

INCIDENCIA DE LOS PARAMETROS EDAD Y TRAFICO EN LAS ROTURAS DE CARRIL

LUIS MIGUEL VELILLA ALMARAZ (*)

RESUMEN. En este artículo se analiza la interrelación entre los parámetros antigüedad del carril en la vía, peso del mismo y tráfico soportado, en cuanto a su incidencia en el desarrollo de defectos en los carriles. Se exponen los estudios estadísticos realizados en nuestra Red Ferroviaria, concluyendo con algunas consideraciones relativas a la durabilidad de cada tipo de carril y a la elección del peso más idóneo en cada caso.

ABSTRACT. *This article analyzes the interrelation between the parameters of age of the lines, their own weight and the traffic supported, as regards the incidence of the development of defects in the lines. The statistical studies carried out for our Railways Network are shown, and there are some considerations on the durability of each kind of rail and the choice of the ideal weight in each case.*

1. INTRODUCCION

La aparición y desarrollo de defectos en los carriles viene condicionada por factores de muy diversa índole, desde aquellos derivados de su concepción y proceso de fabricación, hasta los provocados por la explotación ferroviaria.

Particularmente, los parámetros relacionados con la explotación y dentro de ellos el tráfico, han sido los que han acaparado la atención preferente de los estudios emprendidos por las Redes Ferroviarias y los Comités Internacionales de Expertos.

2. ORIENTACION DE LOS ESTUDIOS

La incidencia del tráfico, por su importancia, ha sido objeto de tratamiento profuso con directrices muy variadas.

En unos casos ha predominado la investigación experimental, mediante la construcción de vías de ensayo; en otros el análisis teórico en base a pruebas de laboratorio. En todo caso, el estudio estadístico de evolución de las roturas ha sido un elemento crucial, orientado a la determinación de leyes que puedan prever la tasa de averías en función del tráfico soportado.

También se ha intentado el desglose por tipos de roturas, dada la diferente incidencia que podría existir según la zona del carril afectada. De ahí que haya sido posible determinar en algún caso (mancha oval) la incidencia del tráfico en la progresión del defecto, si bien con discrepancias en la formulación dada por diversos autores.

Asimismo, se han establecido criterios para la elección del peso de carril más idóneo, en función de las condiciones de explotación, no faltando una notoria disparidad entre las distintas investigaciones al respecto.

Estas discrepancias, a las que no es ajena la influencia ejercida por las peculiaridades propias de cada Red, en la evolución de los defectos en los carriles, ha motivado el estudio que se ofrece a continuación.

3. ESTUDIO EN LA RED FERROVIARIA ESPAÑOLA

3.1. METODOLOGIA

La incidencia de los parámetros peso del carril, antigüedad en vía y tráfico soportado ha sido analizada en las líneas de la Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles sobre el carrilaje que reúne las siguientes condiciones:

- Colocación en 1950 o posterior.
- Estado nuevo.
- Peso igual o superior a 45 kg/ml.

La primera condición se estableció por considerar que en esa fecha se inicia un período de reconstrucción de la Red Ferroviaria.

La segunda trata de centrar el estudio sobre carril asentado en vía procedente directamente de fábrica, es decir, excluyendo el material de reemplazo.

La última limita el trabajo a los carriles de 45 y 54 kg/ml, que corresponden al material colocado en los años a que se refiere este trabajo.

El término antigüedad o edad del carril contabiliza el período transcurrido desde el año de colocación en vía o en su caso puesta en servicio de la línea a la que pertenece, hasta su retirada por avería, fisura o rotura.

(*) Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

CARRIL DE 54 KG							
GRADO	X ⁰	X ¹	X ²	X ³	X ⁴	X ⁵	p ²
1	0,49356	0,18516					0,86
2	0,39959	0,21832	-0,00207				0,86
3	1,18500	-0,29053	0,07493	-0,00321			0,92
4	0,96718	-0,07885	0,01974	0,00204	-0,00016		0,92
5	1,41520	-0,65873	0,24225	-0,03313	0,00226	-0,00006	0,92
CARRIL DE 45 KG							
1	3,54315	0,07352					0,05
2	0,57343	0,69134	-0,02376				0,26
3	7,11501	-1,70164	0,19429	-0,00559			0,63
4	10,87265	-3,69939	0,50139	-0,02330	0,00034		0,68
5	5,36231	0,13816	-0,35237	0,05755	-0,00306	-0,00005	0,71

TABLA 1. Resultados de los ajustes polinómicos efectuados para los índices de roturas por 100 km de vía, clasificados según la antigüedad del carril en el momento de su retirada.

p representa el coeficiente de correlación múltiple y X⁰ el término independiente de cada uno de los polinomios. Los restantes exponentes corresponden a los coeficientes de esos términos.

El número de expedientes tratados en un primer estudio ha sido de 2.307, correspondientes a otras tantas retiradas de carril en el período 1970-78, que cumplieran las condiciones antes citadas.

Estas cifras en valor absoluto se han comparado con la longitud de vía que presenta la misma antigüedad que el carril retirado, mediante el índice

$$N.^{\circ} \text{ de roturas/100 km de vía cada año}$$

lo que nos ha permitido establecer comparación entre edades.

La influencia del tráfico se ha tenido en cuenta distribuyendo estos índices entre los diferentes grupos de tráfico ficticio UIC (*) en que se clasifican las líneas, determinando para ello, previamente, las longitudes de vía asentada que soportan igual tonelaje que el carril averiado.

No obstante, a pesar del carácter relativo de estos coeficientes, las diferencias a veces muy importantes entre las longitudes correspondientes a diferentes antigüedades o tráficos ha determinado que se haya efectuado una depuración, eliminando aquellas longitudes

(*) El concepto tráfico ficticio engloba los tráficos de viajeros y mercancías, mediante una expresión en la que dichos tráficos se mayoran o minoran ligeramente en función de la agresividad de las circulaciones valoradas a través de parámetros como carga/eje, velocidades de los trenes, etc.

En el período estudiado los límites superiores de los grupos principales son: grupo 4-40.000 TBR (toneladas brutas remolcadas) diarias, grupo 5-25.000, grupo 6-12.500, grupo 7-6.000.

de vías totales no comprendidas en el intervalo siguiente, en función del valor máximo

$$\frac{(\sum L)_{\text{máx}}}{5} \leq I \leq (\sum L)_{\text{máx}}$$

Este proceso nos permite considerar todos los datos utilizados como de igual peso y soslayar el hecho de que a veces se produzcan índices anómalos, cuyo origen está en la relación entre cifras de roturas de magnitud media o incluso pequeña, con longitudes de carril insignificantes.

El análisis estadístico de estos datos se ha basado en la aplicación de un programa de regresión polinómica en el que se ha tanteado hasta funciones de 5.º grado, seleccionando, como expresiones que caracterizan el fenómeno, aquellas que con el menor grado posible ofrecen un coeficiente de correlación múltiple suficientemente alto y dan un resultado idóneo del test de bondad de ajuste, condición ésta incluida en programa y que facilita la elección más apropiada en cada caso.

3.2. RESULTADOS

En la tabla 1 se expone el análisis estadístico realizado sobre la distribución de índices de rotura en función de la antigüedad del carril. Estos ajustes permiten seleccionar una función de 1.º grado para el carril de 54 kg/ml y una de 5.º para el de 45 kg/ml, si bien ésta con serias reservas por el regular coeficiente de correlación logrado.

Aplicando el programa de regresión a los índices de roturas distribuidos por antigüedad y tráfico, se llega a

OTROS MATERIALES DE CONSTRUCCION

CARRIL DE 54 KG. GRUPO 5							
GRADO	X ⁰	X ¹	X ²	X ³	X ⁴	X ⁵	p ²
1	0,73034	0,21495					0,78
2	0,65367	0,24051	-0,00150				0,78
3	1,09717	-0,03212	0,03740	-0,00153			0,79
4	0,64580	0,38626	-0,06574	0,00771	-0,00027		0,80
5	1,31327	-0,44210	0,23580	-0,03729	0,00266	-0,00007	0,80
CARRIL DE 54 KG. GRUPOS 4 + 5							
1	0,71759	0,21375					0,83
2	0,59553	0,25444	-0,00239				0,83
3	1,14049	-0,08056	0,04541	-0,00187			0,85
4	0,92505	0,11913	-0,00382	0,00253	-0,00013		0,85
5	0,76791	0,31415	-0,07481	0,01313	-0,00082	0,00002	0,85
CARRIL DE 54 KG. GRUPO 6							
1	0,14255	0,10206					0,61
2	0,68429	-0,08915	0,01195				0,74
3	1,30529	-0,49147	0,07283	-0,00254			0,81
4	1,37062	-0,55496	0,08939	-0,00411	0,00005		0,81
5	2,35708	-1,83176	0,57931	-0,08153	0,00539	-0,00013	0,85
CARRIL DE 45 KG. GRUPOS 4 + 5							
1	15,34355	-0,42673					0,21
2	-16,74880	3,79258	-0,12786				0,52
3	-83,96977	17,33836	-0,98893	0,01740			0,62
4	211,09692	-62,57395	6,80824	-0,30840	0,00494		0,73
5	1345,18169	-447,80357	57,55352	-3,55303	0,10582	-0,00122	0,83
CARRIL DE 45 KG. GRUPO 5							
1	14,02322	-0,35566					0,11
2	-34,87439	6,23727	-0,20603				0,67
3	-74,48663	14,40752	-0,73989	0,01112			0,69
4	219,47194	-67,01195	7,41098	-0,33928	0,00548		0,77
5	2054,67045	-704,25179	93,43860	-5,98981	0,18633	-0,00226	0,92
CARRIL DE 45 KG. GRUPO 6							
1	2,44176	0,18594					0,11
2	-3,49070	1,33928	-0,04116				0,35
3	7,78244	-2,56382	0,29170	-0,00793			0,68
4	3,44356	-0,36645	-0,02673	0,00930	-0,00031		0,70
5	3,20646	-0,20934	-0,05958	0,01221	-0,00042	0	0,70
CARRIL DE 45 KG. GRUPOS 7 + 8 + 9							
1	1,62066	-0,02088					0,01
2	2,07624	-0,11564	0,00364				0,02
3	6,44764	-1,71475	0,14936	-0,00374			0,53
4	9,60795	-3,39493	0,40764	-0,01863	0,00029		0,63
5	12,47915	-5,39452	0,85250	-0,06076	0,00206	-0,00003	0,66

TABLA 2. Resultado de los ajustes polinómicos efectuados para los índices de roturas por 100 km de vía, clasificados según antigüedad y tráfico soportado en el momento de su retirada.

p representa el coeficiente de correlación múltiple y X⁰ el término independiente de cada uno de los polinomios. Los restantes exponentes corresponden a los coeficientes de esos términos.

los ajustes polinómicos indicados en la tabla 2. Con los criterios expuestos en el punto 3.1, se consideran como funciones de ajuste más idóneas las de 1.^{er} grado para el carril de 54 kg en los grupos 4 + 5 y 5 y la de 3.^{er} grado para el grupo 6. Para el carril de 45 kg serían apropiadas las de 5.^o grado en los grupos 4 + 5 y 5, siendo de menor calidad los resultados obtenidos para los 6 y 7 + 8 + 9 por su bajo coeficiente de correlación.

3.3. ANALISIS Y CONTRASTE DE LOS RESULTADOS

3.3.1. Antigüedad. Los resultados del estudio estadístico ponen de manifiesto para carril de 54 kg un incremento lineal del índice de roturas respecto a la antigüedad del carril (figura 1).

Para carril de 45 kg indican (tras una disminución del índice, respecto a aquellas que se producen con muy escasa antigüedad, y que podrían considerarse como prematuras), un incremento progresivo de las roturas con la edad del carril, que alcanza un límite hacia los 16 años, para iniciarse a partir de ahí una disminución de las mismas (figura 2). Esta aparente anomalía tendría una explicación por desaparición de los carriles que arrojan mayores coeficientes de rotura, tras operaciones de renovación de vía con sustitución total del carrilaje, que lógicamente afectaría a las líneas en peor estado.

Ahora bien, la posibilidad de explicar la influencia de la antigüedad en el índice de roturas de carril requiere la confrontación con los datos disponibles, correspondientes al período 1979-83 (1.075 casos).

Realizado este análisis, siguiendo una metodología análoga a la desarrollada para el período 1970-78, se llega a las siguientes conclusiones:

3.3.1.1. CARRIL DE 54 Kg. La evolución de las rotu-

ras de carril en el período 1979-83, parece adaptarse a una función de ajuste del mismo tipo que la hallada para el período anterior, introduciendo una ligera modificación en sus coeficientes.

En la figura 1 se dibujan la primitiva recta de ajuste, los índices del período de comprobación, y la línea de regresión calculada para estos últimos.

Por consiguiente, incorporando los datos de este segundo período, podría admitirse como representativa una función (figura 3) tal que

$$R_A = K_1 A + K_2$$

siendo

R_A = roturas anuales/100 km de vía

A = antigüedad del carril

Los coeficientes K_1 y K_2 toman los valores siguientes para el período 1970-83, en el que se obtiene un aceptable coeficiente de correlación ($\rho = 0,92$).

$$K_1 = 0,13$$

$$K_2 = 0,61$$

3.3.1.2. CARRIL DE 45 KG. Los resultados del período 1979-83, dibujados en la figura 2, se ajustan a la curva determinada en nuestro estudio, únicamente durante una antigüedad inferior a 15 años, y aun así con bastantes irregularidades. A partir de ese período, los valores discrepan totalmente de la curva de ajuste, adaptándose más bien a una función del mismo tipo,

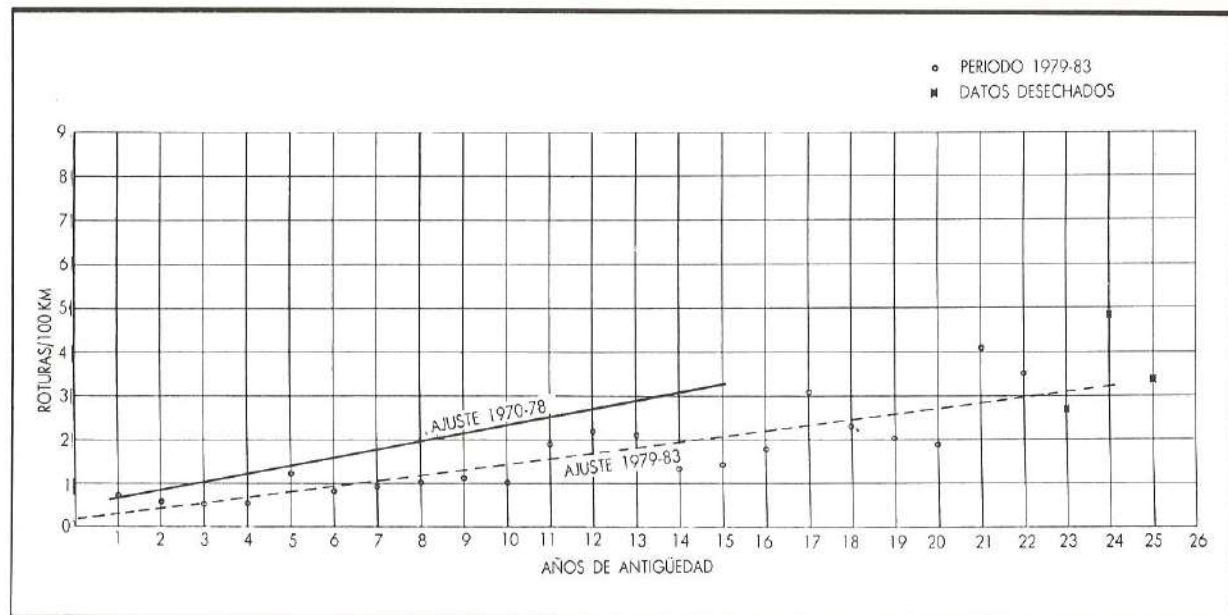


FIGURA 1. Carril de 54 kg/ml.

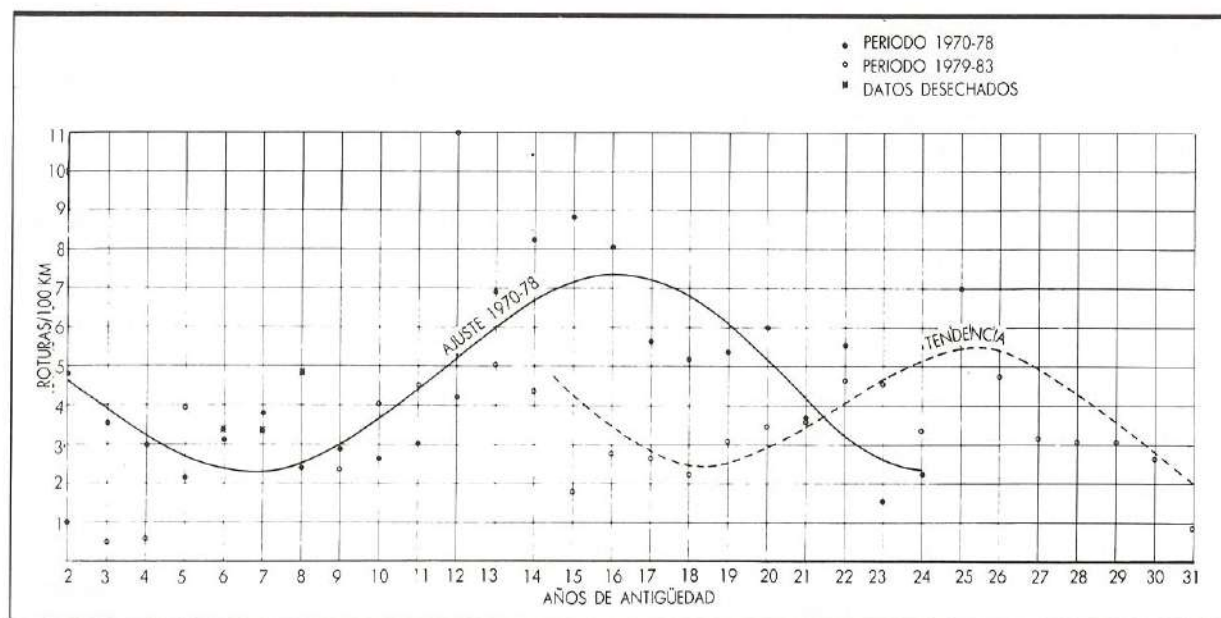


FIGURA 2. Carril de 45 kg/ml.

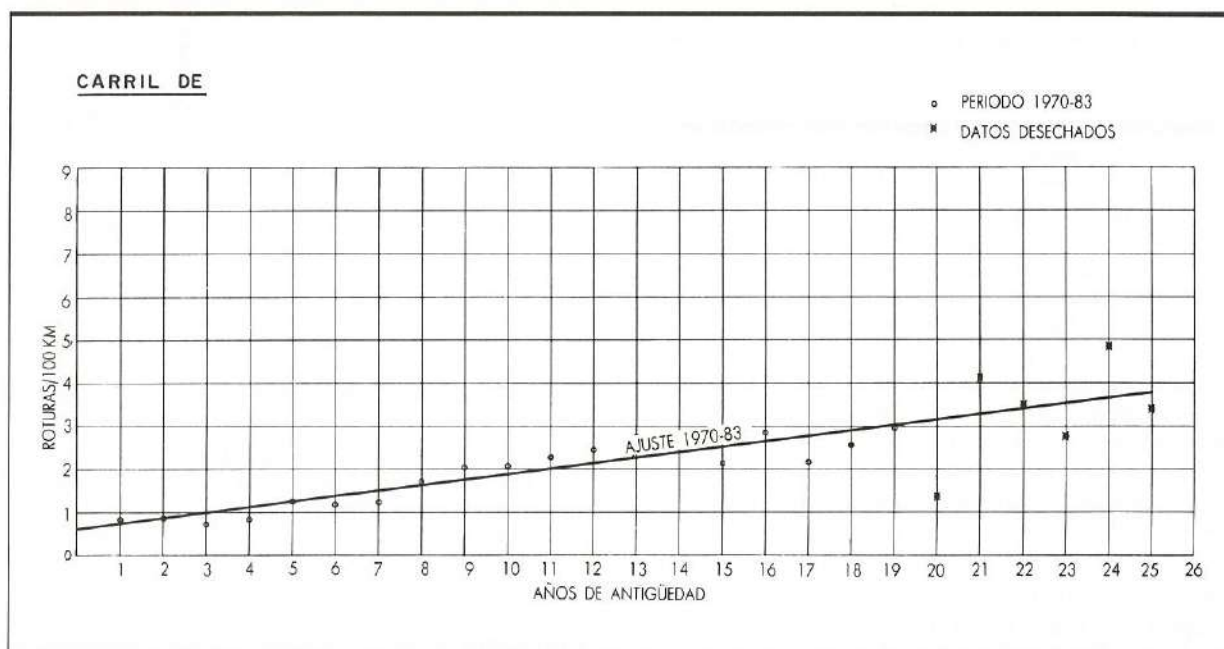


FIGURA 3. Carril de 54 kg/ml.

pero desplazada unos 10 años y que ha sido dibujada en el gráfico como línea de tendencia.

Este hecho confirma lo expuesto anteriormente respecto a la desaparición de los carriles más conflictivos, situados en la parte alta de la curva de ajuste, como consecuencia de trabajos de renovación de vía y, por tanto, la permanencia de aquellos que estando en situa-

ción más favorable, evolucionarían, si bien con menos virulencia, hacia la rotura, tras el paso de un período de unos diez años, pasado el cual puede apreciarse una nueva disminución, como consecuencia de una sustitución tardía del material. Posiblemente, el ajuste de una función de tipo sinusoidal explicaría la evolución del índice de roturas, que de no estar afectado por las renova-

ciones de vía, adoptaría una tendencia extremadamente creciente en el entorno de los 13-15 años.

3.3.2. Tráfico. La valoración de su influencia viene dada en una doble vertiente. Por una parte, al considerar la antigüedad del carril se conoce el tonelaje total soportado por el mismo. Por otra, al introducir el concepto de grupos de tráfico se tiene en consideración el fenómeno densidad de tráfico (tonelaje bruto remolcado diario) que es generalmente tenido en cuenta, como factor que puede incidir en la aparición de roturas en el carril.

Analizados los resultados reflejados en el epígrafe 3.2, para carril de 54 kg, se observa que a igualdad de densidad de tráfico soportado, la evolución del índice de roturas es lineal con la antigüedad, siempre que estemos en líneas del grupo 5 o del conjunto de grupos 4 + 5, es decir, es directamente proporcional al tráfico total soportado, siempre que éste sea superior a 12.500 TBR diarias de tráfico ficticio.

Para líneas del grupo 6, viene definida por una ecuación de tercer grado, en la que parece alcanzarse una estabilización en el incremento de roturas con el transcurso del tiempo.

Para carril de 45 kg, sin olvidar lo indicado en el epígrafe 3.2, respecto a la bondad de ajuste, se aprecia una tendencia a una evolución muy rápida de las roturas, en líneas de los grupos 4 + 5, hasta una edad en torno a los 14 años con disminución posterior igualmente rápida.

Esta misma tendencia se presenta en líneas del grupo 6, si bien el máximo de desplaza hacia los 20 años y el índice de roturas es del orden de 2/3 del anterior.

Ahora bien, la posibilidad de explicar la relación entre el peso del carril, antigüedad y tráfico ficticio a través de unas funciones hay que aceptarla o rechazarla, confrontando las hipótesis expuestas con los resultados relativos a los datos disponibles correspondientes al período 1979-83 (1.075 casos).

Para ello, siguiendo un proceso similar al desarrollado en el epígrafe anterior, se tienen los gráficos que se acompañan en las figuras 4 y 5, en los que se han dibujado las curvas de ajuste para cada caso, juntamente con los valores correspondientes al período 1979-83 y la línea de tendencia que se observa en éstos.

Del examen de los gráficos se deduce lo siguiente:

3.3.2.1. CARRIL DE 54 KG

Grupo 4 + 5. Dada la proximidad de los resultados entre el grupo 5 y el conjunto de ambos grupos, y teniendo en cuenta que durante este último período estudiado se ha producido un travase de trayectos entre ambos, se ha considerado conveniente, en aras de una mayor fiabilidad, centrar los resultados en el conjunto de los dos grupos.

Los puntos no se ajustan exactamente a la función prevista, siguiendo una tendencia creciente lineal de menor pendiente que la previsión establecida (tal vez por el mejor estado de la infraestructura y, por tanto, de la calidad de la vía en los últimos años), o suavemente

exponencial, no pudiendo confirmarse esta última con carrillaje de la antigüedad estudiada.

La función de ajuste de los últimos años adopta la expresión siguiente:

$$R = 0,1149 A + 0,7385$$

Sin embargo, el bajo coeficiente de correlación obtenido ($\rho = 0,74$), nos hace aceptar con serias reservas el hecho que se presenta tan evidente en el estudio del período 1970-78, respecto a la simplicidad de la función obtenida para este tipo de tráfico.

Únicamente podría hablarse de una tendencia en el crecimiento de los defectos hacia una proporcionalidad entre el tonelaje total soportado y el índice de roturas, para densidades de tráfico ficticio comprendidas entre 12.500 y 40.000 TBR diarias.

Ahora bien, el hecho de que una ley lineal, como la determinada para el carril de 54 kg en su conjunto, sea aceptable, y de que el carril de este tipo sometido a tráfico inferiores (Grupo 6) experimente una tendencia hacia una estabilización en el número de roturas anuales como se verá a continuación, hace pensar en la existencia de un crecimiento con más probabilidad ligeramente exponencial que lineal, para el caso que nos ocupa.

Ello estaría en la línea de investigaciones extranjeras al respecto, que admiten crecimientos exponenciales de los índices de roturas acumulados en función del tonelaje total soportado.

Grupo 6. Como puede apreciarse en la figura 4, la evolución de roturas en el período 1979-83 se ajusta aceptablemente a la función de 3.º grado prevista tras el estudio del conjunto de los nueve años anteriores, a saber:

$$R_A = -0,00254 A^3 + 0,07283 A^2 - 0,49147 A + 1,30529$$

La extrapolación de la misma se cumple sensiblemente hasta los 20 años de antigüedad. No obstante, la tendencia hacia cero que se aprecia, podría ser una consecuencia de la poca trascendencia de las roturas de carril de 54 kg, en líneas del grupo 6, lo que parece indicar el empleo de un tipo de carril holgadamente apto para desempeñar su misión en líneas de tan escaso tráfico.

Así pues, para líneas de tráfico ficticio inferior a 12.500 TBR diarias, la tendencia a una estabilización en el número de roturas a partir de los 15 años de antigüedad en torno a la cifra de 1,5 roturas/100 km parece evidente, al menos hasta una edad de 23 años, como lo confirman las cifras orientativas de los casos de rotura no tratados, por corresponder a longitudes de vía no comprendidas en el intervalo adoptado como idóneo para el estudio.

3.3.2.2. CARRIL DE 45 KG

Grupo 4 + 5. Los resultados obtenidos comparativamente con el estudio del grupo 5, ponen de manifiesto la

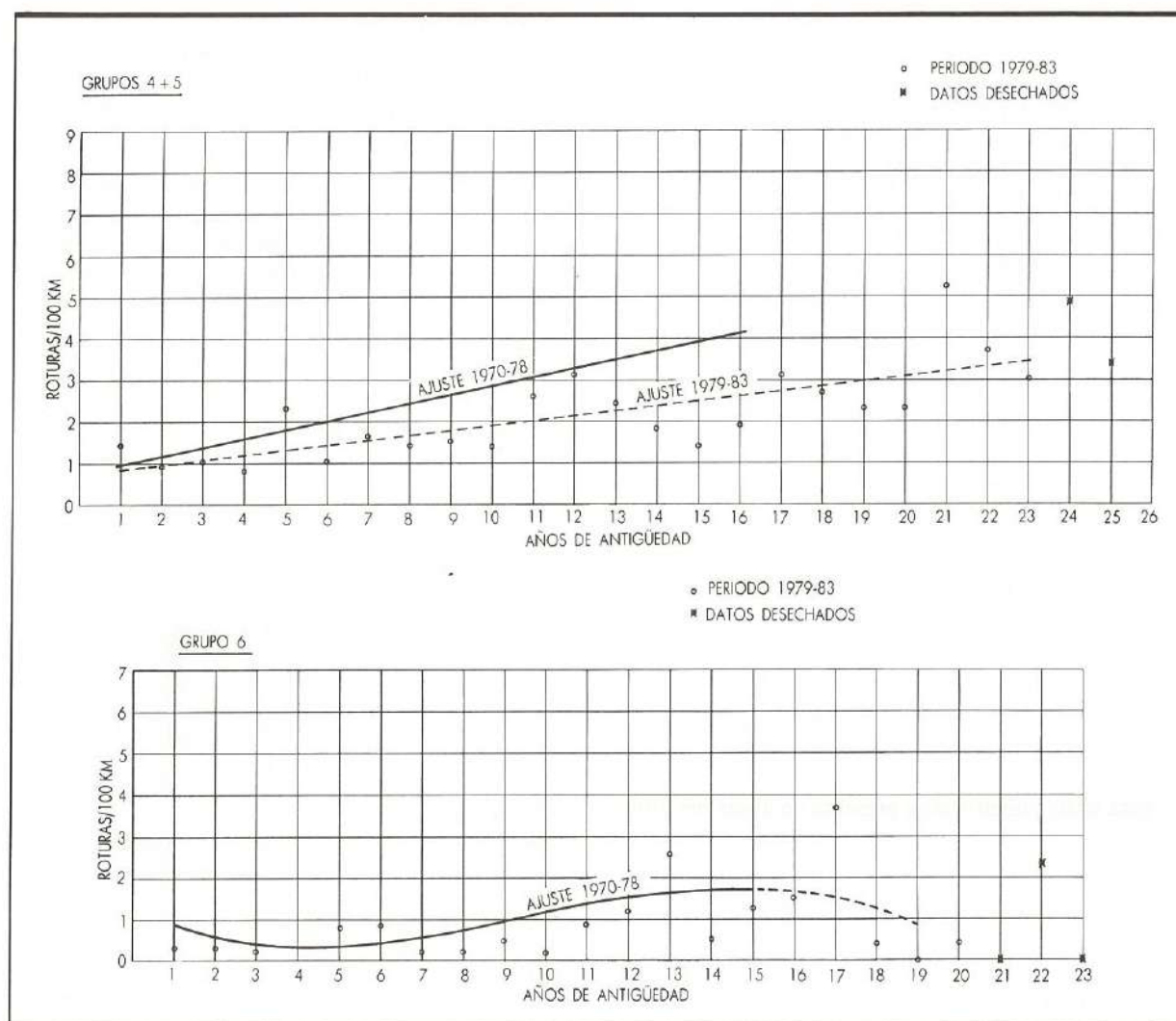


FIGURA 4. Carril de 54 kg/ml.

mayor importancia del tráfico en este tipo de carril. De hecho, los valores del período 1979-83 son notablemente más elevados en el conjunto de ambos grupos, que en el 5 únicamente. De ahí la enorme influencia de toneladas ficticias superiores a 25.000 TBR diarias, que determinan lo inapropiado en estos casos del empleo de carril de 45 kg.

Respecto al ajuste, en ambos casos se aprecia el cumplimiento de la curva únicamente entre 17 y 20 años (figura 5). El hecho de que existan pocos puntos comunes entre los períodos 1970-78 y 1979-83 es debido a la sustitución de carrilaje de 45 por 54 kg en las líneas de la Red y a la no colocación de carrilaje nuevo de 45 kg, lo que hace que apenas exista carril de antigüedad inferior a 16 años.

Las circunstancias expuestas en cuanto al análisis global, únicamente por antigüedad, se exacerban clara-

mente al tratar por separado los grupos de tráfico y particularmente el conjunto 4 + 5.

Así se confirma que una función senoidal podría explicar con más posibilidad el fenómeno, pudiendo estimarse una edad de unos 14 años como vida límite del carril de 45 kg sometido a circunstancias desfavorables del entorno y de unos 26 años en condiciones favorables del mismo.

Grupo 6. Los resultados del período 1979-83 (figura 5) discrepan totalmente del ajuste hallado, bastante deficiente, por cierto, según ponen de manifiesto el test de bondad y el coeficiente de correlación relativamente bajo. También en este caso se manifiesta la influencia de las renovaciones de vía, acometidas cuando se habían alcanzado índices de rotura similares a los del grupo 4 + 5, pero tras un período de 20-22 años, consecuencia lógica del menor tráfico soportado diariamente.

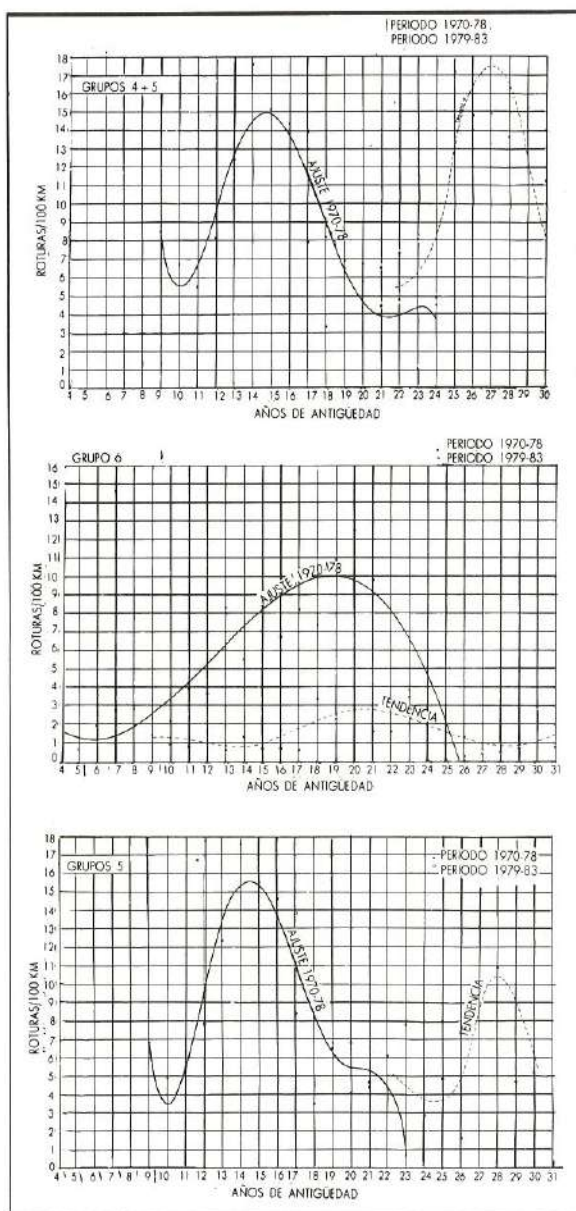


FIGURA 5. Carril de 45 kg/ml.

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la Red Española se encuentran, con algunas variantes, en la línea de los obtenidos por otras Administraciones Ferroviarias. Así lo corroboran las conclusiones siguientes referidas a nuestra Red:

— Con valores próximos a los de la Administración holandesa puede afirmarse que el carril de 45 kg/ml es inapropiado para cargas superiores a 25.000 TBR de tráfico ficticio diario, por la alta tasa de roturas alcanzada con una antigüedad relativamente baja.

La duración media de este tipo de carril es inferior a 14 años, con un tráfico total soportado de 135 MTBR (*).

— El carril de 54 kg/ml experimenta en su conjunto una evolución lineal del índice de roturas anuales, en función de su antigüedad en servicio, pudiendo alcanzar sin dificultades una duración de 25 años, habiendo soportado un tráfico de 230 MTBR.

En la distribución por grupos de tráfico no es tan evidente el modelo lineal, al que, no obstante, se aproxima el carrilaje que soporta un tráfico ficticio diario comprendido entre 12.500 y 40.000 TBR.

Para densidades por debajo de este intervalo, se ha observado una estabilización indefinida del índice de roturas, a partir de los 15 años de servicio, apreciándose una tendencia ligeramente creciente hasta una asíntota en torno a las 1,5 roturas/100 km, prueba del innecesario empleo de este tipo de carril en tráficos tan escasos.

BIBLIOGRAFIA

- LOSADA. Estructura de la vía (Cuaderno n.º 2). E.T.S. Ingenieros de Caminos, Madrid, 1987.
- ORE. Question D 88. Etude des défauts des rails en voie, RP 2. Utrecht, octubre 1965.
- ORE. Question D 117. Adaptation optimale de la voie classique au trafic de l'avenir, RP 3. Utrecht, abril 1973.
- ORE. Question E 162. Contrôles non destructifs des matériels en service, RP 2. Utrecht, abril 1985.
- PRASIL Y MOULIN. Etude statistique de la méthode de contrôle des rails en voie. Revue générale des chemins de fer, junio 1981.
- VINOT. Etat actuel de la politique des rails à la S.N.C.F. Revue générale des chemins de fer, diciembre 1975.

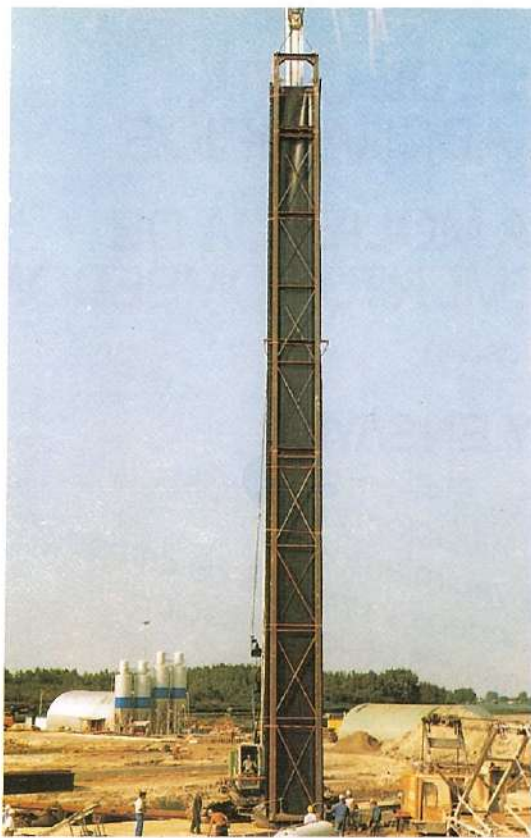
(*) MTBR = Millón de toneladas brutas remolcadas.

GEOLINER

al servicio de la Ingeniería Civil

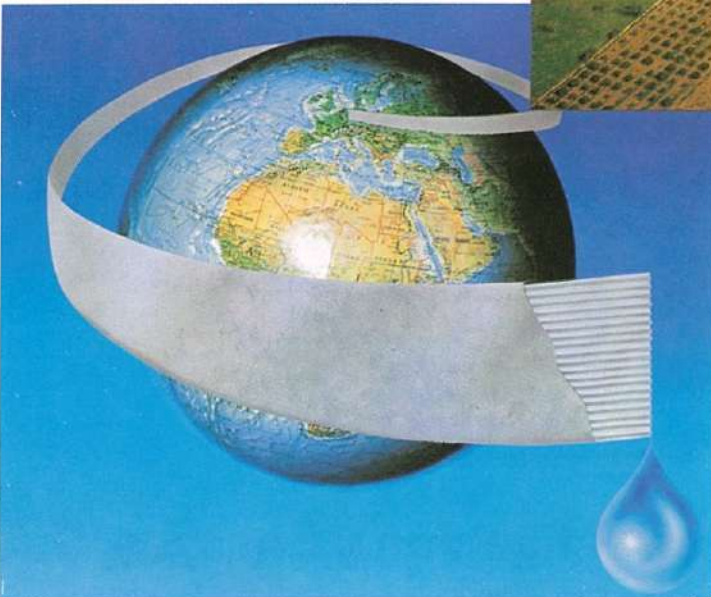
GEOLOCK®

IMPERMEABILIZACION VERTICAL
de terrenos con láminas de Polietileno de Alta
Densidad (PEAD); hasta 40 m. de profundidad.



GEOLINE

IMPERMEABILIZACION DE
SUPERFICIES con láminas fle-
xibles de Polietileno de Alta
Densidad (PEAD).



MEBRA-DRAIN®

ASENTAMIENTO Y ESTABI-
LIZACION DE SUELOS por drenaje
vertical, hasta 40 m. de pro-
fundidad.

- GRANDES OBRAS HIDRAULICAS: Embalses; Canales; Presas; etc.
- SANEAMIENTO: Lagunajes; Depuradoras; Biodigestores; etc.
- MEDIO AMBIENTE: Vertederos; Balsas de lixiviados; Sellado de Vertederos; etc.
- EDIFICACION: Depósitos; Cubiertas; Terrazas; etc.
- CARRETERAS: Consolidación de Terrenos Saturados; Puentes; Túneles; etc.
- PUERTOS: Balsas de recogida de lastres; Balsas de Almacenamiento de lodos; etc.
- AGRICULTURA: Acequias; Grandes Balsas; Sifones; etc.
- ACUICULTURA: Piscifactorias; Granjas de Cultivos; etc.

CAMPOS DE APLICACION:

**GEOTECHNICS
HOLLAND BV**

Zuider IJdijk 58, 1095 KJ Amsterdam
P.O. Box 4900, 1009 AX Amsterdam
Tel. 020-665 16 14 or 665 14 04
Telex 18481 GEOTH NL
Telefax 020-94 14 57



GEOLINER
GEO LINER SYSTEMS, S.A.

Chile, 1 - Portal 1, 2.º - 2
Tels. 639 67 11 - 639 68 50 - 638 64 20
Fax 639 24 82
28020 MAJADAHONDA (MADRID)



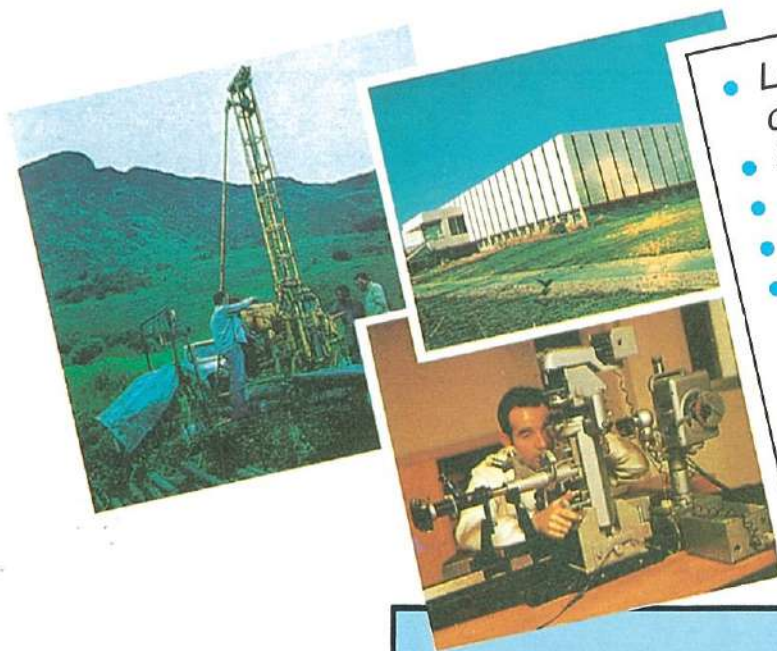
COFRA b.v.

Kantoor: Zuider-IJdijk 58, 1095 KJ Amsterdam
Téléfoon: 020 - 93 45 96 / 93 14 65
Telex: 18481 GEOTH NL
Telefax: 020 - 94 14 57

**GEOLOGIA, GEOTECNIA, CONTROL DE OBRA,
CONTROL MEDIO AMBIENTAL Y LABORATORIOS.**

**FABRICACION DE: ADITIVOS PARA MOLIENDA DE
CEMENTO Y PARA HORMIGON, CEMENTO ROMPEDOR
DE ALTA SEGURIDAD** (silencioso, no explosivo).

PROYECTOS, ESTUDIOS, ANALISIS Y ENSAYOS



- Localización y estudios de yacimientos.
- Sondeos y ensayos de campo
- Ensayos de identificación
- Ensayos mecánicos
- Ensayos de control y caracterización
- Descripción geológica
- Características Geotécnicas
- Análisis y caracterización de minerales y concentrados.
- Análisis de carbones.



Compañía Internacional de Investigación y Ensayos, S.A.

Carretera Madrid-Toledo, Km. 50 (desvío de Cabañas de la Sagra). 45520 Villaluenga de la Sagra (Toledo).
Tels. (925) 53 03 00 - 53 06 12 - 53 03 09. Fax. (925) 53 11 36 • Azorín, 2. 13170 Miguelturra (Ciudad Real). Tel. (926) 22 98 36

LABORATORIO ACREDITADO POR EL MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA PARA LOS ENSAYOS DE YESOS, CEMENTOS Y SUS PREFABRICADOS • LABORATORIO HOMOLOGADO POR EL MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO EN LAS CLASES A (HORMIGONES) y C (SUELOS) • LABORATORIO ACREDITADO POR LA RED ESPAÑOLA DE LABORATORIOS DE ENSAYO • EMPRESA COLABORADORA DE LA ADMINISTRACION (ECA) EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE.