



ESPAÑA

Handwritten scribble

(10) ES	(11) 470692	(10) A1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION	
(22)	10-6-78	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		
P 27 30 045.4	2-7-77	ALEMANIA

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C22C	

(54) TITULO DE LA INVENCION  
**PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE RIELES Y/O MATERIALES DE RUEDAS RESISTENTES AL DESGASTE.**

(71) SOLICITANTE (S)  
**Fried. Krupp Hüttenwerke AG**

DOMICILIO DEL SOLICITANTE  
**Alloestraße 165 D-4630 Bochum.- Alemania**

(72) INVENTOR (ES)  
**Wilhelm Heller      Reinhard Schweitzer  
 Walter Knorr**

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE  
**EMETERIO GONZALEZ VACAS.-**

POOR QUALITY

La duración de los rieles y materiales de ruedas de acero depende principalmente del desgaste. Los materiales de ruedas se emplean, como es sabido, como llantas o ruedas de una sola pieza (ruedas macizas).

5

Desde hace mucho tiempo consiste una necesidad esencial en la reducción del desgaste de los dos componentes, que son la rueda y el riel. Para conseguirlo se aumentó hasta la fecha sobre todo la resistencia de los aceros empleados.

10

Como medidas del aumento de la resistencia se conocen el aumento del contenido de elementos de aleación y los tratamientos térmicos (véase "Acero y Hierro 90" (1970), páginas 922-928 y "Acero y Hierro 95" (1975), páginas 1057 - 1062).

15

En la literatura "Revista Técnica Ferroviaria" 22 (1973), páginas 214 - 218, pueden encontrarse también los detalles sobre la relación especial entre la resistencia y el comportamiento en el desgaste, sobre todo para los rieles curvados. Se ve por ejemplo, que con un aumento de la resis-

20

tencia del acero del riel en  $200 \text{ N/mm}^2$ , disminuye aproximadamente en la mitad el desgaste de los rieles. Para la composición de los materiales de ruedas puede leerse especialmente en la literatura "Glaser's Annalen" 98 (1974), páginas 93 - 100, que con el aumento de la resistencia mejoran las

25

propiedades de los materiales de ruedas en el desgaste.

En cierta medida constituye también el cambio de la conformación de la estructura por medio del tratamiento térmico una posibilidad de influir favorablemente en el desgaste (véase "Glaser's Annalen" 101, (1977), páginas 103-109).

30

Los contenidos de elementos de aleación no pueden aumentarse de forma ilimitada, ya que en caso contrario habría que contar con efectos secundarios no deseados, por ejemplo, la falta de sensibilidad de rotura frágil y una mayor tendencia a la fisuración por endurecimiento (véase "Glaser's Annalen" 88 (1964), páginas 98 - 109 y 98 (1974), páginas 93 - 100).

Es conocida la reducción del desgaste mediante el empleo de lubricantes, que se aplican por medio de instalaciones para el engrase de rieles o a través del engrase de pestaña de las ruedas sobre la superficie de contacto rueda/riel. Un engrase de este tipo solamente es posible de modo limitado, ya que es necesario mantener la adherencia entre la rueda y el riel. Como el engrase debe llevarse a cabo regularmente, se produce además un constante aumento del coste de funcionamiento. También es sabido reducir el fuerte desgaste soldando sobre los rieles y las ruedas un material resistente al desgaste. Sin embargo en este caso unos defectos de soldadura pueden ocasionar daños.

El presente invento se basa en la tarea de mejorar claramente la resistencia al desgaste del riel y/o de los materiales de rueda, por medio de unas medidas simples.

Según el invento esta tarea se resuelve añadiendo a la aleación de los aceros para rieles, llantas o ruedas macizas de 0,02 a 0,35% de plomo y/o bismuto. Con preferencia se añaden como mínimo 0,07% de plomo y/o bismuto. El límite superior preferido es de 0,20% de plomo y/o bismuto. Si

se añade una combinación de plomo y bismuto , entonces los porcentajes de Pb + Bi sumados han de caer dentro de la gama porcentual válida para uno de los elementos solo, por ejemplo el plomo. De las alternativas indicadas se prefiere sobre todo la adición de plomo solo.

5

La adición de plomo al acero forma parte del estado de la técnica desde hace varias décadas, en lo referente al sector técnico de la fabricación de aceros para tornos automáticos con una mejor virutabilidad (véase por ejemplo el "Archivo para la Siderurgia" (1943), páginas 65 - 76 ó la memoria de patente alemana 910.309). Conforme a la misma la adición de 0,03 a 0,48% de plomo produce una considerable mejora de la capacidad de corte de los útiles cortantes, sin perjudicar las demás características mecánicas. La mejor virutabilidad se atribuye al hecho de que por una parte las inclusiones de plomo finamente distribuidas facilitan la separación y el arranque de las virutas, reduciendo por otra parte la resistencia de rozamiento entre el material a mecanizar y el útil cortante, gracias a un efecto de engrase.

10

15

20

Los conocimientos referentes al efecto positivo de una adición de plomo sobre la virutabilidad evidentemente no han tocado los esfuerzos de largos años de los expertos en la materia de rieles, para mejorar la resistencia al desgaste, porque como ya se dijo antes, los técnicos competentes intentaron mejorar la resistencia al desgaste a través del aumento de la resistencia. Hasta ahora no se habían dado cuenta de que por medio de la adición de plomo a los aceros

25

30

para rieles y materiales de rueda se puede conseguir un aumento de la duración de los mismos, que en los aceros para rieles conocidos puede suponer un 50% e incluso más del 100%. Una ventaja fundamental consiste en el hecho de que la adherencia entre la rueda y el riel no se ve perjudicada por la adición del plomo. De esta manera es posible aprovechar al máximo el efecto reductor del desgaste de la adición de plomo, sin reducir el valor de adherencia. Además se ha comprobado que la adición de plomo al riel y/o la rueda produce una disminución de los así llamados chirridos en las curvas cerradas.

Los ensayos realizados hasta ahora justifican la suposición de que aparte de una mejor resistencia al desgaste se obtiene también una mejor resistencia a la corrosión, porque la superficie menos áspera ofrece menos puntos de ataque a los síntomas de corrosión. Esta ventaja es especialmente importante en las zonas industriales, en las cuales hay que contar con un ataque corrosivo excepcionalmente fuerte.

En el procedimiento reivindicado solo uno de los componentes, el riel o el material de rueda, debe alearse con plomo, para conseguir una clara prolongación de su vida. Si observamos en primer lugar los aceros para rieles, comprobamos el efecto ventajoso del plomo en todos los aceros para rieles actualmente en uso, cuya composición química se conoce por la literatura inicialmente mencionada o por ejemplo por la hoja informativa-UIC 860 V, 6ª edición del 1-1-1970 ó por las "Condiciones Técnicas de Suministro de los Ferrocarriles Alemanes" TL 918 254, edición de Enero de 1972.

Como ejemplo la siguiente tabla nos da una sinópsis de la composición química (contenidos en % en peso) para los aceros de temple natural.

5

Tabla I

	C	Si máx.	Mn
Calidad normal según			
UIC 860 V	0,40-0,60	0,35	0,80-1,20
Calidades resistentes			
10 al desgaste según UIC			
860 V y DB:TL 918 254			
A	0,60-0,80	0,50	0,80-1,30
B	0,50-0,70	0,50	1,30-1,70
C	0,45-0,65	0,40	1,70-2,10
15 Calidades especiales	0,40-0,80	1,50	0,70-2,00
	con otras adiciones de hasta		
	2% Cr; hasta respectivamente		
	0,25% de Mo, V, Ti y hasta		
	0,5% Nb.		

20

Los mismos buenos resultados se comprueban en los rieles normalizados de temple natural conforme a la norma americana ASTM-Standard A 1-68 o a la norma rusa GOST 6944-63 y GOST 8160-63.

25

Los aceros para rieles precitados pueden existir también en estado de tratamiento térmico, por ejemplo después de un enfriamiento acelerado del calor de laminado. Se sabe que una estructura finamente perlítica trae consigo una

30

mejora de las características, especialmente de la resistencia

al desgaste en los aceros para rieles. Un procedimiento especial para la fabricación de una estructura finamente perlítica de este tipo se describe en la memoria impresa alemana 2 439 338. Una combinación de un riel tan finamente  
5 perlítico con la adición de plomo aquí reivindicada resulta especialmente ventajosa con respecto a la resistencia al desgaste y la duración.

Los rieles o materiales de rueda así fabricados tienen pre-  
10 ferentemente una resistencia a la tracción mínima de 700  $N/mm^2$  y se distinguen por una gran resistencia a la fatiga. Los mismos son especialmente adecuados para grandes cargas axiales superiores a las 22 t.

15 En el marco del procedimiento reivindicado destaca especialmente el empleo en aceros de temple natural y baja aleación con resistencias a la tracción mínimas de menos de 650  $N/mm^2$  y más de 350  $N/mm^2$ . Teniendo en cuenta la adición de plomo los rieles con estas resistencias pueden utilizarse allí  
20 donde se producen cargas axiales bajas de menos de 10 t. Esto es válido para el tráfico de cercanías, por ejemplo para tranvías.

El procedimiento según la invención abre en esta combina-  
25 ción la posibilidad de emplear los aceros con unos contenidos de C inferiores a 0,4% (por ejemplo el St 52-3 ó el C-35) , que hasta la fecha no se ha utilizado como aceros para rieles por su falta de resistencia al desgaste, como aceros para rieles.

30 La adición de plomo aumenta a modo de salto la resistencia

al desgaste, descubriéndose estos aceros de baja carbonización para el empleo en los rieles, pudiéndose aprovechar simultáneamente la ventaja de la mayor tenacidad de estos aceros. La siguiente tabla muestra unos ejemplos para los sectores de los aceros de baja carbonización con las resistencias mínimas a la tracción.

Tabla II

	C	Si	Mn	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup> +)
C 35	0,32-0,29	0,15-0,35	0,50-0,80	500
St 52	0,14-0,20	0,20-0,60	1,20-1,50	500

+) en estado de laminado o en estado normalizado.

Otra aplicación ventajosa se ofrece en los aceros para rieles altamente resistentes, que en estado de temple natural presentan una estructura bainítica y una resistencia mínima de 1.100 N/mm<sup>2</sup>. El experto conoce tales rieles altamente resistentes gracias a la memoria de patente alemana 2 302 865. Una composición típica resulta de la tabla que sigue:

Tabla III

(Composición química en % en peso)

C	Si	Mn	Cr	Mn+Cr	Mo	V	B
0,28-0,35	0,20-1,50	0,50-3,50	1,25-4,00	2,75-4,50	0-0,40	0-0,40	0-0,10

El efecto ventajoso del plomo en los materiales de rueda (llantas o ruedas macizas) se observa también en todas las

composiciones usuales. En la hoja informativa-UIC 812-3 V/74 o en la "Lista-Hierro-Acero" se encuentran los análisis correspondientes. Como ejemplo se consideran las siguientes composiciones:

5

Tabla IV

(Composición química en % en peso)

	C	Si	Mn	Cr	Mo	
10	Según UIC					
	812-3 V/74 (ruedas en estado recocido normal)					
	R 1	0,40	0,30	0,60	-	
	R 2	0,55	0,30	0,65	-	
	R 3	0,65	0,30	0,65	-	
15	Calidades especiales					
	0,40-0,80	0-0,40	0,50-0,90	0,20-0,50		
	Nº. de material					
	1.7215	0,25	0,90	1,0	1,1	0,25
	1.7229	0,50	0,25	0,65	1,1	0,25
20	1.9976	0,68	0,35	0,65	0,40	-
	1.9978	0,70	0,35	0,75	0,50	-
	1.0627	0,72	0,40	0,75	-	-

25 Los materiales de rueda para carriles precitados están disponibles en estado de temple natural o de recocido normal.

30 Como alternativa el empleo del procedimiento según el invento ha mostrado especiales ventajas en los materiales de rueda que en estado mejorado (temple por enfriamiento brusco y revenido) presentan una estructura revenida de martensita

y una resistencia mínima a la tracción de  $600 \text{ N/mm}^2$ .  
Lo mismo vale para los aceros indicados en la hoja informativa UIC 812-3 V/74, R 6 hasta R 9, que se utilizan para  
ruedas con superficies de rodadura endurecidas (mejoramiento de la corona de rodamiento).

5

En los materiales de rueda se ofrece además la posibilidad de emplear, en base del comportamiento de desgaste mejorado gracias a la presencia del plomo, unos aceros nuevos, sobre todo unos aceros con contenidos de C inferiores a 0,25%, que se conocen como aceros no aleados y como aceros aleados de construcción. Por su falta de resistencia al desgaste, estos aceros no se pudieron emplear hasta la fecha como materiales de rueda.

10

15

El progreso técnico se explica a continuación con más detalle por medio de los diagramas representados en las figuras.

Se examinó el comportamiento de desgaste de aceros de rieles y aceros de ruedas con y sin la adición de plomo. El punto de partida eran los siguientes análisis de materiales:

20

Tabla V

Denominación	Composición química					Estado de tratamiento térmico	Resistencia a la tracción $\text{N/mm}^2$
	en % en peso						
	C	Si	Mn	Cr	Pb		
Acero para rieles	0,42 hasta 0,8	0,20 hasta 1,0	0,70 hasta 1,70	0,01 hasta 1,50	-	Estado de laminado	680 a 1280
Acero para ruedas R2	0,55	0,30	0,65	-	-	Recocido norm.	760

25

30

Denominación	Composición química					Estado de Resistencia a la tracción
	en % en peso					
	C	Si	Mn	Cr	Pb	N/mm <sup>2</sup>

5

Según el invento

Acero para rieles	0,37 hasta 0,8	0,20 hasta 0,50	0,70 hasta 1,30	-	0,12 hasta 0,18	Estado de laminado	680 a 980
-------------------	----------------	-----------------	-----------------	---	-----------------	--------------------	-----------

10

Acero para ruedas R2	0,5	0,25	0,70	-	0,15	Estado de recocido normal	730
----------------------	-----	------	------	---	------	---------------------------	-----

15

Todos los aceros mostraron una estructura de perlita y ferrita. En los aceros según el invento se había separado el plomo del material de base. Las partículas precipitadas se habían estirado en sentido de laminación con unas longitudes de hasta 400  $\mu$ m y unos espesores de hasta aproximadamente 10  $\mu$ m. Las partículas estaban regular y finamente distribuidas por todo el material.

20

25

Para la comprobación de la resistencia al desgaste se examinaron unos rollos de 40 mm de diámetro fabricados de los aceros en el ensayo de desgaste-rodadura-deslizamiento. En este ensayo ruedan dos discos cilíndricos uno encima del otro en el mismo sentido, pero con una velocidad superficial ligeramente diferente. El resbalamiento era aproximadamente del 0,70% y la presión de apriete de 520 N/mm<sup>2</sup>.

30

El resultado de ensayo puede verse en las figuras 1 a 3. Los diagramas representados en las figuras muestran en la

abscisa la resistencia a la tracción de los aceros para rieles examinados, que - según es sabido, aumenta con el aumento del contenido de C y Mn, en su caso de Cr. Por lo tanto las resistencias bajas a la tracción corresponden en los sectores de análisis indicados en la tabla a los contenidos bajos de C y Mn, mientras que las resistencias altas a la tracción corresponden a los contenidos de C y Mn más altos.

En la ordenada se registra a escala logarítmica la abrasión en g por 1 km de recorrido de deslizamiento. En la mitad inferior de la figura se registran por separadas la abrasión para el riel y la abrasión para la rueda, mientras que en la mitad superior de la figura se suma la abrasión total (rueda + riel).

La Figura 1 muestra la relación conocida de una disminución lineal de la abrasión en la zona del riel S, con el aumento de la resistencia a la tracción del acero para carriles, mientras que la abrasión aumenta en la zona de la rueda R. La abrasión sumada de rueda + carril (R + S) en la mitad superior de la figura muestra con el aumento de la resistencia a la tracción una ligera tendencia ascendente. Las curvas según el estado de la técnica se han registrado en la Fig. 1 y en las figuras 2 y 3 con fines de una comparación. En las figuras 2 y 3 se representa además de forma rayada la abrasión para los rieles fabricados según el invento con aleación de plomo y las ruedas para carriles aleadas con plomo.

La Fig. 2 muestra que, en comparación con el riel S conocido, en el riel S aleado con plomo (Pb) la abrasión baja por

término medio en la mitad, manteniéndose con el aumento de la resistencia a la tracción la dependencia lineal.

5 La cinta rayada inferior de curvas R/S (pb) muestra la abrasión de la rueda R (sin plomo), que marcha contra el riel aleado con plomo S (pb). Frente al estado de la técnica (cinta de curvas superior) la abrasión de la rueda en el campo rayado (invento) a bajado a 1/5 del valor original. La abrasión sumada de la rueda + riel aleado con plomo R + S (Pb)

10 se ve en la mitad superior de la figura. Tomando por ejemplo  $700 \text{ N/mm}^2$  de resistencia a la tracción, resulta según el estado de la técnica una abrasión media de  $(R + S) = 2,5 \text{ g/km}$  de recorrido de deslizamiento, mientras que en el objeto de la invención (representación rayada) se observa únicamente

15 una abrasión de aproximadamente  $R + S (\text{Pb}) = 0,75 \text{ g}$ , es decir, frente al estado de la técnica la abrasión es inferior a 1/3.

20 Una relación correspondiente resulta de la Fig. 3, que representa el comportamiento de desgaste por deslizamiento de la rueda y del carril (R + S) al emplear aceros para ruedas aleados con plomo R (Pb). Tomando por ejemplo el desgaste con una resistencia a la tracción del acero para rieles de  $900 \text{ N/mm}^2$ , disminuye la abrasión de la rueda conocida R

25 de aproximadamente 2,3 g (curva superior del estado de la técnica) a  $R (\text{Pb}) = 1,0 \text{ g}$  para la rueda aleada con plomo (campo inferior rayado). La abrasión del riel disminuye de  $S = 0,8 \text{ g}$  (curva superior estado de la técnica) a  $S/R (\text{Pb}) = 0,14 \text{ g}$  (curva inferior). La mitad superior de la imagen mues-

30 tra la abrasión sumada de la rueda y del riel (R + S; rayado

R (Pb) + S). Para la resistencia a la tracción indicada de 900 N/mm<sup>2</sup> resulta por término medio según el estado de la técnica una abrasión sumada de 3,0, mientras que en el objeto de la invención la abrasión sumada es de solo 1,2 g.

5

Gracias al comportamiento de abrasión mejorado mejora la duración en más del 100 %. Este hecho abre la posibilidad de separarse del desarrollo anterior para conseguir la alta resistencia al desgaste a través del fuerte aumento de la resistencia a la tracción. Se pueden emplear también aceros con unas propiedades de resistencia inferiores, que sean considerablemente más tenaces, como aceros para carriles, pudiéndose utilizar como aceros para rieles aceros de baja carbonización con contenidos de C inferiores a 0,40 %.

10

15

Los rieles fabricados según el invento son especialmente adecuados para curvas, tramos de montaña, agujas y similares, porque allí es donde se produce el mayor desgaste.

20

La presente solicitud, que corresponde a la depositada en Alemania bajo el número P 27 30 045.4 de fecha 2 de Julio de 1977, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

25

N O T A

Se declara como de propiedad y novedad para todo el territorio español el contenido de las siguientes:

30

Reivindicaciones

- 5 1.- Procedimiento para la fabricación de rieles y/o materiales de ruedas resistentes al desgaste, caracterizado porque a los aceros para rieles, llantas o ruedas macizas se añaden de 0,02 a 0,35 % de plomo y/o bismuto.
- 10 2.- Procedimiento para la fabricación de rieles y/o materiales de ruedas resistentes al desgaste, según la reivindicación 1ª caracterizado porque se añaden como mínimo 0,07 % de plomo y/o bismuto.
- 15 3.- Procedimiento para la fabricación de rieles y/o materiales de ruedas resistentes al desgaste, según la reivindicación 1 ó 2 caracterizado porque se añaden como máximo 0,20 % de plomo y/o bismuto.
- 20 4.- Procedimiento para la fabricación de rieles y/o materiales de ruedas resistentes al desgaste, según una de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado porque se fabrican aceros de temple natural y baja aleación con una resistencia a la tracción mínima de más de  $350 \text{ N/mm}^2$  e inferior a  $650 \text{ N/mm}^2$ .
- 25 5.- Procedimiento para la fabricación de rieles y/o materiales de ruedas resistentes al desgaste, según una de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado porque se fabrican aceros que en estado tratado térmicamente presentan una estructura muy finamente perlítica y una resistencia mínima de  $700 \text{ N/mm}^2$ .
- 30

6.- Procedimiento para la fabricación de rieles y/o materiales de ruedas resistentes al desgaste, según una de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado porque se fabrican aceros para rieles que en estado de laminado presentan una estructura bainítica y una resistencia mínima a la tracción de  $1100 \text{ N/mm}^2$ .

7.- Procedimiento para la fabricación de rieles y/o materiales de ruedas resistentes al desgaste, según una de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado porque se fabrican materiales de ruedas, que en estado mejorado presentan una resistencia mínima de  $600 \text{ N/mm}^2$ .

8.- PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE RIELES Y/O MATERIALES DE RUEDAS RESISTENTES AL DESGASTE.

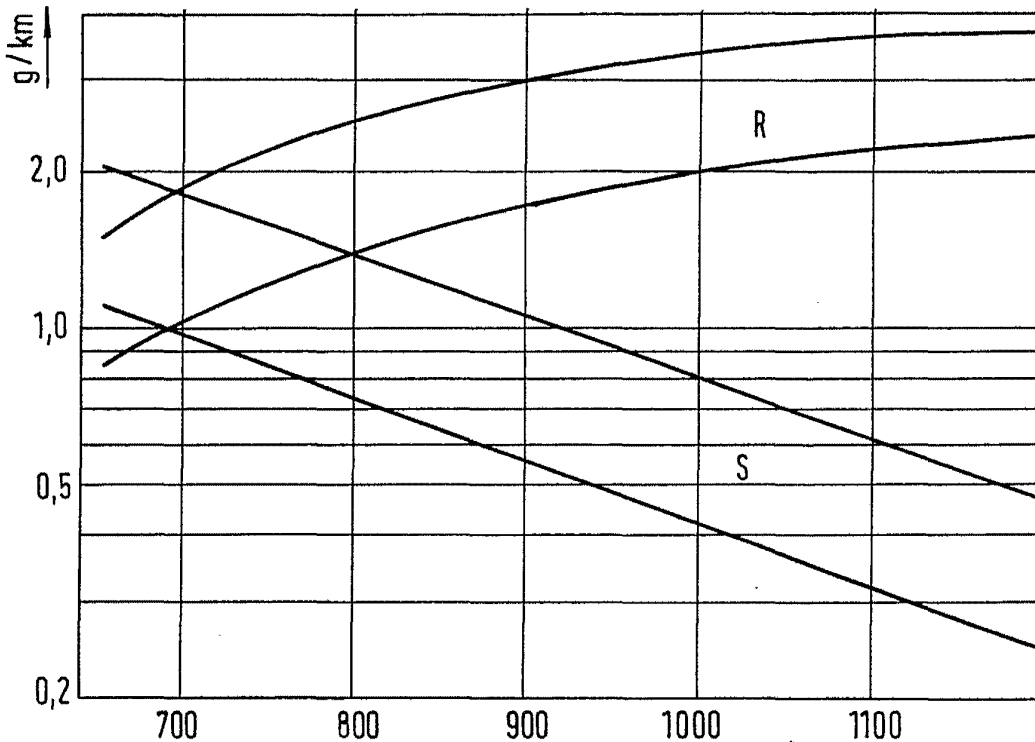
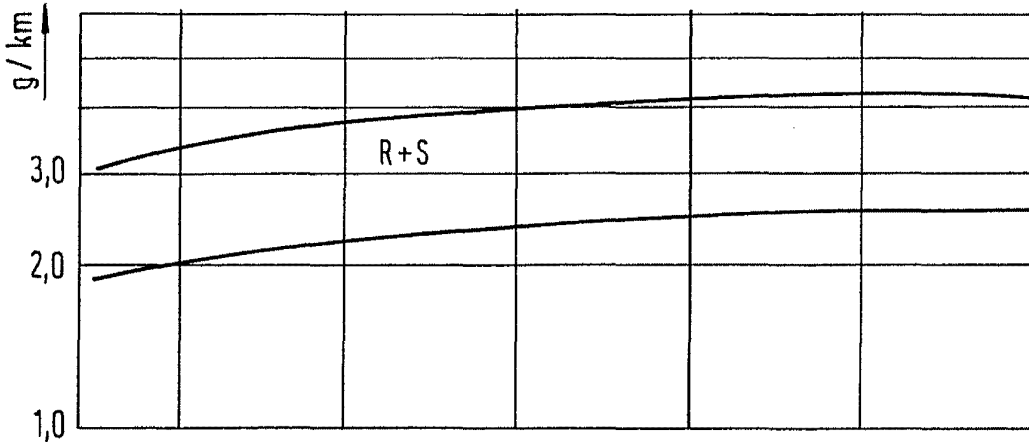
Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de DIECISEIS hojas escritas a máquina por una sola de sus dos caras y dibujos que la ilustra.

Madrid, 10 de Junio de 1.978

**E. GONZALEZ VACAS**

*E. Gonzalez Vacas*

Fig.1



Madrid, 10 Junio 1978

E. GONZALEZ VACA  
C. P.

N/mm<sup>2</sup>

Escala Variable

Fig.2

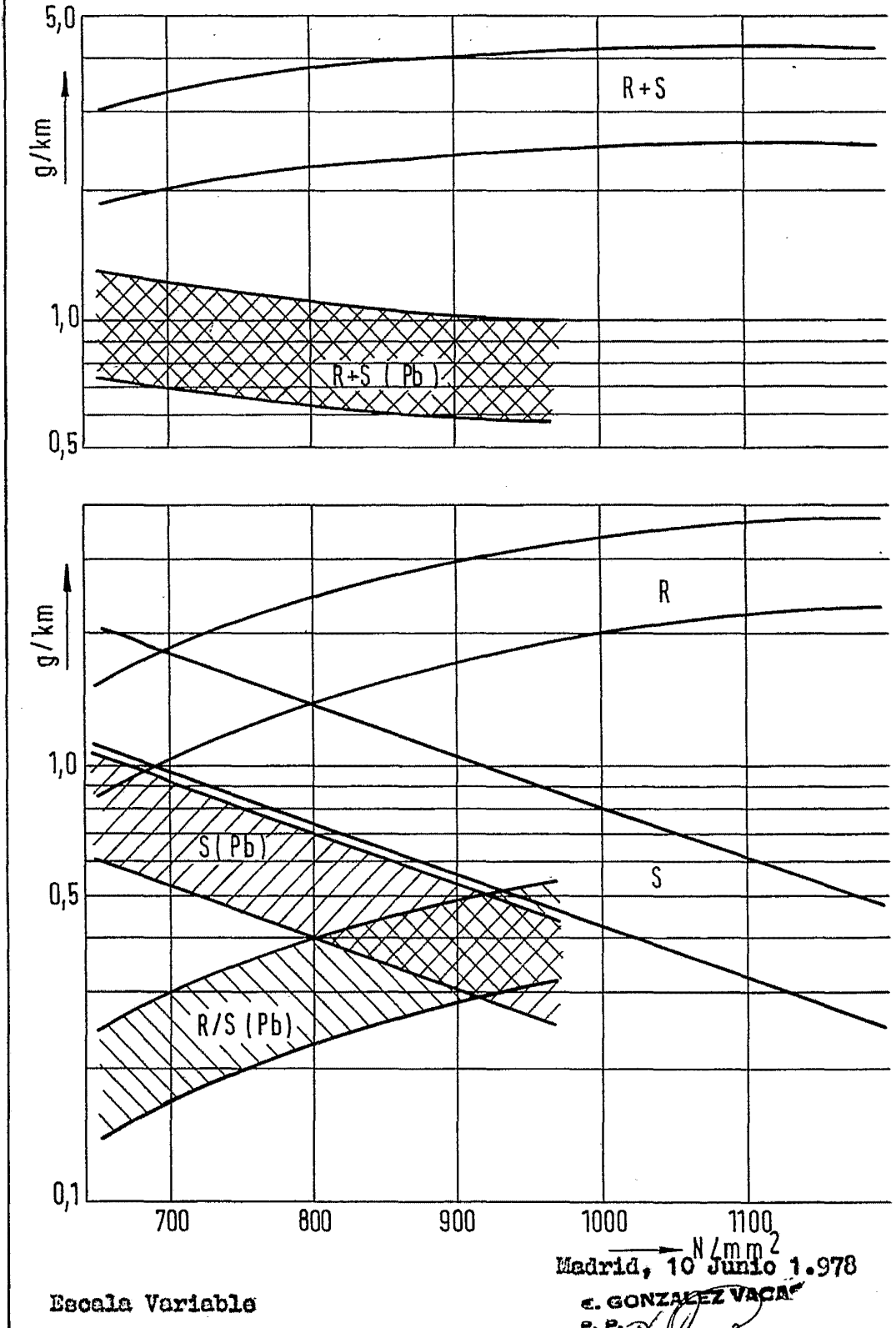


Fig.3

