

TRAZADOS EN PLANTA

ÍNDICE

1. TRAZADO EN PLANTA. INTRODUCCIÓN.....	3
2. TIPOS DE TRAZADO EN PLANTA	5
2.1. RECTAS.....	5
2.2. CURVAS CIRCULARES.....	5
2.3. CURVAS DE TRANSICIÓN.....	7
3. COORDINACIÓN ENTRE ELEMENTOS DE TRAZADO	10
4. TRANSICIÓN DEL PERALTE.....	11
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	13

1. TRAZADO EN PLANTA. INTRODUCCIÓN

El trazado en planta se compone de alineaciones rectas, curvas circulares y curvas de transición.

La combinación armónica de estos tres elementos dará lugar a un buen trazado, siempre que se cumplan las condiciones mínimas geométricas a que se ha llegado partiendo de los datos básicos de partida que, por otro lado, son recomendados por las normas.

Las características generales de las alineaciones en planta se muestran en la siguiente tabla:

ALINEACIÓN	RECTA	CURVA CIRCULAR	CURVA DE TRANSICIÓN
Geometría	Línea recta	Circunferencia	Clotoide
Parámetros Geométricos	Longitud (L)	Radio (R) Longitud (L)	Parámetro (A) Longitud (L)
Mod. Polinómico	$\varphi = a_0$	$\varphi = a_0 + a_1 \cdot L$	$\varphi = a_0 + a_1 \cdot L + a_2 \cdot L^2$
Curvatura (K)	K=0	K=1/L	K=L/A ²
Características genéricas	<ul style="list-style-type: none"> - Plantean pocos problemas al conductor - Se desarrollan las mayores velocidades - Su trazado y replanteo es sencillo 	<ul style="list-style-type: none"> - Provocan la aparición de la fuerza centrífuga sobre el vehículo - Están dotadas de inclinación transversal y peralte 	<ul style="list-style-type: none"> - Han sido concebidas para facilitar la transición entre las otras dos - Su cálculo es relativamente complejo

En proyectos de carreteras de calzadas separadas, se considerará la posibilidad de trazar las calzadas a distinto nivel o con ejes diferentes, cuando el terreno así lo aconseje.

La definición del trazado en planta se referirá a un eje, que define un punto en cada sección transversal. En general, salvo en casos suficientemente justificados, se adoptará para la definición del eje:

▪ *En carreteras de calzadas separadas*

- el centro de la mediana, si esta fuera de anchura constante o con variación de anchura aproximadamente simétrica

- el borde interior de la calzada a proyectar en el caso de duplicaciones
- el borde interior de cada calzada en cualquier otro caso
- *En carreteras de calzada única*
- el centro de la calzada, sin tener en cuenta eventuales carriles adicionales

2. TIPOS DE TRAZADO EN PLANTA

2.1. RECTAS

La recta es un elemento de trazado que está indicado en carreteras de dos carriles para obtener suficientes oportunidades de adelantamiento y en cualquier tipo de carretera para adaptarse a condicionamientos externos obligados (infraestructuras preexistentes, condiciones urbanísticas, terrenos llanos, etc).

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas y para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción es deseable establecer unas longitudes mínimas de las alineaciones rectas.

En caso de disponerse el elemento recta, las longitudes mínima admisible y máxima deseable, en función de la velocidad de proyecto, serán las dadas por las expresiones indicadas en la Norma 3.1-IC Trazado de la Instrucción de Carreteras.

LONGITUDES MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN ALINEACIONES RECTAS

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	40	60	80	100	120	
Longitud máxima (m)	700	1000	1350	1700	2000	
Longitud mínima (m)	Curvas en S	55	85	110	140	170
	Otros casos	110	170	225	280	340

En general, para carreteras de calzadas separadas se emplearán alineaciones rectas en tramos singulares que así lo justifiquen, y en particular en terrenos llanos, en valles de configuración recto, por conveniencia de adaptación a otras infraestructuras lineales, o en las proximidades de cruces, zonas de detención obligada, etc.

2.2. CURVAS CIRCULARES

Fijada una cierta velocidad de proyecto, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se determinará en función de:

- El peralte y el rozamiento transversal movilizado cuyos criterio se establecen en la Norma 3.1-IC, Trazado, de la Instrucción de Carreteras. La relación entre los

valores límite de radios y peralte según un estudio realizado por la norma se muestra en la siguiente tabla.

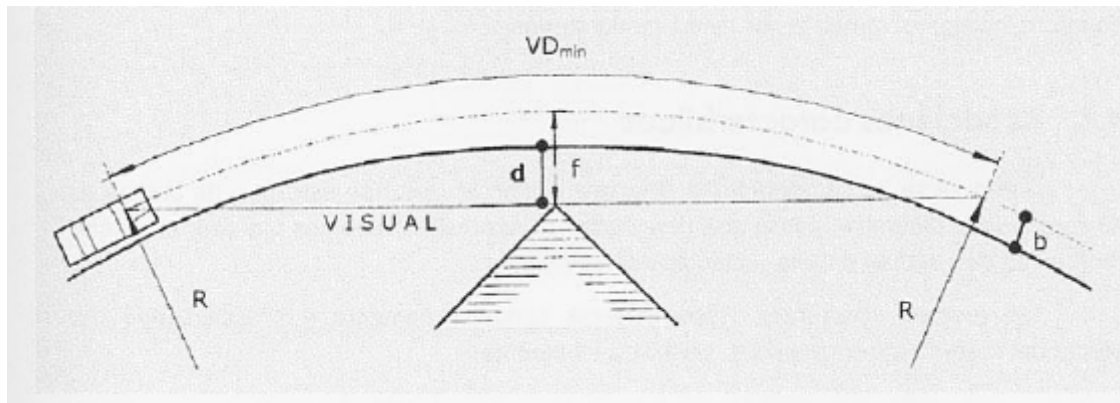
VALORES LÍMITE		GRUPO 1	GRUPO 2
Pmax	Peralte máximo	8%	7%
R ₁	Radio para peralte máximo	700 m	350 m
R ₂	Radio mínimo para peralte 2%	5.000 m	2.500 m
R ₃	Radio mínimo para bombeo del 2%	7.500 m	3.500 m

- En el siguiente gráfico se puede obtener el valor del peralte en función del radio adoptado, según sea el grupo al que pertenezca la vía en proyecto:



- La visibilidad de parada en toda su longitud. Las alineaciones curvas suelen ser más propensas a plantear problemas de visibilidad, para subsanar este tipo de inconveniente, se recurre al despeje o anchura libre necesaria para conseguir visibilidad de parada en un determinado punto, medida a partir del borde interior de la calzada, tal y como se muestra en la siguientes figura y expresión:

$$d = \frac{VD_{\min}^2}{8.R} - b$$



Siendo:

d el máximo despeje, localizado en el punto medio de la visual.

b la distancia transversal respecto del borde de la calzada a la que se halla el punto de vista del conductor.

- La coordinación del trazado en planta y alzado, especialmente para evitar pérdidas de trazado.

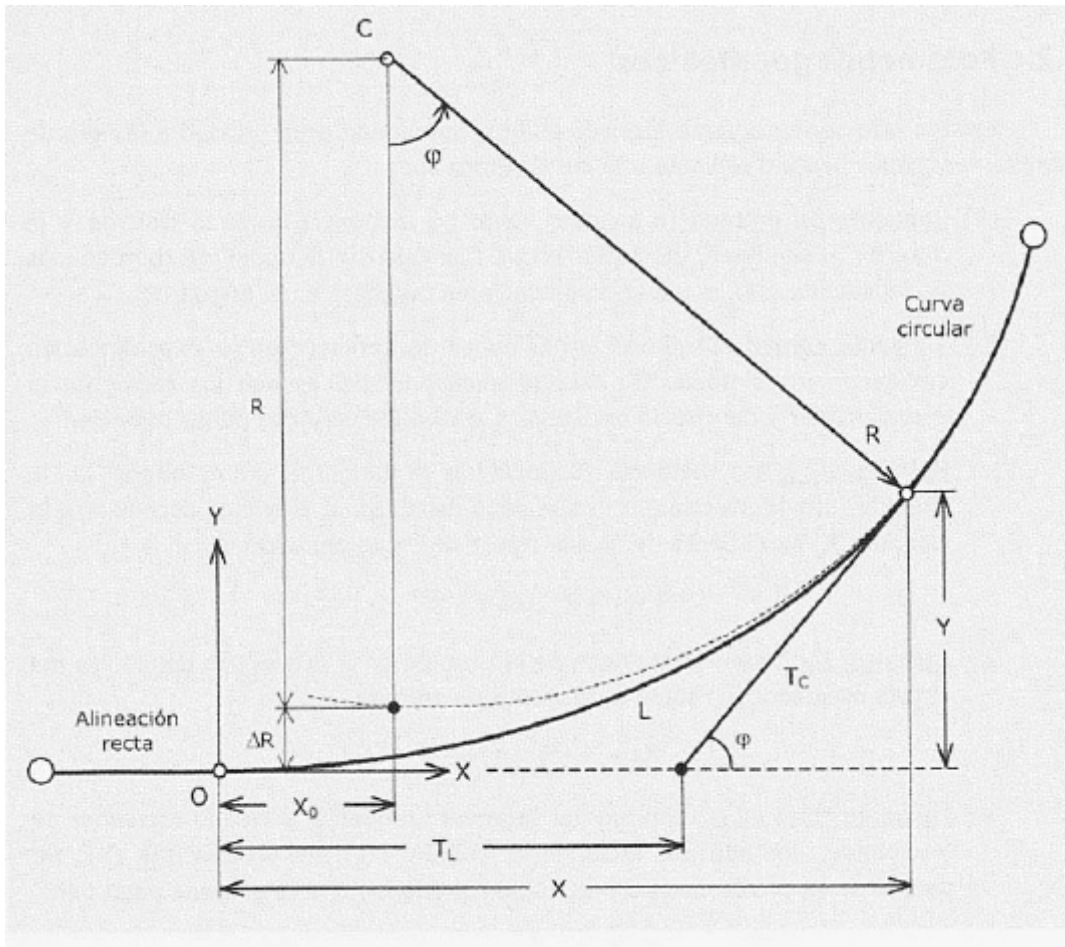
El desarrollo mínimo de la curva se corresponderá con una variación de acimut entre sus extremos mayor o igual que veinte gonios (20 gon), pudiendo aceptarse valores entre veinte gonios (20 gon) y nueve gonios (9 gon) y sólo excepcionalmente valores inferiores a nueve gonios (9 gon).

2.3. CURVAS DE TRANSICIÓN

Las curvas de transición tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura de la traza, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado.

Se adoptará en todos los casos como curva de transición la clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$RL=A^2$$



Siendo:

R = radio de curvatura en un punto cualquiera.

L = longitud de la curva entre su punto de inflexión ($R=\infty$) y el punto de radio R .

A = parámetro de la clotoide, característico de la misma.

La longitud de la curva de transición deberá superar la necesaria para cumplir las limitaciones que se indican a continuación.

a) *Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal* según marca la Norma 3.1-IC Trazado de la Instrucción de Carreteras.

LIMITES DE VARIACIÓN DE LA ACELERACIÓN CENTRÍFUGA

Ve	VELOCIDAD C. CIRCULAR	< 80	80	90	100	110	120>
J	Variación deseable (m/s^3)	0.50	0.40				
Jmáx	Variación deseable (m/s^3)	0.70	0.60	0.50	0.40		

b) *Limitación de la variación de la pendiente transversal.* La variación de la pendiente transversal se limitará a un máximo del cuatro por ciento (4%) por segundo para la velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor.

c) *Condiciones de percepción visual.* Para que la presencia de una curva de transición resulte fácilmente perceptible por el conductor, se deberá cumplir simultáneamente que:

- La variación de acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que $1/18$ radianes.

- Por otra parte, se recomienda que la variación de acimut entre los extremos de la clotoide, sea mayor o igual que la quinta parte del ángulo total de giro entre las alineaciones rectas consecutivas en que se inserta la clotoide.

d) *Valores máximos.* Se recomienda no aumentar significativamente las longitudes y parámetros mínimos salvo expresa justificación en contrario. La longitud máxima de cada curva de acuerdo no será superior a una vez y media (1,5) su longitud mínima.

3. COORDINACIÓN ENTRE ELEMENTOS DE TRAZADO

Para todo tipo de carretera, cuando se unan curvas circulares consecutivas sin recta intermedia, o con recta de longitud menor o igual que cuatrocientos metros (400 m), la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de las expresiones de la tabla 4.6 de la Norma 3.1-IC.

En autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100 (grupo 1), cuando se enlacen curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a cuatrocientos metros (400 m), el radio de la curva circular de salida, en el sentido de la marcha, será igual o mayor que setecientos metros (700 m).

En las carreteras C-80m C-60 y C-40 (grupo 2) cuando se enlacen curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a cuatrocientos metros (400 m), el radio de la curva circular de salida, en el sentido de la marcha, será igual o mayor que trescientos metros (300 m).

Las clotoides contiguas a una alineación circular deberán ser simétricas siempre que sea posible.

En general no podrán unirse clotoides entre sí, salvo en el caso de curvas en "S" en el que la unión se hará por sus puntos de inflexión.

Salvo en el caso que se indica en el párrafo siguiente, para curvas circulares de radio menor que cinco mil metros (5000 m) en carreteras del grupo 1 y dos mil quinientos metros (2500 m) en carreteras del grupo 2, será necesario utilizar curvas de transición, mientras que para curvas circulares de radios mayores o iguales que los indicados no será necesario utilizarlas.

Además se deberá tener en cuenta los ángulos de giro entre rectas según la Norma 3.1-IC.

4. TRANSICIÓN DEL PERALTE.

La transición del peralte deberá llevarse a cabo combinando las tres condiciones siguientes:

- Características dinámicas aceptables para el vehículo.
- Rápida evacuación de las aguas de la calzada.
- Sensación estética agradable.

La variación del peralte requiere una longitud mínima, de forma que no se supere un determinado valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje de giro del peralte.

Dicha inclinación se limitará a un valor máximo ($i_{p_{máx}}$).

Cuando la transición del peralte se realice a lo largo de una curva de transición, su longitud deberá respetar la longitud mínima derivada del cumplimiento de la limitación de la variación de la pendiente transversal.

En general la transición del peralte se desarrollará a lo largo de la curva de transición en planta (clotoide), en dos tramos, habiéndose desvanecido previamente el bombeo que exista en sentido contrario al del peralte definitivo.

La transición del peralte se desarrollará linealmente desde el punto de inflexión de la clotoide (peralte nulo) hasta el peralte correspondiente a la curva circular (punto de tangencia), siempre que se alcance el dos por ciento (2%) en una longitud máxima de cuarenta metros (40 m), para carreteras del grupo 1, y de veinte metros (20 m) para carreteras del grupo 2. Si lo anterior no fuese posible la transición del peralte se desarrollará en los dos tramos siguientes:

- Desde el punto de inflexión de la clotoide (peralte nulo) al dos por ciento (2%) en una longitud máxima de cuarenta metros (40 m), para carreteras del grupo 1, y de veinte metros (20 m) para carreteras del grupo 2.
- Desde el punto de peralte dos por ciento (2 %), hasta el peralte correspondiente a la curva circular (punto de tangencia), el peralte aumentará linealmente.

En el caso de alineación recta unida a curva circular, se efectuará la transición del

peralte sobre la alineación recta.

En el caso de dos (2) curvas de transición de distinto sentido, entre las que exista una recta cuya longitud sea menor que doscientos metros (200 m) en las carreteras del grupo 1 y que ciento cincuenta metros (150 m) en las carreteras del grupo 2, la transición del peralte del menos dos por ciento (-2%) al más dos por ciento (+2%) se efectuará en una longitud máxima de ochenta metros (80 m) y cuarenta metros (40 m) respectivamente, centrada en la recta. La transición del resto del peralte se realizará a partir de los citados puntos, linealmente hasta el valor del peralte correspondiente a la curva circular inmediata.

En el caso excepcional de dos curvas de transición del mismo sentido, entre las que exista una recta cuya longitud sea menor que trescientos cuarenta metros (340 m) en las carreteras del grupo 1 y de doscientos veinte metros (220 m) en las del grupo 2, se mantendrá un peralte del dos por ciento (2%), en el mismo sentido de las curvas de transición, entre los puntos de radio de curvatura cinco mil metros (5000 m) para las carreteras del grupo 1 y dos mil quinientos metros (2500 m) para las del grupo 2 de dichas curvas de transición. La transición del resto del peralte se realizará a partir de los citados punto linealmente hasta el valor del peralte correspondiente a la curva circular inmediata.

En el caso de que la longitud de la curva circular sea menor que treinta metros (30 m), los tramos de transición del peralte se desplazarán de forma que exista un tramo de treinta metros (30 m) con pendiente transversal constante e igual al peralte correspondiente al radio de la curva circular o al radio de curvatura de las clotoides si éstas son de vértice.

Cuando el valor de $i_{p_{máx}}$ sea incompatible con la longitud máxima de transición de peralte que se especifica previamente, esta última condición será predominante.

Se evitará la coincidencia de peralte nulo con acuerdo cóncavo. En las zonas donde esto no se pueda evitar se realizará un estudio detallado de la evacuación de las aguas de la plataforma.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BAÑÓN, L., BEVIÁ, JF (2000), **Manual de Carreteras vol. 2: Construcción y mantenimiento**, Ed. Enrique Ortiz e Hijos.
- Dirección General de Tráfico. **Temario parte específica. Convocatoria 2007**
www.dgt.es/portal/es/la_dgt/recursos_humanos_empleo/oposiciones.
- Ministerio de Fomento (2001) **Norma 3.1 – IC TRAZADO**