

CAPÍTULO 8. CARRILES ADICIONALES Y OTROS ELEMENTOS DE TRAZADO.

8.1 GENERALIDADES.

Para prestar un adecuado servicio a los usuarios de las infraestructuras viarias se deberán analizar las distintas maniobras de los vehículos.

Este objetivo implica la necesidad de proyectar tramos donde se pueda desarrollar el adelantamiento, restringir el paso a determinados vehículos, permitir el almacenamiento o incluso la parada de los vehículos, ya sea en circunstancias ordinarias o extraordinarias. En el diseño de los nudos, este objetivo implica la necesidad de proyectar tramos donde distintas corrientes de vehículos puedan converger o divergir, confluir o bifurcar, o trenzar sus trayectorias.

Estos tramos se encuentran físicamente constituidos a su vez por diversos elementos específicos del diseño, diferenciándose los de transición de las condiciones de circulación y los carriles adicionales:

- Elementos de transición de las condiciones de circulación:
 - Elementos de cambio de trayectoria y velocidad:
 - Carriles de cambio de velocidad.
 - Cuñas de cambio de velocidad.
 - Envoltentes de giro o aproximaciones.
 - Carriles centrales de almacenamiento y espera.
 - Carriles de confluencia o bifurcación.
- Carriles adicionales:
 - Carriles de mejora de los niveles de servicio:
 - Carriles en rampa o pendiente.
 - Carriles de trenzado.
 - Carriles de adelantamiento.
 - Carriles de convergencia o divergencia.
 - Carriles especializados para la circulación de un tipo de vehículo:
 - Carriles para vehículos de transporte colectivo.
 - Carriles para vehículos de transporte colectivo y vehículos de alta ocupación.
 - Carriles para vehículos pesados.

Asimismo existen otros elementos que también modifican la sección transversal:

- Paradas de vehículos de transporte colectivo.
- Apartaderos:
 - Apartaderos de conservación y explotación.
 - Apartaderos de emergencia.
 - Apartaderos para revisión y control de vehículos pesados.

- Lechos de frenado.
- Pasos de mediana y terciaria.

En este capítulo también se incluyen la descripción y los posibles tipos de ramales de transferencia, así como las condiciones de las vías ciclistas adyacentes a las carreteras.

8.2 ELEMENTOS DE CAMBIO DE TRAYECTORIA Y VELOCIDAD.

En las conexiones con una carretera (incluyendo las vías que tienen la consideración de tales -apartado 2.7-) se proyectarán, para facilitar los movimientos de entrada y salida de los vehículos, alguno de los siguientes elementos:

- Carriles de cambio de velocidad.
- Cuñas de cambio de velocidad.
- Envoltentes de giro.

Las condiciones de utilización de los citados elementos se establecen en la Tabla 9.1.

8.2.1 CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD.

Carril de cambio de velocidad es aquel cuya función es permitir incrementar o reducir la velocidad, desde la correspondiente a los elementos de una conexión y eventualmente un acceso, a la correspondiente a la calzada de la carretera o viceversa.

8.2.1.1 CLASES Y TIPOS.

Se podrán utilizar dos clases de carriles de cambio de velocidad: carriles de aceleración y carriles de deceleración.

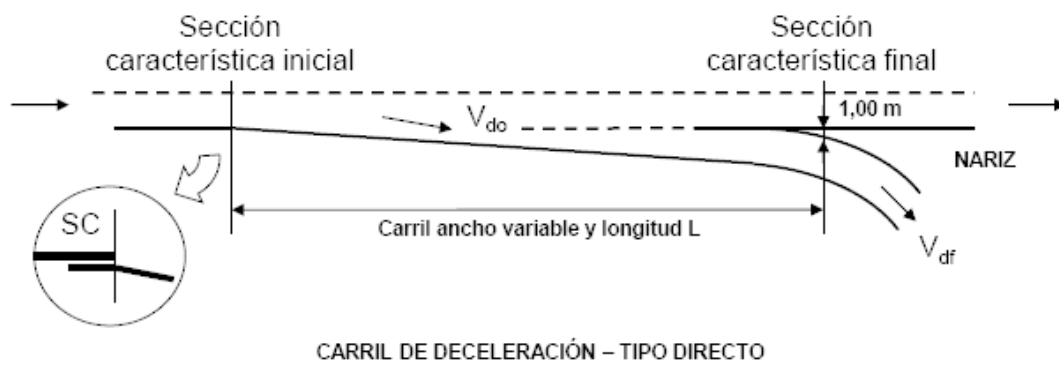
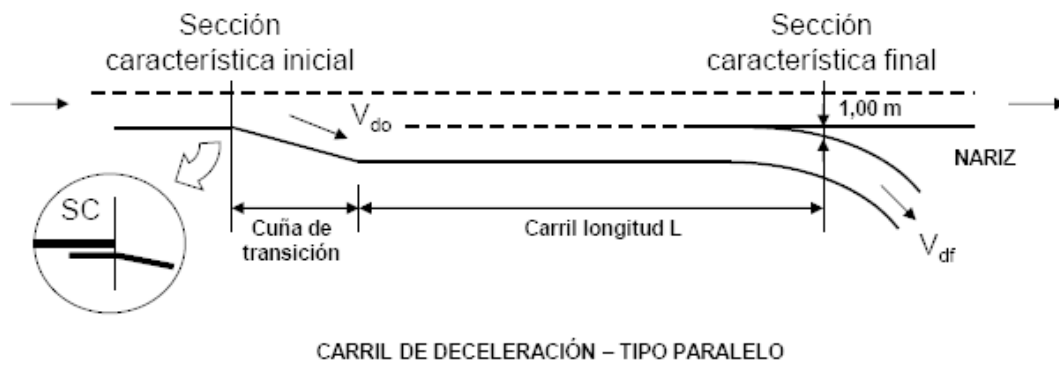
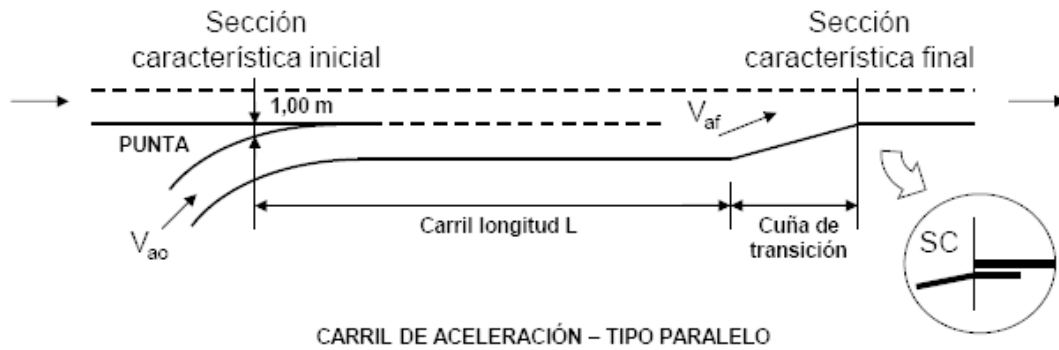
Existen dos tipos de carriles de cambio de velocidad (Figura 8.1):

- Paralelo, en el que el carril de cambio de velocidad está adosado al borde de la calzada y consta de dos elementos: el carril de cambio de velocidad propiamente dicho, de ancho constante, y una cuña triangular de transición en su extremo.
- Directo, en el que el carril de cambio de velocidad es tangente al borde de la calzada o forma con él un ángulo cuya cotangente no sea inferior a veinte (≤ 20) y no rebase treinta y cinco (≥ 35).

Los carriles de aceleración y los de deceleración serán de tipo paralelo. Excepcionalmente, previa expresa justificación, cuando la velocidad de proyecto (V_p) sea inferior a cien kilómetros por hora (< 100 km/h) los carriles de deceleración podrán ser de tipo directo.

FIGURA 8.1.

CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD.



Se definen como secciones características de un carril de cambio de velocidad (Figura 8.1):

- “Sección característica de 0,0 m”. Aquélla donde el ancho de la cuña de transición medida perpendicularmente al eje de la calzada principal desde el borde de ésta, sea nula (0,00 m). Corresponde a la sección característica inicial del carril de deceleración y a la sección característica final del carril de aceleración. Se sitúa en el borde exterior de la calzada en coincidencia con el borde interior de la marca vial que delimita el arcén exterior.
- “Sección característica de 1,0 m”. Aquélla donde la separación entre bordes de calzada del carril y la calzada principal, medida perpendicularmente al eje de ésta, sea de un metro (1,00 m). Corresponde a la sección característica final de un carril de deceleración y a la sección característica inicial de un carril de aceleración. Si excepcionalmente no se alcanzase esa separación de un metro (1,00 m) se considerará a efectos de definir una sección característica, aquella en la que la separación entre bordes de calzada del carril y la calzada principal es nula (0,00 m).

En el proyecto de intersecciones esta “Sección característica de 1,0 m” se podrá hacer coincidir con la sección en la que la separación entre bordes de calzada del carril y la calzada principal, medida perpendicularmente al eje de ésta, sea nula (0,00 m).

8.2.1.2 DIMENSIONES.

Los carriles de cambio de velocidad de tipo paralelo tendrán un ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) mientras no se separen de la calzada.

Los carriles de cambio de velocidad tendrán un arcén derecho de igual ancho que el de la calzada.

En los carriles de cambio de velocidad de tipo paralelo se dispondrán cuñas de transición en forma triangular, que se situarán en el extremo inicial de los carriles de deceleración y en el extremo final de los carriles de aceleración. Las longitudes de estas cuñas de transición se incluyen en la Tabla 8.1, en función de la velocidad de proyecto (V_p) del tronco.

TABLA 8.1.

LONGITUD (m) DE LAS CUÑAS DE TRANSICIÓN.

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	LONGITUD DE LAS CUÑAS DE TRANSICIÓN (m)
140 y 130	V_p (km/h) + 10
120	135
110	130
100	125
90	115
80	100
70	80
60	60
50	40
40	25

Para la estimación de la longitud (L) de los carriles de cambio de velocidad, se supondrá que la velocidad de un vehículo a lo largo de dichos carriles, sin considerar la longitud de las cuñas de transición, varía entre los valores siguientes:

- Carriles de aceleración:
 - Velocidad en la sección característica inicial del carril de aceleración (V_{ao}). Es el valor de la velocidad de proyecto (V_p) del elemento del carril de aceleración que contiene la sección característica de un metro (1,00 m).
 - Velocidad en la sección característica final del carril de aceleración (V_{af}). Es el valor de la velocidad de proyecto (V_p) del tronco.
- Carriles de deceleración:
 - Velocidad en la sección característica inicial del carril de deceleración (V_{do}). Es el valor de la velocidad de proyecto (V_p) del tronco.
 - Velocidad en la sección característica final del carril de deceleración. (V_{df}). Es el valor de la velocidad de proyecto (V_p) del elemento del carril de deceleración que contiene la sección característica de un metro (1,00 m).

Las longitudes (L) de los carriles de cambio de velocidad de tipo paralelo se medirán entre la sección con un ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) adosada a la cuña de transición y la sección característica de un metro (1,00 m), sin considerar la longitud de las cuñas de transición.

Las longitudes (L) de los carriles de cambio de velocidad (deceleración) de tipo directo se medirán entre la sección característica de cero metros (0,00 m) y la sección característica de un metro (1,00 m).

En la Tabla 8.2 se indican las longitudes en metros (m) de los carriles de aceleración y deceleración para valores discretos de la inclinación i de la rasante en tanto por ciento (%) y de las velocidades inicial (V_{ao} y V_{do}) y final (V_{af} y V_{df}) en kilómetros por hora (km/h), tanto para aceleración como para deceleración. Los valores situados por debajo de las diagonales corresponden a las longitudes de los carriles de deceleración y los valores situados por encima de las diagonales corresponden a las longitudes de los carriles de aceleración. Se podrán interpolar valores en dicha Tabla.

Para calcular el valor de i se tomará, salvo justificación en contrario, el valor medio de las inclinaciones de las rasantes existentes entre las secciones características inicial y final de los carriles de cambio de velocidad.

En la determinación de la longitud (L) de los carriles de cambio de velocidad se han utilizado las expresiones incluidas en el Anexo 2.

TABLA 8.2.

LONGITUDES (L) DE LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD (m)							
Inclinación de la rasante: $-2 \% \leq i \leq +2 \%$							
		Velocidad final (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
Velocidad inicial (km/h)	40	20	35	85	175	320	615
	60	40	30	50	135	285	580
	80	95	55	40	85	235	530
	100	170	130	70	55	150	445
	120	250	215	160	90	75	295
	140	360	320	265	190	105	95
Inclinación de la rasante: $+2 \% < i \leq +4 \%$							
		Velocidad final (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
Velocidad inicial (km/h)	40	20	40	100	215	455	NP
	60	35	30	60	175	410	NP
	80	80	50	40	115	350	NP
	100	140	105	65	55	240	NP
	120	215	180	135	75	75	NP
	140	300	265	220	160	95	95
Inclinación de la rasante: $-2 \% < i \leq -4 \%$							
		Velocidad final (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
Velocidad inicial (km/h)	40	20	30	70	140	250	440
	60	50	30	40	110	225	410
	80	120	70	40	70	180	365
	100	210	160	90	55	110	300
	120	320	270	200	110	75	185
	140	450	400	330	240	130	95
Inclinación de la rasante: $+4 \% < i \leq +6 \%$							
		Velocidad final (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
Velocidad inicial (km/h)	40	20	45	115	250	585	NP
	60	30	30	70	205	540	NP
	80	75	45	40	135	470	NP
	100	130	100	55	55	335	NP
	120	195	165	125	75	75	NP
	140	275	245	200	150	95	95
Inclinación de la rasante: $-4 \% < i \leq -6 \%$							
		Velocidad final (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
Velocidad inicial (km/h)	40	20	30	65	130	230	385
	60	60	30	40	100	200	360
	80	140	80	40	60	160	320
	100	240	185	105	55	100	250
	120	370	310	230	130	75	160
	140	520	460	380	275	150	95

NP: El vehículo de cálculo no puede alcanzar esa velocidad.

Para longitudes (L) de carriles de aceleración y deceleración mayores que trescientos metros (> 300 m) o cuando por aplicación de la Tabla 8.2 se deduzca que el vehículo no puede alcanzar la velocidad final (indicado como NP en la Tabla 8.2), se estudiará la posibilidad de que parte de la variación de la velocidad se realice, en su caso, en los ramales de enlace, vías de giro y vías colectoras - distribuidoras, teniendo en cuenta lo indicado en el epígrafe 10.7.4.

En carreteras con inclinaciones de la rasante superiores al seis por ciento ($i < -6\%$ e $i > +6\%$) se deberá efectuar un estudio de la longitud de los carriles de cambio de velocidad.

Se efectuará un estudio del nivel de servicio de la carretera en los tramos donde se ubiquen los carriles de cambio de velocidad, en especial en entornos urbanos y periurbanos, por si fuese necesario disponer carriles de convergencia o divergencia (apartado 8.8). En el estudio se tendrán en cuenta las intensidades horarias y el porcentaje de vehículos pesados.

8.2.1.3 PENDIENTE TRANSVERSAL.

Los carriles de cambio de velocidad tendrán en toda su longitud la misma pendiente transversal que la calzada.

8.2.2 CUÑAS DE CAMBIO DE VELOCIDAD.

Cuña de cambio de velocidad es una ampliación de la superficie de la calzada de forma triangular cuya función es permitir incrementar o reducir la velocidad, desde la correspondiente a los elementos de una conexión y eventualmente un acceso, a la correspondiente a la calzada o viceversa.

8.2.2.1 CLASES.

Existen dos clases de cuñas de cambio de velocidad:

- Cuña de aceleración (también denominada cuña de incorporación).
- Cuña de deceleración (también denominada cuña de salida).

La cuña de cambio de velocidad tendrá forma triangular (Figura 8.2) y estará adosada al borde de la calzada.

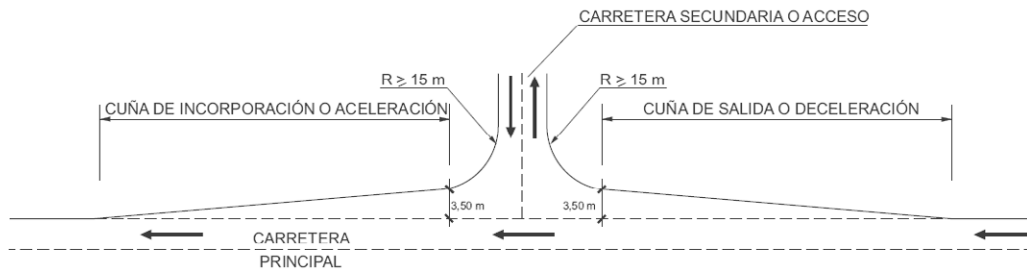
Se definen como secciones características de una cuña de cambio de velocidad:

- “Sección característica de 0,0 m”. Aquella donde el ancho de la cuña medida perpendicularmente al eje de la calzada principal desde el borde de ésta, sea nula (0,00 m). Corresponde a la sección característica inicial de la cuña de deceleración y a la sección característica final de la cuña de aceleración. Se sitúa en el borde exterior de la calzada en coincidencia con el borde interior de la marca vial que delimita el arcén exterior.
- “Sección característica de 3,5 m”. Aquella donde el ancho de la cuña medida perpendicularmente al eje de la calzada principal desde el borde de ésta, sea de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m). Corresponde a la sección

característica final de la cuña de deceleración y a la sección característica inicial de la cuña de aceleración.

FIGURA 8.2.

CUÑAS DE CAMBIO DE VELOCIDAD.



8.2.2.2 DIMENSIONES.

La longitud de las cuñas de cambio de velocidad será la establecida en la Tabla 8.3 en función de la velocidad de proyecto (V_p) del tronco. Se medirá entre el inicio o el final de la misma y la sección en que la separación entre bordes de calzada de la cuña y calzada principal sea de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m), medida perpendicularmente al eje de ésta.

El ancho de las cuñas de cambio de velocidad será variable entre cero metros (0,00 m) y tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m).

Las cuñas de cambio de velocidad tendrán un arcén derecho de igual ancho que el de la calzada.

TABLA 8.3.

LONGITUD (m) DE CUÑAS DE CAMBIO DE VELOCIDAD.

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	LONGITUD DE LAS CUÑAS DE ACCELERACIÓN Y DECELERACIÓN (m)
100	125
90	115
80	100
70	80
60	60
50	40
40	25

8.2.2.3 PENDIENTE TRANSVERSAL.

Las cuñas de cambio de velocidad tendrán la misma pendiente transversal que la calzada.

8.2.2.4 CUÑAS REDUCIDAS.

En algunas conexiones y accesos incluidas en la Tabla 9.1 se podrán efectuar las uniones con el tronco mediante cuñas reducidas de cambio de velocidad (abreviadamente cuñas reducidas).

Las longitudes de las cuñas reducidas serán la mitad de las longitudes de las cuñas de cambio de velocidad definidas en la Tabla 8.3 en función de la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera.

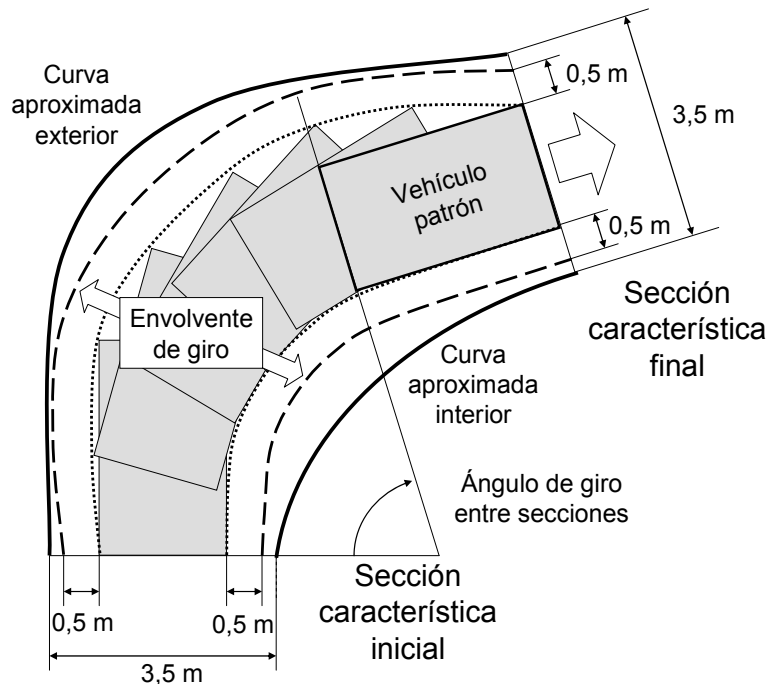
8.2.3 ENVOLVENTES DE GIRO Y APROXIMACIONES.

Envolvente de giro es la superficie barrida por el vehículo patrón característico, al efectuar la maniobra correspondiente a dicho giro, incrementada con una holgura de ancho cincuenta centímetros (0,50 m) por cada lado (Figura 8.3) con un mínimo absoluto de treinta centímetros (≥ 30 cm). Adicionalmente se dispondrán los arcenes que procedan.

Los vehículos patrón están definidos en el Anexo 3 y se justificará la elección del que se considere característico (apartado 10.1), a partir de la información proporcionada por el correspondiente estudio de tráfico.

FIGURA 8.3.

ENVOLVENTE DE GIRO GENÉRICA.



Deberá justificarse la velocidad de giro que se considere para la estimación de la envolvente y, en todo caso, mantener un criterio homogéneo para todos los elementos involucrados en el diseño.

Para la elección de la velocidad de giro de entrada en una carretera se tendrá en cuenta que:

- Cuando el movimiento se realice a velocidad de maniobra, considerando como tal la que no es superior a quince kilómetros por hora (≥ 15 km/h), el vehículo iniciará el giro desde una detención obligatoria.
- Cuando el movimiento se realice a velocidad superior a la de maniobra, deberá disponerse una cuña o un carril de cambio de velocidad en la incorporación. En este caso, la envolvente constituye una vía de giro de corto desarrollo.
- Cuando la velocidad elegida sea suficientemente elevada para poder implantar alineaciones curvas, la envolvente de giro constituye una vía de giro que tendrá un carril de cambio de velocidad para materializar la incorporación a la carretera.

La maniobra de giro a la derecha para entrar en una carretera secundaria a velocidad superior a la de maniobra necesitará una cuña o un carril de cambio de velocidad para facilitar la salida y, si esta velocidad implica la disposición de alineaciones curvas, se proyectará un carril de cambio de velocidad para materializar la salida de la carretera.

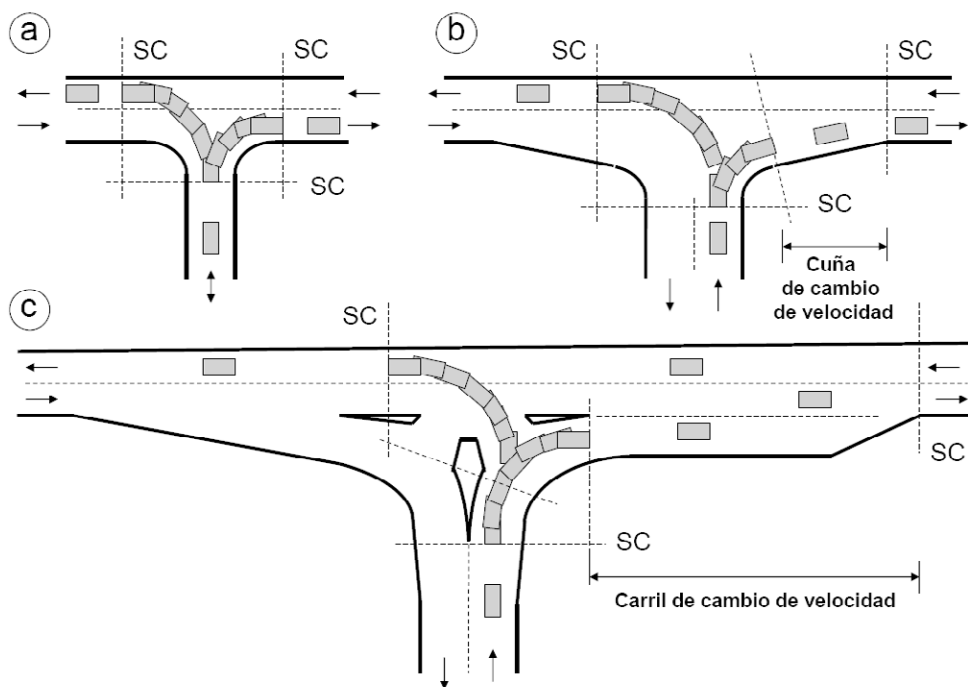
La confluencia de trayectorias de distintos movimientos requerirá considerar la regulación de la prioridad de paso.

Las envolventes de giro pueden utilizarse como elemento único de transición o en unión con carriles o cuñas de cambio de velocidad y estará acotada por sus secciones características, correspondientes a la primera y última sección donde se dispone del ancho habitual del carril.

En las Figuras 8.4 y 8.5 se presentan diferentes casos para movimientos de entrada en una carretera principal y en una secundaria¹⁹. Las longitudes de los carriles de cambio de velocidad y de las cuñas de cambio de velocidad indicadas en dichas figuras son las mencionadas en los epígrafes 8.2.1.2 y 8.2.2.2.

FIGURA 8.4.

MOVIMIENTOS DE ENTRADA EN CARRETERA PRINCIPAL.

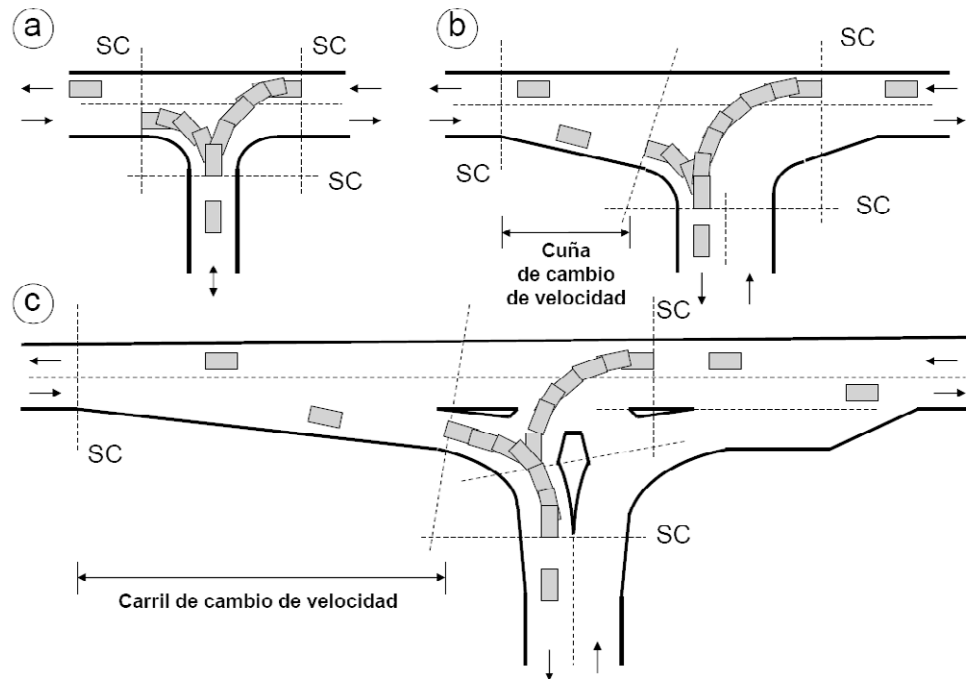


SC: Sección característica extrema.

¹⁹ Los casos designados con la letra (a) corresponden a situaciones en las que la envolvente de giro constituye el elemento único de transición. Los casos designados con la letra (b) corresponden a situaciones en las que la envolvente de giro está adosada a una cuña de cambio de velocidad. Los casos designados con la letra (c) corresponden a situaciones en las que la envolvente de giro está adosada a un carril de cambio de velocidad.

FIGURA 8.5.

MOVIMIENTOS DE ENTRADA EN CARRETERA SECUNDARIA.



SC: Sección característica extrema.

La delimitación de la correspondiente intersección se obtendrá a partir de la consideración de las secciones características más alejadas del conjunto de los movimientos contemplados.

Los perímetros exterior e interior de la envolvente de giro se podrán sustituir por otras curvas que los engloben (aproximaciones). Las principales opciones disponibles son:

- Alineación recta que materializa una cuña triangular, para el caso de existencia de una envolvente de giro como elemento único.
- Curva circular de radio único.
- Curva compuesta de varias curvas circulares.

8.3 CARRILES CENTRALES DE ALMACENAMIENTO Y ESPERA.

Los carriles centrales de almacenamiento y espera, que se podrán disponer únicamente en carreteras convencionales (o vías de servicio de doble sentido), son aquellos que se sitúan en el centro de la calzada para realizar una detención antes de efectuar una maniobra de giro.

Los carriles centrales de almacenamiento y espera constarán, en general, de los siguientes elementos:

- Tramo de almacenamiento y espera.
- Tramo de cambio de velocidad, constituido por un carril o una cuña de cambio de velocidad, según el caso.

La combinación de estos elementos permitirá definir las siguientes tipologías básicas:

- Carriles centrales de almacenamiento y espera con deceleración previa. Permiten realizar una maniobra de giro a la izquierda desde un carril central que dispone de una línea de parada (Figura 8.6).
- Carriles centrales de almacenamiento y espera con aceleración posterior. Permiten la incorporación a un carril después de una maniobra de giro a la izquierda desde otra carretera (Figura 8.7).

Los conductores de los vehículos deberán disponer de visibilidad de parada durante toda la maniobra que utiliza el carril central. En el tramo de aceleración, el conductor del vehículo deberá divisar por los retrovisores una longitud mayor o igual que la visibilidad de parada.

El inicio de un carril central de cualquier tipo deberá situarse donde se disponga de visibilidad de parada y de visibilidad de decisión.

Los carriles centrales tendrán en todos los casos un ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y se procurará que estén implantados en una alineación recta.

Si la longitud de los elementos proyectados resultase excesiva o físicamente inviable, se podrá reducir la velocidad de proyecto (V_p) del tramo, con el consecuente ajuste de la correspondiente señalización.

La desviación de los carriles de su trayectoria para crear una separación que permita alojar un carril central de almacenamiento y espera se efectuará de manera gradual, sin que los conductores que circulen por los carriles básicos tengan que efectuar maniobras bruscas.

La longitud del tramo de almacenamiento y espera, se determinará en función de la demanda de tráfico estimada para las carreteras conectadas por la intersección de acuerdo con lo indicado en el epígrafe 9.1.2. Dicha longitud será mayor o igual que veinte metros (≥ 20 m).

El diseño del tramo de cambio de velocidad, mediante carriles o cuñas de cambio de velocidad, se efectuará de acuerdo con lo indicado en el epígrafe 9.1.2.

FIGURA 8.6.

CARRIL CENTRAL DE DECELERACIÓN, CON TRAMO DE ALMACENAMIENTO Y ESPERA PARA MANIOBRAS DE GIRO A LA IZQUIERDA.

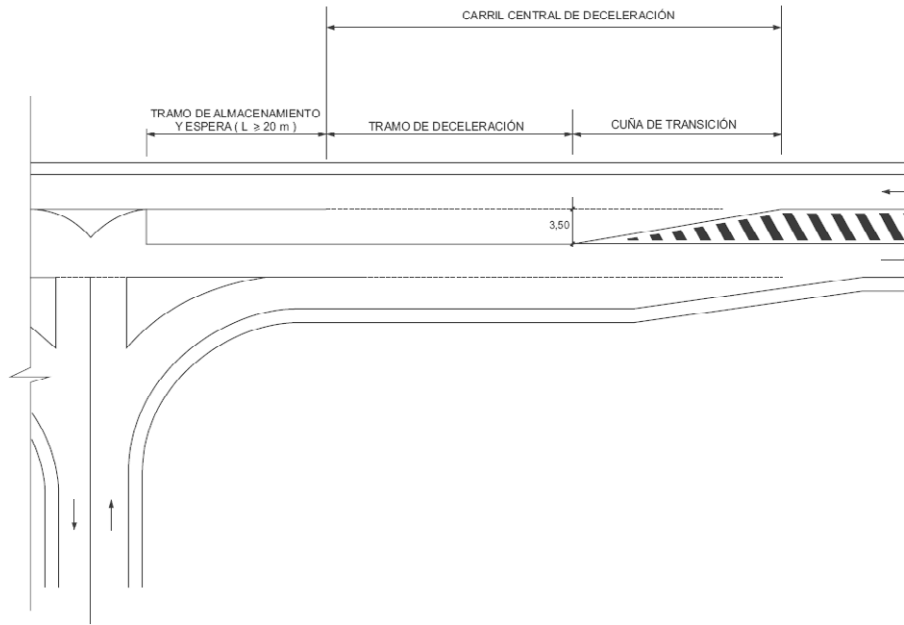
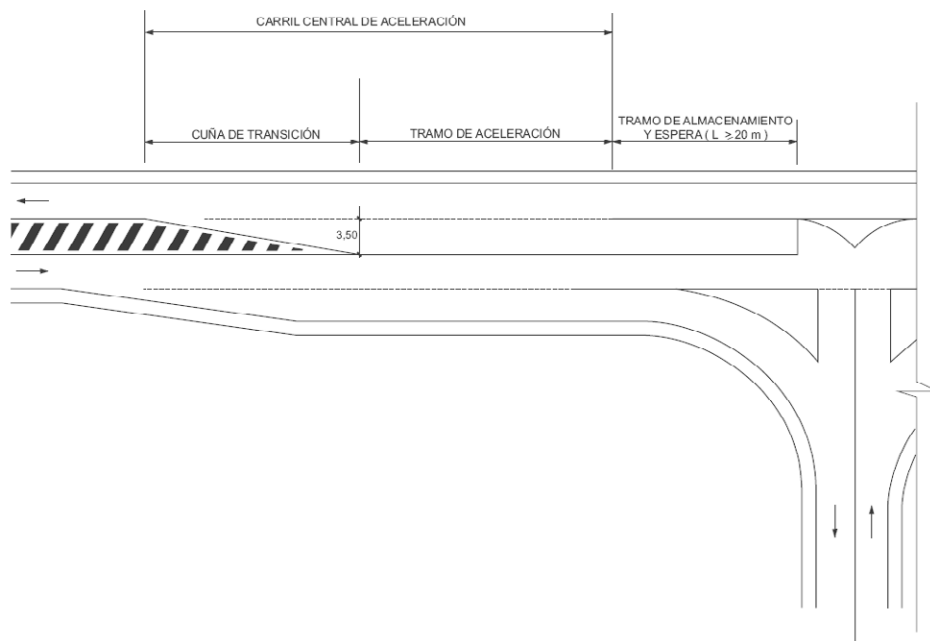


FIGURA 8.7.

CARRIL CENTRAL DE ACELERACIÓN CON TRAMO DE ALMACENAMIENTO Y ESPERA PARA MANIOBRAS DE GIRO A LA IZQUIERDA.



8.4 CARRILES DE CONFLUENCIA O BIFURCACIÓN.

Las confluencias y bifurcaciones se establecerán donde se produzca concurrencia de flujos de tráfico similares, debiendo ser asimismo similares las velocidades de proyecto (V_p) de los elementos correspondientes, pudiendo disminuirse o incrementarse, si fuese necesario, de forma gradual el número de carriles en la calzada común.

Podrán proyectarse asimismo confluencias y bifurcaciones en las que no se modifica el número de carriles.²⁰

Se denominan carriles de confluencia aquellos carriles que después de una confluencia se suprimen progresivamente hasta alcanzar el número de carriles básicos en la calzada y carriles de bifurcación aquellos carriles que se añaden progresivamente a los carriles básicos de la calzada antes de efectuar una bifurcación.

Estos carriles podrán ser de dos tipos:

- Carriles de confluencia o bifurcación de ancho constante. Éste será de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m). Son los utilizados en los esquemas de las Figuras 8.8, 8.9 y 8.10.
- Carriles de confluencia o bifurcación de ancho variable (denominados carriles bífidos). Proporcionan una variación lineal del ancho de carril entre tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y siete metros (7,00 m). Son los utilizados en los esquemas de las Figuras 8.11 y 8.12.

Salvo justificación en contrario en el diseño de las confluencias y bifurcaciones con modificación del número de carriles se utilizarán preferentemente los carriles de confluencia o bifurcación de ancho constante.

Las confluencias con disminución del número de carriles utilizando carriles de ancho constante se efectuarán, generalmente, de acuerdo con los esquemas de las Figuras 8.8 y 8.9, que podrán extrapolarse para diferente número de carriles, suprimiendo preferentemente los carriles de la calzada por los que circula un menor número de vehículos pesados, de la siguiente forma:

- Después de una confluencia se mantendrán cuatro carriles en una longitud de quinientos metros (500 m) y, posteriormente, se suprimirá un carril con una cuña de longitud doscientos cincuenta metros (250 m).
- Si fuese necesario suprimir un segundo carril se mantendrán los tres carriles durante una longitud de quinientos metros (500 m) para, mediante otra cuña de longitud doscientos cincuenta metros (250 m), pasar de tres a dos carriles.

²⁰ Situación frecuente en vías para regulación de accesibilidad y movilidad (apartado 2.7).

Las bifurcaciones con incremento del número de carriles utilizando carriles de ancho constante se efectuarán, generalmente, de acuerdo con el esquema de la Figura 8.10, que podrá extrapolarse para diferente número de carriles de la siguiente forma:

- Para pasar de tres a cuatro carriles, se añadirá un carril por la derecha con una cuña de longitud ciento sesenta metros (160 m), manteniendo los cuatro carriles en una longitud de quinientos (500 m) y posteriormente proceder a la bifurcación.
- Para pasar de dos a cuatro carriles, se añadirá un carril por la derecha con una cuña de longitud ciento sesenta metros (160 m), manteniendo los tres carriles en una longitud de doscientos cincuenta metros (250 m), agregando posteriormente un segundo carril por la derecha con otra cuña de longitud ciento sesenta metros (160 m), manteniendo los cuatro carriles en una longitud de quinientos (500 m) y posteriormente proceder a la bifurcación.

FIGURA 8.8.

CONFLUENCIA POR LA IZQUIERDA CON DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE CARRILES UTILIZANDO CARRILES DE ANCHO CONSTANTE.

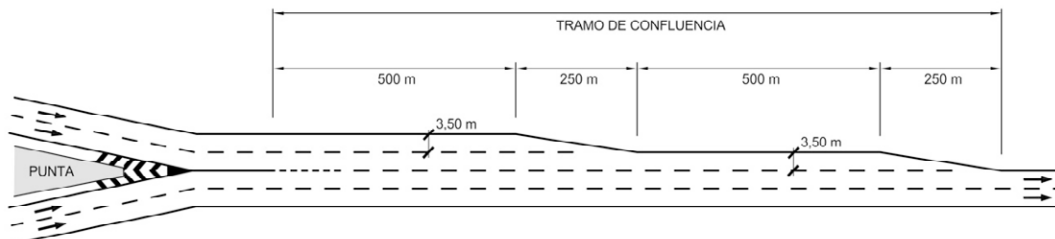


FIGURA 8.9.

CONFLUENCIA POR LA DERECHA CON DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE CARRILES UTILIZANDO CARRILES DE ANCHO CONSTANTE.

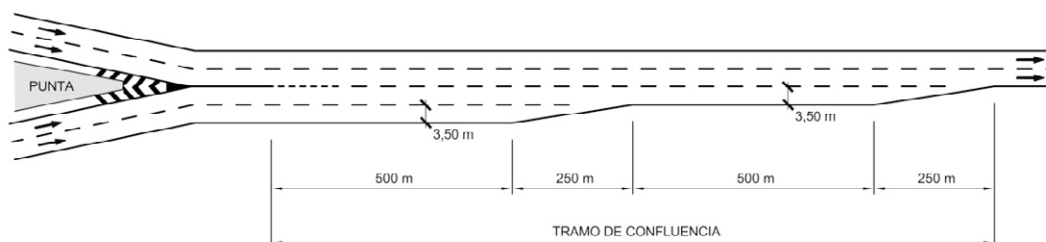
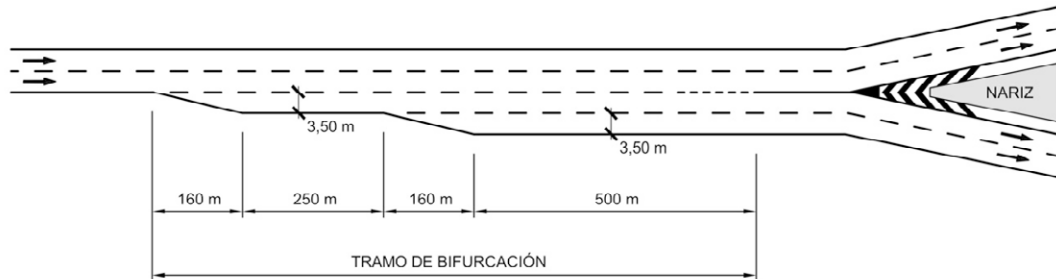


FIGURA 8.10.

BIFURCACIÓN CON INCREMENTO DEL NÚMERO DE CARRILES UTILIZANDO CARRILES DE ANCHO CONSTANTE.



Las confluencias con disminución del número de carriles utilizando carriles de ancho variable (carriles bífidos) se efectuarán de acuerdo con el esquema de la Figura 8.11 aplicable a la supresión de un carril. La reducción del ancho del carril bífido desde siete metros (7,00 m) hasta tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) se efectuará en una longitud mayor o igual que quinientos metros (≥ 500 m).

Las bifurcaciones con incremento del número de carriles utilizando carriles de ancho variable (carriles bífidos) se efectuarán de acuerdo con el esquema de la Figura 8.12 aplicable a la adición de un carril. El aumento del ancho del carril bífido desde tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) hasta siete metros (7,00 m) se efectuará en una longitud mayor o igual que quinientos metros (≥ 500 m).

FIGURA 8.11.

CONFLUENCIA CON DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE CARRILES UTILIZANDO CARRILES DE ANCHO VARIABLE.

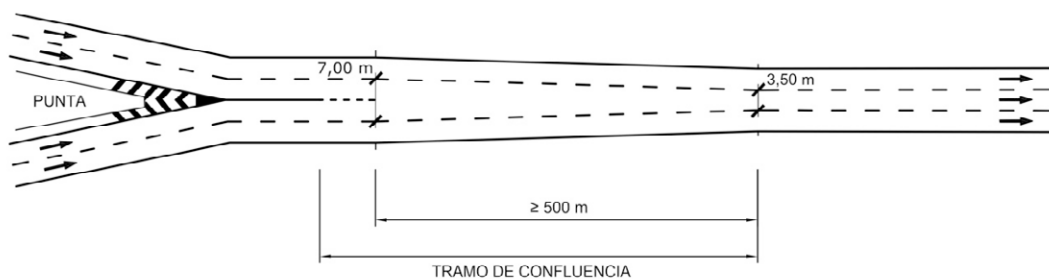
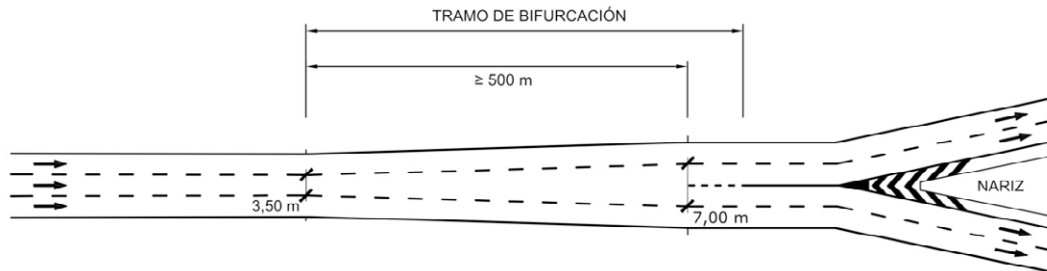


FIGURA 8.12.
BIFURCACIÓN CON INCREMENTO DEL NÚMERO DE CARRILES UTILIZANDO CARRILES DE ANCHO VARIABLE.



En los tramos de confluencia y bifurcación no se modificará el ancho de los arcenes.

No se podrán disponer conexiones y accesos en los tramos de confluencia y bifurcación.

En las bifurcaciones, la diferencia entre la velocidad de proyecto (V_p) del tronco antes de la bifurcación y las velocidades específicas en la primera curva de cada una de las dos calzadas resultantes no será mayor que veinte kilómetros por hora ($\nless 20$ km/h).

8.5 CARRILES EN RAMPA Y PENDIENTE.

8.5.1 GENERALIDADES.

El establecimiento de un carril adicional en rampa en una carretera convencional exigirá el cumplimiento simultáneo de las tres condiciones siguientes:

1. La intensidad de vehículos en el sentido de subida es mayor que doscientos (> 200) vehículos por hora.
2. La intensidad de vehículos pesados en el sentido de subida es mayor que veinte (> 20) vehículos por hora.
3. Se produce alguna de las tres circunstancias siguientes:
 - Reducción de la velocidad de los vehículos pesados en quince kilómetros por hora o más (≥ 15 km/h) respecto de la velocidad de proyecto (V_p), sin considerar velocidades iniciales mayores que cien kilómetros por hora ($\nless 100$ km/h). La reducción de velocidad se podrá estimar de acuerdo con las curvas de las Figuras 8.13 y 8.14.
 - Nivel de servicio D o E (Tabla 7.1) en la rampa.
 - Pérdida de dos niveles de servicio respecto al existente en el tramo de aproximación.

El establecimiento de un carril adicional en rampa en carreteras de calzadas separadas únicamente estará justificado si en dicha rampa se alcanza el nivel de servicio C o D (Tabla 7.1).

El establecimiento de un carril adicional en pendiente, en carreteras convencionales y en carreteras de calzadas separadas, se justificará mediante un estudio que, como consecuencia de una elevada inclinación, concluyera que los vehículos pesados al reducir la velocidad pudieran provocar retenciones en el tráfico.

8.5.2 DISPOSICIÓN.

Para cualquier clase de carretera la implantación de los carriles en rampa y pendiente se hará de acuerdo con el siguiente criterio:

- Se dispondrán preferentemente por la izquierda de la calzada (carriles para circulación rápida).
- Se permitirá la disposición por la derecha (carriles para circulación lenta), excepcionalmente, cuando se justifique suficientemente.

Las soluciones mixtas requerirán justificación exhaustiva.

8.5.3 DIMENSIONES.

Los carriles en rampa o pendiente tendrán el mismo ancho que los carriles básicos que constituyen la calzada y, en curvas, dicho ancho más el sobrecancho correspondiente.

Para definir el inicio y final de un carril adicional en rampa, y consecuentemente su longitud, se tendrá en cuenta:

- El inicio del carril adicional se situará donde los vehículos pesados reduzcan su velocidad en diez kilómetros por hora (10 km/h) respecto de la velocidad de proyecto (V_p), sin considerar velocidades iniciales mayores que cien kilómetros por hora ($\neq 100$ km/h). La estimación de la reducción de velocidad en las rampas se podrá hacer de acuerdo con las curvas de las Figuras 8.13, 8.14, 8.15 y 8.16.
- El final del carril adicional se situará donde, una vez superado el vértice del acuerdo, el vehículo pesado recupere la velocidad correspondiente que hizo necesario el establecimiento del carril adicional y, en el caso de carreteras convencionales, donde además se disponga de visibilidad de adelantamiento para la velocidad de proyecto (V_p).

Se podrán utilizar los gráficos incluidos en las Figuras 8.15 y 8.16²¹ para estimar, en condiciones generales, las prestaciones de los vehículos pesados en rampa y pendiente con el fin de evaluar los correspondientes niveles de servicio.

Antes del inicio y después del final de los carriles adicionales en rampa se dispondrán cuñas de transición. Las longitudes de las cuñas de transición se establecen en la Tabla 8.1 en función de la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera.

Al final de los carriles adicionales para circulación rápida después de la cuña de transición definida en la Tabla 8.1, se dispondrá adicionalmente un tramo cebreado con una longitud mayor o igual que doscientos metros (≥ 200 m).

Con los mismos criterios se definirán el inicio y el final de los carriles adicionales en pendiente.

Cuando se amplíe la plataforma para disponer un carril en rampa o pendiente, se mantendrán las dimensiones de los arcones y de las bermas.

En ningún caso se permitirá en carreteras convencionales, en toda la longitud del carril adicional, que los vehículos que puedan utilizar dos carriles circulen por el carril del sentido opuesto (prohibición de adelantamiento).

En las Figuras 8.17 y 8.18 se incluyen ejemplos de carriles adicionales para circulación rápida y lenta.

²¹ En las Figuras 8.15 y 8.16 las líneas continuas corresponden a pérdida de velocidad o a deceleración y las líneas discontinuas a recuperación de velocidad o a aceleración.

FIGURA 8.13.

ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE UN VEHÍCULO PESADO DESDE CIENTO KILÓMETROS POR HORA (100 km/h) EN UNA RAMPA.

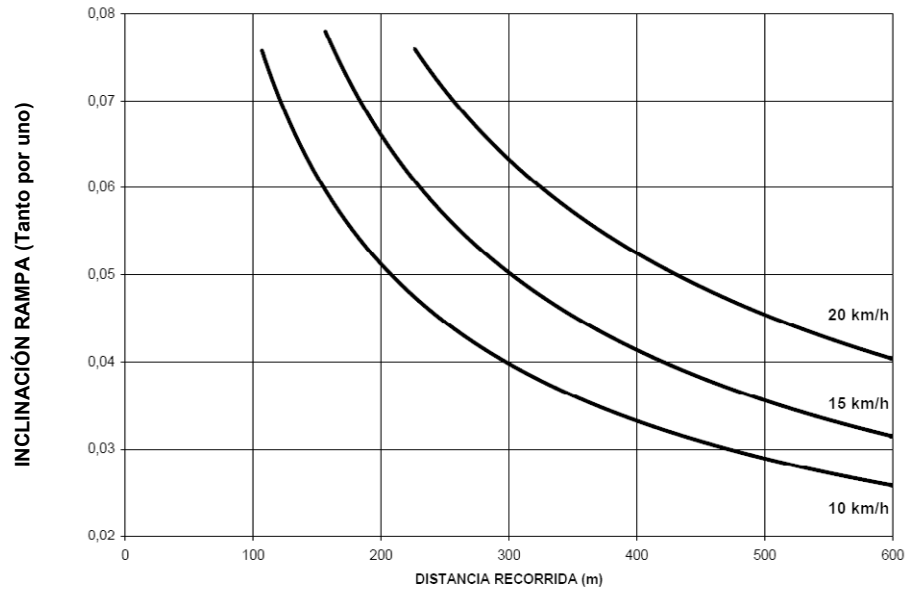


FIGURA 8.14.

ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE UN VEHÍCULO PESADO DESDE OCHENTA KILÓMETROS POR HORA (80 km/h) EN UNA RAMPA.

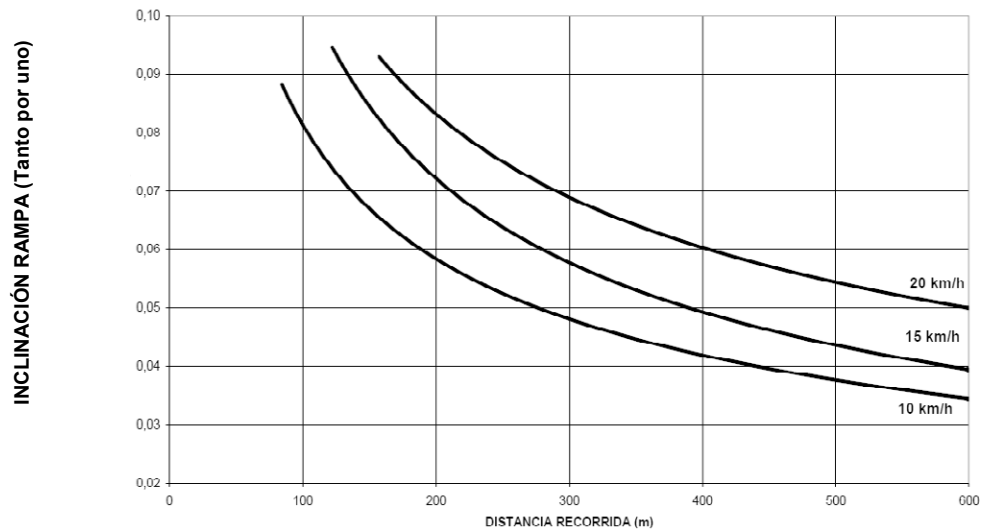


FIGURA 8.15.

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VEHÍCULO PESADO DESDE CIENTO KILÓMETROS POR HORA (100 km/h).

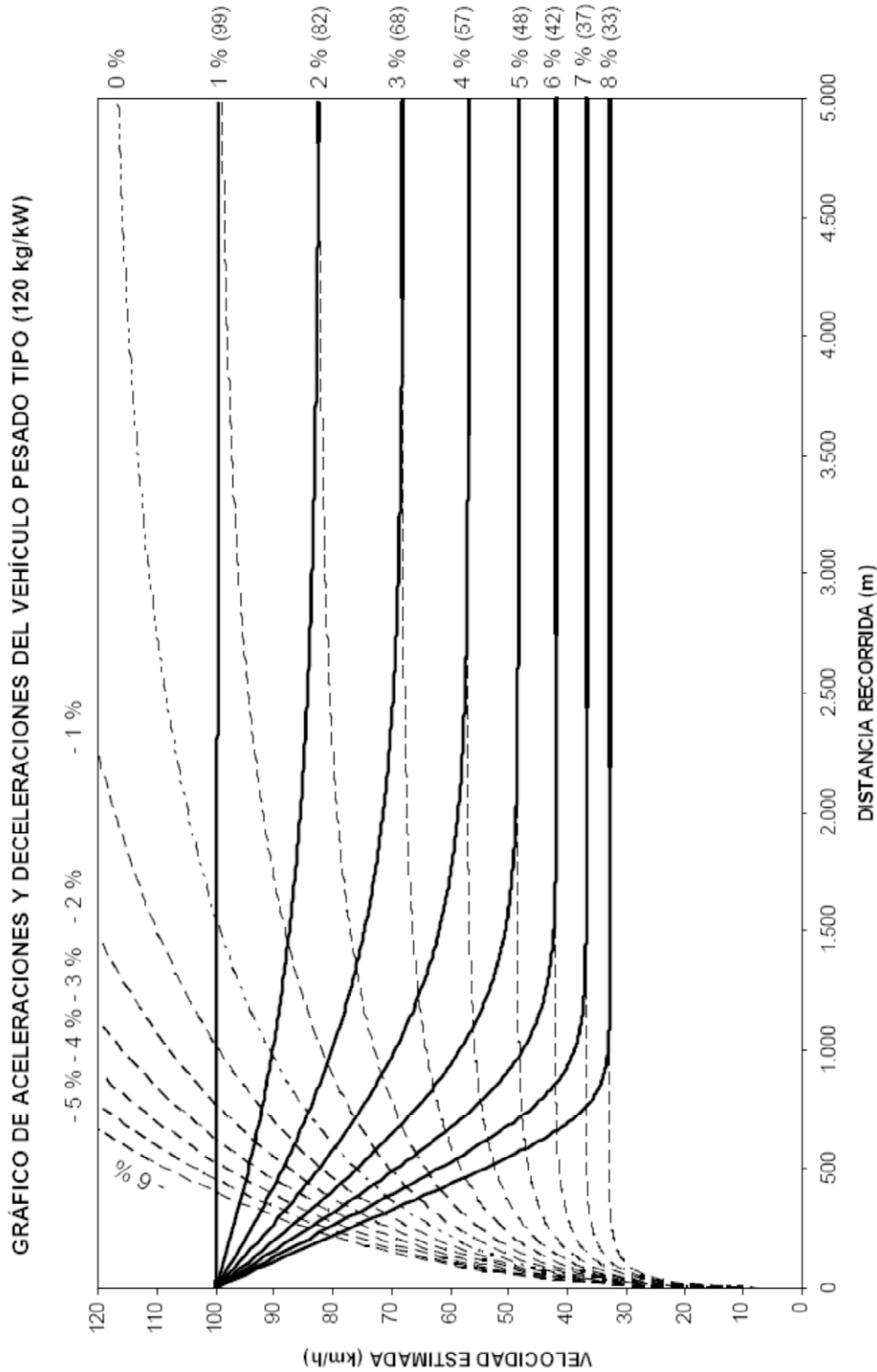


FIGURA 8.16.

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VEHÍCULO PESADO DESDE OCHENTA KILÓMETROS POR HORA (80 km/h).

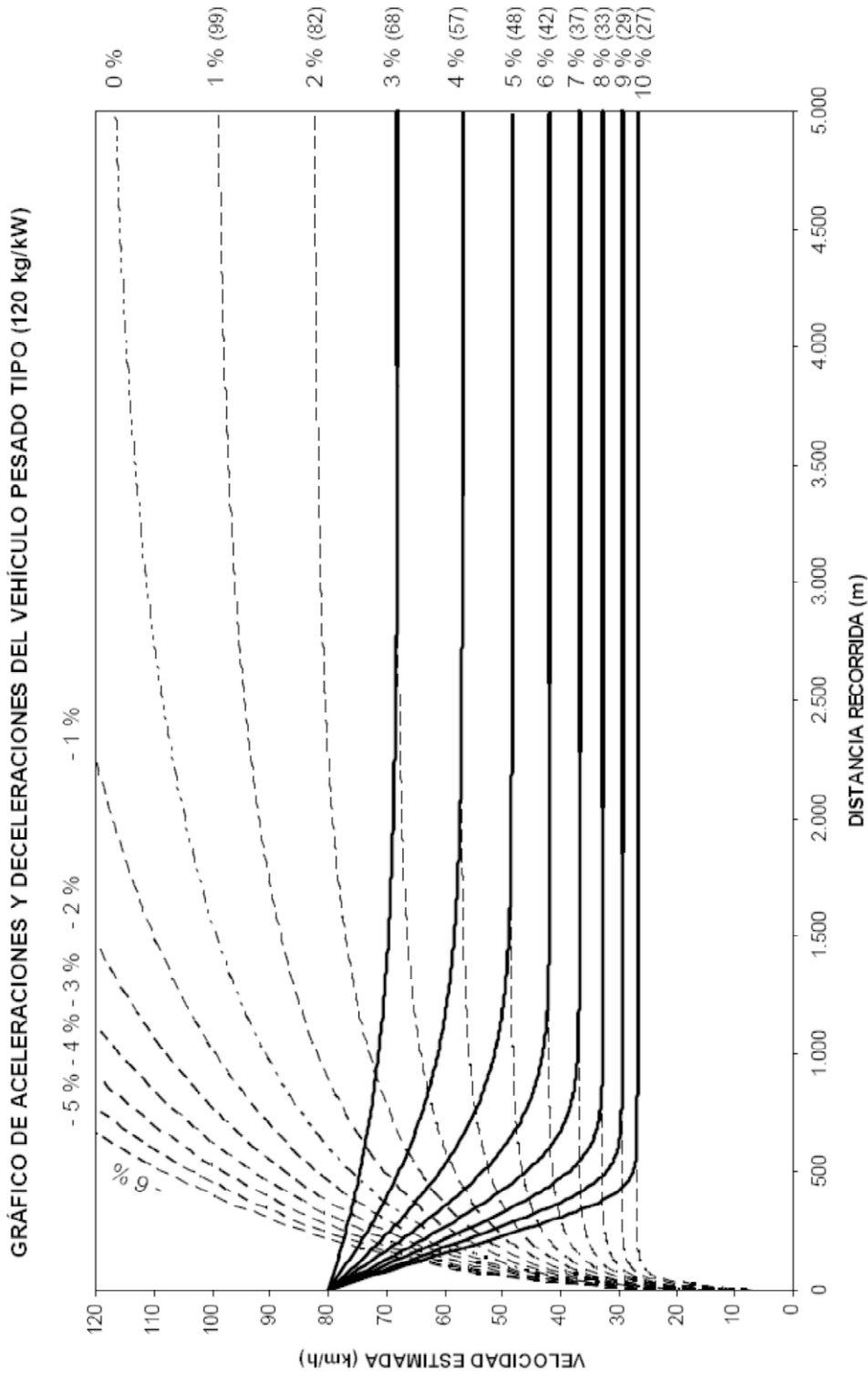


FIGURA 8.17.

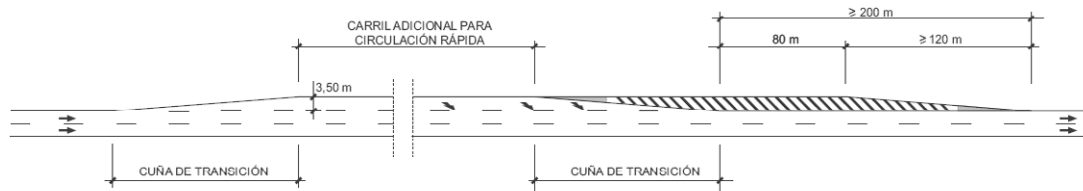
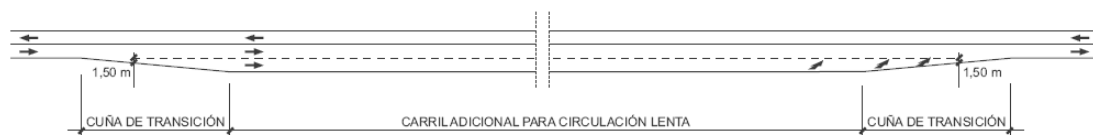
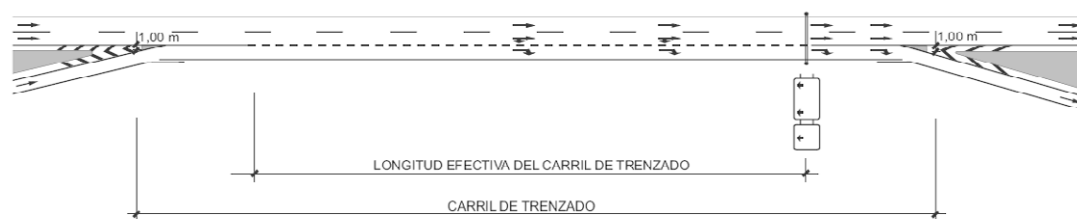
CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACIÓN RÁPIDA.

FIGURA 8.18.

CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACIÓN LENTA.**8.6 CARRILES DE TRENZADO.**

Se denominan carriles de trenzado a los carriles constituidos por la unión de un carril de aceleración y otro de deceleración consecutivo (Figura 8.19).

FIGURA 8.19.

CARRIL DE TRENZADO.

La longitud efectiva del carril de trenzado es aquella en la que están autorizadas las maniobras de trenzado y que coincide con la longitud de la marca vial discontinua.

Para que pueda ser considerado y señalizado como tal, la longitud máxima de un carril de trenzado, medida entre secciones características de un metro (1,00 m) no será, salvo justificación en contrario, mayor que mil quinientos metros (\neq 1 500 m).

Las longitudes mínimas de los carriles de trenzado se incluyen en el Capítulo 9.

Los carriles de trenzado tendrán:

- Ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y, en curvas, dicho ancho más el sobreaño correspondiente, mientras no se separen de la calzada.
- Arcén derecho de igual ancho que el arcén derecho de la calzada.
- Igual pendiente transversal que la calzada principal, en la longitud comprendida entre el punto de unión de ambas calzadas y la sección característica de un metro (1,00 m).

8.7 CARRILES DE ADELANTAMIENTO.

Se denominan carriles de adelantamiento a los carriles que se pueden añadir en algunos tramos de carreteras convencionales para mejorar el nivel de servicio o para reducir la accidentabilidad por falta de oportunidades de realizar una maniobra de adelantamiento.

Se dispondrán por la izquierda del carril que sea objeto de adelantamiento y no podrán coincidir en planta con carriles adicionales en rampa o pendiente.

Su diseño será tal que los conductores, en ningún caso, puedan considerar que circulan por una carretera de calzadas separadas, por lo que no podrán coincidir en planta carriles de adelantamiento en ambos sentidos de circulación.

La proyección de carriles de adelantamiento y la estimación de su longitud será objeto de un estudio de tráfico que analice los niveles de servicio.

La longitud del carril de adelantamiento se medirá entre las secciones características inicial y final de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m).

En carreteras convencionales, donde exista un carril de adelantamiento, se dispondrán entre ambos sentidos de circulación arcenes interiores con un ancho de un metro (1,00 m) y mediana con el ancho necesario para la preceptiva implantación de un sistema de contención de vehículos.

Los carriles de adelantamiento tendrán:

- Ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y, en curvas, dicho ancho más el sobreaño correspondiente.
- Igual pendiente transversal que el carril básico existente a su derecha.

En las zonas de las carreteras convencionales donde exista carril de adelantamiento en un sentido se garantizará que la sección transversal para el sentido contrario permita que un vehículo detenido pueda ser rebasado.

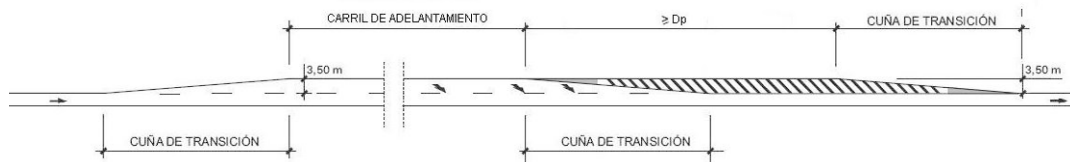
Antes del inicio y después del final de carril de adelantamiento se dispondrán cuñas de transición. Las longitudes de las cuñas de transición se establecen en la Tabla 8.1, en función de la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera.

Al final del carril de adelantamiento y después de la cuña de transición definida en la Tabla 8.1, se dispondrá adicionalmente un tramo cebreado con una longitud mayor o igual que doscientos metros (≥ 200 m) con el mismo criterio que la Figura 8.17.

La longitud central del tramo cebreado podrá reducirse, de forma justificada, siempre que se cumpla que la suma de la longitud de la cuña de transición más la longitud de dicho tramo central sea mayor o igual que la distancia de parada ($\geq D_p$) correspondiente al tramo donde se implante dicho carril de adelantamiento (Figura 8.20).

FIGURA 8.20.

CARRIL ADICIONAL PARA ADELANTAMIENTO CON LA ZONA CEBREADA REDUCIDA.



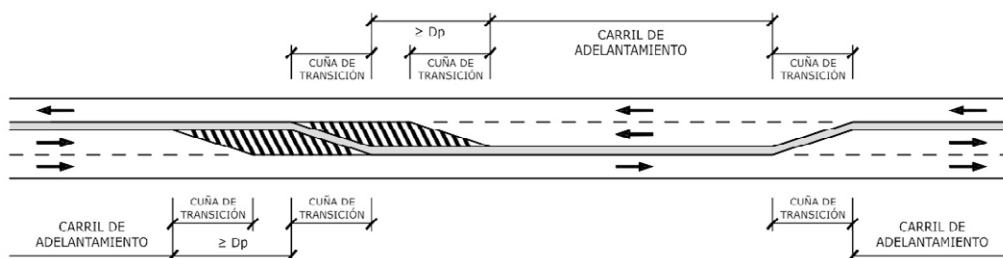
Cuando en un ramal de enlace o en una vía colectora - distribuidora se disponga un carril de adelantamiento su final se proyectará con la zona cebreada reducida.

Si en un tramo de una carretera convencional se proyecta una alternancia de carriles de adelantamiento entre ambos sentidos de circulación se cumplirán, salvo justificación en contrario, las siguientes condiciones (Figura 8.21):

- Entre el inicio de un carril de adelantamiento en un sentido y el inicio de un carril de adelantamiento en el sentido opuesto existirá la longitud necesaria para disponer en cada sentido la cuña de transición previa al inicio del carril de adelantamiento.
- Entre el final de un carril de adelantamiento en un sentido y el final de un carril de adelantamiento en el sentido opuesto existirá la longitud necesaria para disponer en cada sentido la zona cebreada reducida correspondiente.
- La longitud de cada carril de adelantamiento no será mayor que mil quinientos metros ($\leq 1\ 500$ m).

FIGURA 8.21.

CARRILES ADICIONALES ALTERNOS PARA ADELANTAMIENTO.



8.8 CARRILES DE CONVERGENCIA Y DE DIVERGENCIA.

Se denominan carriles de convergencia y divergencia aquellos que, para mejorar el funcionamiento de los carriles de cambio de velocidad de tipo paralelo, se diseñan aumentando su longitud²², de manera que el nivel de servicio de la zona de convergencia y de divergencia sea C en el año horizonte, consiguiendo con ello:

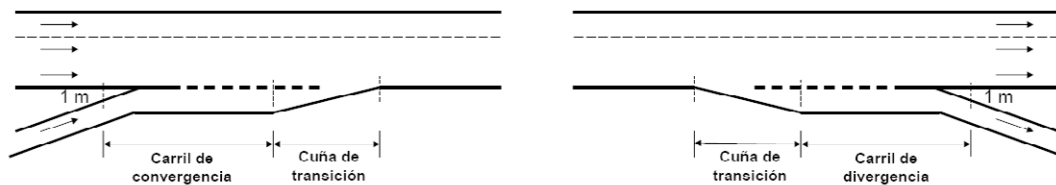
- Mejorar el nivel de servicio.
- Evitar que las posibles retenciones existentes en los ramales de los enlaces afecten al tronco de la carretera.
- Aumentar la posibilidad de incorporarse al tronco de la carretera, en el caso de los carriles de aceleración, si su intensidad media diaria o en la hora de proyecto es elevada o con alto porcentaje de pesados.

Se utilizarán preferentemente en tramos urbanos y periurbanos, con elevada IMD.

Adicionalmente al inicio de un carril de divergencia y al final de un carril de convergencia se dispondrá una cuña de transición (Figura 8.22), cuya longitud se establece en la Tabla 8.1, en función de la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera.

FIGURA 8.22.

CARRILES DE CONVERGENCIA Y DE DIVERGENCIA.



Los carriles de convergencia y de divergencia tendrán:

- Ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y, en curvas, dicho ancho más el sobreaño correspondiente.
- Arcén derecho de igual ancho que el de la calzada.
- Igual pendiente transversal que la calzada.

8.9 PLATAFORMAS Y CARRILES ESPECIALIZADOS PARA CIRCULACIÓN DE DETERMINADOS TIPOS DE VEHÍCULOS.

Se denominan plataformas y carriles especializados, de un tramo o un itinerario, los que se disponen para servir a los tipos de vehículos que se indican a continuación:

²² Respecto a la necesaria para un carril de cambio de velocidad según Tabla 8.2.

- Vehículos para el transporte colectivo (en abreviatura BUS).
- Vehículos de alta ocupación (en abreviatura VAO).
- Vehículos pesados (en abreviatura VP).

Las plataformas y los carriles para vehículos de transporte colectivo, vehículos de alta ocupación y vehículos pesados deberán cumplir, salvo justificación en contrario, las condiciones relativas a trazado en planta, alzado, sección transversal, coordinación y visibilidad de parada que se incluyen en la presente Norma para la velocidad de proyecto (V_p) del tramo o itinerario o para la que, en su caso, se diseñe.

Por su localización, elementos y relación con la carretera, se distinguen los siguientes tipos:

- Plataforma independiente: Plataforma de uno o varios carriles con trazado independiente a una vía principal a la que sirve y se conecta. Dada la proximidad entre ambas, podrá ser necesario establecer sistemas de contención de vehículos.
- Plataforma adosada: Plataforma de uno o varios carriles adosada a una vía principal, pero separada físicamente de ella por sistemas de contención de vehículos.
- Carril especializado: Carril para vehículos de transporte colectivo que forma parte de una plataforma de más de un (> 1) carril, estando separado únicamente mediante marcas viales y eventualmente balizamiento (sin sistemas de contención de vehículos).

8.9.1 PLATAFORMAS Y CARRILES PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO (BUS).

8.9.1.1 DEFINICIÓN Y TIPOS.

Se denomina vehículo de transporte colectivo (autobús, microbús y autocar) al vehículo automóvil que tiene más de nueve (> 9) plazas incluida la del conductor, destinado, por su construcción y acondicionamiento, al transporte de personas y equipajes.

Se denomina plataforma para vehículos de transporte colectivo aquella que, mediante la regulación legal correspondiente, queda habilitada para el uso por los citados vehículos. En el caso de mínima ocupación, la plataforma se reducirá a un carril formando parte de la vía cuya funcionalidad complementa.

Por su regulación y tipo de vehículos cuyo uso se autoriza, se distinguen los siguientes tipos de carriles para vehículos de transporte colectivo:

- Carril de uso exclusivo (también denominado carril reservado): Carril cuyo uso solo está autorizado para vehículos de transporte colectivo.
- Carril de uso preferente: Carril para vehículos de transporte colectivo que en algunos tramos es compartido o atravesado por otros vehículos.

Por el sentido de circulación, las plataformas podrán ser:

- Unidireccionales: Cada sentido de circulación dispone de una plataforma independiente, una plataforma adosada o un carril especializado.

- Bidireccionales: Ambos sentidos de circulación comparten una plataforma independiente o una plataforma adosada.

Por el período de utilización, las plataformas podrán ser (esta diferenciación no suele ser aplicable a carriles):

- No reversibles: Si el sentido de circulación se mantiene fijo independientemente del día o de la hora.
- Reversibles: Si el sentido de circulación cambia según el día o la hora. La reversibilidad se garantiza mediante la adecuada regulación.

8.9.1.2 CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN Y LIMITACIONES.

Las plataformas (independiente o adosada) y los carriles especializados se utilizarán en aquellas carreteras en las que se produzca una congestión recurrente y retrasos significativos en el funcionamiento de las líneas de vehículos de transporte colectivo. Esta solución favorece particularmente la regularidad en el recorrido de un itinerario, especialmente si su uso es exclusivo para este tipo de vehículos.

Para seleccionar el tipo de plataforma o carril y la regulación del tráfico necesaria en ellos, se deberán evaluar, al menos, los siguientes factores:

- Tipología del transporte colectivo (urbano o interurbano) y número de vehículos a los que se pretenda servir.
- Ocupación que exige esta infraestructura y su coste de implantación en un determinado itinerario (ejecución de las obras y pago de las expropiaciones).
- Clase de carretera (autopista, autovía, carretera convencional, vía de servicio, etc.) respecto de la cual es auxiliar la plataforma o el carril.
- Adaptación de la plataforma o el carril al cruce de los accesos existentes en las vías que afecta y características de los mismos (longitudes de los carriles o cuñas de cambio de velocidad, número de vehículos que los usan y tipo, etc.).
- Otras circunstancias que limiten su implantación, como el número de conexiones de la plataforma con la vía principal en el caso de plataforma separada, afección a obras de paso o túneles que restrinjan la sección transversal disponible, etc.
- Número y distribución de las paradas, así como recorridos peatonales necesarios para acceder a las mismas.
- Velocidad de proyecto (V_p) de las plataformas.

Dentro de un itinerario, estos u otros factores pueden variar y conllevar que la plataforma o el carril tengan una tipología diferente a lo largo del mismo. En particular, el diseño de estas plataformas o carriles donde existan enlaces exigirá un detallado estudio técnico y económico de las diferentes soluciones, en el que se tendrá en cuenta la posibilidad de que los vehículos de transporte colectivo puedan entrar desde la vía que enlaza o salir hacia la misma. Las conexiones

de las plataformas con las carreteras cumplirán las exigencias de esta Norma para el tipo de carreteras con el que se conectan.²³

El estudio de la necesidad de una plataforma o carril contemplará, al menos, los siguientes aspectos:

- Capacidad.
- Mejora real en el funcionamiento del transporte colectivo (disminución del tiempo de recorrido).
- Incremento de congestión en carriles de circulación convencional.
- Instrumento de promoción de políticas de transporte público.
- Selección, con los siguientes criterios:
 - Plataformas:
 - Para autobuses interurbanos (recorridos relativamente largos y pocas paradas).
 - Sin conexión con otras carreteras salvo:
 - En los puntos inicial y final.
 - En las vías de escape.
 - En los lugares intermedios que se prevean para salidas o entradas de vehículos de transporte colectivo.
 - Las de tipo adosado no se utilizarán en autopistas.
 - Carriles especializados:
 - Para autobuses urbanos y periurbanos (recorridos relativamente cortos y numerosas paradas).
 - Su implantación podrá estar justificada cuando el número previsto de viajeros sea superior al de los que utilizan como media diaria un carril básico.
 - Formarán parte, cuando sea posible, de las plataformas de las vías de servicio.
 - No se utilizarán en:
 - Autopistas.
 - Autovías.
 - Carreteras convencionales.
 - Vías colectoras - distribuidoras.

²³ Con la debida justificación, se podrán establecer conexiones intermedias de esas plataformas con la calzada principal mediante ramales de transferencia.

8.9.1.3 SECCIONES TRANSVERSALES.

El ancho de las plataformas deberá ser objeto de un estudio en el que se tendrán en cuenta, al menos, los siguientes aspectos:

- Prever un ancho de la plataforma suficiente para rebasar a un vehículo de transporte colectivo averiado o temporalmente detenido.
- Incluir espacio para los sistemas de contención de vehículos y la señalización vertical.
- Prever sistemas que permitan a los vehículos detenidos detrás de un vehículo de transporte colectivo averiado salir de la plataforma.

Las plataformas independientes y adosadas dispondrán de carriles y arcenes. En plataformas de más de un carril, el ancho de los carriles será de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y, en curvas, dicho ancho más el sobreancho correspondiente. Si tuviesen un único carril su ancho mínimo será de cuatro metros ($\geq 4,00$ m). El ancho de los carriles, de los arcenes y de las bermas se incluyen en la Tabla 7.1 de acuerdo con la velocidad de proyecto (V_p) y se podrá, de forma justificada por razones de espacio, reducir el ancho de los arcenes hasta un valor mínimo de cincuenta centímetros (≥ 50 cm) sin que por ello deje de disponerse de la visibilidad de parada.

En tramos donde un carril especializado coincida con otros carriles adicionales para entrada a la calzada o salida de la misma (carriles y cuñas de cambio de velocidad, carriles de trenzado, confluencias y bifurcaciones, convergencias y divergencias) dicho carril cumplirá alguna de las siguientes condiciones:

- En el caso de carril de uso exclusivo se modificará su trazado, independizándose en ese tramo de la plataforma de la que formaba parte, de manera que no interfiera con los movimientos de trenzado entre la vía principal y los carriles adicionales.
- En el caso de carril preferente, se deberá permitir su utilización por otros vehículos, en una distancia mayor o igual que doscientos cincuenta metros (≥ 250 m) antes del inicio y después de la terminación del carril adicional, para lo cual se dispondrán en el carril de uso exclusivo marcas viales discontinuas y la señalización vertical correspondiente.

Los carriles especializados (de uso exclusivo y de uso preferente) se podrán situar:

- A la derecha de los demás carriles sin suprimir el arcén. Es una disposición útil si existen pocos accesos a la carretera y muchas paradas para el transporte colectivo.
- A la izquierda, de forma justificada, sin suprimir el arcén, debiendo en este caso disponer en las paradas una separación física (elemento de contención) con el resto de la vía y pasos a desnivel para el acceso de los peatones. Es una

disposición, con un coste superior, es más práctica si existen muchos accesos a la vía principal y pocas paradas para los vehículos de transporte colectivo.

Se añadirá un carril especializado, salvo justificación en contrario, en calzadas que ya tengan al menos dos carriles en el mismo sentido, sin tener en cuenta otros carriles adicionales necesarios.

8.9.2 PLATAFORMAS PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO Y VEHÍCULOS DE ALTA OCUPACIÓN (BUS-VAO).

Para mejorar el aprovechamiento de una plataforma para vehículos de transporte colectivo, se plantea en ocasiones la conveniencia de permitir su utilización a los vehículos de alta ocupación (VAO).

Se denomina vehículo de alta ocupación (VAO) a aquel automóvil destinado exclusivamente al transporte de personas, cuya masa máxima autorizada no exceda de tres mil quinientos kilos ($\leq 3\,500$ kg) y que esté ocupado por el número de personas que se fije para cada tramo de la red viaria.

En función de las características del tráfico, la habilitación para la circulación de vehículos de alta ocupación (VAO) podrá ser permanente o temporal, con horario fijo o en función del estado de la circulación. Estos factores serán tenidos en cuenta en el diseño. También deberá preverse la posibilidad de que en circunstancias no habituales y por razones de seguridad viaria o fluidez de la circulación, se pueda permitir, recomendar u ordenar a otros vehículos la utilización del carril reservado para aquellos.

Se establecerán generalmente en tramos urbanos y periurbanos utilizando una plataforma situada en la mediana de una autopista o más frecuentemente de una autovía o un carril específico para dicho uso. Usualmente se utilizará el tipo reversible.

8.9.3 PLATAFORMAS PARA VEHÍCULOS PESADOS (VP).

Las plataformas para vehículos pesados (independientes o adosadas) estarán reservadas exclusivamente para la circulación de dichos vehículos.

Se denomina vehículo pesado a aquel automóvil cuya masa máxima autorizada exceda de tres mil quinientos kilos ($> 3\,500$ kg) destinado al transporte de mercancías o que tiene más de nueve (> 9) plazas incluida la del conductor destinado al transporte de personas, excluyendo los denominados vehículos especiales.

La decisión de implantar una plataforma (o carretera) para vehículos pesados deberá ser objeto de un análisis de coste-beneficio.

Las plataformas para vehículos pesados deberán cumplir las condiciones de proyecto de una carretera convencional. No dispondrán de accesos y, si existiesen, estarán restringidos a vehículos pesados.

El ancho de los carriles será tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y excepcionalmente, y de forma justificada, tres metros y setenta y cinco centímetros (3,75 m) y, en curvas, dicho ancho más el sobreaño correspondiente. Si existiese un único carril su ancho será cuatro metros (4,00 m) y, en curvas, tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) más el sobreaño correspondiente con un valor mínimo de cuatro metros ($\geq 4,00$ m). El ancho de los arcones y de las bermas será el indicado en la Tabla 7.1 para la velocidad de proyecto (V_p) de la plataforma.

8.10 PARADAS DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO.

Los vehículos de transporte colectivo no podrán detenerse en los carriles destinados a la circulación por lo que, en los lugares donde se permita, deberán establecerse paradas mediante un ensanche de la plataforma adosado a la calzada.

El número de paradas y su implantación en las carreteras se establecerá mediante un estudio de las necesidades de los posibles viajeros de los transportes colectivos.

La ubicación de las paradas se regirá por los siguientes criterios:

- En el tronco de autopistas, autovías y vías colectoras - distribuidoras no se dispondrán.
- En las plataformas o carriles para vehículos de transporte colectivo se dispondrán, salvo excepciones justificadas, adosadas a las mismas; en ausencia de dichas plataformas o carriles, se ubicarán de forma preferente en vías de servicio.
- En las proximidades de un enlace, se dispondrán en la vía o carretera secundaria con las que se conecte o en sus ramales, debiendo exigirse en este caso, que se sitúe a más de doscientos cincuenta metros (> 250 m) medidos en el ramal desde la sección característica de un metro (1,00 m) del carril de cambio de velocidad.
- En carreteras convencionales o multicarril, se dispondrán adosadas a la propia carretera.

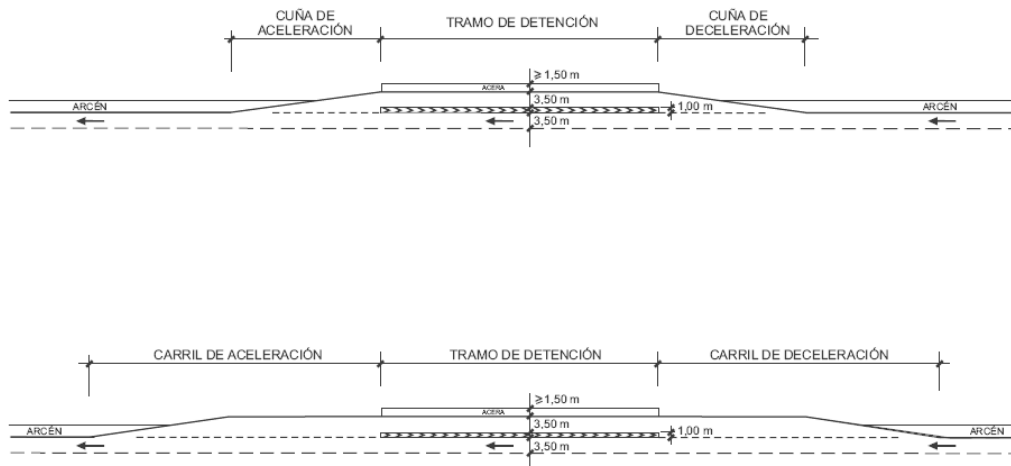
Los vehículos de transporte colectivo detenidos en las paradas deberán ser divisados por los conductores a una distancia mayor o igual que la correspondiente a la visibilidad de parada, para la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera, debiendo su implantación ser analizada conjuntamente con el trazado en planta y alzado.

Las paradas constarán de un carril de cambio de velocidad o cuña de deceleración, de un tramo para detención de estos vehículos y de un carril de cambio de velocidad o cuña de aceleración.

El ancho total de las paradas en el tramo de detención será de cuatro metros y cincuenta centímetros (4,50 m) con la siguiente distribución: tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) de parada propiamente dicha y un metro (1,00 m) de cebreado de separación del carril. En el tramo de detención se dispondrá, además, para resguardo de los peatones, una acera con un ancho mínimo de un metro y cincuenta centímetros ($\geq 1,50$ m) (Figura 8.23), sin contar el

ensanche que pueda ser necesario para disponer tanto una marquesina como el desembarco de una pasarela si existiese.

FIGURA 8.23.

PARADA DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO.²⁴

Las paradas y sus carriles o cuñas de cambio de velocidad se dispondrán con la misma pendiente transversal que los arcenes de la calzada principal.

La longitud del tramo de detención en las paradas, teniendo en cuenta la frecuencia de uso²⁵ y el tipo de vehículos que la utilizan (rígidos o articulados), será:

- Si no fuera frecuente la coincidencia de dos vehículos de transporte colectivo en una parada:
 - Mayor o igual que quince metros ($\geq 15,00$ m) si todos los vehículos son rígidos.
 - Mayor o igual que veinte metros ($\geq 20,00$ m) si hay vehículos articulados.
- Si fuera frecuente la coincidencia de dos vehículos de transporte colectivo en una misma parada:
 - Mayor o igual que treinta metros ($\geq 30,00$ m) si todos los vehículos son rígidos.
 - Mayor o igual que cuarenta metros ($\geq 40,00$ m) si hay vehículos articulados.

²⁴ Aunque no se indique en la Figura 8.23 los carriles de cambio de velocidad y las cuñas de cambio de velocidad estarán dotados, en su caso, de arcenes o aceras.

²⁵ Si se desconocen los horarios de los vehículos de transporte colectivo, se podrá considerar que una parada no es de uso frecuente (con bajas posibilidades de detención simultánea de dos vehículos de transporte colectivo), cuando el número de detenciones en la franja horaria de mayor tráfico es menor que quince (< 15).

- Si del estudio de tráfico se dedujese la necesidad de permitir la detención simultánea de tres o más (≥ 3) vehículos de transporte colectivo se analizará el posible incremento de longitud del tramo de parada o el diseño de dársenas en paralelo.

En los extremos de las paradas se dispondrán:

- Carriles de cambio de velocidad con las longitudes definidas en el epígrafe 8.2.1.2 para paradas situadas en carreteras convencionales y multicarril C-100 y C-90 y en carreteras convencionales y multicarril C-80 con IMD mayor o igual que mil quinientos ($\geq 1\,500$) vehículos/día. Para efectuar el cálculo de las longitudes de los carriles de cambio de velocidad se considerará que, salvo justificación en contrario, la velocidad final en el carril de deceleración y la velocidad inicial en el carril de aceleración es de cuarenta kilómetros por hora (40 km/h).
- Cuñas de cambio de velocidad con las longitudes definidas en la Tabla 8.3 para paradas situadas en carreteras convencionales y multicarril C-80 con IMD menor que mil quinientos ($< 1\,500$) vehículos/día, en carreteras convencionales y multicarril C-70, C-60 y en otros viales con velocidades de señalización comprendidas entre ochenta kilómetros por hora (80 km/h) y sesenta kilómetros por hora (60 km/h).
- Cuñas reducidas de cambio de velocidad con las longitudes definidas en la Tabla 8.3 para paradas situadas en carreteras convencionales y multicarril C-50 y C-40 y en otras con velocidades de señalización menores o iguales que cincuenta kilómetros por hora (≤ 50 km/h) (caso típico de travesías).

Las paradas para vehículos de transporte colectivo son elementos funcionales de la carretera (apartado 2.8).

8.11 APARTADEROS.

Se denomina apartadero a un ensanche de la plataforma de la carretera destinado a permitir la detención o el estacionamiento temporal de determinados vehículos.

Se podrán proyectar tres tipos de apartaderos:

- Apartaderos de conservación y explotación.
- Apartaderos de emergencia.
- Apartaderos para revisión y control de vehículos pesados.

Los apartaderos deberán ser divisados por los conductores a una distancia mayor o igual que la visibilidad de parada, para la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera, por lo que su implantación deberá ser analizada conjuntamente con el trazado en planta y alzado.

Los apartaderos son elementos funcionales de la carretera (apartado 2.8).

8.11.1 APARTADEROS DE CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN.

Para evitar que los vehículos de conservación y explotación, en su función de atender a instalaciones de las carreteras, se detengan en los arcenes, se podrán disponer apartaderos de conservación y explotación (Figura 8.24) para uso exclusivo de esos vehículos.

FIGURA 8.24.²⁶

APARTADERO DE CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN.



El ancho total de los citados apartaderos será de cuatro metros y cincuenta centímetros (4,50 m) con la siguiente distribución: tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) de apartadero propiamente dicho y un metro (1,00 m) de cebreado de separación de la calzada.

La longitud de los citados apartaderos y de la zona cebreada será de diez metros (10,00 m) con cuñas de transición al inicio y final, de longitud mínima cinco metros ($\geq 5,00$ m).

Los apartaderos de conservación y explotación y sus cuñas se dispondrán con la misma pendiente transversal que los arcenes de la calzada.

8.11.2 APARTADEROS DE EMERGENCIA.

Para hacer posible la detención de vehículos averiados podrán establecerse apartaderos de emergencia (Figura 8.25).

FIGURA 8.25.²⁷

APARTADERO DE EMERGENCIA.



²⁶ Aunque no se indique en la Figura 8.24, tanto en las cuñas como en el apartadero de conservación y explotación, se analizará la posibilidad de mantener total o parcialmente el ancho de los arcenes.

²⁷ Aunque no se indique en la Figura 8.25, tanto en las cuñas como en el apartadero de emergencia, se analizará la posibilidad de mantener total o parcialmente el ancho de los arcenes.

El ancho total de los citados apartaderos será al menos de cuatro metros y cincuenta centímetros ($\geq 4,50$ m) con la siguiente distribución: tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) de apartadero propiamente dicho y al menos un metro ($\geq 1,00$ m) de cebreado de separación de la calzada.

La longitud de los citados apartaderos y de la zona cebreada será de treinta metros (30,00 m) con cuñas de transición al inicio y final, de longitud mínima treinta metros ($\geq 30,00$ m).

Los apartaderos de emergencia y sus cuñas se dispondrán con la misma pendiente transversal que los arcenes de la calzada.

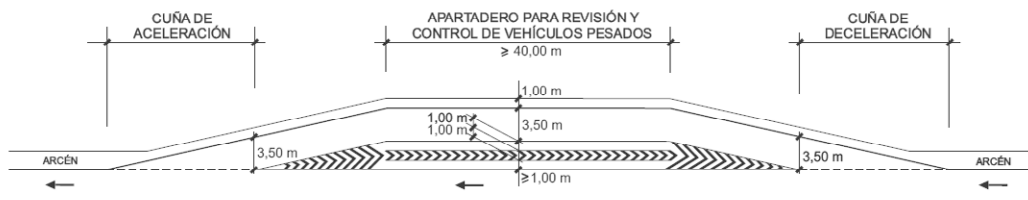
El número de apartaderos necesarios y su ubicación será objeto de un estudio.

8.11.3 APARTADEROS PARA REVISIÓN Y CONTROL DE VEHÍCULOS PESADOS.

En algunos puntos de las carreteras, donde pueda ser necesario someter a revisión y control a determinados vehículos pesados (como sucede por ejemplo en las bocas de los túneles) podrán establecerse, si no fuese posible desviarlos a una vía complementaria donde pudieran realizarse esas operaciones sin afectar al tráfico, apartaderos para revisión y control de vehículos pesados (Figura 8.26).

FIGURA 8.26.

APARTADERO PARA REVISIÓN Y CONTROL DE VEHÍCULOS PESADOS.



El ancho total de los citados apartaderos será de cinco metros y cincuenta centímetros (5,50 m) con la siguiente distribución: tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) de carril de apartadero propiamente dicho con dos arcenes de un metro (1,00 m). El ancho del arcén del tramo de la carretera donde se ubique el apartadero podrá reducirse hasta un valor mínimo de un metro ($\geq 1,00$ m). Entre el arcén de la carretera y el arcén del apartadero se dispondrá un cebreado con un ancho de un metro (1,00 m) o un sistema de contención de vehículos.

La longitud de los citados apartaderos y de la zona cebreada será como mínimo de cuarenta metros ($\geq 40,00$ m) -dos trenes de carretera-, con cuñas de cambio de velocidad al inicio y final. Las longitudes de las cuñas de cambio de velocidad se establecen en la Tabla 8.3, en función de la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera.

Los apartaderos para revisión y control de vehículos pesados y sus cuñas de cambio de velocidad se dispondrán con la misma pendiente transversal que los arcenes de la calzada principal.

Si los apartaderos se utilizasen para la creación de convoyes de camiones para el paso de túneles su longitud será función del número de camiones del convoy.

8.12 LECHOS DE FRENADO.

En los tramos de carretera donde existan pendientes fuertes y prolongadas y los vehículos puedan perder el control por avería en los frenos, se implantarán lechos de frenado para facilitar la detención de dichos vehículos debiendo diseñarse como parte integrante de dichos tramos.

Deberá analizarse la posible disposición de un lecho de frenado, en tramos donde se cumplan simultáneamente las dos siguientes condiciones:

$$i > 5$$
$$i^2 \cdot l > 60$$

Siendo:

i = pendiente media de la rasante descendente (expresado en tanto por ciento)

l = longitud del tramo descendente (expresada en kilómetros)

Los lechos de frenado se ubicarán en tramos donde puedan ser distinguidos claramente, incluso en condiciones nocturnas, evitando así que los vehículos puedan penetrar inadvertidamente en él. A tales efectos, se tomarán las siguientes medidas:

- Se localizarán preferentemente en tramos rectos.
- Se evitará que la salida al lecho de frenado coincida con una sección de elevada curvatura horizontal.

- No se situarán inmediatamente después de un acuerdo vertical convexo.
- Se deberán divisar con antelación suficiente para que los vehículos que deseen acceder a él, puedan realizar la maniobra de entrada. La disposición de la correspondiente señalización facilitará su percepción.

Los lechos de frenado podrán ubicarse (Figura 8.27) adyacentes a la plataforma de la carretera o en una vía de servicio propia segregada de la carretera.

El ancho del lecho de frenado será mayor o igual que cuatro metros y cincuenta centímetros ($\geq 4,50$ m).

Si el lecho de frenado se dispusiera adyacente a la plataforma de la carretera la separación al borde de la calzada será siempre mayor o igual que el ancho del arcén con un valor mínimo de dos metros ($\geq 2,00$ m).²⁸

Si el lecho de frenado tiene una vía de servicio contigua al mismo, exclusiva para él y segregada de la carretera, el ancho de dicha vía de servicio será cuatro metros y cincuenta centímetros (4,50 m). Se diseñará la correspondiente divergencia entre el lecho de frenado y la calzada.

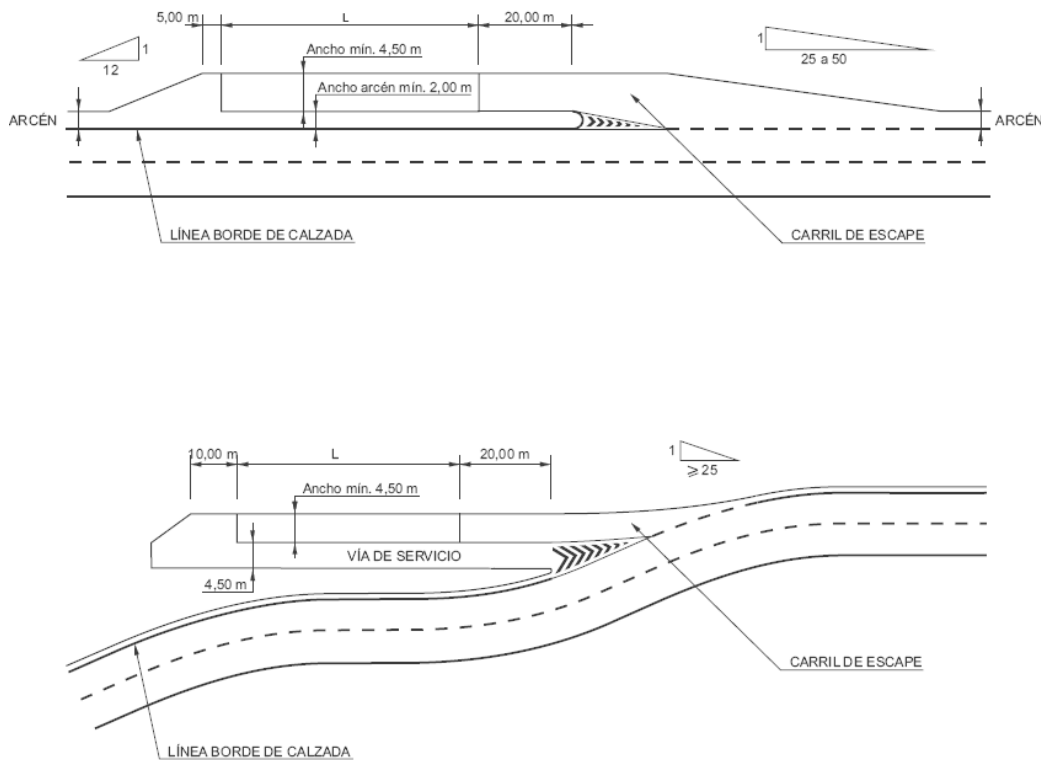
El lecho de frenado se dimensionará adoptando como vehículo patrón característico un vehículo articulado²⁹, estimando su velocidad de entrada en función de la longitud e inclinación de la pendiente anterior al lecho. Para su dimensionamiento se tendrá en cuenta la pendiente longitudinal del propio lecho y la fricción que a la entrada de un vehículo proporcionen los materiales que se dispongan en dicho lecho.

²⁸ Con esta disposición se deberá tener en cuenta la influencia del lecho de frenado en el drenaje del firme y de la plataforma de la carretera.

²⁹ Con una masa de cuarenta mil kilogramos (40 000 kg).

FIGURA 8.27.

LECHOS DE FRENADO.



Cuando en el lecho de frenado se disponga gravilla rodada suelta de tamaño 5/10 mm con una profundidad mayor o igual que cincuenta centímetros (≥ 50 cm), se podrá adoptar como longitud (L) del lecho de frenado la indicada en la Tabla 8.4, la cual se aumentará en un tres por ciento (3 %) por cada uno por ciento (1 %) de pendiente descendente de la rasante del lecho de frenado sobre la pendiente nula (horizontal).

Los lechos de frenado son elementos funcionales de la carretera (apartado 2.8).

También podrán disponerse lechos de frenado en los márgenes de una carretera en sustitución de elementos de contención. En este caso su diseño requerirá un estudio específico.

TABLA 8.4.

LONGITUD DEL LECHO DE FRENADO.

VELOCIDAD DE ENTRADA AL LECHO DE FRENADO (km/h)	LONGITUD (L) DEL LECHO DE FRENADO (m)
120	165
100	115
85	85
70	60
60	45
50	35

El análisis de la necesidad de los lechos de frenado también podrá ser llevado a cabo por otros métodos como los basados en el perfil de calentamiento de los frenos del vehículo patrón cuando este efectúa el descenso intentando mantener una velocidad constante.

8.13 PASOS DE MEDIANA Y TERCIANA.

Paso de mediana es la interrupción en la separación física entre los dos sentidos de circulación de una carretera de calzadas separadas, que facilita la comunicación entre ambas en casos singulares y de emergencia.

La longitud mínima libre de los pasos de mediana se definirá en función del trazado en planta y alzado de las posibles trayectorias de los vehículos que puedan atravesarlos. Salvo justificación en contrario, se empleará en su diseño una velocidad igual a la mitad de la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera. En todo caso la longitud mínima libre en los pasos de mediana será cuarenta metros (≥ 40 m). Estarán abocinados a ambos lados en una longitud mínima de sesenta metros (≥ 60 m).

No se deberán situar pasos de mediana en puntos bajos de la rasante. Su diseño garantizará el drenaje superficial del paso de mediana.

Paso de terciaria es la interrupción en la separación física entre dos plataformas separadas correspondiente a una carretera y a una vía complementaria (apartado 2.7), que facilita la comunicación entre ambas en casos singulares y de emergencia.

Los pasos de terciaria se diseñarán con los mismos criterios que los pasos de mediana, considerando en su diseño una velocidad igual a la mitad de la mayor de las velocidades de proyecto (V_p) de las vías conectadas por el citado paso de terciaria.

El proyecto de un tramo de carretera incluirá un estudio de las ubicaciones de los pasos de mediana (y de terciaria, si existiesen vías complementarias a la calzada o calzadas principales) teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Entre las calzadas de una carretera y sus posibles vías complementarias para desvío del tráfico de vehículos se analizarán las necesidades de conexión, tanto por actuaciones de conservación (por ejemplo, refuerzos de firme) como de explotación (operaciones de vialidad invernal, desvíos desde una calzada por cortes de tráfico en la misma a otra calzada). El estudio deberá contemplar simultáneamente todas las calzadas de la carretera.
- En autopistas y autovías, se proyectarán pasos a través de la mediana a intervalos aproximados de dos kilómetros (≈ 2 km). Igualmente, se hará en carreteras multicarril si no existiese conexión (mediante glorietas o intersecciones reguladas con semáforos) entre ambas calzadas.
- Entre una calzada y su complementaria se procurará que haya comunicación a intervalos aproximados de dos kilómetros (≈ 2 km), estableciendo pasos de terciaria si no hubiera conexiones específicas que lo permitan (ramales de transferencia).
- Los pasos de mediana (o terciaria) se ubicarán en puntos que permitan dirigirse a salidas hacia otras carreteras y que puedan servir como itinerario alternativo.
- Se dispondrán pasos de mediana (o terciaria) a aproximadamente doscientos metros (≈ 200 m) de los extremos de los túneles de longitud mayor que quinientos metros (> 500 m) y de las obras de paso de longitud mayor que cien metros (> 100 m) medida entre estribos.

8.14 RAMALES DE TRANSFERENCIA.

En una carretera de calzadas separadas donde, para un mismo sentido de circulación, existan una calzada central y una vía complementaria para regulación de accesibilidad y movilidad,³⁰ ramal de transferencia es el ramal que permite establecer una conexión intermedia

³⁰ Apartado 2.7.

entre la calzada central y dicha vía complementaria³¹ o viceversa, estando constituido por tres partes:

- La salida.
- El ramal propiamente dicho, entre las secciones características de la *nariz* de la salida y de la *punta* de la entrada.
- La entrada.

La velocidad de proyecto (V_p) de un ramal de transferencia será la correspondiente a la de la calzada central (V_p) o un valor inferior en veinte kilómetros por hora ($V_p - 20$).

Se garantizará la existencia en los ramales de transferencia de la visibilidad requerida en cada caso y, como mínimo, de la visibilidad de parada.

El ancho de los carriles de un ramal de transferencia se establecerá con los mismos criterios que el ancho de los ramales de enlace.

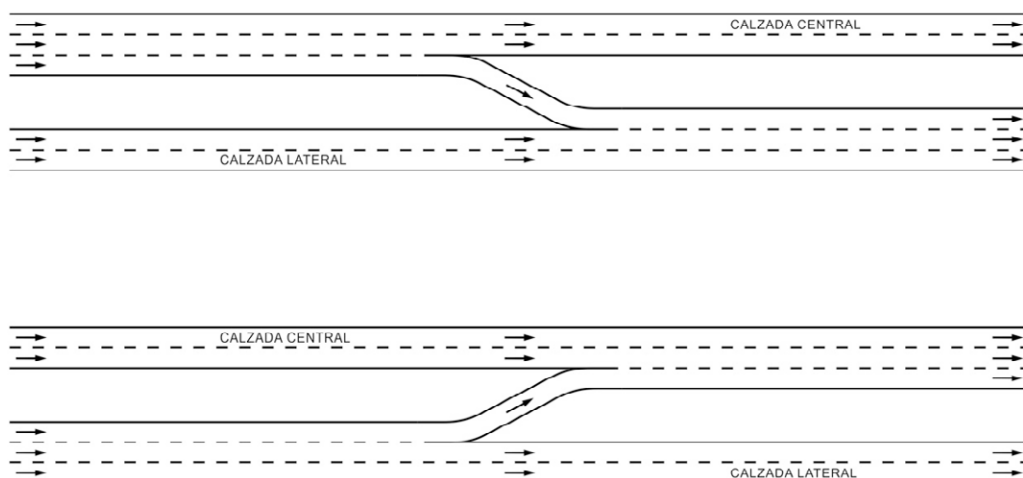
El ancho de la plataforma del ramal de transferencia de un carril debe permitir el adelantamiento del vehículo patrón característico detenido al borde derecho de ésta.

El diseño de la salida y de la entrada de los ramales de transferencia en las conexiones por la izquierda en el sentido de circulación del tráfico, se podrá efectuar:

- Como solución preferente segregando un carril en la salida y adosando un carril en la entrada Figura 8.28.
- Mediante confluencias y bifurcaciones utilizando los esquemas y longitudes que se incluyen en las Figuras 8.8, 8.9 y 8.10 para carriles de ancho constante.
- Combinando ambas posibilidades.

FIGURA 8.28.

RAMALES DE TRANSFERENCIA.



³¹ Para poder establecer la conexión intermedia la vía complementaria para regulación de accesibilidad y movilidad deberá tener el mismo sentido de circulación que la calzada central.

Excepcionalmente y de forma justificada, con un estudio de tráfico que analice los niveles de servicio, la salida o la entrada de los ramales de transferencia en las conexiones por la izquierda en el sentido de circulación del tráfico se podrán proyectar respectivamente, mediante carriles de divergencia y convergencia.

El diseño de la salida y de la entrada de los ramales de transferencia en las conexiones por la derecha en el sentido de circulación del tráfico se ajustará a las exigencias de esta Norma para el tipo de carreteras con el que se conectan (epígrafe 8.2.1 y apartado 8.8), pudiéndose también utilizar el esquema de la Figura 8.28.

Se deberá comprobar que entre la entrada del ramal de transferencia a la vía complementaria para regulación de accesibilidad y movilidad y la siguiente salida desde dicha vía (en el caso más habitual de conexión del ramal de transferencia por la izquierda y salida por la derecha) exista la longitud suficiente para garantizar, con un adecuado nivel de servicio, las maniobras de trenzado entre ambas (teniendo en cuenta todos los posibles carriles a trenzar en la citada vía complementaria). Análogamente, se deberá comprobar la existencia de longitud suficiente de trenzado entre la salida al ramal de transferencia desde la vía complementaria y la anterior entrada en esta calzada. En cualquier caso, para estas longitudes se fija un mínimo de doscientos cincuenta metros (≥ 250 m). En el supuesto de que se genere un carril en la vía complementaria entre la entrada y una posterior salida de ramales de transferencia consecutivos, las longitudes de trenzado se medirán desde las secciones que corresponderían al final del carril teórico de convergencia y al principio del teórico de divergencia que habría sido necesario disponer como mínimo.

8.15 VÍAS CICLISTAS ADYACENTES A CARRETERAS.

El diseño de vías ciclistas no es objeto de la presente Norma. No obstante, dado que pueden existir importantes interacciones entre dichas vías ciclistas y las carreteras, usualmente proyectadas y ejecutadas por organismos diferentes, se definen en este apartado las condiciones básicas de coordinación entre ambas. Las condiciones que deberán cumplir las intersecciones de las vías ciclistas con las carreteras se recogen en el epígrafe 10.5.3.

Se define como vía ciclista la vía específicamente acondicionada para el tráfico de ciclos, con la señalización horizontal y vertical correspondiente y con un ancho que permita el paso de estos vehículos. La vía ciclista no tendrá la consideración de carretera.

En los tramos interurbanos de una carretera, cualquier vía ciclista que discurra paralela o próxima a dicha carretera deberá estar segregada de la misma. Se utilizará una pista - bici, que es la vía ciclista segregada del tráfico motorizado, con un trazado independiente de la carretera.

Si no fuera posible segregar las vías ciclistas mediante el uso de la pista - bici, podrán adosarse dichas vías a la plataforma, con las siguientes condiciones:

- En tramos periurbanos y urbanos de cualquier clase de carretera se diseñará un carril - bici protegido, que es la vía ciclista con elementos laterales que la separan

físicamente de la plataforma de la carretera. La franja lateral que, actuando como berma, sirva de separación física entre la plataforma de la carretera y el carril - bici protegido tendrá un ancho mayor o igual que un metro y cincuenta centímetros ($\geq 1,50$ m).

- En tramos urbanos de carreteras convencionales y multicarril con velocidad de proyecto (V_p) menor o igual que cincuenta kilómetros por hora (≤ 50 km/h) y, si no fuese posible la implantación del carril - bici protegido, excepcionalmente y con la debida justificación se podrá diseñar un carril - bici, que es la vía ciclista que discurre adosada a la plataforma de la carretera. El ancho mínimo de separación entre la plataforma de la carretera y el carril - bici será un metro ($\geq 1,00$ m).

Además del sistema de contención de vehículos, el carril - bici protegido dispondrá, al menos, de un cerramiento situado entre la carretera y el carril - bici.

En ningún caso la ejecución de una vía ciclista adosada a la carretera supondrá la disminución del ancho del arcén de la carretera.

No se ubicarán vías ciclistas ocupando los arcenes de las carreteras.