

como se merecen. Una vez necesitó hacer un estudio en grande de unos tubos de hormigón para una tubería de agua; hizo un detenido estudio del árido, y se hicieron los ensayos de romper los tubos con la prensa hidráulica. Se predecía con exactitud la carga a que los tubos habían de romper; las diferencias entre el cálculo y la realidad eran insignificantes. Quéde bien convencido de que con aquel estudio previo, muy minucioso, se pueden hacer obras de hormigón en masa con una precisión y una seguridad imposibles de tener cuando no se ha puesto toda la atención y el cuidado necesarios en las dosificaciones y en el estudio de los materiales.

Los granos de arena y los trozos de piedra están

envueltos por el cemento. En las compresiones hay una parte que el cemento resiste y otra aguantada por la arena y la piedra. En las tracciones intervienen otros elementos: la resistencia a la rotura de cada grano, la del cemento y la adherencia de los granos del árido con el aglomerante. Puede romperse la probeta porque se rompan los granos, o porque se rompa el cemento, o porque los granos se despeguen de su alvéolo.

Todo esto es lo que hay que conocer. Y, si nada sabemos, iremos a tientas y tendremos que buscar en otras estructuras y por otros caminos, más complicados y costosos, lo que buenamente nos daría un vulgar hormigón en masa, estudiado sin vulgaridad.

Eduardo DE CASTRO
Ingeniero de Caminos

Problemas ferroviarios¹

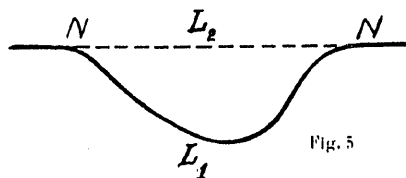
II

Problema núm. 2.—Línea de acortamiento

A) Cuando no exista tráfico local en el ramal de acortamiento.

a) No está hecho ningún trozo del ramal de acortamiento. Sean:

$T = d \cdot L_1$ = tráfico de tránsito en NL_1N que va



a pasar por el acortamiento, y que en éste, por estar en la relación de las longitudes, será $T_2 = d \cdot L_2 T_1$ = tráfico local en NL_1N , y todos los demás elementos designados con las letras establecidas al principio, con el subíndice uno los correspondientes al trozo que se corta, y con el dos los del acortamiento.

El coste del transporte en el trozo NL_1N por la línea existente es:

$$G_1 = \left(\frac{C_1}{n} + m_1\right) \cdot L_1 + \left(\frac{M_1}{n} + b_1 + \frac{H}{r}\right) \cdot T_1 + \frac{H}{r} \cdot T_1$$

El coste del mismo transporte, una vez establecido el acortamiento, sería:

$$G = \left(\frac{C_1}{n} + m_1\right) \cdot L_1 + \left(\frac{M_1}{n} + b_1 + \frac{H}{r}\right) \cdot T_1 + \left(\frac{C_2}{n} + m_2\right) \cdot L_2 + \left(\frac{M_2}{n} + b_2\right) \cdot T_2$$

Para que sea conveniente el acortamiento es preciso que $G_1 - G > 0$; o sea,

$$\left(\frac{M_1}{n} + b_1\right) d \cdot L_1 - \left(\frac{C_2}{n} + m_2\right) \cdot L_2 - \left(\frac{M_2}{n} + b_2\right) \cdot d \cdot L_2 > 0$$

$$\left[\left(\frac{M_1}{n} + b_1\right) \cdot \frac{L_1}{L_2} - \left(\frac{M_2}{n} + b_2\right)\right] \cdot d > \frac{C_2}{n} + m_2$$

$$d > \frac{\frac{C_2}{n} + m_2}{\left(\frac{M_1}{n} + b_1\right) \cdot \frac{L_1}{L_2} - \left(\frac{M_2}{n} + b_2\right)}$$

y si se puede suponer que $M_1 = M_2 = M$, y $b_1 = b_2 = b$,

$$d > \frac{\frac{C_2}{n} + m_2}{\left(\frac{M}{n} + b\right) \left(\frac{L_1}{L_2} - 1\right)}$$

Observemos que esta densidad, si bien alcanza un valor muy elevado, es siempre real y positiva; es decir, que es posible que, dentro de las condiciones de este caso, convenga a la economía social construir un ramal de acortamiento. Veamos cuáles tienen que cumplirse para que conviniera construirlo a la Compañía que explota la línea. Sería preciso, para ello, que la disminución de gastos, menos de la disminución de ingresos que experimenta, y que es igual a $p \cdot d(L_1 - L_2)$, siendo p la tarifa, fuese mayor que cero, o sea:

$$\left(\frac{M}{n} + b\right) \left(\frac{L_1}{L_2} - 1\right) \cdot d \cdot L_2 - \left(\frac{C_2}{n} + m_2\right) -$$

$$- p \left(\frac{L_1}{L_2} - 1\right) \cdot d \cdot L_2 > 0$$

$$\left(\frac{L_1}{L_2} - 1\right) \left(\frac{M}{n} + b - p\right) \cdot d - \left(\frac{C_2}{n} + m_2\right) > 0$$

Ahora bien: p es siempre mayor que $\frac{M}{n} + b$, gastos variables por unidad de tráfico, y, por lo tanto, la expresión anterior no puede cumplirse para valores positivos de d , puesto que su primer término es siempre negativo. Esto nos dice que, en las condiciones de este caso, nunca le convendrá a una Compañía construir un ramal de acortamiento en sus líneas.

Aplicación.—Supongamos:

$$C_2 = 887\,000 \text{ ptas./km} \quad \frac{L_1}{L_2} = \frac{363}{282} = 1,29$$

y los demás con los valores fijados en la aplicación del primer caso.

¹ Véase el número anterior, página 409.

Para tráfico sólo de mercancías:

$$d_m > \frac{\frac{887\,000}{50} + 40\,000}{\left(\frac{0,06}{50} + 0,03\right)(1,29 - 1)} = \frac{57\,740}{0,0312 \cdot 0,29} = \frac{57\,740}{0,009048} = 6\,380\,000 \text{ t m-km/km}$$

o sea

$$0,009048 \cdot d_m > 57\,740$$

Para tráfico sólo de viajeros:

$$d_v > \frac{57\,740}{0,017 \cdot 0,29} = \frac{57\,740}{0,00493} = 11\,710\,000 \text{ viajeros-km/km}$$

o sea

$$0,00493 \cdot d_v > 57\,740$$

Y para tráfico mixto:

$$0,009048 \cdot d_m + 0,00493 \cdot d_v > 57\,740$$

Observemos que aquí puede darse el caso inverso del que presentamos en el primer problema: de que la línea de acortamiento sea inconveniente para la economía social, y, sin embargo, de una gran rentabilidad. Tal el tráfico sólo de mercancías que alcance una densidad de 2 000 000 de t m-km/km.

Los ingresos serían:

$$2\,000\,000 \cdot 0,10 = 200\,000 \text{ ptas./km}$$

y los gastos,

$$40\,000 + 2\,000\,000 \cdot 0,03 = 100\,000 \text{ ptas./km}$$

Beneficio líquido, 100 000 ptas./km, que representa una rentabilidad del $\frac{100\,000 \cdot 100}{887\,000} = 11,3\%$.

b) Existe un trozo del acortamiento hecho y funcionando con el tráfico local.

llamemos $T = d \cdot L_1$ al tráfico de tránsito, que

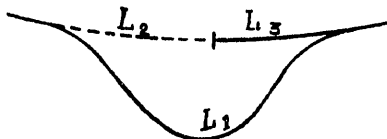


Fig. 6

sobre L_2 (parte del acortamiento a construir) dará $T_2 = d \cdot L_2$, y sobre L_3 (parte del mismo construida), $d \cdot L_3$:

$$\begin{aligned} T_1 &= \text{tráfico local en } L_1 \\ T_3 &= \text{ " " en } L_3 \end{aligned}$$

Los demás elementos, con los subíndices 1, 2 y 3, serán los correspondientes a L_1 , L_2 y L_3 , respectivamente.

El gasto, antes de construir el trozo L_2 , es:

$$G_1 = \left(\frac{C_1}{n} + m_1\right) \cdot L_1 + \left(\frac{M_1}{n} + b_1\right) (T + T_1) + \frac{H}{r_1} \cdot T_1 + \left(\frac{C_3}{n} + m_3\right) \cdot L_3 + \left(\frac{M_3}{n} + b_3 + \frac{H}{r_3}\right) \cdot T_3$$

Y después de construido dicho trozo sería:

$$G = \left(\frac{C_1}{n} + m_1\right) \cdot L_1 + \left(\frac{M_1}{n} + b_1 + \frac{H}{r_1}\right) \cdot T_1 + \left(\frac{C_2}{n} + m_2\right) \cdot L_2 + \left(\frac{M_2}{n} + b_2\right) \cdot T_2 + \left(\frac{C_3}{n} + m_3\right) \cdot L_3 + \left(\frac{M_3}{n} + b_3\right) (T_3 + d \cdot L_3) + \frac{H}{r_3} \cdot T_3$$

Para que sea conveniente su construcción es preciso que $G_1 - G > 0$; o sea:

$$\begin{aligned} &\left(\frac{M_1}{n} + b_1\right) \cdot T - \left(\frac{C_2}{n} + b_2\right) \cdot L_2 - \left(\frac{M_2}{n} + b_2\right) \cdot T_2 - \\ &\quad - \left(\frac{M_3}{n} + b_3\right) \cdot d \cdot L_3 > 0 \\ &\left[\left(\frac{M_1}{n} + b_1\right) \cdot L_1 - \left(\frac{M_2}{n} + b_2\right) \cdot L_2 - \left(\frac{M_3}{n} + b_3\right) \cdot L_3\right] \cdot d - \\ &\quad - \left(\frac{C_2}{n} + m_2\right) \cdot L_2 > 0 \\ &d > \frac{\left(\frac{C_2}{n} + m_2\right) \cdot L_2}{\left(\frac{M_1}{n} + b_1\right) \cdot L_1 - \left(\frac{M_2}{n} + b_2\right) \cdot L_2 - \left(\frac{M_3}{n} + b_3\right) \cdot L_3} \end{aligned}$$

y suponiendo

$$\begin{aligned} M_1 = M_2 = M_3 = M \quad \text{y} \quad b_1 = b_2 = b_3 = b \\ d > \frac{\left(\frac{C_2}{n} + m_2\right) \cdot L_2}{\left(\frac{M}{n} + b\right) (L_1 - L_2 - L_3)} = \frac{\frac{C_2}{n} + m_2}{\left(\frac{M}{n} + b\right) \left(\frac{L_1 - L_3}{L_2} - 1\right)} \end{aligned}$$

Comparando esta expresión con la que resulta en el caso de no estar hecho ningún trozo del ramal de acortamiento, vemos que, como lógicamente tenía que ocurrir, se reduce a aquella cuando $L_3 = 0$.

Por otra parte, llamando A al acortamiento, en aquella $A = L_1 - L_2$, y, por tanto,

$$\frac{L_1}{L_2} - 1 = \frac{A}{L_1 - A} \quad [1]$$

y en la última:

$$A = L_1 - (L_2 + L_3) = (L_1 - L_3) - L_2$$

y

$$\frac{L_1 - L_3}{L_2} - 1 = \frac{A}{(L_1 - A) - L_3} \quad [2]$$

Al ser la fracción [2] mayor que la [1], resulta que la densidad del tráfico de tránsito que es necesaria en el caso de existir una parte L_3 del ramal de acortamiento es menor que la precisa cuando no hay en explotación ningún trozo (a igualdad de L_1 y A), y tanto menor cuanto mayor sea L_3 , hasta hacerse cero cuando $L_3 = L_1 - A$, o sea que esté en explotación todo el ramal de acortamiento, como parece natural que ocurra sin necesidad de recurrir a cálculos.

Aplicación.—Supongamos:

$$\begin{aligned} C_2 &= 700\,000 \text{ ptas./km} & L_1 &= 441 \text{ km} & L_2 &= 113 \text{ km} \\ & & L_3 &= 240 \text{ km} \end{aligned}$$

siendo los demás valores los supuestos en las anteriores aplicaciones.

Para tráfico de mercancías tendremos:

$$d_m > \frac{\frac{700\,000}{50} + 40\,000}{0,0312 \cdot 0,78} = \frac{54\,000}{0,024336} = 2\,220\,000 \text{ t m-km/km}$$

O sea

$$0,024336 \cdot d_m > 54\,000$$

y para viajeros,

$$d_v > \frac{54\,000}{0,017 \cdot 0,78} = \frac{54\,000}{0,01326} = 4\,070\,000 \text{ viajeros-km/km}$$

O sea

$$0,01326 \cdot d_v > 54\,000$$

Para tráfico mixto debería realizarse:

$$0,024336 \cdot d_m + 0,01326 \cdot d_v > 54\,000$$

B) Con tráfico local en el ramal de acortamiento servido por carretera:

a) No está hecho ningún trozo del ramal de acortamiento.

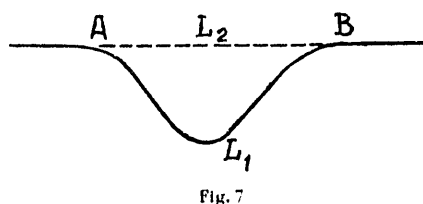


Fig. 7

Sean:

$T = d \cdot L_1$, el tráfico de tránsito, que en L_2 será $d \cdot L_2$.

T_1 = tráfico local en L_1 .

$T_2 = D_2 \cdot L_2$, tráfico local entre puntos de L_2 , que en la carretera será $D_2 \cdot L'_2$.

$t_2 = d_2 \cdot L_2$, tráfico entre puntos de L_2 y puntos sobre el ferrocarril fuera de A y de B, que en la carretera será $d_2 \cdot L'_2$. Este tráfico, servido ahora por la carretera hasta A y B, teniendo, por lo tanto, sólo una operación de carga y descarga en el espacio que estudiamos, con el acortamiento aumentará sus gastos en un transporte a estación, cuyo coste por unidad vamos a llamar h .

R = recorrido medio de T_2 ; r = recorrido medio sobre el ramal de acortamiento, de t_2 .

Los demás elementos seguirán siendo designados como hasta aquí.

Veamos la diferencia de gastos que se tiene en el transporte de T_2 y t_2 con el ramal de acortamiento, sin tener en cuenta los gastos fijos de éste, ya considerados al comparar los del tráfico de tránsito.

Gastos sin él:

$$\left(\frac{C'}{n} + m'\right) L'_2 + \left(\frac{M'}{n} + b'\right) (d_2 + D_2) \cdot L'_2$$

Gastos con él:

$$\left(\frac{C'}{n} + m'\right) \cdot L'_2 + \frac{M'}{n} (d_2 + D_2) \cdot L'_2 + \left(\frac{M_2}{n} + b_2\right) (d_2 + D_2) \cdot L_2 + \frac{H}{R} \cdot D_2 \cdot L_2 + \frac{h}{r} \cdot d_2 \cdot L_2$$

La diferencia será:

$$\left[b' \cdot L'_2 - \left(\frac{M_2}{n} + b_2\right) \cdot L_2\right] (d_2 + D_2) - \frac{H}{R} \cdot D_2 \cdot L_2 - \frac{h}{r} \cdot d_2 \cdot L_2$$

y será preciso, para que el ramal de acortamiento sea conveniente, que, sumada a la que resulta para el tráfico de tránsito, esa suma sea mayor que cero:

$$\left[\left(\frac{M_1}{n} + b_1\right) \cdot \frac{L_1}{L_2} - \left(\frac{M_2}{n} + b_2\right)\right] d + \left[b' \cdot \frac{L'_2}{L_2} - \left(\frac{M_2}{n} + b_2\right)\right] (d_2 + D_2) - \frac{H}{R} \cdot D_2 - \frac{h}{r} \cdot d_2 - \left(\frac{C_2}{n} + m_2\right) > 0$$

y suponiendo

$$\begin{aligned} M_1 = M_2 = M & \quad b_1 = b_2 = b \\ \left(\frac{M}{n} + b\right) \left(\frac{L_1}{L_2} - 1\right) \cdot d + \left[b' \cdot \frac{L'_2}{L_2} - \left(\frac{M}{n} + b\right)\right] (d_2 + D_2) - \frac{H}{R} \cdot D_2 - \frac{h}{r} \cdot d_2 > \frac{C_2}{n} + m_2 \end{aligned}$$

Aplicación.—Apliquemos esa fórmula para los valores:

$$\begin{aligned} C_2 = 887\,000 \text{ ptas./km} & \quad \frac{L_1}{L_2} = 1,29 & \quad \frac{L'_2}{L_2} = \frac{240}{282} = 0,851 \\ \left\{ \begin{array}{l} H = 1,20 \text{ ptas./t m} \\ H = 2 \text{ ptas./viajero} \end{array} \right. & \quad \left\{ \begin{array}{l} h = 0,30 \text{ ptas./t m} \\ h = 1 \text{ pta./viajero} \end{array} \right. \end{aligned}$$

Los demás valores, iguales a los de las anteriores aplicaciones.

Para tráfico de mercancías:

$$0,009048 d_m + 0,20708 (d_{2m} + D_{2m}) - \frac{1,20}{R_m} \cdot D_{2m} - \frac{0,30}{r_m} \cdot d_{2m} > 57\,740$$

Y para viajeros:

$$0,00493 d_v + 0,03406 (d_{2v} + D_{2v}) - \frac{2}{R_v} \cdot D_{2v} - \frac{1}{r_v} \cdot d_{2v} > 57\,740$$

Para tráfico mixto, la suma de los primeros términos de las dos desigualdades ha de ser mayor que el segundo.

b) Existe un trozo del acortamiento hecho y funcionando con el tráfico local.

Por el mismo procedimiento se llega a una fórmula que sólo se diferencia de la anterior en el sumando correspondiente al tráfico de tránsito, en el que, en vez del factor

$$\left(\frac{L_1}{L_2} - 1\right) \text{ figura } \left(\frac{L_1 - L_3}{L_2} - 1\right)$$

Problema núm. 3.—Líneas de prolongación.

a) ¿Conviene construir ferrocarril o carretera?

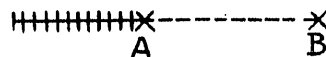


Fig. 8

$T = D \cdot L$ y $T' = D \cdot L' =$ tráfico local entre A y B.

$t = d \cdot L$ y $t' = d \cdot L' =$ tráfico entre puntos de la línea existente y puntos de la prolongación.

$R =$ recorrido medio de T ; $r =$ recorrido medio de t sobre la prolongación.

Gastos con la carretera:

$$G' = \left(\frac{C'}{n} + m' \right) \cdot L' + \left(\frac{M'}{n} + b' \right) (d + D) \cdot L'$$

Gastos con el ferrocarril:

$$G = \left(\frac{C}{n} + m \right) \cdot L + \left(\frac{M}{n} + b \right) (d + D) + \frac{H}{R} \cdot D \cdot L + \frac{h}{r} \cdot d \cdot L$$

Si $G' - G > 0$; o sea:

$$\left[\left(\frac{M'}{n} + b' \right) \cdot \frac{L'}{L} - \left(\frac{M}{n} + b \right) \right] \times (d + D) - \frac{H}{R} \cdot D - \frac{h}{r} \cdot d > \left(\frac{C'}{n} + m' \right) \cdot \frac{L'}{L} - \left(\frac{C}{n} + m \right)$$

convendrá el ferrocarril; en caso contrario, la carretera.

b) Si la carretera existe ya, obtendremos por el mismo procedimiento que convendrá hacer el ferrocarril, si

$$\left[b' \cdot \frac{L'}{L} - \left(\frac{M}{n} + b \right) \right] \times (d + D) - \frac{H}{R} \cdot D - \frac{h}{r} \cdot d > \frac{C}{n} + m$$

Problema núm. 4.—Línea de enlace.

a) ¿Conviene construir ferrocarril o carretera?

$T = D \cdot L$ y $T' = D \cdot L' =$ tráfico local entre A y B.

$t = d \cdot L$ y $t' = d \cdot L' =$ tráficos entre puntos de las líneas existentes y puntos de la línea de enlace.

$T_1 = d_1 \cdot L$ y $T'_1 = d_1 \cdot L' =$ tráficos de tránsito.

$R =$ recorrido medio de T .

$r =$ recorrido de t sobre el enlace.

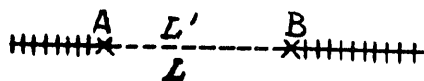


Fig. 9

Gastos con la carretera:

$$G' = \left(\frac{C'}{n} + m' \right) \cdot L' + \left(\frac{M'}{n} + b' \right) (D + d + d_1) \cdot L' + 2 \cdot h_1 \cdot d_1$$

Gastos con el ferrocarril:

$$G = \left(\frac{C}{n} + m \right) \cdot L + \left(\frac{M}{n} + b \right) (D + d + d_1) \cdot L + \frac{H}{R} \cdot D \cdot L + \frac{h}{r} \cdot d \cdot L$$

siendo h_1 coste de una carga o descarga.

Si $G' > G$, o sea

$$\left[\left(\frac{M'}{n} + b' \right) \cdot \frac{L'}{L} - \left(\frac{M}{n} + b \right) \right] \cdot (D + d + d_1) + \frac{2h_1}{L} \cdot d_1 - \frac{H}{R} \cdot D - \frac{h}{r} \cdot d > \left(\frac{C'}{n} + m' \right) \cdot \frac{L'}{L} - \left(\frac{C}{n} + m \right)$$

convendrá el ferrocarril, y, en caso contrario, la carretera.

b) Si la carretera existe ya, resulta que convendrá hacer el ferrocarril, si

$$\left[b' \cdot \frac{L'}{L} - \left(\frac{M}{n} + b \right) \right] \times (D + d + d_1) + \frac{2h_1}{L} \cdot d_1 - \frac{H}{R} \cdot D - \frac{h}{r} \cdot d > \frac{C}{n} + m$$

Para establecer en cualquiera de los casos estudiados, cuando esté ya en construcción un ferrocarril, la condición de conveniencia de continuarlo, no habrá más que sustituir, en la fórmula correspondiente, el valor de C por el importe por kilómetro que representa lo que falte por gastar. En todo caso, cuando los medios para construirlo son obtenidos por el Estado a costa de un interés i , deberá comprobarse que el beneficio que obtiene la economía social es comparable al sacrificio que realiza el Estado, y para ello no deberá tomarse un valor de n que sea mayor de $\frac{1}{i}$.

Para comparar la conveniencia de unos ferrocarriles con la de otros, puede tomarse como coeficiente la relación del valor del primer término al del segundo de las desigualdades establecidas.

Problema núm. 5.—¿Hasta qué límite ha de descender la densidad de tráfico en un ferrocarril para que convenga abandonarlo?

a) Cuando exista una carretera que pueda absorber su tráfico.

Gastos transportando por el ferrocarril:

$$G = \left(\frac{C}{n} + m \right) \cdot L + \left(\frac{M}{n} + b + \frac{H}{r} \right) \cdot d \cdot L + \left(\frac{C'}{n} + m' \right) \cdot L'$$

Gastos transportando por carretera y abandonando el ferrocarril:

$$G' = \frac{C}{n} \cdot L + \frac{M}{n} \cdot d \cdot L + \left(\frac{C'}{n} + m' \right) \cdot L' + \left(\frac{M'}{n} + b' \right) \cdot d \cdot L'$$

Para que conviniera abandonarlo sería preciso que $G - G' > 0$, o sea:

$$m \cdot L - \left[\left(\frac{M'}{n} + b' \right) \cdot L' - \left(b + \frac{H}{r} \right) \cdot L \right] \cdot d > 0$$

$$d < \frac{m}{\left(\frac{M'}{n} + b' \right) \cdot \frac{L'}{L} - \left(b + \frac{H}{r} \right)}$$

Observamos, desde luego, que este valor es menor, como debe ocurrir, que el mínimo necesario para que convenga construir el ferrocarril existiendo la carretera.

Con los valores numéricos que hemos venido aplicando, tenemos para tráfico de mercancías:

$$d < \frac{40\,000}{0,2824 - 0,03 - \frac{1,20}{r}} = \frac{40\,000}{0,2524 - \frac{1,20}{r}}$$

o sea

$$\left(0,2524 - \frac{1,20}{r} \right) \cdot d_m < 40\,000$$

$$\text{Con } H = 0 \quad d_m < 158\,500 \text{ t m-km/km}$$

Para tráfico de viajeros:

$$d_v < \frac{40\,000}{0,0612 - 0,016 - \frac{2}{r}} = \frac{40\,000}{0,0452 - \frac{2}{r}}$$

O sea,

$$\left(0,0452 - \frac{2}{r}\right) \cdot d_v < 40\,000$$

Con $H = 0$ $d_v < 885\,000$ viajeros-km/km

Para tráfico mixto:

$$\left(0,2524 - \frac{1,20}{r_m}\right) \cdot d_m + \left(0,0452 - \frac{2}{r}\right) \cdot d_v < 40\,000$$

b) Cuando hay que construir la carretera.
Del mismo modo se llega a la fórmula:

$$d < \frac{m - \left(\frac{C'}{n} + m'\right) \frac{L'}{L}}{\left(\frac{M'}{n} + b'\right) \frac{L'}{L} - \left(b + \frac{H}{r}\right)}$$

que, como es natural, da aún menores valores que en el caso anterior, por ser menor su numerador.

Problema núm. 6.—Existiendo una carretera y un ferrocarril en explotación paralelos, ¿hasta qué distancia puede ser conveniente que se haga el transporte por carretera?

Existiendo de modo permanente e independiente del tráfico los gastos fijos, es claro que convendrá hacer el transporte por carretera en la longitud en que los gastos variables del ferrocarril aumentados en los

de origen a estación y estación de término a destino, sean mayores que los variables del transporte por carretera, o sea mientras:

$$\left(\frac{M'}{n} + b'\right) \cdot L + H > \left(\frac{M'}{n} + b'\right) \cdot L'$$

y siendo

$$L' = \alpha L \quad L < \frac{H}{\left(\frac{M'}{n} + b'\right) \alpha - \left(\frac{M'}{n} + b'\right)}$$

Con los valores utilizados en los ejemplos anteriores y $\alpha = 0,80$, resulta, para mercancías,

$$L < \frac{1,20}{0,2824 \cdot 0,8 - 0,0312} = \frac{1,20}{0,19472} = 6,17 \text{ km}$$

$$L' = 4,936 \text{ km}$$

y para viajeros,

$$L < \frac{2}{0,0612 \cdot 0,8 - 0,017} = \frac{2}{0,03196} = 62,7 \text{ km}$$

$$L' = 50,16 \text{ km}$$

Es claro que en los casos en que

$$H = 0 \quad L = 0$$

o sea: no convendrá para ninguna longitud el transporte por carretera.

Repetiremos, antes de terminar, que todo este estudio está hecho desde el punto de vista de la economía directa, que es uno sólo —aunque el más importante, en la mayoría de los casos— de los factores que han de tenerse en cuenta en la resolución de problemas de transporte.

Juan ROMERA
Ingeniero de Caminos

Estudios previos al tendido de la red de distribución de un abastecimiento urbano de agua potable

Propósito y causa de estas líneas.—El propósito queda resumido en el título de este artículo. Hay bastantes cosas que estudiar, decidir y acoplar antes de extender una red nueva, o ampliar la existente; no trataré la cuestión con toda amplitud; sólo en lo que pueda ofrecer experiencia personal.

Cerca de cuatro años afecto a la red de distribución de los Canales del Lozoya y una rapidísima visita a los Estados Unidos de Norteamérica (pensionado por nuestra Escuela), no dejaron de formar y elevar mi punto de vista.

Cuando ceso en el citado cargo brindo, a los que empiezan, el resumen de mis observaciones.

I. Consideraciones generales

Previsión del proyecto.—Si entre los proyectos y la obra siempre hay diferencias, ¿qué no ha de ocurrir en esta clase de obras que dependen de proyectos de ensanche que tienen frecuentes reformas?

El proyecto sólo tiene valor en cuanto a sus ejes; el proyecto de una red de distribución da la norma, pero nada más.

Se precisa un *acoplamiento al terreno*, con poca

anticipación a la obra, a base de las rasantes y anchuras que realmente tengan las calles.

El planear bien este acoplamiento puede ser decisivo para la buena conservación y fácil explotación de la red.

La principal causa que se opone a nuestro deseo es de orden económico, motivándolo causa análoga; sólo en el equilibrio de ambas encontraremos la solución.

Si a la variabilidad de los planes de urbanización unimos la de los precios, ¿de qué servirá hacer este estudio al redactar el proyecto?

Polígonos.—El tipo más cómodo será el que sólo sirva un trozo de calle comprendido entre dos transversales contiguas; esto da lugar a muchas válvulas con sus arquetas, etc.; es muy caro.

El polígono más económico—de momento—sería el formado por toda la red sin válvula alguna; esto es muy incómodo para los abonados y produce frecuentes roturas en la red; hoy es francamente inadmisibile.

No pudiendo dar una fórmula, daremos algunas normas y observaciones.

Un desagüe encarece la obra por los trabajos de