

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 085**

51 Int. Cl.:

C21D 8/10 (2006.01)

C21D 9/08 (2006.01)

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2009 E 13187253 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 2682485**

54 Título: **Dispositivo para la fabricación de tuberías de acero**

30 Prioridad:

20.11.2008 AT 18142008

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.07.2017

73 Titular/es:

**VOESTALPINE TUBULARS GMBH & CO KG
(100.0%)
Alpinestrasse 17
8652 Kindberg-Aumühl, AT**

72 Inventor/es:

KLARNER, JÜRGEN

74 Agente/Representante:

SANZ-BERMELL MARTÍNEZ, Alejandro

ES 2 625 085 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).

DESCRIPCION

Dispositivo para la fabricación de tuberías de acero.

5

La invención se refiere a un dispositivo para la fabricación de tuberías de acero con un perfil especial de propiedades, con un mecanismo para aplicar agente refrigerante a una superficie de tubería.

10 En la producción de tuberías sin soldadura, las propiedades del material de la pared de la tubería pueden presentar considerables diferencias dependiendo del punto y del lote. Estas diferencias de propiedades se deben en su mayor parte a una microestructura irregular y a una composición de acero desfavorable o bien a una elevada proporción de elementos accidentales e impurezas.

15 Por los motivos arriba mencionados, para tuberías sometidas a una elevada sollicitación debería darse una microestructura adecuada a los requisitos, con una uniformidad dada dentro de unos márgenes estrechos a lo largo de la longitud de la tubería, así como coaxialmente en la pared de la tubería, y una composición de material exenta de elementos nocivos.

20 Las tuberías de una longitud de 7 m y más y un diámetro exterior inferior a 200 mm con un espesor de pared inferior a 25 mm únicamente se pueden someter con dificultad a un tratamiento térmico que aporte una microestructura fina y uniforme con la estructura deseada en todo el volumen de la tubería y que minimice el alabeo vertical en dirección longitudinal.

25 Se conocen procedimientos en los que una tubería se hace girar en torno a su eje y se enfría por la superficie exterior y/o interior. Sin embargo, para estos procedimientos de tratamiento térmico es requisito previo que la temperatura del material sea aproximadamente igual a lo largo de la longitud de la tubería, a fin de obtener una composición estructural homogénea en las paredes.

30 WO 98/38345 publica un procedimiento y un dispositivo para la fabricación de tuberías soldadas, en los que una chapa laminada con contenidos de C, Mn, Ni, Nb, Ti y N se somete por ambos lados a un tratamiento térmico, se enrolla y se forma la tubería mediante una soldadura de varias capas en sentido longitudinal.

35 De US 3507712 se conoce un procedimiento y un mecanismo para el temple y refrigeración de tuberías de acero de un gran diámetro. Las toberas inclinadas en dirección axial de la tubería transmiten chorros de refrigeración excéntricos, dirigidos en el sentido a las agujas del reloj y contra la agujas del reloj.

40 En JP 54037011 A se divulga una instalación de temple continuo para tuberías con un componente externo de suministro de agente refrigerante y con toberas o alimentadores concéntricos de agente refrigerante, dirigidos hacia el interior desde el componente e inclinados en la dirección del recorrido de la tubería, cuya alimentación puede interrumpirse mediante su desconexión.

45 Ya se propuso según US 7018488 B2 una tubería de acero con una alta resistencia a la tracción y excelentes propiedades de flexión de tres puntos para reforzar puertas de vehículos. Aquí se fabrica una tubería de acero con Si, Mn y Al (0,01 – 2,2% en peso de Si, 2,5 – 3,5% de Mn) y se somete a un tratamiento de enfriamiento brusco estando a 800 °C. Como resultado, la tubería de acero presenta una resistencia en torno a 1000 MPa y posee excelentes propiedades de flexión de tres puntos.

US 2007/181234 A1 divulga una forma especial de configuración de un sistema de refrigeración por pulverización de anillos de refrigeración, pudiéndose posicionar los anillos de refrigeración independientemente entre sí. Una corriente plana circular de agente de pulverización de cada anillo de refrigeración se dirige hacia el material a refrigerar de forma inclinada axialmente

desde una ranura anular coaxial en dirección del recorrido del material a enfriar, presentando el respectivo próximo anillo circular una protección contra la pulverización del chorro plano reflectado por el material a refrigerar.

El cometido de la invención de crear un dispositivo para la producción de tuberías de acero con una solidez más elevada y una tenacidad mejorada del material mediante el enfriamiento rápido tras la conformación, que consta de un mecanismo para la aplicación de agente refrigerante en una superficie de tubería, se consigue con las características según la invención de la reivindicación 1, estando conformado en el sentido de laminado, tras el último grupo de conformación, un tramo de enfriamiento continuo conmutable con múltiples anillos de distribución para el agente refrigerante, dispuestos concéntricamente en torno al material laminado y que pueden posicionarse de diversas formas en dirección longitudinal, presentando respectivamente cada anillo de distribución al menos 3 toberas orientadas respectiva y básicamente hacia el eje, pudiéndose alimentar cada anillo de distribución o cada grupo de ellos con el agente refrigerante con un caudal regulado.

Ventajosamente, con un mecanismo según la invención se pueden someter tuberías de diversos tamaños de extensión longitudinal y de distintos diámetros y espesores de pared a un tratamiento térmico específico mediante el calor de laminación, pudiéndose conseguir con ello la microestructura deseada, la cual se obtiene uniformemente a lo largo de la longitud de la tubería.

En cuanto a la uniformidad de la estructura del acero bonificado tanto circunferencialmente como también en dirección longitudinal de la pared de tubería, ha resultado ser especialmente ventajoso que las toberas generen respectivamente una corriente de refrigerante en forma de pirámide que se amplía en la dirección de pulverización.

La corriente de agente refrigerante puede estar formada aquí por una corriente de pulverización de refrigerante, generalmente de agua, y/o por una corriente de niebla de pulverización de agente refrigerante y aire y/o por una corriente de gas.

También se ha logrado obtener resultados ventajosos en cuanto a una calidad de tubería elevada y uniforme cuando la corriente de agente refrigerante presenta una sección transversal con forma rectangular y el eje más largo del rectángulo está orientado transversalmente hacia el eje de la tubería.

Es esencial en la invención que las corrientes de agente refrigerante se puedan conmutar y su caudal se pueda regular en el tramo de enfriamiento continuo.

Cuando la alimentación de agente refrigerante para el tramo de enfriamiento continuo se puede conmutar en función de la posición de los extremos de tubería en dicho tramo, se puede evitar ventajosamente la penetración de agente refrigerante en el hueco de la tubería, lo que permite evitar un enfriamiento interior básicamente unilateral en la sección transversal e impedir el alabeo y una formación irregular de la microestructura.

Según la invención se emplean ventajosamente sistemas de regulación para el enfriamiento de tuberías con sensores de posición y de temperatura para el control de las corrientes de refrigerante.

A continuación se describe más detalladamente la invención sobre la base de ejemplos que representan meramente una posibilidad de ejecución.

Ejemplo 1: De un material de partida para tubería (MPT) de la misma masa fundida madre con una composición química en porcentaje en peso conforme a la tabla 1

Denominación	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Mo	Fe
Promedio	0.181	0.291	1.423	0.014	0.006	0.041	0.027	0.021	0.027	0.012	rest

MPT	9	0	1	6	5	5	5	1	4	6	o
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

se fabricaron finalmente tuberías mediante reducción por estiraje con las siguientes dimensiones:

	longitud de tubería (producto laminado) (L)	19.300,00 mm
	diámetro de tubería (\varnothing)	146,00 mm
5	espesor de pared de tubería	9,70 mm

Tras la última pasada o bien después de una conformación final en el grupo de salida de la instalación de reducción por estiraje, se introdujo la tubería en un tramo de enfriamiento continuo tras un periodo de 12 s a una temperatura de 880° C.

10 Sobre la base del comportamiento de transformación detectado en el acero, en el marco de análisis de lotes sueltos en la producción de tuberías, estas se sometieron a un enfriamiento específico, meramente en la superficie exterior de la tubería, midiéndose en estas al crear la corriente de agente refrigerante una velocidad de enfriamiento de aprox. 6 °C/s en las siguientes temperaturas finales:

15	Temperatura	Denominación de la muestra
	T1 = 850° C	P1
	T2 = 480° C	P2
	T3 = 380° C	P3
20	T4 = 300° C	P4

Una vez alcanzadas estas temperaturas de enfriamiento finales previstas se efectuó una desconexión de la alimentación de agente refrigerante y, de ese modo, un enfriamiento adicional de la tubería con menor intensidad básicamente en aire estático a temperatura ambiente.

25 De las tuberías sometidas a distintos tratamientos térmicos se tomaron respectivamente muestras, con las denominaciones de P1 a P4, y se realizaron análisis de material.

El análisis de la microestructura dio respectivamente como resultado en todo caso una microestructura ventajosamente orientada en el mismo sentido, básicamente sin textura, si bien con un tamaño de grano y una distribución de la microestructura que dependen de la temperatura final de enfriamiento.

30 La fig. 1 muestra la microestructura de la muestra P1, siendo el tamaño de grano de entre 20 y 30 μm con un alto contenido de ferrita. El otro componente de la microestructura fue básicamente perlita.

En la fig. 2 puede verse un tamaño de grano medio considerablemente más reducido de la muestra P2, de aprox. entre 5 y 8 μm , lo que está relacionado con una temperatura final de enfriamiento más baja, de T2 = 480° C. Además, el contenido de perlita en la ferrita era más fino y ligeramente más elevado.

En la fig. 3 puede verse que el material de la muestra P3 presenta un grano fino mediante un índice de germinación elevado con una transformación y recristalización de la microestructura a una temperatura final de enfriamiento de T3 = 380° C y zonas de ferrita que aumentan la solidez y cuya distribución es homogénea en su mayor parte. La perlita y la microestructura de la fase intermedia superior o bainita superior fueron los otros componentes de la microestructura de bonificación.

45 La microestructura de la pared de tubería P4, que se formó mediante un enfriamiento rápido tras la conformación a una temperatura final de enfriamiento de T4 = 300° C, se muestra en la fig. 4. Con un grano extremadamente fino y mediante fases de ferrita globulíticas estrictamente

limitadas con perlita laminar fina y componentes de fase intermedia en la zona de bainita inferior se obtienen elevados valores de solidez y un mejor alargamiento del material.

Con un enfriamiento de la pared de tubería a una velocidad superior a 1 °C/s inmediatamente después de la conformación en caliente del material con base de hierro, una estructura austenítica formada de ese modo, como se ha comprobado, se puede subenfriar ampliamente con respecto al equilibrio, produciéndose a continuación una transformación de la microestructura en función del grado de subenfriamiento y del estado de germinación. Ventajosamente, mediante el procedimiento según la invención se puede establecer en toda la longitud de una tubería y, sorprendentemente, también en la sección transversal la microestructura deseada y uniforme, determinando dicha microestructura también las propiedades del material. Dicho de otro modo: si se requieren propiedades de material esenciales en una tubería, debe emplearse una aleación. Se puede lograr el perfil de propiedades previsto, ventajoso y propicio mediante el procedimiento conforme a la invención en el dispositivo según la invención.

La fig. 5 muestra en un gráfico de barras los valores de medición de límite elástico (Rp) (0,2) [Mpa], resistencia a la tracción (Rm) [Mpa], contracción (Ac) [%] y tenacidad (KV450) [J] de las muestras P1 a P4, es decir, en función de las propiedades mecánicas del material logradas mediante los distintos parámetros de enfriamiento con la tecnología de bonificación.

Con la misma composición de acero, tras una reducción por estiraje, se puede aumentar el límite elástico del material de la pared de tubería de 424 [MPa] a 819 [MPa] mediante un procedimiento según la invención y minimizar simultáneamente la caída de los valores de elasticidad de 26 [%] a 10 [%], reduciéndose la tenacidad del material de 170 [J] a 160 [J].

En temperaturas finales de enfriamiento elevadas, como es el caso por ejemplo en el material de la muestra P1, se produce un alto grado de recristalización y formación de grano grueso, lo que si bien proporciona al material una elevada tenacidad y contracción, produce sin embargo valores de solidez comparativamente bajos.

Un enfriamiento a temperaturas más bajas de transformación aumenta los valores de solidez de la pared de tubería y disminuye de por sí también levemente la contracción y tenacidad del material, lo que puede verse sobre la base de las muestras P2, P3 y P4.

Con el dispositivo según la invención pueden seleccionarse también microestructuras específicas en el material, lo que da como resultado el perfil de propiedades de la pared de tubería. Por ejemplo, se pudo conseguir mediante una temperatura baja de transformación en la tubería de muestra P4 un alto grado de transformación en una estructura bainítica inferior de la microestructura, con lo que se pudo lograr un aumento de la tenacidad del material.

La fig. 6 muestra los valores de dureza medidos a lo largo de la longitud de tubería en las tuberías de ensayo P1 y P4. Con un aumento de la dureza [HRB] y de los valores de solidez del material mediante la intensificación de la aplicación de agente refrigerante, se reduce también, como se ha comprobado, la dispersión S de la dureza del material a lo largo de la longitud de las tuberías.

En la fig. 7 está representado el desarrollo de la dureza del material en los cuadrantes a lo largo del espesor de la pared de tubería de la tubería de ensayo P2.

Los resultados de medición de los cuatro cuadrantes Q1 a Q4 son promedios de respectivamente cuatro mediciones espaciadas por cuadrante en la zona exterior, media e interior de la pared de tubería.

Como puede verse en la comparación de los respectivos valores de dureza en las secciones transversales de la pared de tubería en los cuadrantes, las diferencias en la solidez del material son solo leves, lo que demuestra la calidad de producto alcanzable mediante el uso del procedimiento según la invención y un dispositivo de la misma.

Reivindicaciones

1. Dispositivo para la fabricación de tuberías de acero sin soldadura para campos petrolíferos, con una longitud superior a 7 m, en particular de hasta 200 m, un diámetro exterior superior a 20 mm pero inferior a 200 mm y un espesor de pared superior a 2,0 mm pero inferior a 25,0 mm, de una mayor solidez y una tenacidad mejorada del material, así como con la misma microestructura a lo largo de la longitud total y de la sección transversal de la tubería, con una concentración de los respectivos elementos de aleación, elementos accidentales o impurezas, en porcentaje en peso de

carbono (C)	entre	0,03	y	0,5
silicio (Si)	entre	0,15	y	0,65
manganeso (Mn)	entre	0,5	y	2,0
fósforo (P)			máx.	0,03
azufre (S)			máx.	0,03
cromo (Cr)			máx.	1,5
níquel (Ni)			máx.	1,0
cobre (Cu)			máx.	0,3
aluminio (Al)	entre	0,01	y	0,09
titanio (Ti)			máx.	0,05
molibdeno (Mo)			máx.	0,8
vanadio (V)	entre	0,02	y	0,2
estaño (Sn)			máx.	0,08
nitrógeno (N)			máx.	0,04
niobio (Nb)			máx.	0,08
calcio (Ca)			máx.	0,005
hierro (Fe)				resto

10

formadas con un laminador estirador-reductor y un dispositivo de enfriamiento rápido conmutable, colocado directamente tras el último grupo de conformación, en forma de un tramo de enfriamiento continuo, que comprende múltiples anillos de distribución para el agente refrigerante, dispuestos concéntricamente en torno al material laminado, que pueden posicionarse de diversas formas en dirección longitudinal, presentando cada uno de ellos al menos tres toberas orientadas hacia el eje, pudiéndose alimentar cada anillo de distribución o cada grupo de ellos con el agente refrigerante con un caudal regulado.

15

2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que están dispuestos sensores de posición y de temperatura en el tramo de enfriamiento continuo para una tubería, para la conmutación y control de las corrientes de agente refrigerante.

20

3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en el que las toberas de los anillos de distribución generan una corriente de agente refrigerante en forma de pirámide que se amplía en la dirección de pulverización.

25

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las toberas de los anillos de distribución generan una corriente de agente refrigerante rectangular que se amplía en la dirección de pulverización, estando el eje más largo del rectángulo orientado en diagonal al eje de la tubería.

5

5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que las corrientes de agente refrigerante en el tramo de enfriamiento continuo son conmutables dentro del tramo en función de la posición de los extremos de tubería.

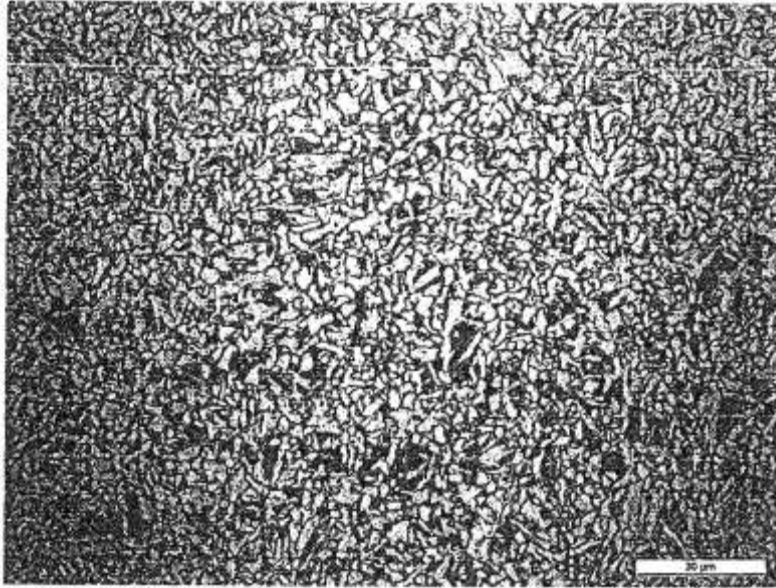


Fig. 3

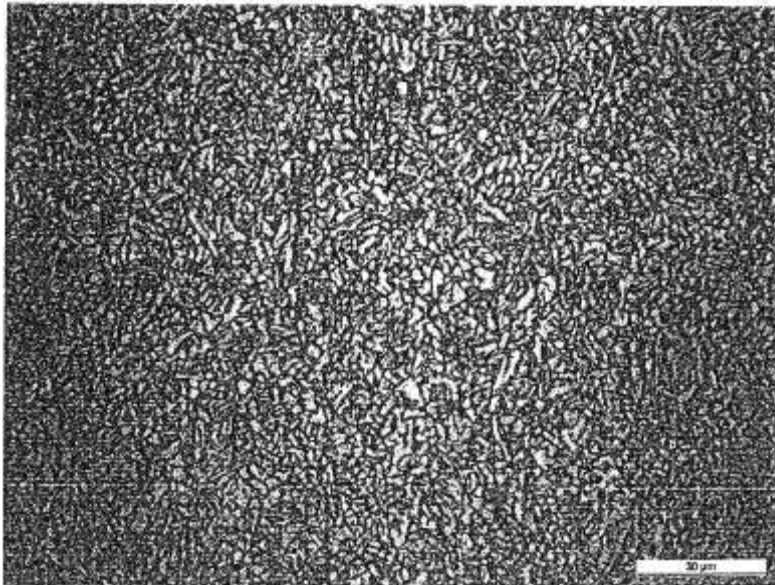


Fig. 4

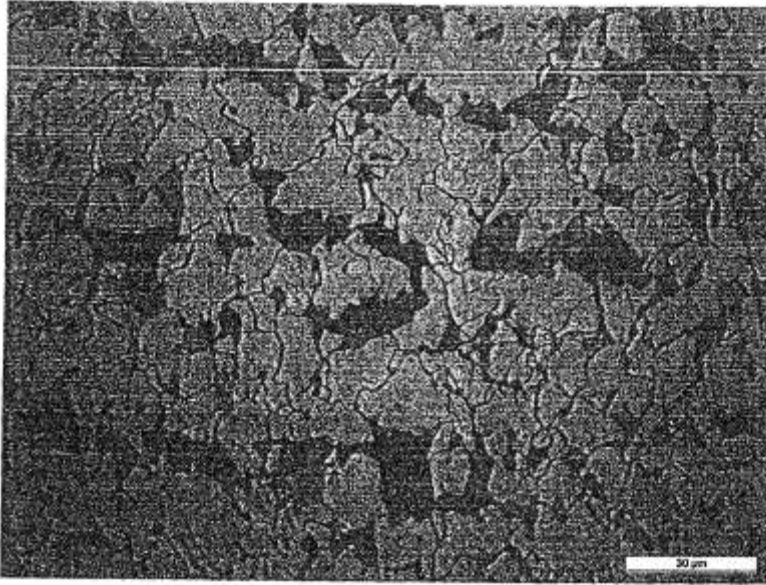


Fig. 1

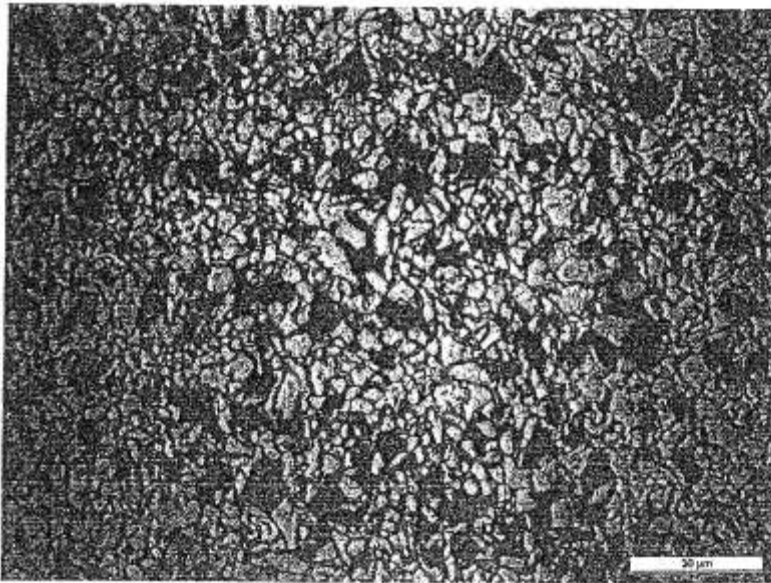


Fig. 2

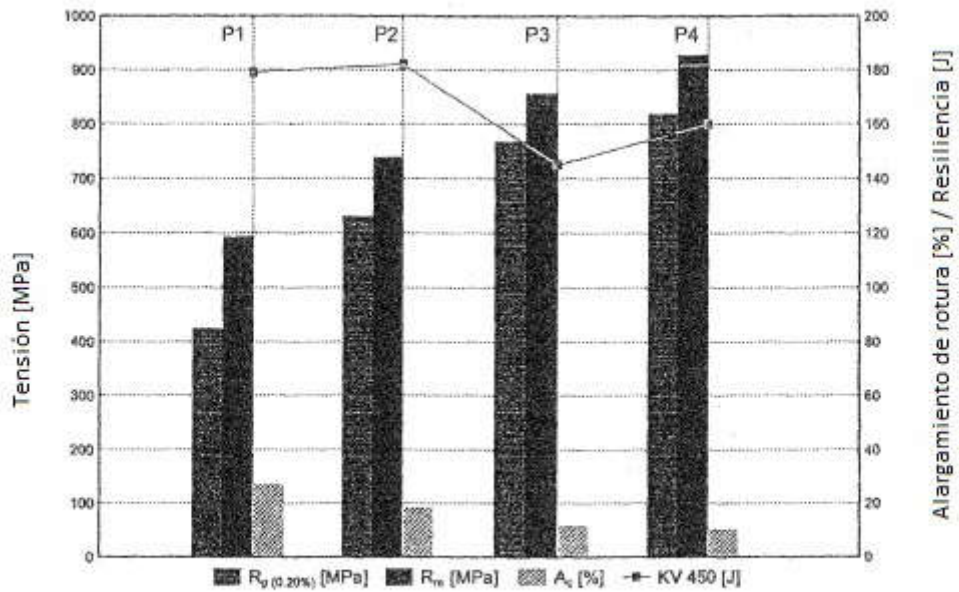


Fig. 5

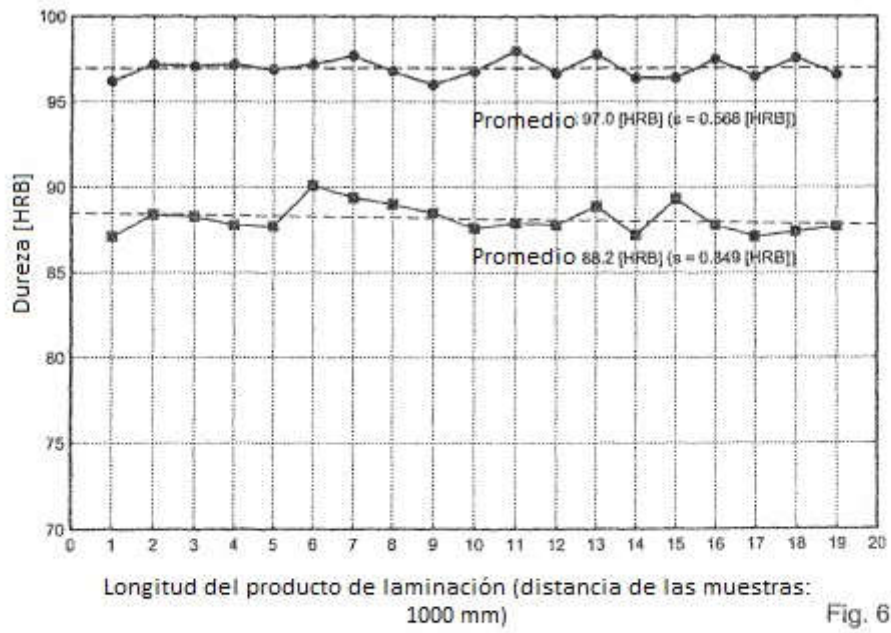


Fig. 6

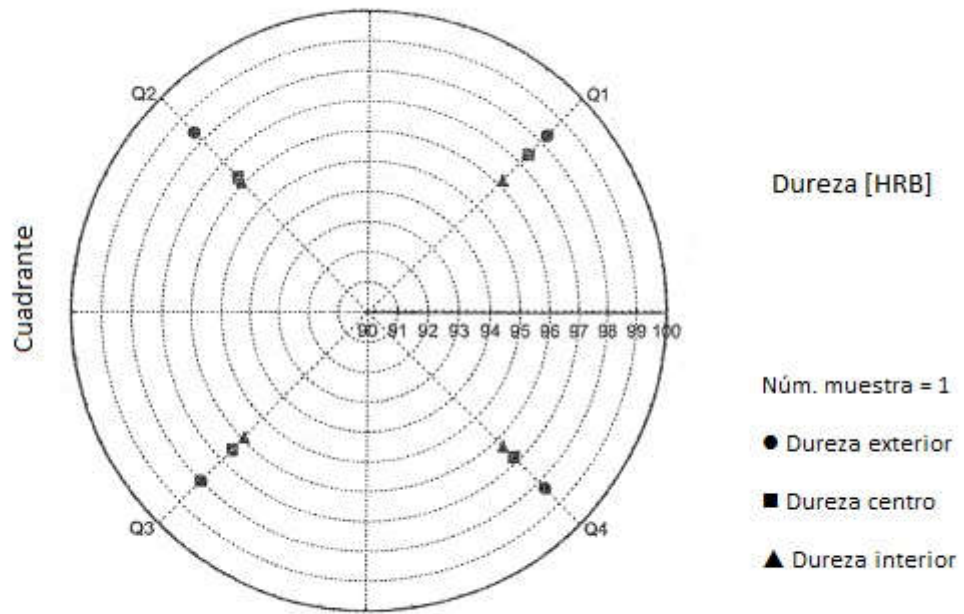


Fig. 7