaste con punta cilíndrica 40 necesitan cambiarse con mucha frecuencia, dando lugar a un gran número de paros de funcionamiento costosos.

Una realización preferente del diente de desgaste -1- según la presente invención comprende una sección transversal que aumenta hacia la base del cuello del diente -5-, sección transversal que puede comprender, 45 respectivamente, un cuello del diente -5- que encierra la barra de metal duro -3-, preferentemente, por todos los lados -14-, -21-, -9- y que tienen uno o más o todos los lados -14-, -21-, -9- de la sección transversal que aumentan hacia la base del cuello del diente -5-, una parte de refuerzo -13- en forma de columna vertebral de sección transversal que aumenta hacia la base del cuello del diente -5-, dos secciones opuestas, es decir, una a cada lado de la barra de metal duro -3-, secciones de acero fundido dispuestas de sección transversal que aumenta hacia la base del cuello del diente, tal como las alas laterales 12, -12', o una combinación de dos o más de dichas 50 alternativas.

Con las configuraciones especificadas anteriormente que tienen la barra de metal duro -3- encerrada en el cuello del diente -5-, las propiedades del nuevo diente de desgaste -1- se vuelven, como mínimo, tan ventajosas como los 55 dientes de desgaste convencionales actuales con respecto al cuerpo de acero fundido, al mismo tiempo que la colocación de la barra de metal duro -3- en, como mínimo, el centro del cuello del diente -5- significa que las propiedades del diente de desgaste -1-, por ejemplo, la resistencia a la rotura, etc. aumentan. Si la punta del diente -6- y el cuello del diente -5- se desgastan desde dos direcciones opuestas, en las que cada material de acero tiene un balance mutuo específico de modo que el desgaste de los respectivos materiales de acero se corresponde precisamente con el otro, se forma un borde afilado -29- como una línea central transversalmente a lo largo de la 60 superficie de desgaste de la punta -7- entre las dos partes -7a-, -7b- opuestas, angulares, de la superficie de desgaste de la punta -7-, borde afilado -29- que actúa como una cuchilla afilada que corta liberando material nuevo, si se forman superficies de desgaste más angulosas, se obtiene en su lugar una punta de tipo punzón, que además rasca liberando material nuevo.

65 La función de cuchilla se refuerza, además, mediante la sección transversal mostrada en la **figura 1**, que comprende la sección de refuerzo -13- en forma de columna vertebral, que hace que sea posible producir cuellos de diente -5-

más largos que, por lo tanto, pueden desgastarse por mucho más tiempo que, por ejemplo, un cuello del diente redondo que, por ejemplo, se rompe una vez que la resistencia a la flexión no puede soportar las longitudes alcanzables con la realización reforzada mostrada en la **figura 1**. La relación entre la longitud y el diámetro del cuello del diente redondo no debe ser superior a 2 antes de que las características de trabajo se deterioren, o el riesgo de rotura se vuelve demasiado grande. Con la configuración que tienen las partes de refuerzo, es decir, la parte posterior -13- y las alas laterales -12-, -12'- de forma transversal a la superficie de desgaste de la punta -7-, la longitud del cuello del diente puede ser, aproximadamente, 3-5 veces mayor que la medida transversal del cuello del diente -5- en el extremo frontal del cuello del diente -5-, tal como se muestra en la **figura 1**, que luego multiplica la longitud de trabajo, y por lo tanto el período de utilización del diente de desgaste -1-, sin que las características de trabajo sufran deterioro o el riesgo de rotura se vuelva demasiado grande.

Una ventaja adicional con un perfil en forma de columna vertebral -13- y con una forma de la superficie de punta de corte -29-, tal como en las **figuras 1-3**, es que el diente de desgaste -1- real funciona además con una función de pala, que transporta y arrastra los materiales de trabajo liberados.

Realizaciones ilustrativas

En la realización mostrada específicamente de

La siguiente aleación de fundición preferente, referida anteriormente además como acero fundido, comprende una aleación principalmente en base hierro (Fe) del 95,0-96,0% en peso, en la que los materiales de aleación comprenden preferentemente

Realización ilustrativa 1: (porcentaje en peso)

**La composición química del acero fundido:**

C	0,24-0,28% en peso
Si	1,40-1,70% en peso
Mn	1,00-1,40% en peso
P	máx. 0,025% en peso, preferentemente 0,020% en peso
S	máx. 0,020% en peso, preferentemente 0,013% en peso
Cr	1,25-1,50% en peso
Ni	0,40-0,60% en peso
Mo	0,17-0,22% en peso
Al	máx. 0,03-0,08% en peso, preferentemente 0,045% en peso
Ti	máx. 0,04 hasta 0,10% en peso, preferentemente 0,07% en peso
N	máx. 180 ppm, preferentemente 120 ppm,
DI	índice de templabilidad mín. 6,6, preferentemente 7,3, máx. 10,8.

**Tratamiento térmico:**

Recocido/normalización completo a 900-1050°C. Tiempo: mín. 3 horas ± 1 hora o 1 hora/25 mm de longitud. Enfriamiento al aire, calentamiento a 850-1000°C. Tiempo: 1 hora ± 0,5 horas. Endurecimiento en baño de polímero-agua o agua.

Templado a 200-300°C. Tiempo: 3 horas ± 1 hora o 1 hora por 25 mm de longitud, de enfriamiento al aire libre. Todos los tiempos se basan en el total que la parte componente está a la temperatura.

**Propiedades mecánicas:**

Dureza Brinell	HB	mín. 450, preferentemente 475
Punto de rendimiento	R <sub>p0.2</sub>	mín. 1200 MPa, preferentemente 1300 MPa
Resistencia a la rotura	R <sub>m</sub>	mín. 1450 MPa, preferentemente 1550 MPa
Alargamiento	A <sub>5</sub>	mín. 2%, preferentemente 5%
Reducción de área	Z	mín. 4%, preferentemente 10%
Resistencia al impacto	KV + 20	mín. 12 J, preferentemente 15 J
Resistencia al impacto	KV-20	mín. 12 J, preferentemente 12 J
Módulo de elasticidad para el acero fundido		195-220 GPa
La dureza se mide después de la fundición y molienda de 2 mm.		

**La composición química del metal duro:**

10-25% en peso de Co y/o Ni con carburo de tungsteno de tamaño de grano de aproximadamente 0,5 a 7,0 µm.

Dureza Vickers 3 800-1750 HV3

**Las propiedades de la zona de interfase o unión:**

Dureza Vickers 3

1220-1450 HV3

5

Realización ilustrativa 2: (porcentaje en peso)**La composición química del acero fundido:**

C	0,31-0,36% en peso
Si	1,10-1,50% en peso
Mn	0,80-1,10% en peso
P	máx. 0,025% en peso, preferentemente 0,015% en peso
S	máx. 0,015% en peso, preferentemente 0,010% en peso
Cr	1,00-1,40% en peso
Ni	máx. 0,50% en peso
Mo	0,20 a 0,30% en peso
Al	máx. 0,03 a 0,08% en peso, preferentemente 0,045% en peso
Ti	máx. 0,04 hasta 0,10% en peso, preferentemente 0,07% en peso
N	máx. 180 ppm, preferentemente 120 ppm,
DI	índice de templabilidad mín. 6,6, preferentemente 7,3, máx. 10,8.

10

**Tratamiento térmico:**

Recocido/normalización completo a 900-1050°C. Tiempo: mín. 3 horas ± 1 hora o 1 hora/25 mm de longitud.

15

Enfriamiento al aire libre, calentamiento a 850-1000°C. Tiempo: 1 hora ± 0,5 horas. Endurecimiento en baño de polímero-agua o agua. Templado a 200-300°C. Tiempo: 3 horas ± 1 hora o 1 hora por 25 mm de longitud, de enfriamiento al aire libre. Todos los tiempos se basan en la totalidad que la pieza componente está a esa temperatura.

**Propiedades mecánicas:**

20

Dureza Brinell	HB	Mín. 500, preferentemente 530
Punto de rendimiento	R <sub>p0,2</sub>	Mín. 1300 MPa, preferentemente 1400 MPa
Resistencia a la rotura	R <sub>m</sub>	Mín. 1600 MPa, preferentemente 1700 MPa
Alargamiento	A <sub>5</sub>	Mín. 2%, preferentemente 4%
Reducción de área	Z	Mín. 4%, preferentemente 8%
Resistencia al impacto	KV+20	Mín. 10 J, preferentemente 14 J
Resistencia al impacto	KV-20	Mín. 8 J, preferentemente 10 J

Los valores de dureza se miden después de la fundición y molienda de 2 mm en la ubicación especificada. Barra de ensayo de 50 x 35 mm

**Aspectos metalúrgicos y otras configuraciones**

25

El acero fundido -2- tiene una composición que tiene un carbono equivalente  $C_{eq} = \% \text{ en peso de C} + 0,3 (\% \text{ en peso de Si} + \% \text{ en peso P})$ , que es menor del 0,9% en peso, preferentemente menor del 0,8% en peso, pero aún superior al 0,1% en peso, preferentemente superior al 0,5% en peso. Preferentemente, el acero fundido se compondrá de material de acero de baja aleación de Cr, Ni, Mo con un punto de fusión, aproximadamente, 1450-1.550°C. La dureza del acero fundido se encuentra entre 45 y 55 HRC.

30

35

La presente invención se puede aplicar a metales duros basados en carburo de tungsteno (WC) con una fase de unión de Co y/o Ni, que tiene preferentemente un contenido de carbono que se encuentra cerca de la formación de grafito libre y que, en el caso de metal duro con una fase de unión de cobalto, significa que el contenido de cobalto magnético es 0,9-1,0 del contenido nominal de cobalto. Pueden estar presentes hasta el 5% en peso de carburos de Ti, Cr, Nb, Ta o V.

40

En una realización preferente destinada a herramientas de desplazamiento de tierra, por ejemplo, cortadores de draga, el metal duro tiene un contenido de fase de unión del 10 al 25% en peso de Co y/o Ni con carburo de tungsteno (WC) de tamaño de grano entre 0,5 y 7 µm.

45

La zona de transición entre el metal duro y el acero fundido tiene una buena unión, que está esencialmente libre de cavidades y grietas. Sin embargo, algunas pocas grietas en la zona entre el acero fundido y el metal duro no afectarán seriamente el rendimiento del producto. En la zona de unión/zona de transición hay una zona de fase eta delgada que tiene un espesor de entre 50 y 200 µm (B). En el metal duro más cercano a la zona de fase eta, hay una zona de unión que contiene hierro con una anchura de 0,5 a 2 mm (C). En el acero más cercano a la zona de

5 fase eta, hay una zona con un mayor contenido de carbono (E) de entre 10 y 100  $\mu\text{m}$  de espesor. De acuerdo con el método de fundición, la barra de metal duro se fija en un molde y el acero fundido se vierte en el molde. La temperatura del acero fundido cuando se vierte en el molde es de entre 1550 y 1650°C. Preferentemente, la barra de metal duro se precalienta por la colada de acero fundido que entra en el molde alrededor de la barra de metal duro fija en el mismo en la posición correcta. El enfriamiento se lleva a cabo al aire. Después de la fundición, se lleva a cabo el tratamiento térmico estándar para endurecer y templar el acero.

Ejemplo 1

10 Se produjeron barras cilíndricas de metal duro de 22 mm de diámetro y 120 mm de longitud, con el 5% en peso de Ni y el 10% en peso de Co, y el resto de carburo de tungsteno (WC) de 4  $\mu\text{m}$  de tamaño de grano mediante métodos metalúrgicos de polvo convencionales. El contenido de carbono fue del 5,2% en peso y la dureza 1140 HV3.

15 Las barras se fijaron en moldes para producir dientes de desgaste para el sistema VOSTA T4, que se utiliza en el cabezal de corte para una draga. Un acero de tipo CNM85, con el 0,26% en peso de C, el 1,5% en peso de Si, el 1,2% en peso de Mn, el 1,4% en peso de Cr, el 0,5% en peso de Ni y el 0,2% en peso de Mo,  $C_{\text{eq}} = 0,78$ , se fundió y la masa fundida con una temperatura de 1570°C se vertió en los moldes. La barra de metal duro se precalentó mediante la colada de acero fundido que entra en el molde alrededor de la barra de metal duro fijada en el mismo en la posición correcta. Después de la refrigeración por aire, los dientes se normalizaron a 950°C y se endurecieron a 920°C. El templado a 250°C fue la última etapa en el tratamiento térmico antes de que el producto adquiriera su forma definitiva mediante esmerilado.

25 Se seleccionó un diente para un examen metalúrgico de la zona de transición entre el metal duro/acero fundido en el diente. Una sección transversal del diente se preparó mediante corte, esmerilado y pulido. La zona de transición entre el metal/acero duro se examinó en un microscopio de luz óptica, LOM. El estudio LOM se llevó a cabo tanto sobre una superficie sin ataque y en una superficie atacada con Murakami y Nital, véase la figura 9 y la figura 10. La unión entre el acero y el metal duro era buena y esencialmente sin cavidades y grietas. Entre el metal duro y el acero se encontró una zona de fase eta, B de 100  $\mu\text{m}$  de espesor. Presente en el metal duro había una zona de transición C, que contiene hierro, que tenía un espesor de 1,5 mm en la parte superior del metal duro no afectado, D. En el acero había una zona E reforzada con carbono de 50  $\mu\text{m}$ . La distribución de tungsteno W, cobalto C, hierro Fe y cromo Cr sobre la zona de unión se examinó además por microanálisis de sonda de electrones. La figura 11 muestra la distribución de tungsteno W, cobalto C, hierro Fe y cromo Cr a lo largo de una línea perpendicular a la zona de unión, y se comprobó que la zona de transición, C, se compone esencialmente de carburo de tungsteno en una fase de unión de hierro.

Ejemplo 2

40 Se repitió el ejemplo 1 con un grado de metal duro, que tenía una composición del 20% en peso Co, el resto carburo de tungsteno (WC) de 2  $\mu\text{m}$  de tamaño de grano. El contenido de Co magnético fue del 18,4% en peso y la dureza 900 HV3.

Realizaciones alternativas

45 La presente invención no queda limitada por la realización mostrada, sino que puede variarse de diversas maneras dentro del alcance de las reivindicaciones de la patente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Pieza de desgaste (1) que tiene una mejor resistencia a la abrasión, pieza de desgaste (1) que comprende, como mínimo, una pieza de un primer material y una de un segundo material (2, 3), pieza de un primer material (2) que está constituida por un cuerpo de fundición (2) de una aleación de fundición, cuerpo de fundición (2) que comprende
- 10 una pieza de fijación trasera (4) para la fijación desmontable a una parte de soporte (10) en una herramienta de trabajo (11) y herramienta de trabajo (11) en la que la pieza de desgaste (1) constituye una parte consumible intercambiable, y además
- 15 una parte delantera de cuello (5), que se proyecta desde el eje longitudinal (X) y en un ángulo con respecto al mismo a través de la pieza de fijación trasera (4), cuello sobresaliente (5) delantero que tiene una punta exterior (6), que tiene, como mínimo, una superficie de desgaste de la punta (7) colocada más exteriormente en dicha punta exterior (6) y superficie de desgaste de la punta (7) que constituye la parte que va a trabajar activamente contra una superficie de trabajo (C), desgastándose dicho cuello sobresaliente (5) desde la, como mínimo, una superficie de
- 20 desgaste de la punta (7) en dicha punta exterior (6), en el que la pieza de un segundo material (3) se compone de, como mínimo, una barra alargada de metal duro (3), fijándose la, como mínimo, una barra alargada de metal duro (3) en el plano longitudinal de simetría (A) de la pieza de desgaste (1), de forma sustancialmente axial en el interior del cuello sobresaliente (5) de la pieza de un primer material (2), comprendiendo la, como mínimo, una barra
- 25 alargada de metal duro (3), como mínimo, una superficie de desgaste (8) de la barra libre que constituye una parte de la superficie de desgaste de la punta (7) más grande de dicha punta exterior (6), mientras que todos los otros lados de la, como mínimo, una barra alargada de metal duro (3) están encerrados y fijados en su lugar por dicha parte de primer material (2), **caracterizada porque** la, como mínimo, una barra alargada de metal duro (3) de la pieza de desgaste (1) está dispuesta con su centro en la zona neutral de fuerza del cuello sobresaliente (5), de
- 30 forma sustancialmente concéntrica en el eje longitudinal (Y) del cuello sobresaliente (5), y comprende una longitud (Z), que es más corta que la longitud (L) del cuello sobresaliente (5) con un extremo interior insertado por fundición (17) terminado claramente a una cierta distancia desde el eje longitudinal (X) de la pieza de fijación trasera (4), a fin de producir una auto señal que comprende vibraciones registrables en el extremo de desgaste final opuesto al extremo insertado por fundición (17) y, mediante las mismas, una función de auto información de que se requiere un
- 35 cambio de la pieza de desgaste (1) durante el funcionamiento, en la que la pieza alargada de metal duro (3) está constituida por un material que tiene una dureza media de entre 800 y 1750 HV3.
2. Pieza de desgaste (1), según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el extremo insertado por fundición (17), cuando la pieza de desgaste (1) se coloca en la pieza de soporte (10) está terminado a una distancia del extremo superior del soporte de diente (10).
- 40 3. Pieza de desgaste (1), según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** la pieza de desgaste (1) comprende, como mínimo, dos superficies de desgaste (7a, 7b, 8) que tienen diferentes resistencias a la abrasión, estando dichas, como mínimo, dos superficies de desgaste (7a, 7b, 8) dispuestas de tal manera que la resistencia a la abrasión se eleva en la dirección radial de la barra alargada de metal duro (3) a fin de producir una capacidad de auto afilado de la pieza de desgaste (1).
- 45 4. Pieza de desgaste (1), según la reivindicación 3, **caracterizada porque** las, como mínimo, dos superficies de desgaste (7a, 7b, 8) de la pieza de desgaste (1) están dispuestas en capas concéntricas alrededor de la barra alargada de metal duro (3).
- 50 5. Pieza de desgaste (1), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la barra alargada de metal duro (3) está dispuesta en un ángulo (A) dentro del intervalo de 0-15 grados en relación con el eje longitudinal (Y) del cuello sobresaliente (5).
- 55 6. Pieza de desgaste (1), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la barra alargada de metal duro (3) está dispuesta con una longitud (Z) que es de entre el 80-95% de la longitud (L) del cuello sobresaliente (5), calculado desde el centro de su superficie de desgaste de la punta (7) original de la punta exterior (6).
- 60 7. Pieza de desgaste (1), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la herramienta de trabajo (11) para la pieza de desgaste (1) comprende un sensor dispuesto para registrar las vibraciones registrables en el extremo interior insertado por fundición (17) opuesto al extremo de desgaste, que indican que la barra alargada de metal duro (3) está desgastada y debe ser cambiada.
- 65 8. Pieza de desgaste (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la barra alargada de metal duro (3) tiene una anchura máxima de entre 10 mm y 30 mm.
9. Pieza de desgaste (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la sección transversal de la barra alargada de metal duro (3) de forma transversal al eje longitudinal de la barra alargada de metal duro (3) tiene una forma cuadrada o rectangular.

10. Pieza de desgaste (1), según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, **caracterizada porque** la sección transversal de la barra alargada de metal duro (3) de forma transversal al eje Y' longitudinal de la barra alargada de metal duro (3) tiene una forma circular o elíptica.

5 11. Pieza de desgaste (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la pieza de desgaste (1) comprende una primera barra de metal duro (3) dispuesta centralmente en dicha pieza de desgaste (1) y, como mínimo, otra barra de metal duro dispuesta periféricamente en relación con la primera barra de metal duro (3).

10 12. Pieza de desgaste (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la pieza de desgaste (1) comprende, como mínimo, una parte de refuerzo (12, 12', 13) dispuesta entre la punta exterior (6) del diente de desgaste (1) y la pieza de fijación trasera (4) del diente de desgaste (1).

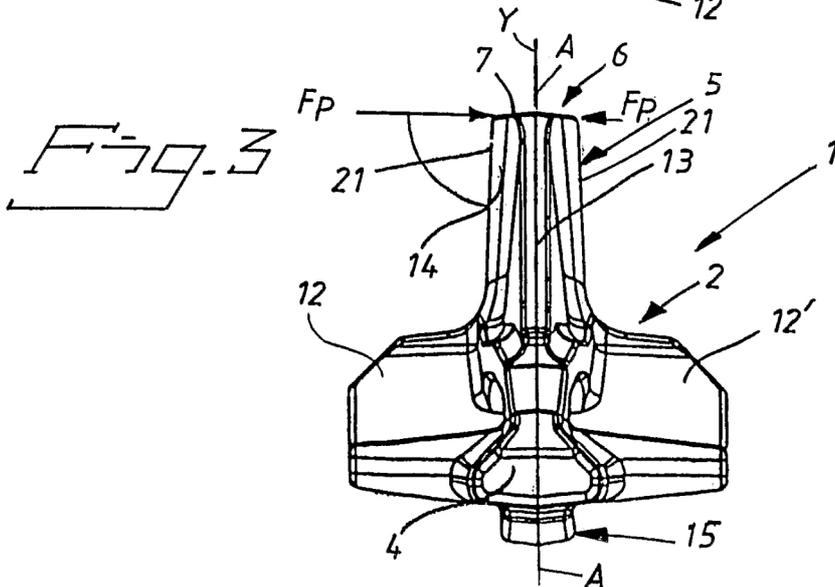
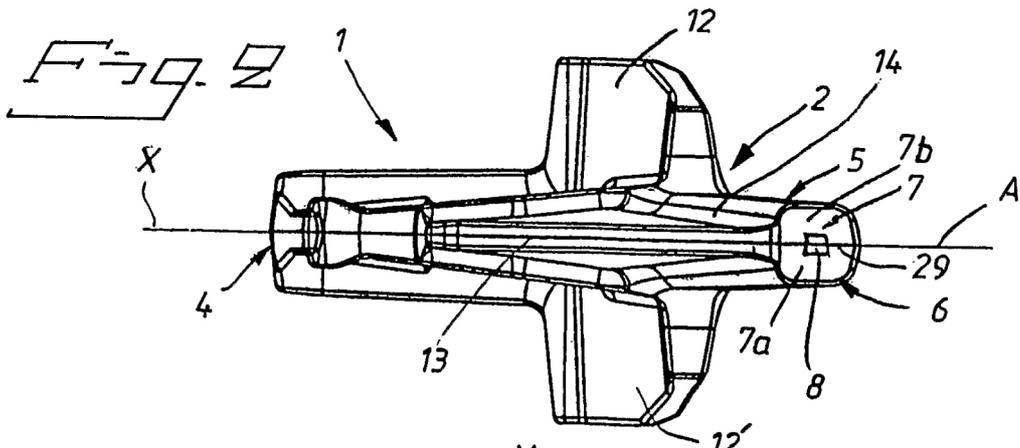
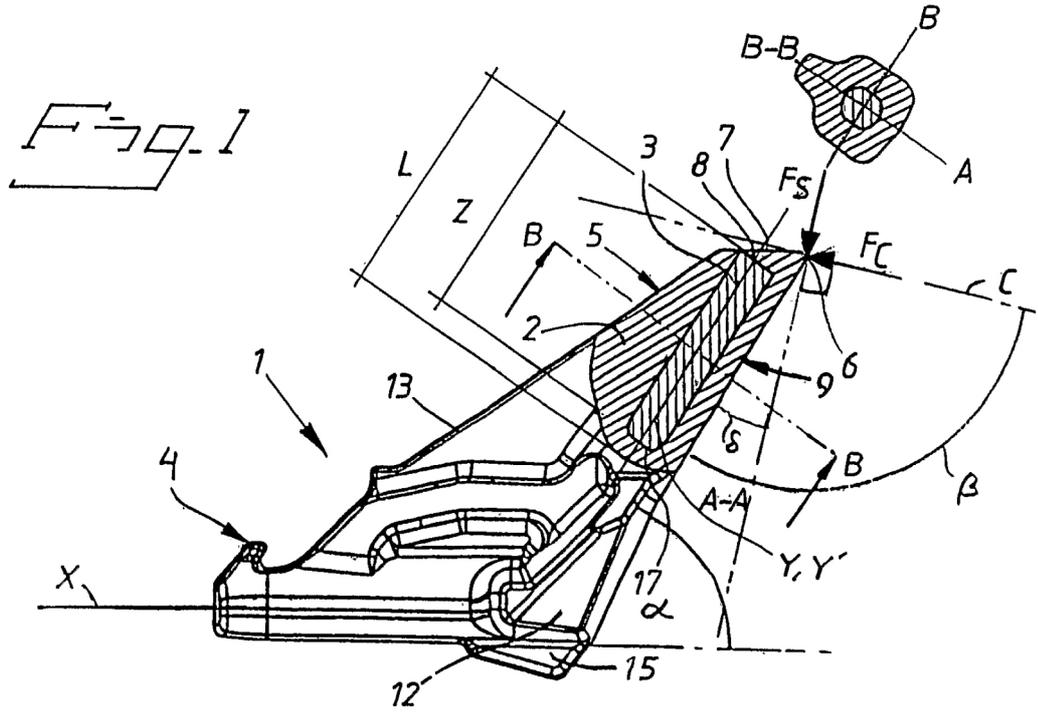


Fig. 4a

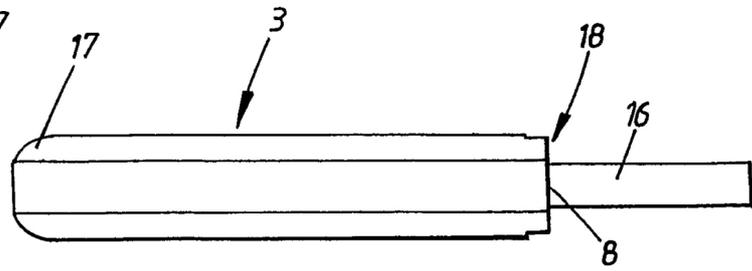


Fig. 4b

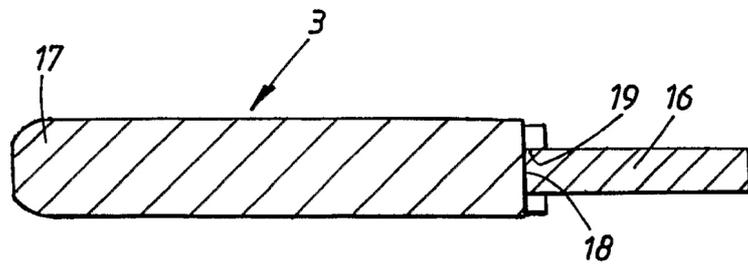


Fig. 4c

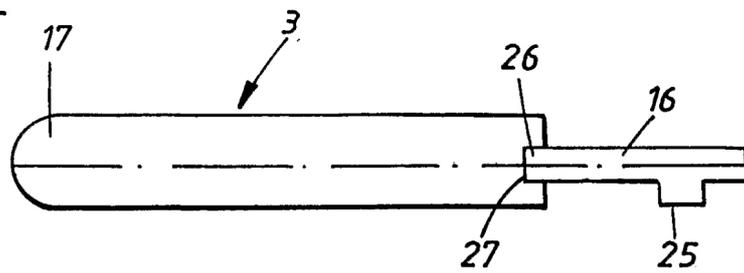
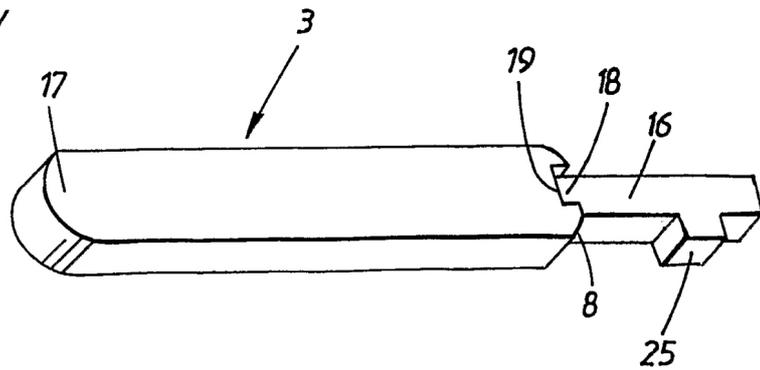


Fig. 4d





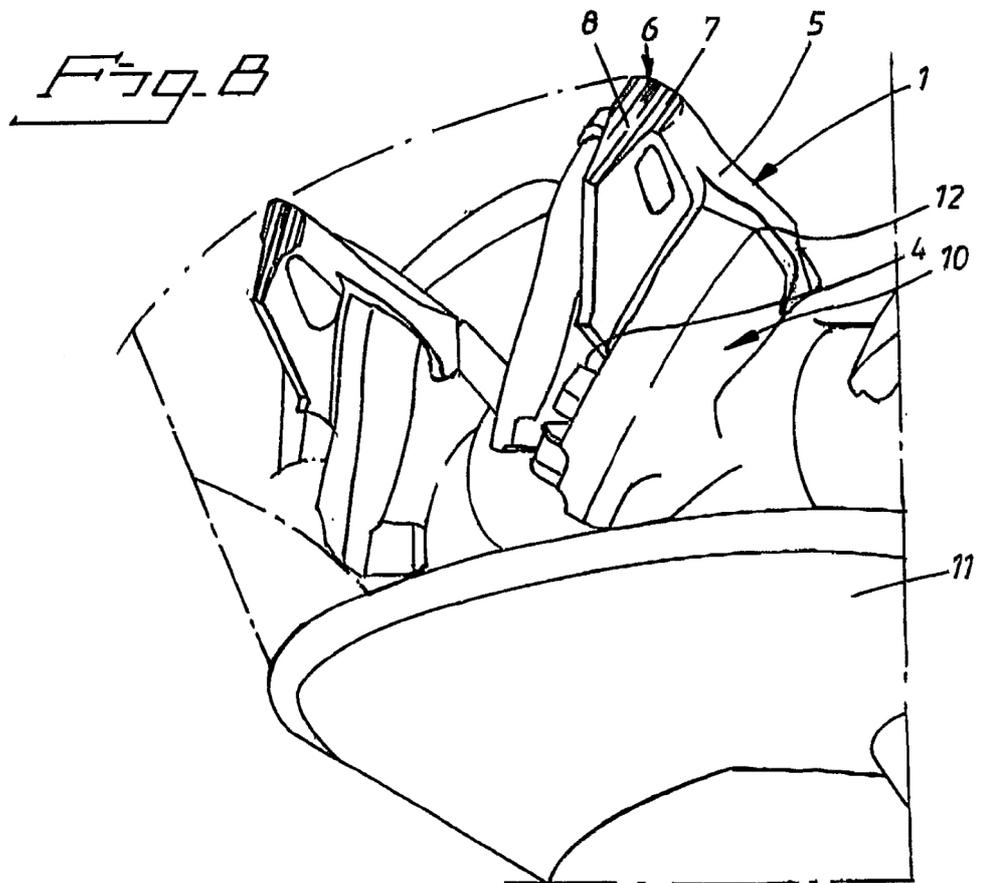
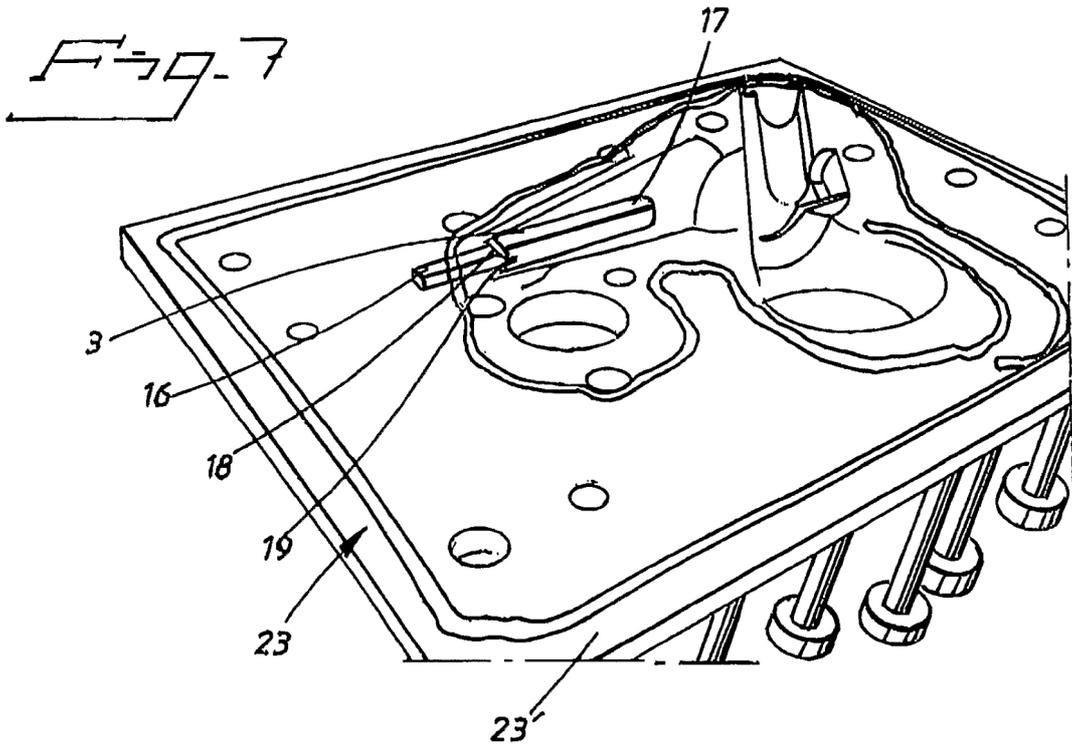


Fig. 9

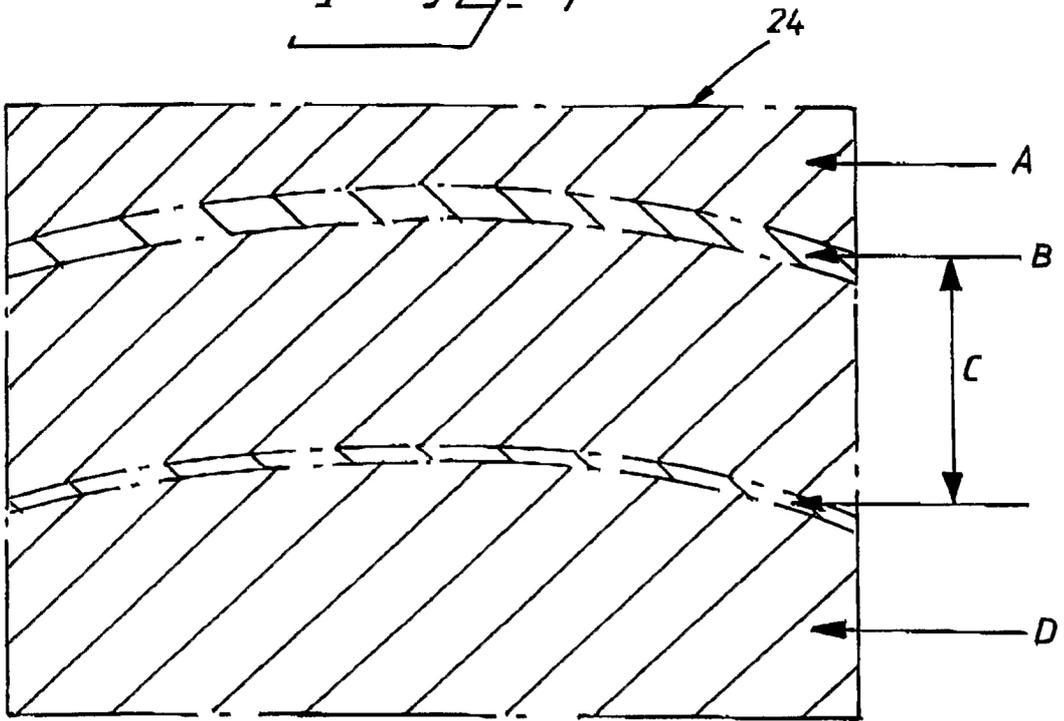


Fig. 10

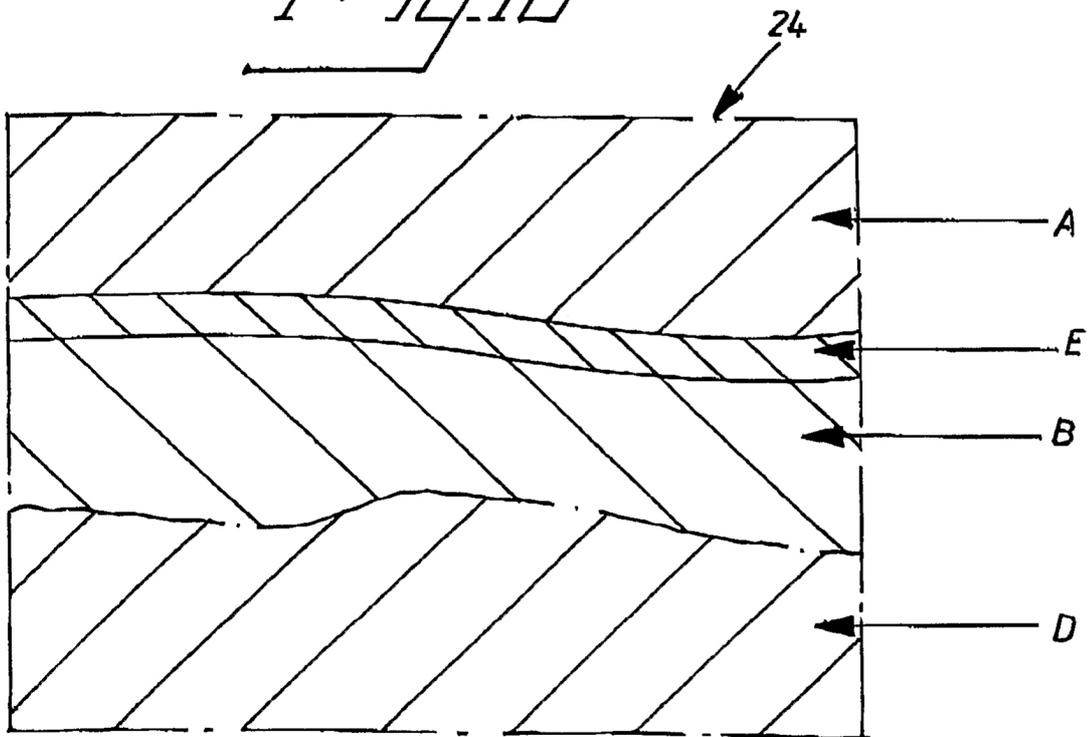
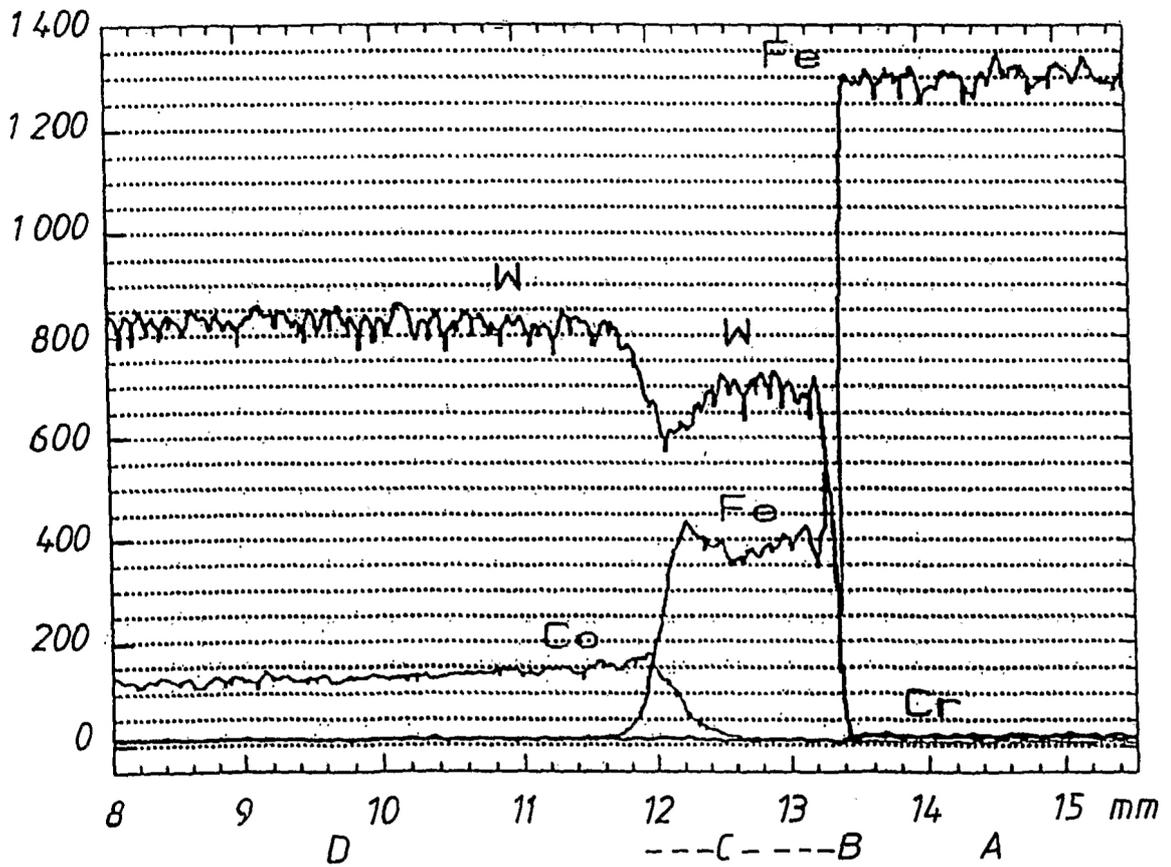


Fig. 11



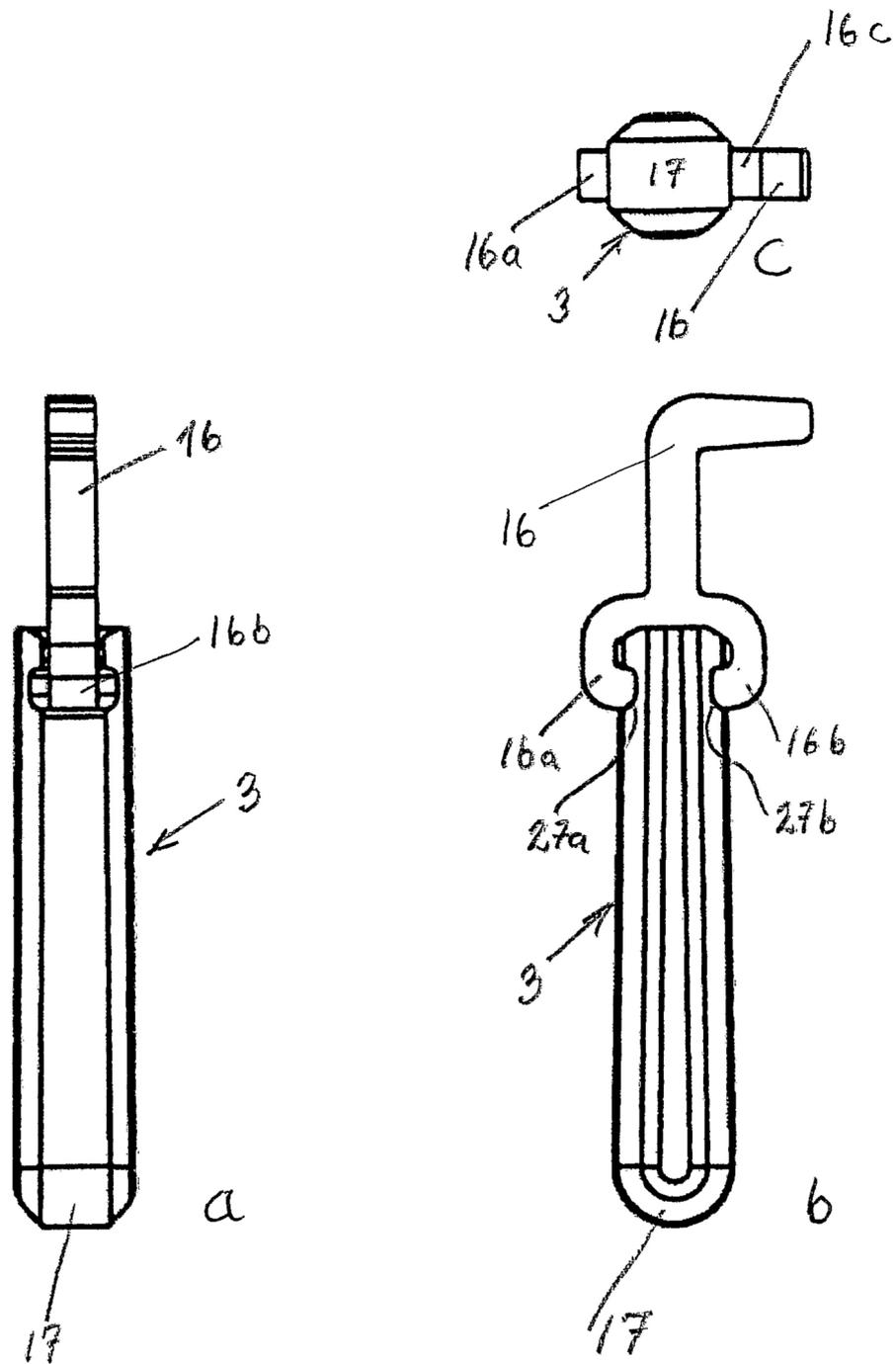


Fig 12 a-c