CASOS EN QUE ES POSIBLE SUPRIMIR LAS CURVAS DE TRANSICION EN CARRETERAS

Por VENTURA ESCARIO UBARRI, Ingeniero de Caminos, y
MANUEL SOBREVIELA VIÑUALES, Ayudante de O. Públicas.

Se estudia y justifica en el presente artículo un gráfico de gran sencillez y utilidad para determinar los casos en que no es necesario el empleo de las curvas de transición en las carreteras.

Es de todos conocido el papel que las curvas de transición desempeñan en las carreteras. evitando el paso brusco del radio de curvatura infinito de la alineación recta al de la curva circular.

Si no se intercala transición entre recta y circunferencia, sucede, en definitiva, que es el conductor del vehículo el que se crea su curva de transición, desviándose del eje de su vía de circulación, con el consiguiente riesgo que ello representa para el vehículo que circula en dirección opuesta.

Ocurre, sin embargo, que dicha desviación ΔR, precisa, para que el vehículo pueda entrar y circular por la curva sin transición a la velocidad de cálculo de la carretera, es menor cuanto mayor es su radio. Llegará, por tanto, un momento en que realmente no será preciso utilizar curva de transición, ya que las desviaciones que habrá de sufrir el vehículo, respecto al eje de su vía de circulación, empalmando directamente recta y circunferencia, serán de muy poca importancia con relación al ancho de la vía.

Traduzcamos a términos concretos estas consideraciones.

En la figura 1.ª, el eje de la vía de circulación viene representado por las dos alineaciones rectas AB y DE y la curva circular BCD.

Pero el vehículo, en lugar de dicha trayectoria, hacemos la hipótesis de que seguirá la $AFGE$, formada por las dos curvas de transición AF y EG y la circunferencia FG de radio R', algo inferior al radio R del eje de la vía y concéntrica con él.

Nos interesa determinar el valor de la máxima desviación sufrida por el vehículo en función de su velocidad y del radio de la curva.

Esta desviación es precisamente igual a la diferencia $R - R'$, y su valor viene expresado, para el caso de la clotoide, por la relación (1):

$$R - R' = \Delta R = R'\left(\frac{\varphi_c^2}{3 \cdot 2!} - \frac{\varphi_c^4}{7 \cdot 4!} + \ldots + (-1)^{n+1}\frac{\varphi_c^{2n}}{(4n-1)(2n)!} + \ldots\right) \qquad [I]$$

siendo φ_c el ángulo señalado en la figura.

(1) Escario: *Caminos*, pág. 90.

Como más adelante justificaremos, sin error sensible se pueden despreciar todos los términos a partir del segundo, con lo cual queda:

$$\Delta R = \frac{R' \varphi_c^2}{6}. \qquad [II]$$

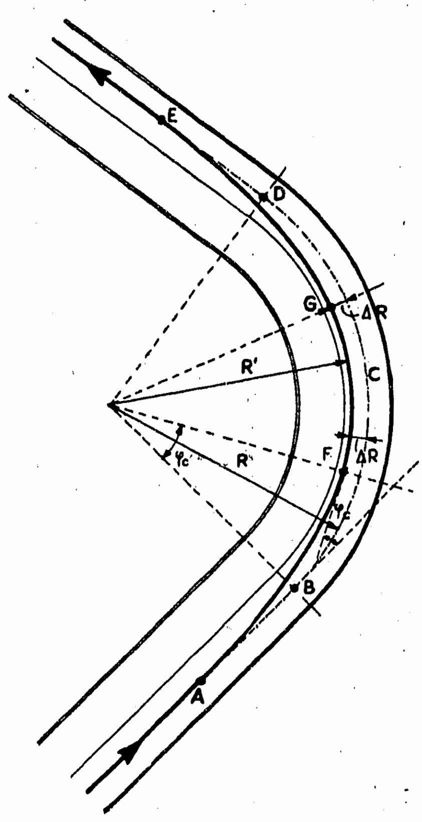

Figura 1.ª

Como para la clotoide se verifica (1):

$$\varphi_c = \frac{L_c}{2R'},$$

(1) Escario: *Caminos*, pág. 69.

siendo L_c la longitud de transición precisa, y al mismo tiempo (1):

$$L_c = 0{,}0351 \frac{V^3}{R'},$$

resulta, en definitiva, sustituyendo en [II]:

$$\Delta R = 0{,}00005133 \frac{V^6}{R'^3}.$$

Esta relación la hemos expresado gráficamente por medio del ábaco de la figura 2.ª, dando distintos valores a ΔR. En abscisas habrían de tomarse los radios R', desconocidos; pero para los valores de ΔR, oscilando entre 0,10 y 0,50 m., se puede entrar con un error totalmente despreciable, con los radios de la curva R.

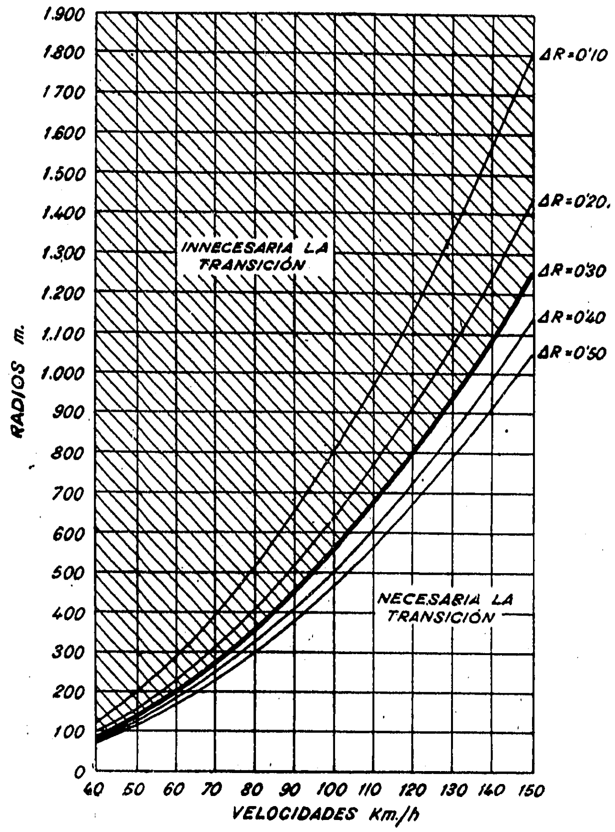

Figura 2.ª

Utilización del gráfico: La velocidad de cálculo y el radio de la curva, determinan un punto. Si cae en la zona rayada, no es preciso utilizar curva de transición. Si cae en zona sin rayar habrá de emplearse transición. En caso de querer adoptar una desviación admisible, diferente de $\Delta R = 0{,}30$, la curva correspondiente delimitará las dos nuevas zonas.

(1) Escario: *Caminos*, pág. 66.

En este gráfico, la velocidad de cálculo V y el radio de la curva R determinan un punto que si cae por encima de la curva ΔR, correspondiente a la desviación que vamos a tolerar, nos indica que no es preciso utilizar curva de transición; en caso de que cayera por debajo, sería preciso emplearla.

El valor a admitir para ΔR depende de diversas circunstancias como, por ejemplo, el ancho de la vía de circulación.

En el ábaco de la figura 2.ª hemos adoptado para ΔR el valor 0,30 m. Hemos dejado de todas formas también dibujadas las curvas correspondientes a otros valores, para dejar al proyectista plena libertad en la elección.

* * *

Vamos a demostrar que el error introducido al adoptar la expresión [II] en lugar de la [I], es totalmente despreciable, dentro de los límites en que nos movemos en el gráfico.

En efecto; según hemos visto:

$$\varphi_c = \frac{0{,}0351\ V^3}{2\ R'^2},$$

y como las curvas representan la relación:

$$\Delta R = 0{,}00005133 \frac{V^6}{R'^3},$$

los distintos valores de φ_c en cada punto de cada una de las curvas vendrán dados por la expresión:

$$\varphi_c = \frac{0{,}0351}{2\sqrt{0{,}00005133}} \cdot \frac{\overline{\Delta R}^{1/2}}{R'^{1/2}} = 2{,}449 \frac{\overline{\Delta R}^{1/2}}{R'^{1/2}},$$

cuyo valor máximo corresponde a $R' = 75$ y $\Delta R = 0{,}5$, resultando $\varphi_c = 0{,}200$.

Por tanto, la serie [I] es alternada y de términos constantemente decrecientes, por lo que el error será menor que el primer término despreciado, o sea:

$$\varepsilon < \frac{\varphi^4_c}{7 \cdot 4!} R';$$

$$\varepsilon < \frac{\varphi^4_c}{7 \cdot 4!} R' = \frac{\left[2{,}449 \dfrac{\overline{\Delta R}^{1/2}}{R'^{1/2}}\right]^4}{7 \cdot 4!} R' = \frac{2{,}449^4}{7 \cdot 4!} \frac{\overline{\Delta R}^2}{R'},$$

cuyo valor máximo corresponde a $\Delta R = 0{,}5$ y $R' = 75$, resultando:

$$\varepsilon < 0{,}00071 \text{ m.},$$

valor de magnitud despreciable.