

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 697**

51 Int. Cl.:

**C21D 7/06** (2006.01)

**B23P 9/04** (2006.01)

**B23P 15/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2007 E 07802364 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.10.2014 EP 2078100**

54 Título: **Procedimiento para la elevación de la tenacidad a la rotura de la capa marginal de un corte de metal duro de una broca**

30 Prioridad:

**28.09.2006 DE 102006046263**

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

**28.11.2014**

73 Titular/es:

**HILTI AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
FELDKIRCHERSTRASSE 100  
9494 SCHAAN, LI**

72 Inventor/es:

**PFEIFFER, WULF;  
CRAMER, TILL y  
GLASER, ARNO**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 523 697 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

Procedimiento para la elevación de la tenacidad a la rotura de la capa marginal de un corte de metal duro de una broca.

### Campo técnico

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la elevación de la tenacidad a la rotura de la capa marginal de un corte de metal duro de una broca para la mecanización de materiales duros, con preferencia de piedra u hormigón, así como a una broca a este respecto.

### Estado de la técnica

- 10 Las brocas para la mecanización de materiales duros, como por ejemplo acero endurecido, fundición dura, materiales compuestos reforzados con fibras, piedra, hormigón, etc. están constituidas normalmente por una caña de acero, que está provista por medio de unión, con preferencia por medio de estañado o soldadura con un corte o una corona completa de perforación de metal duro. Este corte o corona es adecuado, debido a su alta dureza y a la alta resistencia del desgaste del metal duro para demoler materiales duros y, en parte, también para mecanizarlos por arranque de virutas, para conseguir de esta manera, en general, una erosión del material. La capacidad de potencia de la broca está determinada sobre todo por las propiedades del material del metal duro. Los métodos para la elevación de la capacidad de potencia del corte de metal duro se limitan hasta ahora a la configuración geométrica del corte, al diseño de la textura del metal duro, en el sentido de la composición del material y el tamaño del grano, etc. así como al mantenimiento de parámetros ventajosos de la perforación.

- 20 Los cortes de metal duro están sometidos durante la perforación a una sollicitación compleja de los requerimientos parcialmente contradictorios para la optimización del material: así, por ejemplo, la carga del corte marcada fuertemente por la sollicitación repentina, por ejemplo en el transcurso de la perforación por percusión requiere una tenacidad suficiente del material para la prevención de rotura frágil en el corte. La capacidad para poder resistir la carga fuertemente abrasiva durante la erosión de materiales duros, en cambio, requiere una alta dureza del metal duro. Existen límites claros a la pretensión de optimizar adicionalmente ambas propiedades del material al mismo tiempo a través de medios clásicos el desarrollo de materiales. Aquí no se esperan ya grandes avances, puesto que los materiales se consideran en gran medida desarrollados.

- 30 A partir del documento DE 199 05 735 se deduce un procedimiento para la fabricación de una herramienta de mecanización por arranque de virutas, en el que se aplica recubrir la punta de la herramienta de perforación con una capa de material duro. El objetivo es mejorar la adhesión entre la herramienta de perforación y la capa de material duro. A tal fin se propone micro irradiar la herramienta de perforación y en particular la punta de perforación antes del proceso del recubrimiento. Como medio de radiación sirven a tal fin partículas de arista viva de óxido de aluminio con un tamaño del grano entre 5  $\mu\text{m}$  y 60  $\mu\text{m}$ . A través de la micro radiación se eleva la rugosidad superficial, que es necesaria de nuevo para una adhesión mejorada de una capa de material duro que debe aplicarse a continuación sobre la superficie rugosa, que se fabrica con preferencia en el transcurso de un procedimiento PVD. Tales medidas son conocidas. A veces en la herramienta descrita en esta publicación se trata de una herramienta de mecanización por arranque de virutas, que conduce en el transcurso de un proceso de deslizamiento sobre una superficie de la pieza de trabajo a mecanizar a una erosión imprevista del material. Tales herramientas están sometidas, en principio, a una sollicitación mecánica mucho más reducida y de otro tipo que en el caso de las herramientas de perforación.

- 40 El documento DE 196 52 872 C2 describe un procedimiento para la elevación de la resistencia de la capa marginal en superficies de materiales duros frágiles, tal como especialmente piezas de trabajo que están constituidas de materiales cerámicos.

- 45 A partir del documento DE 101 23 554 A1 se deduce un procedimiento de mecanización para la fabricación de herramientas de corte para la mecanización por arranque de virutas. En este caso se trata de herramientas, que están sometidas a una capacidad de carga mecánica mucho reducida y de otro tipo y, por lo tanto, a un desgaste más reducido que las herramientas de perforación. Además, la herramienta de mecanización por arranque de virutas conocida, que está constituida, por ejemplo, de metal duro, prevé una capa adicional de material duro.

- 50 Se conoce a partir del documento US 3 573 023 A un procedimiento para el endurecimiento de materiales cerámicos, óxidos de magnesio, óxidos de aluminio, vidrios, silicio, germanio y metales duros, que se basa en un tratamiento con chorro de bolas. De esta manera se pueden endurecer insertos para cabeza perforadoras de piedra.

El documento US 4.674.365 publica un procedimiento para la solidificación de la superficie de herramientas de corte perfiladas acabadas de acero por medio de chorreado de bolas.

### Representación de la invención

Por lo tanto, la invención tiene el cometido de indicar medidas, con las que es posible proveer brocas para la mecanización de perforación por percusión de materiales duros, con preferencia brocas compuestas con un corte de metal duro, que presenta una tenacidad significativamente elevada con una dureza que se mantiene al menos igual.

5 La solución del cometido en el que se basa la invención se indica en la reivindicación 1. Las características que desarrollan de manera ventajosa la idea de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes así como se pueden deducir de la descripción restante.

De acuerdo con la solución, se fabrica una broca compuesta con una superficie funcional cargada con tensión propia de presión de metal duro a través de la combinación de las siguientes etapas del procedimiento:

10 Preparación de una broca, que dispone de un corte de metal duro perfilado acabado así como tratamiento de al menos una zona parcial del corte de metal duro perfilado acabado por medio de una entrada de energía mecánica superficial, de tal manera que se utiliza una pluralidad de herramientas sin aristas vivas, respectivamente, con un diámetro de la herramienta de 0,15 mm a 6mm, con preferencia de 0,3 mm a 4 mm, que se dirige con un impulso propio ajustado dosificado sobre al menos una zona parcial del corte de metal duro ejecutando trabajo de deformación en la capa marginal de la zona parcial, de manera que se introducen exclusivamente deformaciones plásticas locales en la capa marginal evitando formaciones de grietas dentro de la capa marginal de la zona parcial tratada del corte de metal duro.

20 De manera ventajosa, en primer lugar se conecta de manera conocida en sí una caña de acero con un corte perfilado acabado o bien con una corona de metal duro a través de adhesión. Perfilado acabado significa en este contexto que no se realizan otras etapa de tratamiento de afilado del corte o etapas de recubrimiento para proveer el corte con capa adicionales. A continuación se realiza un tratamiento superficial de acuerdo con la solución de la superficie funcional del corte de metal duro o bien de la corona de metal duro a través de una entrada de energía mecánica dirigida sobre la superficie funcional con parámetros de tratamiento adaptados a la naturaleza de la superficie funcional, con respecto al material y a la geometría, de tal manera que se introducen exclusivamente deformaciones plásticas locales en la capa marginal.

25 Este tratamiento eleva la tenacidad a rotura y en una medida algo reducida también la dureza de la capa marginal del metal duro. Para realizar el ajuste de los parámetros de tratamiento necesarios para el éxito del procedimiento, se aplica con preferencia realizar tres ensayos previos:

30 Por ejemplo, en una placa del material utilizado para la superficie funcional se calcula la dependencia del límite de flujo y del límite de rotura frágil del material de la geometría del material de aquellas herramientas con las que se deforma localmente la superficie funcional, a partir de lo cual se determinan una geometría necesaria de la herramienta, la fuerza necesaria y admisible máxima sobre la herramienta así como la dureza de la zona de la herramienta que entra en contacto con la superficie funcional.

35 En una segunda etapa, en el marco de un ensayo múltiple de presión de bolas se calcula qué número de impresiones de bolas repetidas por superficie de contacto es admisible, sin dañar en este caso la integridad de la capa marginal de la superficie funcional, pero al mismo tiempo deformar plásticamente la capa marginal. De esta manera se establece el grado de cobertura admisible, es decir, el número de las impresiones de la herramienta por superficie de contacto.

40 En una tercera etapa se calcula a través del tratamiento una muestra con porciones de la geometría del tipo de canto, con la ayuda se limitan adicionalmente los parámetros de tratamiento calculados en el transcurso de los ensayos previos para la prevención de modificaciones relevantes para la aplicación de la geometría de la superficie funcional.

45 Como material de la herramienta se selecciona con preferencia un material con dureza similar o más elevada que la que posee el propio material utilizado para las superficies funcionales de la broca. Como forma de herramienta se selecciona para la zona de contacto entre la herramienta y la superficie funcional una forma redondeada lo más lisa posible. Las geometrías de la herramienta no están limitadas necesariamente a la forma esférica, también son adecuados medios de chorreo sin aristas vivas de forma redonda, por ejemplo elipsooidal, etc. Después de la determinación de los parámetros de tratamiento descritos anteriormente, se trata la superficie funcional a tratar de metal duro, por ejemplo en el marco de un procedimiento de chorro de bolas. Los elementos de la herramienta en forma de bola que inciden sobre la superficie funcional se pueden centrifugar en el marco de una instalación de chorreo por aire comprimido o por medio de un accionamiento de rueda centrífuga sobre la superficie funcional con impulso cinético ajustable, de manera que cada lugar de la superficie funcional a tratar es afectada una o varias veces.

55 El procedimiento mecánico se basa especialmente en que la superficie funcional se deforma plásticamente localmente con una herramienta adecuada y se generan en la capa marginal tensiones propias de presión. En la realización del tratamiento mecánico de la superficie es esencial que durante la generación de deformaciones plásticas de la superficie no se generen al mismo tiempo daños en forma de procesos de rotura frágil o fatiga del

material en la superficie funcional, cuya acción reductora de la resistencia es mayor que la acción de incremento de la resistencia a través de las tensiones propias de presión provocadas por la "plastificación" y que la geometría de la superficie funcional no se modifique en una medida inadmisibile.

5 El requerimiento mencionado anteriormente se consigue porque, por una parte, la deformación plástica está limitada a zonas de la superficie funcional estrechamente limitadas lateralmente y, por otra parte, porque la herramienta, con la que entra en contacto la superficie funcional de la pieza de trabajo a tratar presenta un contorno determinado en la zona de la superficie de contacto que, descrita en general, se puede considerar sin aristas vivas.

10 Si no se excede un valor límite específico del material y dependiente de la forma de la herramienta para la superficie de contacto entre la herramienta y la superficie de la capa así como para la profundidad de impresión de la herramienta en la capa marginal, entonces a través de un tratamiento local repetido de la superficie desplazado lateralmente se puede conseguir el efecto deseado de una deformación plástica introducida de forma selectiva cubriendo la superficie.

15 El requerimiento escrito anteriormente se cumple especialmente porque la herramienta presenta una geometría adecuada, que es con preferencia de contorno redondo y no excede un diámetro crítico de la herramienta en función del material de la superficie funcional a tratar. Para el caso de una bola, como se emplea en ensayos de chorro de bolas y de la utilización de metal duro como material de capa se han revelado como adecuados diámetros de las bolas de máximo 6 mm. El diámetro crítico mencionado anteriormente, que es determinante para el dimensionado de las bolas, define también la zona superficial estrechamente limitada, dentro de la cual debe realizarse la deformación plástica sobre la superficie funcional.

20 Además del dimensionado geométrico de las herramienta, con las que se mecaniza la superficie funcional y en este caso se pueden mencionar de manera alternativa al chorreado de bolas también martillos, clavos y rodillos, tiene una gran importancia especialmente durante el procedimiento de chorreado de bolas el impulso cinético que actúa sobre la superficie funcional. La geometría de la herramienta así como el ajuste del impulso, con el que la herramienta incide contra la superficie a mecanizar, deben ajustarse en este caso de tal forma que la deformación plástica deseada se realice antes de la rotura frágil que no debe producirse con preferencia o antes de una fatiga del material, es decir, que la altura de la entrada del impulso y el número de los impactos por punto deben dimensionarse de tal forma que se limite la medida de los años eventualmente producidos hasta el punto de que predomine la influencia positiva de la deformación plástica y de la generación de tensión propia sobre la resistencia y tenacidad en la zona de la superficies funcionales. A través de la impulsión de acuerdo con la solución de la superficies funcionales con tensiones propias de presión, por ejemplo en el transcurso de un procedimiento de chorreado de bolas explicado anteriormente se mejoran en una medida significativa las propiedades de resistencia y tenacidad limitadas condicionadas por el material de los materiales de metal duro empleados para las superficies funcionales.

#### Breve descripción de la invención

35 A continuación se describe a modo de ejemplo la invención sin limitación de la idea general de la invención con la ayuda de ejemplos de realización con referencia a los dibujos. En este caso:

La figura 1 muestra un ejemplo de diagrama para la curva de la tensión propia en función de la profundidad dentro de una capa marginal funcional con tratamiento de acuerdo con la solución.

40 La figura 2 muestra impresiones de dureza en superficies funcionales antes y después del tratamiento con chorro de bolas.

La figura 3 muestra la resistencia a la flexión de dos materiales de las superficies funcionales antes y después el tratamiento de chorreado.

#### Modos de realización de la invención, aplicabilidad industrial

45 En muestras planas de material relevante para las superficies funcionales se realizaron tratamientos con chorreado de bolas.

Las tensiones propias generadas a través del tratamiento dentro de la capa marginal se calcularon por medio de erosión electrofítica progresiva y medición por rayos-X. En la figura 1a se muestran las tensiones propias de presión favorables, extraordinariamente altas, de hasta 2000 MPa, que caen aproximadamente 140 µm de profundidad sobre el estado aproximadamente libre de tensión propia del material de base no tratado.

50 La acción ventajosa del tratamiento con respecto al objetivo de acuerdo con la invención e la mejora de las propiedades mecánicas de la superficie funcional se muestra en la figura 2 y en la figura 3.

Se consigue una elevación de la tenacidad a rotura de la superficie funcional como mínimo en el factor 2. En las superficies funcionales tratadas, a través de las impresiones de dureza no se podrían generar ya grietas adecuadas

para el cálculo de la tenacidad, ver la representación izquierda en la figura 2.

La determinación de la resistencia a la flexión de probetas tratadas (chorreadas) y no tratadas (no chorreadas) dio como resultado una elevación de la resistencia a la flexión (BBF) de 2100 MPa a 2600 MPa. Esto corresponde a un incremento de hasta el 27 % (figura 3).

- 5 Además, a través de investigaciones metalográficas se ha podido mostrar que las capas marginales tratadas de acuerdo con la solución no presentaban daños provocados a través del tratamiento.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento para la elevación de la tenacidad a rotura de la capa marginal de un corte de metal duro de una broca para la mecanización de perforación por percusión de materiales duros, con preferencia de piedra u hormigón, caracterizado por la combinación de las siguientes etapas del procedimiento:
- 5
- reparación de una broca, que dispone de un corte de metal duro perfilado acabado,
  - tratamiento de al menos una zona parcial del corte de metal duro perfilado acabado por medio de una entrada de energía mecánica superficial, de tal manera que se utiliza una pluralidad de herramientas sin aristas vivas, respectivamente, con un diámetro de la herramienta de hasta 6mm, que se dirige con un impulso propio ajustado dosificado sobre al menos una zona parcial del corte de metal duro ejecutando trabajo de deformación en la capa marginal de la zona parcial, de manera que se introducen exclusivamente deformaciones plásticas locales en la capa marginal evitando formaciones de grietas dentro de la capa marginal de la zona parcial tratada del corte de metal duro.
- 10
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque las herramientas sin aristas vivas se fabrican de forma redonda y de un material, que presenta una dureza comparable o más elevada que el material del corte de metal duro.
- 15
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la pluralidad de herramienta sin aristas vivas se dirige por medio de procedimientos de chorros de bolas sobre al menos una zona parcial del corte de metal duro.
- 20
- 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las herramientas 1 a 3, caracterizado porque como herramientas sin aristas vivas se utilizan bolas.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 4, caracterizado porque como herramientas sin aristas vivas se utilizan martillos, clavos o rodillos.
- 25
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las herramientas 1 a 5, caracterizado porque para una entrada de energía mecánica superficial se determinan los siguientes parámetros en función de la forma y el material el corte de metal duro a tratar: material y forma de las herramientas sin aristas vivas así como el impulso propio de las herramientas dirigidas sobre al menos una zona parcial del corte de metal duro.
- 30
- 7.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque para la determinación de los parámetros de tratamiento decisivos se realizan las siguientes etapas del procedimiento:
- en una pieza el metal duro a tratar se calcula la dependencia del límite de flujo de presión y el límite de rotura frágil de la forma, el material así como el impulso propio de las herramientas, con el que las herramientas inciden sobre la pieza y por medio de un ensayo de presión de las bolas se calcula una pluralidad de impresiones de bolas admisibles por superficie de contacto en la pieza del metal duro a tratar, a través de las cuales se establece un grado de cobertura admisible de deformaciones superficiales plásticas locales.
- 35
- 8.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque los parámetros de tratamiento decisivos se verifican en al menos una muestra con porciones de la geometría del tipo de canto adaptadas al corte de metal duro a tratar, con la finalidad de evitar formaciones de grietas dentro de la capa marginal de la muestra.
- 40
- 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las herramientas 1 a 8, caracterizado porque como broca se utiliza una broca compuesta, que presenta una caña, en la que se une el corte de metal duro antes de que el corte de metal duro sea tratado en la superficie.
- 10.- Procedimiento de acuerdo con una de las herramientas 1 a 9, caracterizado porque el corte de metal duro está configurado como corona de metal duro.
- 45
- 11.- Procedimiento de acuerdo con una de las herramientas 1 a 10, caracterizado porque se utilizan herramientas sin aristas vivas, respectivamente, con un diámetro de la herramienta de 0,15 mm a 6 mm, con preferencia de 0,3 mm a 4 mm.

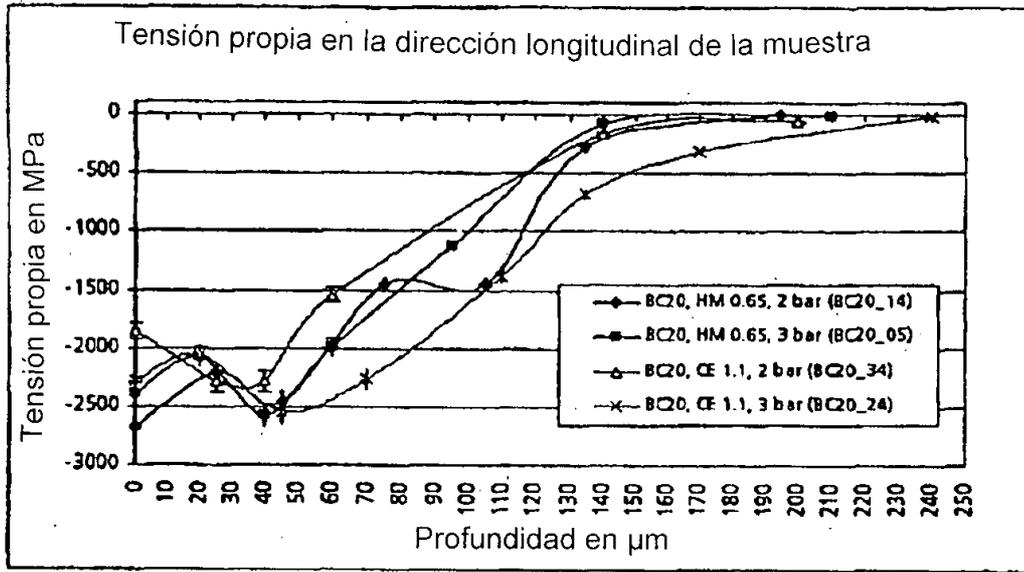


Figura 1: Curva de la profundidad de las tensiones propias después de diferentes tratamientos con chorro de bolas

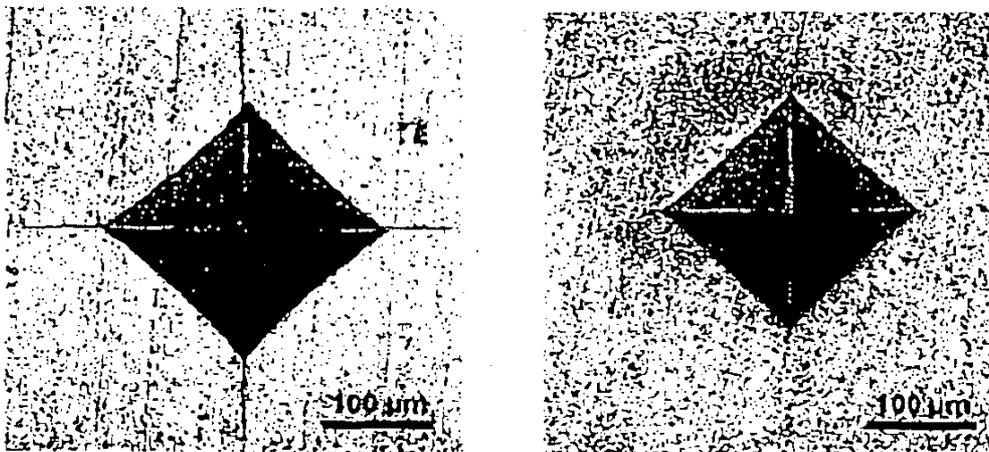


Figura 2: Impresiones de dureza en superficies funcionales antes y después del tratamiento con chorro de bolas

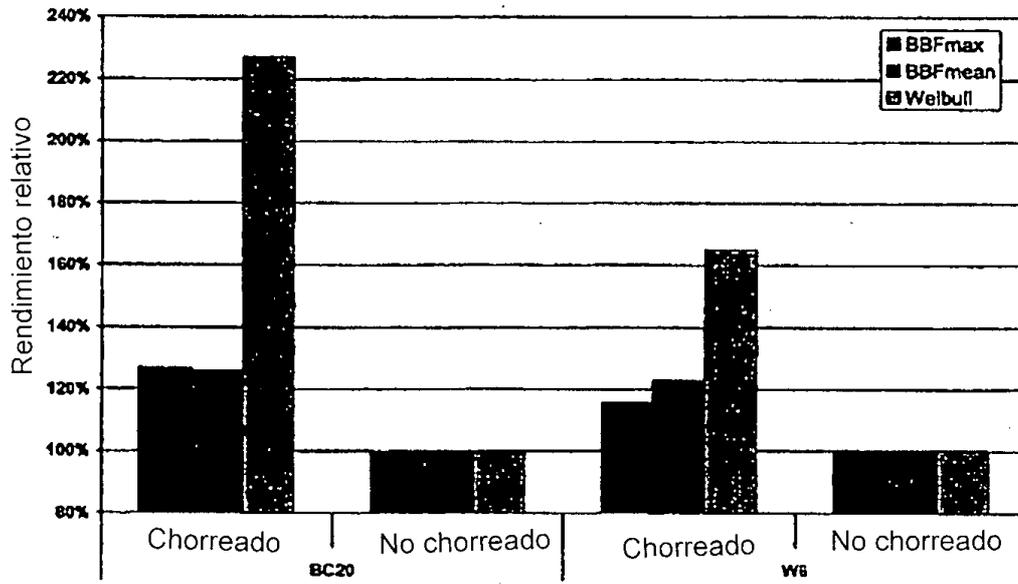


Figura 3: Resistencia a la flexión y módulo de Weibull (inversamente proporcional a la dispersión de los valores de la resistencia) de dos materiales de superficies funcionales antes y después del tratamiento con chorro de bolas