

SECCIÓN TÉCNICA

Poder de arrastre de las locomotoras de carga y tonelaje de los trenes

POR

ROBERTO OVALLE A.

(Conclusión)

Esfuerzos por adherencia.

Con vapor saturado, el coeficiente con que deba calcularse será:

$$\frac{7.980}{38.700} = 1|5$$

Con vapor recalentado:

$$\frac{8.800}{38.700} = \frac{1}{4,5}$$

Esfuerzos en el collar del tender, en línea recta y horizontal.—Los cuadros siguientes demuestran estos esfuerzos, tanto de la locomotora con vapor saturado como con vapor sobrecalentado

Velocidad Km./hora,	Esfuerzos disponibles en la loc. kgs.	Resistencia organismo de la loc. 39 x 12,5	Resistencia truck y Tender.	Resis- tencia Total.	Esfuerzos disponi- bles.
10	7.980	488	44,5 × 1,1 = 49	537	7.443
20	7.980	488	44,5 × 1,7 = 76	654	7.414
30	5.310	488	44,5 × 1,9 = 85	573	4.737
40	3.980	488	44,5 × 2,1 = 94	582	3.398
50	3.190	488	44,5 × 2,5 = 103	591	2.599

(Con vapor saturado)

Velocidad Km./hora.	Esfuerzo disponible en la loc.	Resistencia Total	Esfuerzos disponibles
10	8.800	537	8.263
20	8.850	564	8.236
30	6,840	573	6.277
40	5.140	582	4.558
50	4.110	591	3.519

(Con vapor sobrecalentado)

LOCOMOTORA ROGERS TIPO 38

Peso adherente	37,050 kgs.	D = 56" = 1,42 mt.	Sup. fogón	10,27 m. ²
Peso trucks	13,925 "	d = 18" = 0,46 mt.	Sup. tubos	108,49 m. ²
Total	50,975 kgs.	l = 24" = 0,61 mt.	Sup. total.	118,76 m. ²
Peso tender	33.000 kgs.		Sup. parrillas	1,87 m. ²
			Presión	
				160 lb/2 = 11,3 kgs./cm. ²

Esfuerzos en el cilindro.

$$F_{\max.} = 0,85 \frac{11,3 \times 46^2 \times 61}{1,42} = 8,700 \text{ kgs.}$$

Potencia.—La potencia máxima del cilindro se obtiene para una velocidad del émbolo de 213 metros por minuto, a la cual corresponde un coeficiente de reducción del esfuerzo de 0,59.

$$F = 8.700 \times 0,59 = 5,140 \text{ kgs.}$$

A esta velocidad del émbolo corresponde una velocidad de la locomotora de

$$V = \frac{213 \times 3.14 \times 60 \times 1.42}{1.000 \times 2 \times 0.61} = 46.5 \text{ km/hora.}$$

La potencia será:

$$\text{HP.} = \frac{5.140 \times 46.5}{270} = 880 \text{ HP.}$$

La curva de esfuerzo en el cilindro será:

Velocidad Km./hora.	Veloc. mt./seg V = 4.58 V.	Coficiente de reducción.	Esfuerzo Kgs.
10	46	1.00	8.700
16,6	76	1.00	8.700
20	92	0.94	8.200
30	138	0.81	7.040
40	184	0.68	5.900
50	230	0.55	4.770
60	275	0.46	4.000

Esfuerzos en el caldero.

$$10.27 \times 270 = 2.760 \text{ kgs. de vapor.}$$

$$\underline{108.49} \times 45 = \underline{4.890} \text{ kgs. de vapor}$$

$$\underline{118.76} \text{ dan } \underline{7.650} \text{ kgs. de vapor.}$$

La potencia del caldero será:

$$\frac{7.650}{12.3} = 620 \text{ HP.}$$

Los esfuerzos valdrán:

$$F = \frac{270 \times 620}{V}$$

Velocidad	Esfuerzos
10	16.780
16,6	10.100
20	8.400
30	5.600
40	4.200
50	3.350
60	2.800

Esfuerzos en la parrilla.

La potencia será:

$$1,87 \times 320 = 600 \text{ HP.}$$

Como es menor que la potencia del caldero, calcularemos los esfuerzos:

Velocidad	Esfuerzos
10	16.190
16,6	9.750
20	8.100
30	5.400
40	4.040
50	3.240
60	2.700

Esfuerzos por adherencia,

La adherencia, con que deberá calcularse resulta $1/5$.

Esfuerzos en el collar del tender, en recta y horizontal.

Velocidad Km./hora	Esfuerzos disponibles en la loc. kgs.	Resistencia organismos de la loc. 37 x 12,5	Resistencia truck y Tender	Resis- tencia Total	Esfuerzos disponi- bles.
10	7.600	463	$47 \times 1,1 = 52$	515	7.085
20	7.600	463	$47 \times 1,7 = 80$	543	7.057
30	5.400	463	$47 \times 1,9 = 90$	553	4.847
40	4.040	463	$47 \times 2,1 = 99$	562	3.478
50	3.240	463	$47 \times 2,3 = 108$	571	2.669

Los gráficos números 5 - 6 - 7 - 8 y 9 representan tanto las curvas de esfuerzos en el cilindro, caldero, parrilla y adherencia, como los esfuerzos en el collar del tender en la línea recta y horizontal para las locomotoras tipos 70 - 51 - 57 y 38.

2.º TONELAJE DE LOS TRENES DE CARGA

Sin duda el resultado importante de las conclusiones sobre resistencia de los trenes, es la solución de la formación de ellos.

La evolución de los métodos empleados para ello, ha sido la siguiente:

- a) Número de carros por locomotora.
- b) Número de toneladas brutas por locomotoras (sistema actualmente en uso en la Empresa),
- c) Cálculo de las resistencias igualadas al esfuerzo de tracción máximo.
- d) Tonelaje ajustado (sistema actualmente usado en todas las líneas de la Pennsylvania).

Las ventajas e inconvenientes de estos sistemas son:

a) En este sistema se asignaba un cierto número de carros por locomotoras, considerando únicamente el tipo de esta.

b) Para cada tipo de locomotora se asignaba un cierto peso en toneladas brutas de tren. Ambos sistemas, por no considerar las características de los carros, ni si eran cargados o vacíos, han probado ser absolutamente inadecuados.

Este sistema que es el más exacto, es de muy laboriosa aplicación, pues obligaría a formar, en cada caso particular y para cada trozo de la vía, tablas que indicaran las resistencias para cada tipo de carro y según fueran cargados o vacíos.

El inconveniente de este sistema es lo que ha conducido al:

d) *Tonelaje ajustado*.—De los ensayos hechos con el carro dinamométrico, en diferentes trozos de la línea, se ha llegado a obtener, como ya se ha visto (gráfico N.º 2), que para velocidades comprendidas entre 8 y 40 km. (hora, la resistencia de un carro de 20 toneladas de peso es, en recta y horizontal, de 65 kgs. y en cambio para uno de 70 toneladas o sea de 3,5 veces mayor peso, la resistencia es solo de 100 kgs. o sea solamente 1,5 vez mayor.

Esta pequeña diferencia de la resistencia, comparada con la gran diferencia de peso, es lo que ha inducido a abandonar los sistemas de tonelaje bruto o de número de carros y el que ha llegado a tratar de obtener, para cada tipo de locomotora, un esfuerzo de tracción igual ya sea que se arrastren trenes vacíos o cargados.

Un ejemplo demostrará como influye, esta variación de las resistencias de los carros, en el tonelaje de los trenes.

Tomemos, por ejemplo, una locomotora Mikado tipo 70 que como hemos visto, (gráfico N.º 6 desarrolla un esfuerzo de 13.198 kgs. en recta y horizontal y a 20 km., hora y supongámosla arrastrando un tren de 1.000 toneladas, en cierto trozo de la línea cuya resistencia total sea de 10 kgs. por tonelada. El esfuerzo quedará reducido por efecto de la gradiente, en $136 \times 10 = 1.360$ kgs. (136 es el peso de la locomotora y tender), quedando por lo tanto un esfuerzo disponible de $13.198 - 1.360 = 118.38$ kilogramos.

Supongamos ahora que esas 1 000 toneladas de tren estén formadas; en un caso por carros de 20 toneladas, en otro por carros de 40, y en otro por de 70 y veamos el esfuerzo que necesitaría desarrollar la locomotora para arrastrar el tren.

Las resistencias de los carros de ese peso serían las siguientes:

Peso del carro en toneladas	Resistencia en kgs. por toneladas.		
	Debido a la gradiente	En la horizontal y recta	Total.
20	10	3,25	13,25
40	10	1,97	11,97
70	10	1,43	11,43

El esfuerzo necesario en la locomotora será para cada uno de los trenes, igual al tonelaje bruto multiplicado por las resistencias totales por toneladas, o sea:

Para el tren de carros de 20 ton. $1.000 \times 13,25 = 13.250$ kgs.

Para el tren de carros de 40 ton. $1.000 \times 11,97 = 11.970$ kgs.

Para el tren de carros de 70 ton. $1.000 \times 11,43 = 11.430$ kgs.

Se vé que la locomotora sería capaz solamente de arrastrar el tren formado por carros de 70 toneladas.

Este ejemplo demuestra que para obtener igual esfuerzo en la locomotora de un mismo tipo el tonelaje debe estar basado en las resistencias de los diversos carros que forman el tren resistencias que deben igualar el poder de arrastre de las locomotoras.

Considerando que, en dicho ejemplo, el poder de arrastre de la locomotora en el trozo era de 11 838 kgs., el tonelaje bruto para cada uno de los trenes basado en un igual esfuerzo de la locomotora sería:

$$\frac{11.838}{13.25} = 900 \text{ toneladas}$$

$$\frac{11.838}{11.97} = 1\,000 \text{ toneladas}$$

$$\frac{11.838}{11.43} = 1\,040 \text{ toneladas}$$

Se desprende de lo anterior que si se usa el sistema del tonelaje bruto, para fijar el arrastre que pueden hacer las locomotoras, habrá un desigual trabajo para ella y que si se usa el sistema de igualar el esfuerzo con las resistencias (citado en la letra

c). se complica mucho el problema, pues un tren está formado por carros de diferentes pesos.

Resulta entonces, como sistema mas práctico aquel que de igual esfuerzo para cada tipo de locomotora, arrastrando un tren de carros de peso diferente y de un tonelaje figurado igual para cada trozo de la línea. Para obtener este peso de tren igual, se reemplaza el tonelaje bruto por uno "ajustado" tal que el esfuerzo y la resistencia por tonelada ajustada, resulten iguales para todos los trenes y para cada tipo de locomotora.

Para obtener el tonelaje ajustado que satisfaga a las condiciones anteriores, será menester obtener un cierto factor "K" llamado *factor de ajuste o de corrección* que deberá sumársele al peso bruto de cada carro.

El tonelaje ajustado para carros de 20, 40 y 70 toneladas será entonces:

$$20 + K \quad 40 + K \quad \text{y} \quad 70 + K$$

y como las resistencias por tonelada ajustada deben ser iguales para los distintos pesos de carros, se tendrá:

$$\frac{65}{20 + K} = \frac{79}{40 + K} = \frac{100}{70 + K}$$

siendo 65, 79 y 100 las resistencias en línea recta y horizontal para carros de 20, 40 y 70 toneladas respectivamente. Se deduce entonces que $K = 73$ para recta y horizontal.

Cuando es menester hacer intervenir la gradiente y curva el valor del factor "K" resulta distinto y es menester, para obtenerlo, hacer experiencias para cada trozo de la línea en su parte característica de mayor resistencia.

Estudio teórico del valor del factor "K" en gradiente.—La ecuación que relaciona la resistencia y peso de los carros en recta y horizontal, para velocidades menores de 40 kilómetros por hora, es (gráfico N.º 2):

$$R = f' p + C. \dots\dots\dots (1).$$

en la cual

"R" Es la resistencia, en kgs., de un carro en línea recta y horizontal.

"p" Es el peso de un carro en toneladas.

f' Es un factor que vale 0.7 para recta y horizontal.

C Es un factor que depende de f' y K. Se ha determinado que su valor es 50.8 en recta y horizontal. En gradiente su valor, que incluye los factores que no puedan influenciados por el peso del carro y tales como la

fricción de las pestañas de las ruedas puede variar algo y su valor exacto puede sólo determinarse por experiencias.

La resistencia total por carro en gradiente es igual a la resistencia en horizontal mas la resistencia en gradiente.

$$R_g = f' p + C + r_p \quad \text{siendo}$$

— R_g la resistencia total por carro en gradiente.

— r_p la resistencia en kgs./ton. debida a la gradiente.

De la ecuación anterior se deduce:

$$R_g = p (f' + r) + C$$

Llamando $f' + r = f$ se tiene:

$$R_g = fp + C \dots \dots \dots (2).$$

Este factor f , siendo igual a $f' + r$, valdrá $0.7 + r$ y representará el esfuerzo por tonelada ajustada en una gradiente cuya resistencia es r .

Consideremos ahora los dos trenes siguientes:

	1. ^{er} Tren	2. ^o Tren
Número de carros	N	N'
Peso por carro	p	p'
Pesos bruto del tren en toneladas	$P = pN$	$P' = p'N'$
Tonelaje ajustado	P_t	P'

Supuesto que el primer tren tenga un menor número de carros cargados y el segundo un mayor número de carros vacíos o livianos, y puesto que en ambos casos el esfuerzo y el tonelaje ajustado deben ser iguales, se tendrá:

$$\begin{aligned} P_t &= P + KN = P'_t = P' + KN' \\ P + KN &= P' + KN' \\ P - P' &= KN' - KN \\ P - P' &= K (N' - N) \\ K &= \frac{P - P'}{N' - N} \dots \dots \dots (3). \end{aligned}$$

Los esfuerzos en ambos trenes serán: $R_g N$ y $R_g N'$ y como ambos deben ser iguales, se tendrá:

$$\begin{aligned}
 R_g N &= R_g N' \quad \text{y según ecuación} & (2) \\
 R_g N &= p f N + C N = R_g N' = p' f N' + C N' \\
 f (p N - p' N') &= C (N' - N) \\
 \frac{c}{f} &= \frac{p N - p' N'}{N' - N} = \frac{P - P'}{N' - N} \dots \dots \dots & (4).
 \end{aligned}$$

y según ecuación (3). se tendrá:

$$\frac{c}{f} = \frac{P - P'}{N' - N} = K \dots \dots \dots (5).$$

Método experimental exacto para obtener los factores "c" y "f" —Para determinar los valores de "c" y "f" para cada gradiente, deben hacerse experiencias, con el carro dinamométrico, con trenes de diferentes composiciones y peso por carro (algunos con carros vacíos o livianos y otros con carros cargados o pesados).

El tonelaje que debe arrastrarse en cada prueba debe ser tal que la locomotora trabaje al máximo de su poder y a una velocidad, en el trozo característico, igual a la que se desea en el servicio regular.

El esfuerzo de tracción medio, medido en los diagramas del carro dinamométrico, para el trozo en estudio, se corregirá de la aceleración positiva o negativa, y el resultado será el esfuerzo máximo aprovechable, igual a la resistencia del tren a velocidad constante.

Ahora llevando, para cada prueba en ordenadas las resistencias anteriores divididas por el número de carros, y en abscisas el peso por carro, se obtendrá (gráfico N.º 10) una serie de puntos que permitirán trazar la recta cuya ecuación es:

$$R_g = f p + C$$

C será el trazo interceptado sobre el eje de las Y o sea 50.8 y f la inclinación de la recta o sea la tangente del ángulo que forma con el eje de las X.

$$f = \frac{431.8 - 50.8}{68} = 5.6$$

El factor $K = \frac{c}{f} = \frac{50.8}{5.6} = 9.07$. puede también ser leído directamente en el trazo interceptado. sobre el eje de las X, por la recta prolongada mas allá del origen

Este método de determinar el factor de corrección K puede ser aplicado para cualquier gradiente y su valor es el mismo para cualquiera clase de locomotora y para cada gradiente en particular.

El valor de f , obtenido como se acaba de explicar, representa el esfuerzo por tonelada ajustada. Ahora bien, si se desea el tonelaje total ajustado que puede arrastrar una locomotora de cierto tipo, a una velocidad determinada, sobre la gradiente que se estudia, debe procederse así:

El esfuerzo que la locomotora es capaz de desarrollar en recta y horizontal, debe ser disminuido en el esfuerzo que debe gastar la locomotora para subir la gradiente. Este valor dividido por el esfuerzo por tonelada ajustada, dará el valor del tonelaje ajustado (véase gráfico N.º 10).

Método aproximado.—Supongamos que se desea conocer el tonelaje ajustado que puede arrastrar una locomotora tal como la de la experiencia (13.925) kgs. de esfuerzo de tracción en recta y horizontal; peso de la locomotora y tender 154,2 toneladas), en una gradiente de uno por ciento a una velocidad de 16 kilómetros por hora.

El esfuerzo disponible en la gradiente será:

$$\begin{aligned} 13.925 - 154,2 \times 10 \\ 13.925 - 1.542 = 12.383 \text{ kgs.} \end{aligned}$$

El esfuerzo por tonelada ajustada será:

$$\begin{aligned} f &= f' + r \\ f' &= 0,7 & r &= 10 \\ f &= 0,7 + 10 = 10,7 \end{aligned}$$

El tonelaje total ajustado se obtendrá dividiendo el esfuerzo disponible, por el esfuerzo por tonelada ajustada.

$$\frac{12.383}{10,7} = 1.157 \text{ toneladas}$$

$$K = \frac{c}{f} = \frac{50,8}{10,7} = 4,74 \text{ practicamente } 5$$

Un tren de este tonelaje ajustado se compondrá, por ejemplo de

$$\frac{1.157}{70 + 5} = 15 \text{ carros de 70 toneladas.}$$

$$\frac{1.157}{20 + 5} = 46 \text{ carros de 20 toneladas.}$$

Factor de corrección "K" y esfuerzo por tonelada ajustada "f" para varias gradientes.—La tabla que va a continuación da los valores aproximados de los factores "K" y "f" para diferentes gradientes. Estos valores han sido deducidos de las fórmulas teóricas (2) y (5) anteriormente calculadas y para las cuales se ha tomado el valor $c=50,8$.

Estos valores es claro son solamente aproximados, pues en el cálculo es imposible tomar en cuenta diversas influencias de la vía, pero ellos pueden, a falta de experiencias, tomarse con suficiente aproximación para el cálculo del tonelaje ajustado.

Gradiente por mil	Esfuerzos por tonelada ajustada f.	Factor de corrección K.
0	0,7	73,0
0,5	1,2	42,4
1	1,7	30,0
2	2,7	18,8
3	3,7	13,7
4	4,7	10,8
5	5,7	8,9
6	6,7	7,5
7	7,7	6,6
8	8,7	5,8
9	9,7	5,3
10	10,7	4,7
11	11,7	4,35
12	12,7	4,0
13	13,7	3,7
14	14,7	3,45
15	15,7	3,2
16	16,7	3,05
17	17,7	2,86
18	18,7	2,70
19	19,7	2,57
20	20,7	2,45
21	21,7	2,34
22	22,7	2,24
23	23,7	2,14
24	24,7	2,06
25	25,7	1,97
26	26,7	1,90

GRAFICOS QUE DEMUESTRAN EL VALOR DEL TONELAJE AJUSTADO Y DEL FACTOR DE CORRECCION "K", PARA LOS PRINCIPALES TIPOS DE LOCOMOTORAS DE CARGA

De las consideraciones anteriores, puede llegarse a establecer los valores *teóricos* del tonelaje ajustado y del coeficiente de corrección "K" para nuestros principales tipos de locomotoras de carga.

Es claro que siendo estos valores establecidos teóricamente pueden ellos variar en la práctica principalmente a influencias propias de la vía y que escapan a una apreciación de esta índole, pero en todo caso pueden ellos por lo menos servir para conducir las experiencias y poder llegar así a establecer los valores definitivos.

Los gráficos números 11, 12 y 13 dan estos valores. Para usarlos se procede en la forma siguiente:

Supongamos un tren arrastrado por una locomotora "Mikado" en un trozo cuya resistencia sea de 13 kgs. por tonelada. Entrando al gráfico con el valor de la resistencia de la vía, podemos llegar a establecer el valor del tonelaje ajustado: 840 toneladas y el valor del factor de corrección que será $K=5$.

La importancia del sistema de tonelaje ajustado, sobre el de tonelaje bruto, actualmente en uso, quedará demostrado con los siguientes casos:

a) Supongamos trenes formados de carros de 10, 20, 30 y 40 toneladas de peso cada uno.

Para un resistencia de la vía de 13 kgs. por tonelada, el tonelaje ajustado vale, como ya se ha visto, 840 y además $K = 5$, luego el arrastre será:

$$\text{Carros de 10 toneladas de peso } \frac{840}{10 + 5} = 56 \text{ carros, 560 T. brt.}$$

$$\text{Carros de 20 toneladas de peso } \frac{840}{20 + 5} = 36 \text{ carros, 660 T. brt.}$$

$$\text{Carros de 30 toneladas de peso } \frac{840}{30 + 5} = 24 \text{ carros, 720 T. brt.}$$

$$\text{Carros de 40 toneladas de peso } \frac{840}{40 + 5} = 19 \text{ carros, 760 T. brt.}$$

Se ve que se ha fijado, por ejemplo, un arrastre de 660 toneladas brutas, para cualquier peso de carro, la locomotora no sería capaz de arrastrar ese peso con carros de 10 toneladas y quedaría mal aprovechada arrastrando carros de 30 y 40 toneladas.

Esta diferencia resulta aun mayor tratándose de resistencias pequeñas en la vía. Supongamos:

b) El mismo caso anterior, pero para una resistencia de la vía de 8 kgs. por tonelada.

Se tendría: Tonelaje ajustado 1.400 toneladas $K = 7$.

Para carros de 10 toneladas $\frac{1.400}{10 + 7} = 82$ carros; 820 ton. brutas.

Para carros de 20 toneladas $\frac{1.400}{20 + 7} = 52$ carros; 1.040 ton. brutas.

Para carros de 30 toneladas $\frac{1.400}{30 + 7} = 38$ carros; 1.140 ton. brutas.

Para carros de 40 toneladas $\frac{1.400}{40 + 7} = 30$ carros; 1.200 ton. brutas.

PRUEBAS EXPERIMENTALES PARA DETERMINAR EL FACTOR "K" Y EL TONELAJE AJUSTADO, SIN CARRO DINAMOMETRICO

Como ya se ha dicho, los valores anteriormente obtenidos han sido deducidos teóricamente, pudiendo ellos variar por influencias propias de la vía que se escapan a una apreciación de esta índole. Es indudable que el único sistema que puede conducir a resultados perfectamente ciertos es el de experiencias efectuadas con un carro dinamométrico, pero a falta de él pueden hacerse las siguientes experiencias que conducen a resultados suficientemente aproximados.

Conociendo el trozo que origina las resistencias máximas dentro de un sector de la vía, se correrán, con el tipo de locomotora en estudio, una serie de trenes de pesos diferentes (unos con carros vacíos o livianos y otros con carros cargados o pesados) procurando que siempre la locomotora vaya trabajando al máximo de su poder de arrastre y a una velocidad igual a la de régimen normal.

La formación de estos trenes servirá para el trazado de gráfico N.º 14 en el cual la línea recta representa el término medio de los valores obtenidos. El valor del factor "K" se obtendrá directamente de la figura y valdrá:

$$K = \frac{P - P'}{N' - N} = \frac{905 - 850}{23 - 14} = 6,2 \text{ prácticamente } 6.$$

El tonelaje ajustado sería:

	<i>tren corto</i>	<i>tren largo</i>
Número de carros	14	23
Peso medio del tren.....	905	850
Tonelaje ajustado	$905 + 14 \times 6 = 989$	$850 + 23 \times 6 = 988$

INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES ATMOSFERICAS SOBRE TONELAJE DE LOS TRENES.

Las cifras que se han dado en los párrafos anteriores corresponden a las experiencias efectuadas, por la Pennsylvania, para condiciones normales.

Es práctica en ese Ferrocarril no hacer reducciones en el tonelaje de los trenes siempre que la temperatura no baje de 40 grados F. (4.° C).

Uno de los principales factores que obliga a reducir el tonelaje de los trenes a bajas temperaturas, es la mayor resistencia del equipo originada por el enfriamiento de los muñones.

Sin entrar en mayores detalles, daré los resultados obtenidos para carros de 65 toneladas a velocidad de 16 kilómetros por hora en recta y horizontal.

Las resistencias y su incremento fueron medidas con ayuda del carro dinamométrico.

Temperatura C.	Resistencias antes de detenerse. kgs./ton.	Resistencias después de detenerse. kgs./ton.	Por ciento de aumento	Aumento en por ciento sobre el normal	Tiempo de deten- ciones en minutos.
— 7°	2,02	2,37	18	32,0	14
— 2°	1,49	1,63	10	7,2	14
21°	1,49	1,52	2		10 a 15

Como se ve el aumento, sobre las resistencias normales, es considerable cuando hay bajas temperaturas y será interesante mostrar como se hacen en la práctica las reducciones.

Existen varios métodos, pero el que ha probado ser suficientemente exacto y de fácil aplicación es el siguiente: mantener constante el factor de corrección "K" y reducir el tonelaje ajustado máximo, en un cierto tanto por ciento según las temperaturas o lluvias.

Los resultados que doi enseguida, representan el término medio de los valores de esta reducción en 13 zonas diferentes de la Pennsylvania.

PODER DE ARRASTRE DE LAS LOCOMOTORAS

731

Temperatura en grados C.	Reducción del tonelaje ajustado en por ciento
8 a 3	6
2 a -4	13
-4 a -10	18







