

# JUSTIFICACION PARA LA UTILIZACION DE RIELES USADOS

## 1. GENERALIDADES

## 2. DESGASTE DE LOS RIELES

2.1 Influencia de las pendientes o gradientes.

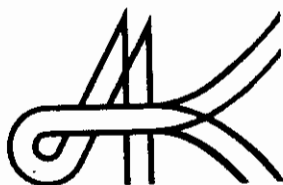
2.1.1 Vía en pendiente de 1%

2.1.2 Vía en pendientes de 3%  
y 4%

2.2 Influencia del tamaño del riel

## 3. PRECIO DE LOS RIELES

## 4. RESUMEN



**A&K Railroad Materials, Inc.**  
**5206 FM 1960 West, Suite 103**  
**Houston, Texas 77069 U.S.A**

Teléfono 713/893-3908 Télex 378-7680 AK HOU FAX 713/893-8371

## 1. GENERALIDADES

El riel o "carril" constituye en verdad un elemento esencial del ferrocarril, de manera que pretender justificar su existencia o necesidad de su empleo en una vía férrea es un contrasentido, pues sin rieles no hay ferrocarril.

Lo que sí cabe analizar es qué características debe reunir un riel, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Para el primer análisis, a sea de las condiciones técnicas de los rieles, existe abundante información en los textos del ramo, de modo que no es del caso extenderse aquí en estos aspectos.

Analizaremos, en cambio, en que forma determinadas características o variables involucradas inciden en los precios y costos, cuyo conocimiento ha de permitir realizar una adecuada selección económica en la adquisición de rieles.

Desde luego que entre las variables que han de incidir en el costo habrá que mencionar a los diferentes factores que contribuyen al desgaste y deterioro de los rieles y en que proporción ellos influyen en el total.

## 2. DESGASTE DE LOS RIELES

La expresión que a menudo se emplea para la evaluación del desgaste de los rieles es la llamada fórmula de COÛARD:

$$\delta = K \frac{T V L^3}{I} (1 + aB^2)$$

en la que las letras significan:

- $\delta$  = desgaste de la parte superior del riel
- T = tonelaje bruto total, cuyo paso provoca el desgaste  $\delta$
- V = velocidad del tren
- L = espaciamiento entre durmientes
- I = momento de inercia del riel
- B = pendiente o gradiente de la vía, en tanto por mil
- a = coeficiente = 0,023 para las pendientes y  
= 0,012 para las gradientes o rampas
- K = factor que depende de la calidad del riel

En seguida se analizará en que forma y proporción los diferentes términos de la fórmula afectan al desgaste del riel.

## 2.1 Influencia de las pendientes o gradientes.

Para un mismo tráfico, tipo de riel, velocidad, etc., la pendiente ve reflejada su influencia en el paréntesis:

$$(1 + aB^2)$$

Para una línea a nivel  $B = 0$  y el paréntesis  $(1 + aB^2)$  vale 1, cuyo desgaste respectivo, que podemos considerar como básico, lo designaremos por  $\delta_0$ .

Compararemos este valor  $\delta_0$  con los desgastes correspondientes a otras situaciones de la vía, como sigue:

### 2.1.1 Vía en pendiente de 1‰:

entonces  $B = 10$  o/oo y en bajada  $a = 0,023$  de este modo el paréntesis valdrá ahora  $(1 + 0,023 \cdot 10^2) = 3,3$  con lo cual el desgaste respectivo será:  $\delta_{1b} = 3,3\delta_0$

Para la misma vía, pero en subida (gradiente o rampa de 1‰) el paréntesis vale:  $(1 + 0,012 \cdot 10^2) = 2,2$  y el desgaste:  $\delta_{1s} = 2,2\delta_0$

2.1.2 De igual manera se determinan los desgastes para el 3‰ y 4‰, cuyos resultados se copian a continuación:

Vía en 3%, en bajada	$\delta 3b = 21,7 \delta o$
Vía en 3%, en subida	$\delta 3s = 11,8 \delta o$
Vía en 4%, en bajada	$\delta 4b = 37,8 \delta o$
Vía en 4%, en subida	$\delta 4s = 20,2 \delta o$

Por los ejemplos anteriores se advierte de inmediato la fuerte influencia que sobre el desgaste de los rieles tienen las pendientes de la vía, los que llegan a ser decenas de veces superiores al que se observa en las líneas a nivel, particularmente en los tráficos de bajada.

## 2.2 Influencia del tamaño del riel.

El tamaño del riel es considerado en la fórmula de Couard por medio de su momento de inercia  $I$  que aparece en el denominador, de manera que, como es lógico, a igualdad de condiciones de tráfico, velocidad y trazado, los rieles más pesados se desgastem menos que los más chicos.

En el Cuadro N° 1 siguiente se copian algunos valores para rieles típicos, en el que se ha agregado una columna final que representa el desgaste relativo o comparado, en la que se ha designado como 100 al riel más pesado considerado determinando los desgastes de los demás tamaños en relación inversa a sus momentos

de inercia, como lo prescribe la expresión de Couard.

## C U A D R O N° 1

### MOMENTOS DE INERCIA Y DESGASTES DE RIELES TIPICOS

TIPO # NOMI- NAL (lb/yd)	NORMA O PER- FIL	PESO EFEC- TIVO (kg/m)	MOMENTO DE INER- CIA I (cm <sup>4</sup> )	DESGASTE RELATIVO O COM- PARADO
40	A.S.C.E.	19,9	275	1225
60	A.S.C.E.	30,1	610	552
80	A.S.C.E.	39,7	1100	306
100	A.R.E.A.	49,6	2040	165
120	C.F.& I.	58,9	2970	113
132	A.R.E.A.	65,5	3370	100

Desde luego llama la atención de que los rieles más livianos se desgastan en mucho mayor proporción que los más pesados, para, como ya se hizo ver, iguales condiciones de tráfico, velocidad, trazado, etc. Así por ejemplo, al comparar el riel

# 60 (lb/yd) con el # 120 (lb/yd) se ve que en el primero su desgaste es 4,9 veces mayor - (552 : 113 = 4,9) - mientras que en este último su peso es sólo el doble.

### 3. PRECIO DE LOS RIELES

Adquisiciones recientes indican los siguientes precios unitarios FOB de rieles de calidad semejante, para los calibres señalados:

C U A D R O N° 2

TIPO # NOMINAL (lb/yd)	NORMA O PERFIL	PRECIO F.O.B. UNITARIO US\$ por kg.
40	A.S.C.E.	0,725
80	A.S.C.E.	0,535
132	A.R.E.A.	0,405

Estos precios unitarios se han llevado al Grafico N° 1 adjunto mediante el cual se han determinado los precios unitarios correspondientes a los rieles de: 60, 100 y 120 lb/yd, que serían respectivamente: US\$/kg = 0,61 - 0,48 y 0,43.

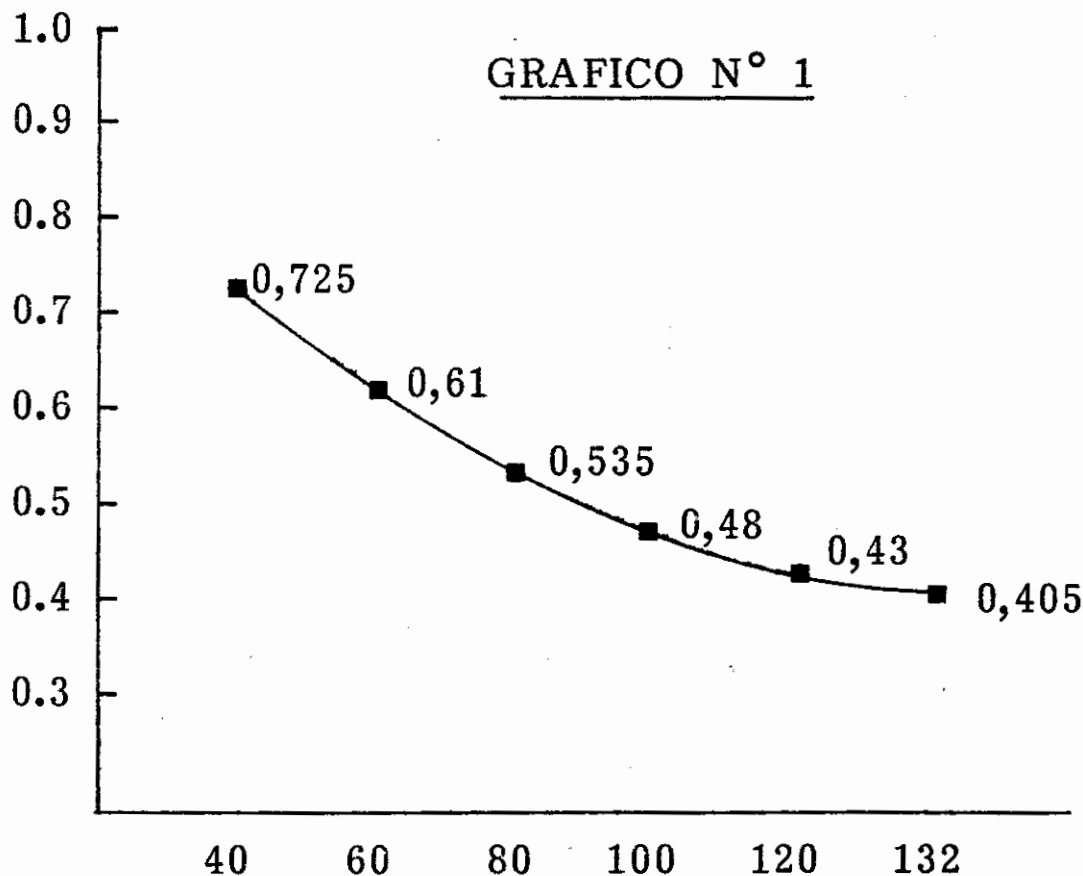
Con estos precios unitarios y las cifras del Cuadro N° 1 podemos formar el Cuadro N° 3

que resume las características generales de los rieles, antes considerados, agregando el costo total de 100 metros de riel, de cada clase, para efectos comparativos.

## PRECIO DEL RIEL

US\$ por kg.

GRAFICO N° 1



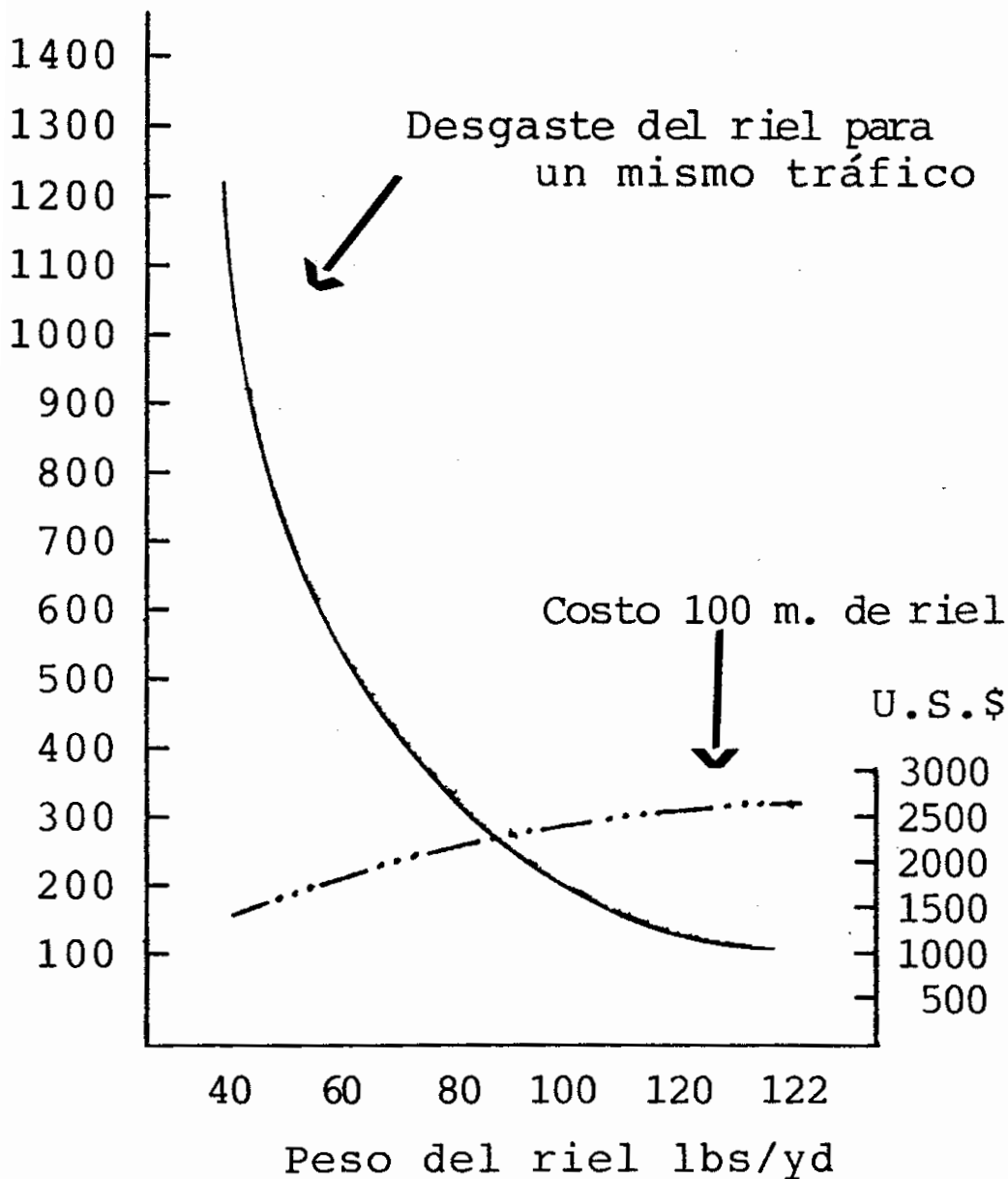
PESO DEL RIEL lbs/yd

C U A D R O N° 3

TIPO # NOMI- NAL (lb/yd)	PESO NOMI- NAL kg/m	PRECIO US\$ POR kg.	TOTAL US\$ POR 100 m. DE RIEL	DESGASTE RELATIVO
40	19,9	0,725	1443	1225
60	30,1	0,61	1836	552
80	39,7	0,535	2124	306
100	49,6	0,48	2381	165
120	58,9	0,43	2533	113
132	65,5	0,405	2653	100

Para visualizar mejor estas cifras, las dos últimas columnas del Cuadro N° 3 se han llevado al Gráfico N° 2, el que permite apreciar la fuerte caída en el desgaste de los rieles al emplear los de mayor peso, sin que ello represente un aumento significativo en su costo total.

GRÁFICO N° 2



A manera de ejemplo, se determinarán a continuación los costes y desgates relativos de 100 kilómetros de riel, para los tamaños de 60# a 120#.

C U A D R O N° 4

TAMANO # (lb/yd)	COSTO DE 100 km. US\$	DESGAS- TE RELA- TIVO	DISMI- NUCION DEL COSTO RESPEC- TO DEL # 120	AUMENTO DEL DES- GASTE RES- PECTO DEL # 120
60	1.863.000	552	26,5%	388,5%
80	2.124.000	306	16,1%	170,8%
100	2.381.000	165	6,0%	46,0%
120	2.533.000	113	0	0

4. RESUMEN

En el estudio, mediante la aplicación de una fórmula clásica se demuestra la gran influencia que el calibre del riel tiene en su desgaste, para unas mismas condiciones de tráfico y trazado de la vía.

Por otra parte, al considerar que el precio unitario de los rieles disminuye a medida que su calibre aumenta, se deja de manifiesto que los rieles más pesados resultan a su vez apreciablemente más ventajosos desde un punto de vista económico que los de menor calibre, pues en estos últimos, su desgaste es aun muchísimo mayor que en los pesados.

## **REPRESENTACIONES E INGENIERIA LTDA.**

Casilla (P.O. Box) 10344  
Fono: 633 5150 • Fax: 632 4369  
Monjitas 454 - Of. 507 piso 5  
SANTIAGO - CHILE

José H. Muñoz Vadillo

Ing. Civil - Universidad de Chile

Gerente Ingeniería REPREIN LTDA.

(Reproducido bajo la autorización de  
REPREIN LTDA., representante de  
A & K en Chile.)