



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE  
TRANSPORTE II

***ALINEAMIENTO VIAL PLANIMÉTRICO  
GUÍA PARA RESOLUCIÓN PRÁCTICA***

Ing. Sabina Fanelli

**AÑO 2020**

## 1. Curvas horizontales

Cuando estemos calculando parámetros relativos a una curva horizontal, previamente debemos tener analizado el tramo al que pertenece dicha curva, es decir, tendremos una Categoría y Topografía. Con estos datos, mediante la utilización de la “Planilla de Características de Diseño Geométrico de Caminos Rurales – DNV”, podremos determinar la velocidad de diseño (VD), el peralte máximo ( $p_{\text{máx}}$ ) y radios mínimos para el caso de una curva con transición (CCT), entre otros parámetros.

Otra posibilidad es la utilización de las Tablas 9 a 11 del Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico”. Adoptada la Tabla correspondiente, según el  $p_{\text{máx}}$ , podremos determinar el radio mínimo para la VD, el cual se corresponde con el radio mínimo para una curva con transición. Este radio obtenido no es exactamente igual al obtenido previamente pero tiene el mismo orden de magnitud que el que se obtiene de la “Planilla de Características de Diseño Geométrico de Caminos Rurales – DNV” (la tabla muestra valores de versiones anteriores de la Norma AASHTO con respecto a la del apunte). Estas Tablas también nos ofrecen la posibilidad de obtener el radio mínimo que nos permite diseñar una curva sin transición (CST) porque el peralte necesario es inferior a 3%. Estos radios son los que se encuentran debajo de la línea horizontal más gruesa.

Ejemplo 1:

Categoría III – Topografía: Ondulada →  $VD = 90 \text{ km/h}$  y  $p_{\text{máx}} = 10\%$   
 Planilla DNV →  $R_{\text{mín deseable}} = 450,00 \text{ m}$   $R_{\text{mín absoluto}} = 300,00 \text{ m}$   
 Tabla 11 →  $R_{\text{mín CCT}} = 277,00 \text{ m}$  ( $\approx R_{\text{mín absoluto}} = 300,00 \text{ m}$ )  
 →  $R_{\text{mín CST}} = 1500,00 \text{ m}$

Si nos encontramos en la situación que el quiebre de los alineamientos rectos presenta un ángulo  $\Delta \leq 5^\circ$ , el radio mínimo de la curva quedará determinado por el criterio estético, según Fig. 8 del Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico”. En esta figura debe utilizarse el ángulo  $\Delta$  en decimales.

Ejemplo 2:

$\Delta = 3^\circ 40' \rightarrow \Delta = 3,67^\circ$  - s / Fig. 8 →  $R_{\text{mín}} = 3000,00 \text{ m}$

## 2. Curvas horizontales con transición

Si se ha definido que se diseñará una curva con transición, además de adoptar el radio ( $R_c$ ) de la misma, el cual deberá ser mayor o igual que el radio mínimo, deberemos calcular o definir el peralte que corresponde a ese radio, la longitud espiral, el sobreancho, entre otros parámetros.

### a) Peralte p

Para el radio de curva adoptado ( $R_c$ ), utilizando la Tabla correspondiente (Tablas 9 a 11) del Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico” podemos definir el peralte que corresponde a dicho radio y VD. En caso de que el  $R_c$  adoptado no se encuentre en la Tabla podrá utilizarse la Fig. 6 o calcularlo mediante la Ec. 4, ambos del mismo apunte.

### b) Cálculo analítico de la longitud de la espiral $L_e$

Las Tablas 9 a 11 del Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico” tienen calculado el valor mínimo de longitud espiral. Si se requiere el cálculo analítico de la misma, deberá obtenerse la longitud espiral mínima para cada uno de los tres criterios: variación de la aceleración centrífuga, desarrollo del peralte y apariencia visual del trazado.

### I. *Variación de la aceleración centrífuga*

Para el cálculo de la  $L_e$  por este requerimiento utilizaremos la Ec. 13 del Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico”. Para ello ya contamos con los datos  $VD$  y  $R$ , restando determinar la variación de la aceleración centrífuga ( $\Delta a$ ) y el peralte ( $p$ ).

$\Delta a$  puede adoptarse en un valor  $\Delta a = 0,60 \text{ m/seg}^3$  (ver Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico” Pág. 13). El valor de  $p$  se determina según fue indicado en a).

Para la utilización de la Ec. 13 revisar las unidades de las diferentes variables y utilizar el peralte en formato decimal.

### II. *Desarrollo del peralte*

Para el cálculo de la  $L_e$  por este requerimiento utilizaremos la Ec. 14 del Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico”. Para ello ya tenemos el valor de  $p$ , y nos resta determinar el ancho de calzada ( $a_{calz}$ ) y la pendiente relativa ( $ir$ ).

El  $a_{calz}$  se obtiene de la “Planilla de Características de Diseño Geométrico de Caminos Rurales – DNV”, la pendiente relativa ( $ir$ ) se determina en función de la  $VD$  con la Fig. 7 o Tabla 6 del Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico”.

Notar que tanto  $p$  como  $ir$  se utilizan en porcentaje.

### III. *Apariencia visual del trazado*

Para el cálculo de la  $L_e$  por este requerimiento utilizaremos la Ec. 15 del Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico”. Para ello no se requiere ninguna variable adicional ya que sólo se utiliza  $VD$ .

De los valores calculados debe adoptarse **el mayor de los tres como longitud de espiral mínima**, pudiendo luego adoptarse un valor redondeado mayor.

#### c) **Cálculo del sobreancho $s$**

Debemos evaluar si la circulación en la curva diseñada requiere un ancho de calzada mayor al normal en alineamiento recto. Para ello las variables en consideración son el vehículo tipo,  $a_{calz}$ ,  $VD$  y  $R$ .

Se puede realizar el cálculo del ancho necesario para circular en la curva con Ec. 17 del Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico” y al restar el ancho de calzada en alineamiento recto, obtenemos el sobreancho.

O bien, puede utilizarse la Tabla 14 del Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico” para obtener el sobreancho, para el caso de que el vehículo tipo de diseño sea el camión simple (SU).

#### d) **Desarrollo del peralte**

Como se indica en el Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico” en el punto 14, el desarrollo se realiza en dos etapas.

- La primera corresponde a la variación del gálibo normal donde se rota el carril externo hasta que quede en posición horizontal ( $i_c=0\%$ ) en la longitud de la tangente extendida que se calcula con Ec.25. Para utilizar esta ecuación necesitamos el ancho de carril ( $a_{carril}$ ), la pendiente relativa ( $ir$ ) (ambos ya se adoptaron o calcularon en 2.II)) y la pendiente normal de la calzada ( $i_c$ ) que será dato o se indicará el tipo de material de la

calzada para que lo puedan adoptar (Tabla 4 del Apunte “Elementos de la sección transversal”).

- Desarrollo del peralte propiamente dicho, en este sector se dan 2 situaciones:

Se parte de una sección donde el carril interno tiene la pendiente normal de la calzada y el carril externo tiene pendiente transversal 0% que corresponde a la sección final de la tangente extendida (Sección B de la Figura 1 – Punto característico TE).

De la sección B a la C se mueve únicamente el carril externo, hasta que este carril adquiere la misma pendiente que el carril interno, es decir la pendiente normal de la calzada ( $i_c$ ).

A partir de la sección C se mueven ambos carriles simultáneamente, girando alrededor del eje, hasta llegar a tener el peralte  $p$  al final de la longitud espiral (Sección D – Punto característico EC), correspondiente al radio de la curva circular.

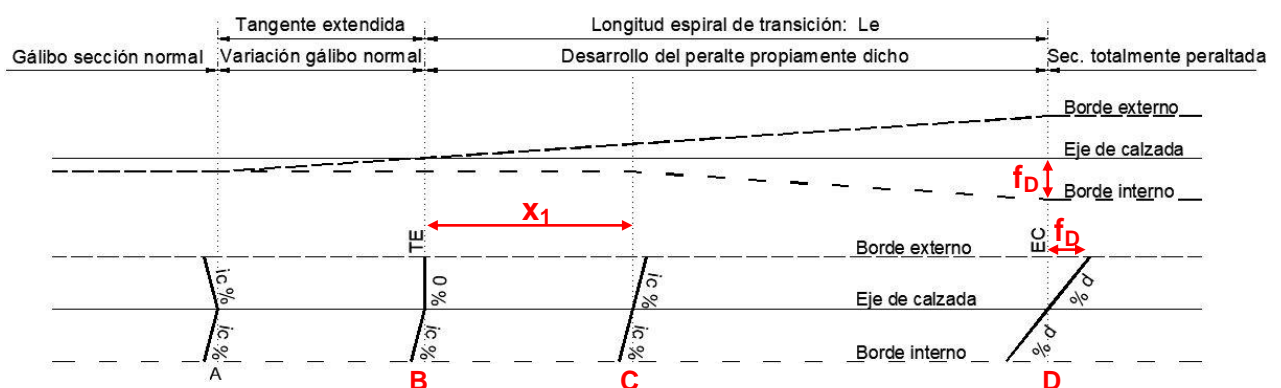


Figura 1

La distancia que separa las secciones B y D es  $L_e$ . La distancia que separa las secciones B y C se debe calcular considerando que la variación se realiza linealmente.

Ejemplo 3:

$$R_c = 600,00 \text{ m} \quad L_e = 60,00 \text{ m}$$

$$p = 5,0\% \quad i_c = 2\% \quad \text{Curva gira a la derecha}$$

La distancia entre B y C será  $x_1$

$$5,0\% (p) \text{ --- } 60,00 \text{ m } (L_e)$$

$$2,0\% (i_c) \text{ --- } x_1 \quad \quad \quad x_1 = 24,00 \text{ m}$$

Entonces la distancia entre C y D será 36,00 m

Ejemplo 4:

Ya tenemos ubicada las diferentes secciones. Supongamos que se desea conocer la pendiente de los carriles en una sección E ubicada a 15,00 m y otra sección F ubicada a 40,00 m, ambas respecto de B.

Sección E: como esta sección se encuentra entre B y C, el carril interno tendrá la pendiente normal de la calzada ya que no ha empezado a moverse. Debemos calcular la pendiente transversal del carril externo:

$$\begin{array}{l} 60,00 \text{ m (L}_e\text{)} \quad \text{---} \quad 5,0\% \text{ (p)} \\ 15,00 \text{ m} \quad \quad \quad \text{---} \quad x_2 \quad \quad \quad x_2 = 1,25\% \end{array}$$

Entonces la sección E tendrá el carril interno con pendiente transversal 2,0% y el carril externo con pendiente transversal 1,25%.

Sección F: como esta sección se encuentra entre C y D, ambos carriles tendrán la misma pendiente transversal que corresponderá a un cierto porcentaje del peralte  $p$ :

$$\begin{array}{l} 60,00 \text{ m (L}_e\text{)} \quad \text{---} \quad 5,0\% \text{ (p)} \\ 40,00 \text{ m} \quad \quad \quad \text{---} \quad x_3 \quad \quad \quad x_3 = 3,33\% \end{array}$$

Entonces la sección F tendrá ambos carriles con pendiente transversal 3,33%.

Cabe aclarar que la Figura 1 corresponde a un caso particular de desarrollo del peralte (con giro alrededor del eje). Lo explicado es válido para cualquiera de las otras formas de desarrollar el peralte (giro alrededor de los bordes interno o externo) para lo cual pueden ver las diferentes Figuras 14 a 16 del Apunte "Alineamiento Vial Planimétrico".

Todo lo mencionado se refiere a la calzada pero las banquetas también pueden sufrir cambios debido a la presencia de la curva horizontal.

#### e) Desarrollo del sobreancho

El sobreancho, al igual que el peralte, se desarrolla linealmente a lo largo de la longitud espiral. Se deberá definir si el mismo se aplicará dividido, en partes iguales, entre los bordes interno y externo de la calzada o bien, de un solo lado que corresponderá con el borde interno de la calzada, aconsejándose la primera opción.

Ejemplo:

$$s = 0,50 \text{ m} \quad L_e = 60,00 \text{ m} \quad a_{\text{calz}} = 6,70 \text{ m}$$

- En la sección B  $\rightarrow s = 0,00 \text{ m} \rightarrow a_{\text{calz}} = 6,70 \text{ m}$
- En la sección D  $\rightarrow s = 0,50 \text{ m} \rightarrow a_{\text{calz}} = 7,20 \text{ m}$
- En la sección C ubicada a 24,00 m  $s = y_1$

$$\begin{array}{l} 60,00 \text{ m (L}_e\text{)} \quad \text{---} \quad 0,50 \text{ m (s)} \\ 24,00 \text{ m} \quad \quad \quad \text{---} \quad y_1 \quad \quad \quad y_1 = 0,20 \text{ m} \end{array}$$

Si el  $s = 0,20$  en la sección C, el ancho de calzada será 6,90 m ( $a_{\text{calz}} + y_1$ )

$$\text{En la sección C} \rightarrow s = 0,20 \text{ m} \rightarrow a_{\text{calz}} = 6,90 \text{ m}$$

- En una sección E ubicada a 15,00 m de la sección B  $s = y_2$

$$\begin{array}{l} 60,00 \text{ m (L}_e\text{)} \quad \text{---} \quad 0,50 \text{ m (s)} \\ 15,00 \text{ m} \quad \quad \quad \text{---} \quad y_2 \quad \quad \quad y_2 = 0,13 \text{ m} \end{array}$$

$$\text{En la sección E} \rightarrow s = 0,13 \text{ m} \rightarrow a_{\text{calz}} = 6,83 \text{ m}$$

- En una sección F ubicada a 40,00 m de la sección B  $s = y_3$

$$\begin{array}{l} 60,00 \text{ m (L}_e\text{)} \quad \text{---} \quad 0,50 \text{ m (s)} \\ 40,00 \text{ m} \quad \quad \quad \text{---} \quad y_3 \quad \quad \quad y_3 = 0,33 \text{ m} \end{array}$$

$$\text{En la sección F} \rightarrow s = 0,33 \text{ m} \rightarrow a_{\text{calz}} = 7,03 \text{ m}$$

### 3. Curvas sin transición

Aplica todo lo explicado anteriormente con la diferencia que al no tener la longitud espiral  $L_e$ , debemos calcular la longitud  $L_p$  con Ec. 26 Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico”. De igual manera se desarrolla el peralte y el sobreancho a lo largo de la longitud  $L_p$ .

En este caso podría darse la situación que el radio adoptado para la curva no requiera desarrollar un peralte mayor al de la pendiente normal de la calzada, situación que se denomina gálibo modificado (GM). Es decir que se rota el carril externo hasta que la totalidad de la calzada tenga una pendiente uniforme igual a la del carril interno de la curva, es decir la pendiente normal de la calzada ( $i_c$ ). Refiriéndonos a la Fig. 17 del Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico”, el desarrollo del peralte terminaría en la sección C.

### 4. Desarrollo del peralte – Consideraciones adicionales

- Cuando tengamos que realizar el desarrollo del peralte, ya sea en curvas con o sin transición y giro alrededor del eje o de alguno de los bordes, nos guiaremos por las Figuras 14 a 17 del Apunte “Alineamiento Vial Planimétrico”.

- A los fines de la representación del desarrollo del sobreancho se aclara que no se considera en el sobreancho.

- Se deben adoptar 3 escalas, preferiblemente de las que se encuentran en los escalímetros. Son “Escala longitudinal” (tangente extendida,  $L_e$  o  $L_p$ , distancia entre secciones), “Escala transversal” (ancho de calzada) y “Escala vertical” en la que representaremos las flechas de la calzada (sin considerar el sobreancho), ya sea en la vista o el corte (tomar de ejemplo  $f_D$  en Figura 1).

### 5. Sección transversal en alineamientos curvos

Teniendo calculadas las pendientes de los carriles y el sobreancho podemos dibujar la sección transversal.

Debemos considerar si la curva gira a izquierda o derecha para adoptar el sentido que tendrán la pendiente de los carriles y del sobreancho.

Banquina interna: Mantiene su pendiente normal (Tabla 5 del Apunte “Elementos de la sección transversal”) hasta que el peralte de la calzada la iguale, cuando el valor del peralte es mayor que la pendiente normal de la banquina, ésta acompaña a la calzada adoptando la misma pendiente transversal, es decir, el valor del peralte (ver cuadro de la Fig. 8 del Apunte “Elementos de la sección transversal”).

Banquina externa: Los primeros 0,50 m contiguos al carril externo se horizontalizan (0%) y el resto de la banquina mantiene su pendiente normal. (Fig. 8 del Apunte “Elementos de la sección transversal”). El ancho no se modifica, salvo necesidad de colocar baranda de defensa.

El resto de los elementos de la sección transversal mantienen las mismas consideraciones que en alineamientos rectos.