

MOPU

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

RECOMENDACIONES
para el
proyecto
de
ENLACES

	Página
4.2. Autopistas y autovías en zonas urbanas	47
4.2.1. Velocidad específica de proyecto	47
4.2.2. Intensidad de servicio	47
4.2.3. Sección transversal	54
4.2.4. Trazado en perfil	54
4.2.5. Trazado en planta	54
4.2.6. Visibilidad	54
4.3. Carreteras y calles transversales y calles de servicio	54
4.3.1. Velocidad específica de proyecto	54
4.3.2. Sección transversal	54
4.3.3. Trazado en perfil	61
4.3.4. Trazado en planta	61
4.3.5. Visibilidad	61
4.4. Ramales de enlace	61
4.4.1. Velocidad específica de proyecto	61
4.4.2. Sección transversal	62
4.4.3. Trazado en perfil	62
4.4.4. Trazado en planta	62
4.4.5. Visibilidad	75
4.5. Conexiones de los ramales	75
4.6. Bifurcaciones y conexiones de dos carriles	75
4.7. Normas generales para el proyecto de estructuras	76
5. MEDIDAS PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO Y SEGURIDAD DE LAS AUTOPISTAS Y AUTOVIAS	
5.1. Generalidades	97
5.2. Señalización	97
5.2.1. Señalización vertical	97
5.2.1.1. Señales de peligro	98
5.2.1.2. Señales reguladoras	98
5.2.1.3. Señales de orientación	98
5.2.1.4. Señalización de salidas de autopistas	103
5.2.1.5. Señalización de entradas a autopistas	117
5.2.1.6. Ejemplos de señalización de autopistas	117
5.2.2. Marcas viales	127
5.3. Barreras de seguridad	128
5.3.1. Barreras laterales en bordes exteriores de arcones	128
5.3.2. Barreras continuas en medianas	129
ANEJO I - AUTOPISTAS URBANAS ELEVADAS	
1.1. Generalidades	131
1.2. Sección transversal	131
1.3. Conexiones de salidas de los ramales paralelos	131
1.4. Conexiones de entradas de los ramales paralelos	132
1.5. Conexiones de los ramales normales a la autopista	132
6. LISTA DE TABLAS	139
7. LISTA DE FIGURAS	141

I. INTRODUCCION

1.1. Generalidades.

Las grandes vías de tráfico rápido con preferencia absoluta de paso y los problemas de falta de capacidad que se producen en las intersecciones, hacen necesario, para su adecuada resolución, la utilización de niveles diferentes entre las distintas vías de forma que se evite el cruce de distintos sentidos de circulación en un mismo plano.

Al conjunto de ramales que se proyecta para facilitar el paso del tráfico entre unas carreteras que se cruzan en niveles diferentes, es lo que técnicamente se conoce como enlace.

En España hasta la fecha se han construido y están en funcionamiento un número muy reducido de enlaces, sin embargo los planes de autopistas y los problemas de falta de capacidad que diariamente se producen, han de producir en un futuro inmediato la necesidad de proyectar y construir un gran número de enlaces.

La Dirección General de Carreteras consciente de este problema y de la falta de experiencia nacional, ha analizado las normas que se están aplicando en todos los países del mundo, con experiencia en estos temas.

Resultado de este análisis son las presentes recomendaciones en las cuales se ha pretendido recoger esa experiencia internacional y ponerla al servicio de los proyectistas españoles, y en definitiva de los usuarios de nuestras carreteras y calles.

1.2. Justificación de un enlace.

Como norma general, la justificación de la necesidad del enlace debe basarse en los criterios técnico-económicos siguientes:

- a) Cuando la categoría de la vía principal sea tal que forme parte integrante de un sistema de autopistas. Este criterio podría denominarse funcional.
- b) Cuando de un estudio de costes y beneficios directos sea posible demostrar la rentabilidad de las inversiones a realizar.
- c) Cuando la falta de capacidad en el cruce sea tal que impida el adecuado desarrollo de una zona, es decir, cuando la rentabilidad indirecta sea lo suficientemente importante.
- d) Cuando el número de accidentes sea lo suficientemente importante y las intensidades de tráfico no permitan otra medida.

De forma análoga a estos criterios se podrían establecer otros que en realidad ya no serían independientes sino una combinación de los conceptos anteriores.

1.3. Nomenclatura y definiciones.

Con objeto de una mejor comprensión de los términos más utilizados en estas Recomendaciones, se ha considerado interesante preparar una relación de los mismos con sus correspondientes definiciones.

Autopista.- Carretera de cuatro o más carriles, con sentidos de circulación separados por una mediana central y control total de accesos, proyectada para circular a velocidades elevadas.

Autovía. De características análogas a las autopistas, pero sin control total de accesos. Es decir, que puede existir alguna intersección a nivel.

Enlace Zona en la que dos o más carreteras se cruzan a distinto nivel y en la que se incluyen las plataformas que pueden utilizar los vehículos para el desarrollo de todos los movimientos posibles de cambio de una carretera a otra. Pueden ser de libre circulación, cuando el intercambio de vehículos se realiza sin restricción alguna debida a cualquier tipo de control de tráfico, o con condición de parada, cuando alguno de los movimientos de cambio esta restringido por señales de limitación o parada.

Carretera principal o de paso.- Es la que conduce el movimiento más importante de tráfico de un enlace, siendo generalmente una autopista o una autovía.

Carretera transversal o secundaria. Es la que cruza la carretera principal a través del enlace y, en zonas urbanas puede designarse como calle transversal. En algunas ocasiones puede ser una autopista o autovía de importancia análoga a la carretera principal.

Ramal de enlace.- Cada uno de los tramos de carretera que conectan entre sí las vías anteriores y conducen los movimientos de cambio de vehículos entre ambas.

Calle o vía de servicio.- Carretera que discurre paralelamente a la principal y que está destinada a canalizar y distribuir el tráfico local.

Vía colectora-distribuidora o vía C-D.- Tramo de carretera que se introduce paralelamente a la carretera principal en la zona de un enlace, o entre enlaces consecutivos, con objeto de separar de dicha carretera los puntos de conflicto que se originan por las maniobras de cambio y trenzado de vehículos. Es similar a una vía de servicio, pero sin el carácter de continuidad de esta última.

Ramal de salida.- Ramal de enlace destinado a conducir el movimiento de salida de una carretera hacia la otra.

Ramal de entrada.- Ramal de enlace destinado a encauzar el movimiento de los vehículos que entran en una carretera procedentes de la otra.

Ramal.- Tramo intermedio de un ramal de enlace que, generalmente, presenta cierta curvatura y pendiente.

Conexión del ramal.- Tramo extremo de un ramal de enlace en la zona común a los movimientos de divergencia de convergencia del tráfico de paso con el de cambio.

Bifurcación. Conexión de un ramal que enlaza dos autopistas o autovías, la cual por su importancia y en atención al tráfico que soporta, necesita normas especiales de trazado, distintas a las de una conexión corriente

Carril 1.- Carril exterior de una autopista o autovía a la derecha de la misma, siguiendo el sentido de circulación del tráfico.

Vía de deceleración - Vía auxiliar de una carretera de circulación rápida destinada especialmente a reducir la velocidad de los vehículos que salen de la misma.

Vía de aceleración.- Vía auxiliar destinada especialmente a que los vehículos que afluyen a una carretera de circulación rápida alcancen una velocidad comparable con la de los vehículos que circulan por ella.

Pata.- Tipo de ramal de enlace, característico del enlace denominado 'diamante', cuyo trazado discurre casi paralelo con respecto al de la carretera principal.

Lazo. Tipo de ramal, característico del enlace denominado 'trébol' de forma curva y con un desarrollo aproximadamente de 300 g

Ramal directo.- Tipo de ramal de enlace que une directamente las carreteras que se cruzan y que permite los movimientos de giro a la derecha o a la izquierda con salida y entrada por la derecha o por la izquierda respectivamente y sin intersecciones a nivel

Ramal semi-directo.- Tipo de ramal de enlace sin intersecciones a nivel para encauzar los movimientos de giro a la izquierda, pero con salida y entrada por la derecha de las carreteras que se cruzan en un enlace.

Tramo de trenzado.- Tramo de carretera de un solo sentido de circulación en el que se cruzan entre sí los vehículos que proceden de dos direcciones convergentes y salen por dos divergentes.

Capacidad.- Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por una sección determinada de un carril o de una calzada en un sentido de circulación (o en ambos cuando se trata de carreteras de 2 ó 3 carriles), durante un periodo establecido de tiempo y bajo unas condiciones predominantes de trazado de la carretera y de tráfico.

Velocidad específica de proyecto.- Velocidad seleccionada para el proyecto de trazado de una carretera con correspondencia de toda una serie de factores, tales como curvas circulares en planta, peraltes y distancias de visibilidad, de los cuales depende la seguridad en la operación de los vehículos.

Velocidad real de circulación.- La máxima velocidad media que puede desarrollar un conductor en un tramo determinado de carretera bajo las condiciones predominantes del tráfico y sin que exceda en cualquier momento de la velocidad segura de circulación determinada por la velocidad específica del proyecto del tramo en cuestión.

Velocidad media de circulación.- Es la resultante de dividir la longitud de un tramo determinado de carretera por el tiempo requerido por un vehículo para atravesarlo, teniendo en cuenta solamente la fracción total de dicho tiempo en que el vehículo ha permanecido en movimiento.

Velocidad media de recorrido.- Es la resultante de dividir la longitud de un tramo determinado de carretera por el tiempo requerido por un vehículo para atravesarlo, teniendo en cuenta solamente la fracción total de dicho tiempo en que el vehículo ha permanecido en movimiento.

Nivel de servicio.- Es una determinación o medida del funcionamiento o calidad de operación de una carretera que depende de varios factores, tales como velocidad y tiempo de trayecto, interrupciones de tráfico, libertad de maniobra, seguridad y conveniencia de los usuarios, y costes de operación. En su más amplia interpretación, nivel de servicio, es un término que indica uno cualquiera de un número infinito de las diferentes condiciones de circulación que puede presentar un carril o una calzada determinada cuando circulan distintas intensidades de tráfico. En la práctica se selecciona una gama de niveles de servicio, definido cada uno, por ciertos valores límites de los factores que influyen en el funcionamiento de la carretera.

Intensidad de servicio.- Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por una sección de un carril o una calzada determinada en un sentido de circulación (o en ambos cuando se trata de carreteras de 2 ó 3 carriles) durante un periodo de tiempo específico, mientras que las condiciones de la circulación se mantengan dentro de las correspondientes al nivel de servicio seleccionado.

Condiciones ideales o básicas de circulación.- Son las condiciones básicas que se utilizan para determinar la capacidad de una carretera y comprenden:

- a) Circulación continua, libre, sin interrupciones debidas a vehículos ni a peatones.
- b) Existencia de vehículos ligeros unicamente dentro de la composición del tráfico.
- c) Carriles de ancho mínimo de 3,50 m. con arcenes adecuados y sin obstrucciones laterales en 1,75 m. contados a partir del borde exterior de la calzada.
- d) Alineación en planta y perfil debidamente coordinada para una velocidad específica de proyecto superior a 110 km/h. y sin restricciones en la distancia de visibilidad de adelantamiento para aquellas carreteras que constan de 2 ó 3 carriles.

Intensidad de tráfico.- Es el número de vehículos que pasan sobre una sección determinada de una calzada o carril durante un período de tiempo determinado. Se expresa en términos de tráfico horario, diario, semanal o anual.

Intensidad horaria de proyecto.- Es el número de vehículos que deben poder utilizar la carretera que se proyecta para un año horizonte, durante un período de tiempo de una hora, y para un nivel de servicio fijado.

Intensidad de hora-punta.- Es el número máximo de vehículos que pasan por una sección determinada de un carril o calzada durante sesenta minutos consecutivos.

Promedio de afluencia.- Es el valor horario correspondiente al número de vehículos que pasan por un tramo determinado durante un período de tiempo específico inferior a una hora. Se obtiene multiplicando el número de vehículos estimados durante el período de tiempo fijado por la relación entre 60 minutos y el número de minutos de dicho período, que será el que determina el valor representado por el promedio de afluencia. Por ejemplo, un aforo de N vehículos realizado en 15', multiplicado por $60'/15' = 4$, equivale a un promedio de afluencia de 4N.

Factor de hora-punta.- Es la relación entre la intensidad de hora-punta y el promedio de afluencia correspondiente a un periodo de tiempo fijado dentro de dicha hora-punta. Es una medida de las características de la "punta" de circulación de vehículos, cuyo valor máximo de 1 es difícil de alcanzar en la práctica. Siempre que se emplee este factor hay que indicar el período de tiempo considerado para su determinación, que suele ser de 5 a 6' para autopistas y de 15' para intersecciones.

Factor de carga.- Es la relación entre el número de ciclos de luz verde que son plenamente utilizados por los vehículos que entran en una intersección durante la hora-punta y el número total de ciclos verdes que tienen lugar en dicha hora. Su valor máximo es 1.

2. TIPOS DE ENLACES

2.1. Generalidades.

Un enlace, en general, no puede proyectarse adecuadamente, si el proyectista, a priori, piensa o se limita a la aplicación de un tipo determinado de solución.

En este capítulo se pretende, por ello, establecer una clasificación general, indicando cuáles son las soluciones más conocidas a fin de que los proyectistas se familiaricen con estas soluciones y sus denominaciones aplicables, como se ha indicado, únicamente en forma general.

La primera clasificación que puede hacerse de un enlace es en función del número de ramales que concurren en el mismo.

Así pues, los enlaces pueden clasificarse en:

- enlaces de tres ramales
- enlaces de cuatro ramales
- enlaces de más de cuatro ramales.

2.1.1. Enlaces de tres ramales.

Como su nombre indica estos enlaces se producen cuando una carretera se incorpora a otra, perdiendo a partir de ese momento su continuidad.

Es evidente que este tipo de enlace ha de resultar simple, ya que el número de giros a la izquierda a resolver es únicamente de dos.

Según que estos giros se resuelvan de forma directa, semidirecta o en lazo, se llegará a una u otra solución. Asimismo, tiene gran influencia la importancia relativa de las carreteras que se cruzan y los movimientos de giro que se producen.

En el lenguaje técnico se denomina a estos enlaces de tipo trompeta.

En las figuras 2.1 y 2.2 se recogen, sin carácter exhaustivo, algunas de las soluciones clásicas. De éstas las más utilizadas son la 2.1a, 2.1c, 2.2a y 2.2b; sin querer con ésto indicar que son a las que necesariamente se debe acudir.

2.1.2. Enlaces de cuatro ramales.

Para poder estudiar más fácilmente los enlaces de cuatro ramales, éstos se dividen funcionalmente en dos grandes grupos:

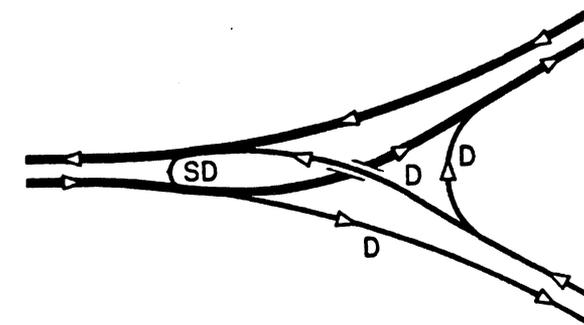
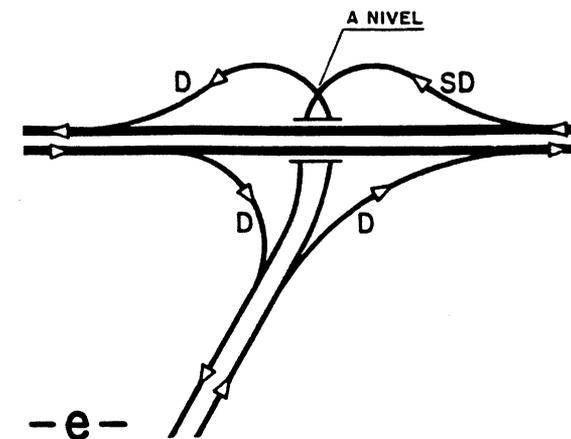
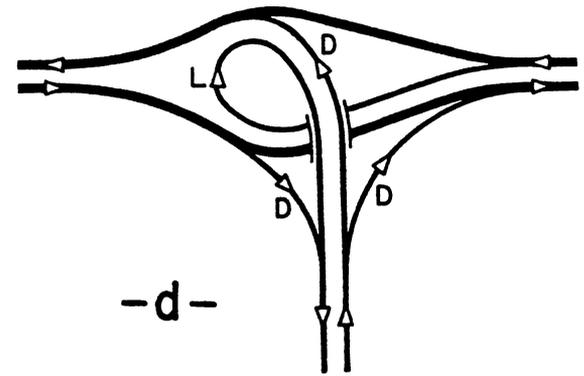
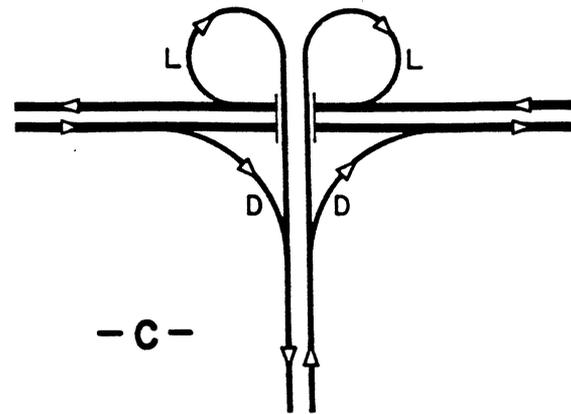
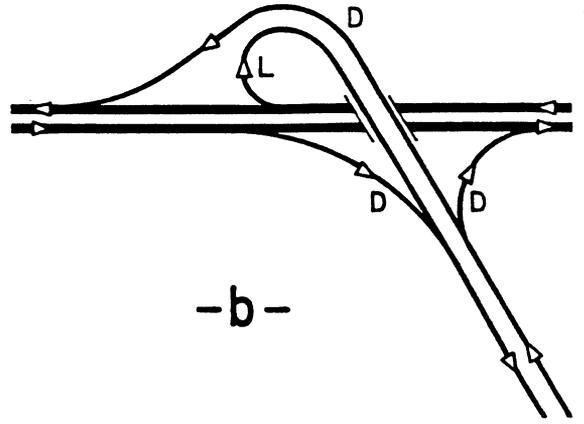
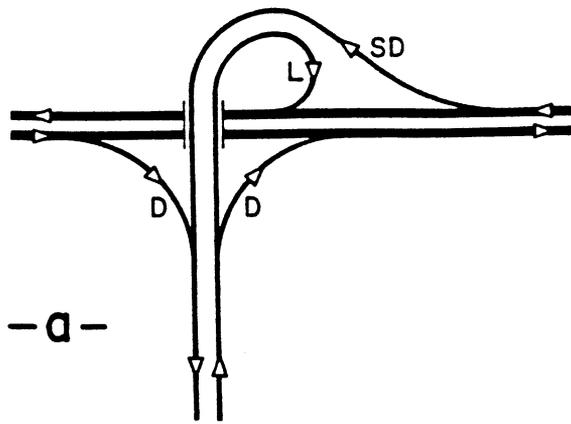
a) Enlaces con condición de parada.

En estos enlaces todos los giros a la izquierda, o al menos parte de ellos, se resuelven con intersecciones a nivel en la carretera secundaria y, por consiguiente, requieren la detención del tráfico antes de su incorporación o salida.

Los enlaces de este tipo se denominan, en el lenguaje técnico, diamantes y tréboles parciales, según que todos los giros a la izquierda tengan condición de parada o alguno no la tenga.

En la figura 2.3 se representan las soluciones clásicas para el enlace tipo diamante en los que todos los giros a la izquierda se resuelven mediante intersecciones completas.

En la figura 2.4 se recogen diversas soluciones y combinaciones para conseguir simplificar puntos de conflicto de las intersecciones.

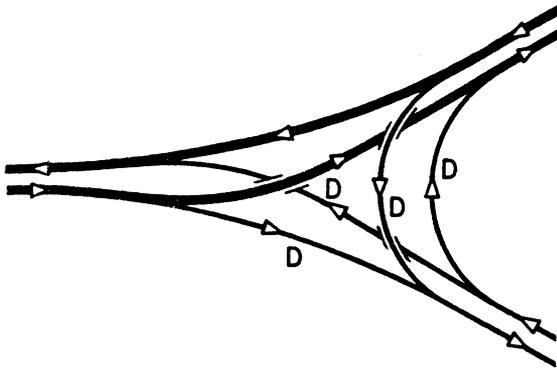


NOTA.- ESTE TIPO DE TROMPETA SE PUEDE LLAMAR ENLACE TIPO Y

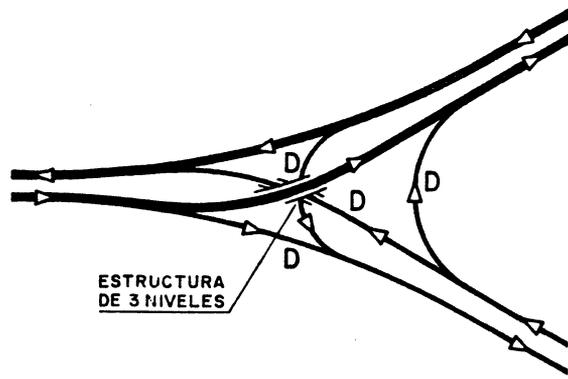
NOMENCLATURA : **—** CARRETERA PRINCIPAL - D = RAMAL DIRECTO - SD = RAMAL SEMIDIRECTO
L = LAZO

ENLACES TIPO TROMPETA

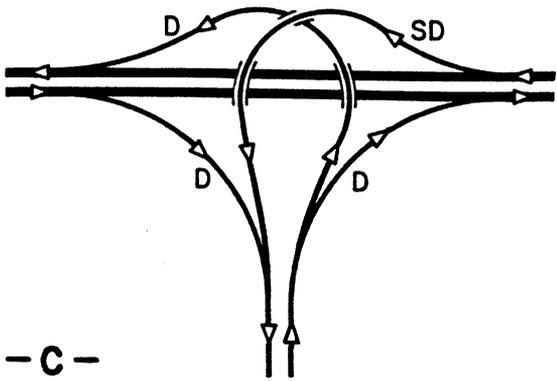
FIGURA 2.1



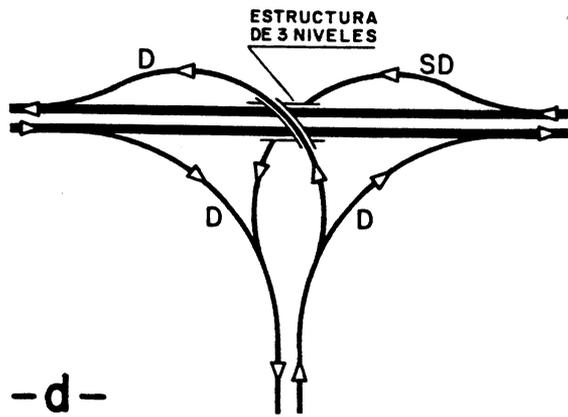
-a-



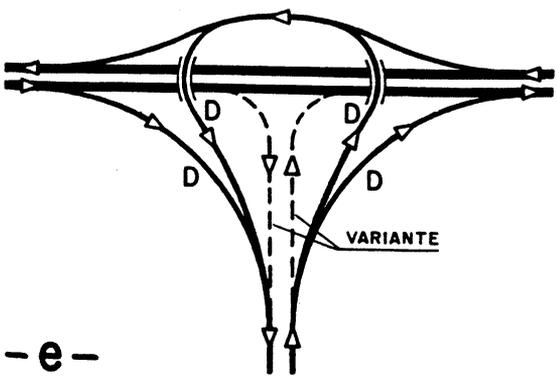
-b-



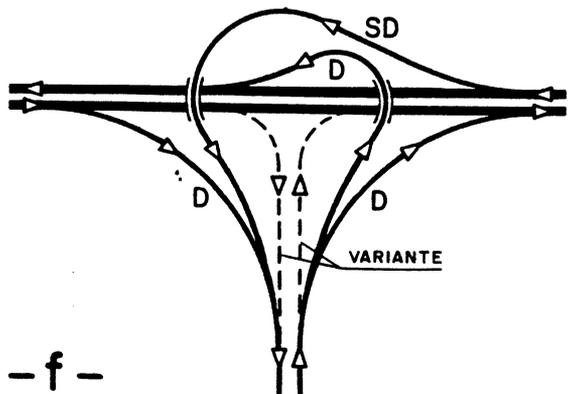
-c-



-d-



-e-

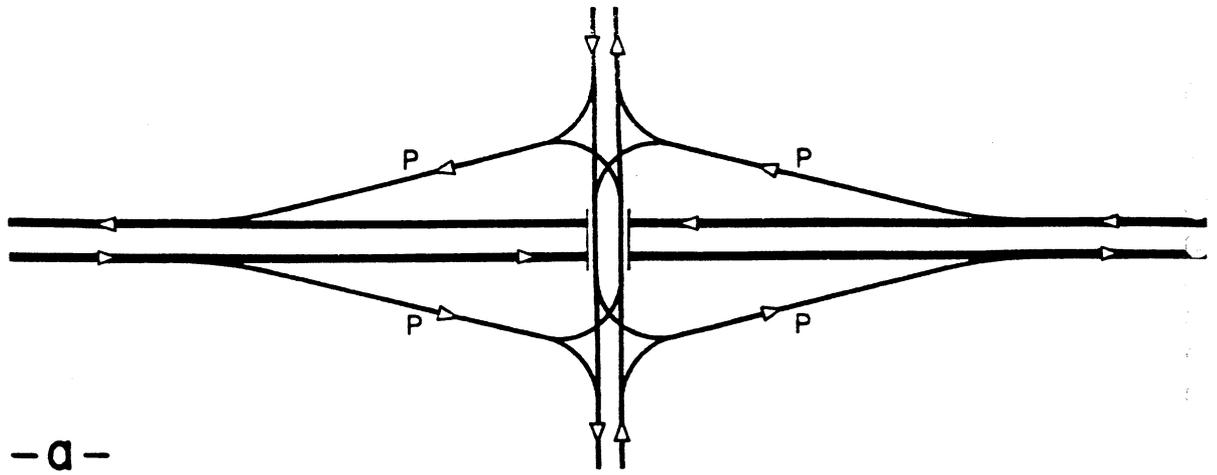


-f-

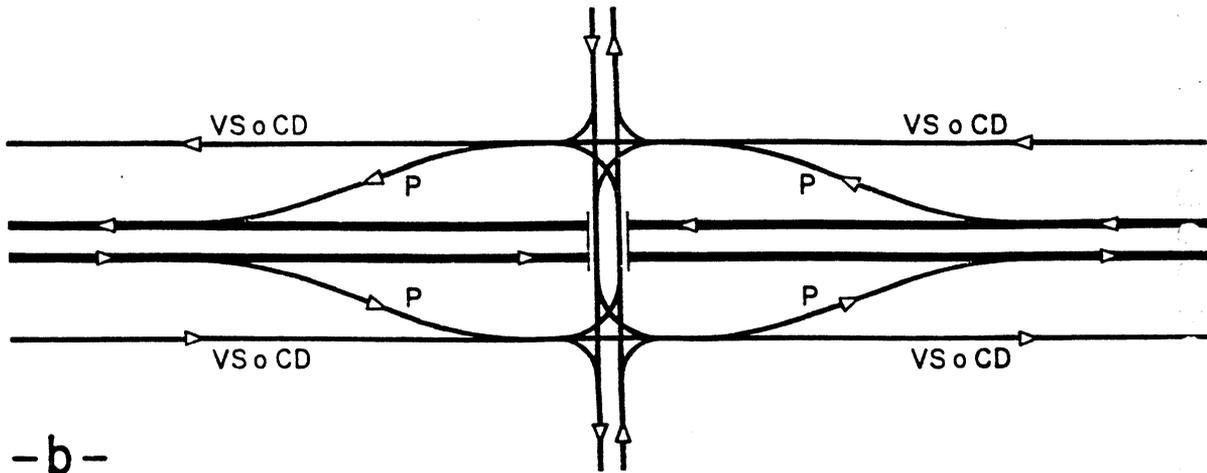
NOMENCLATURA : **—** CARRETERA PRINCIPAL - D = RAMAL DIRECTO - SD = RAMAL SEMIDIRECTO

ENLACES DE TIPO T - DIRECCIONAL

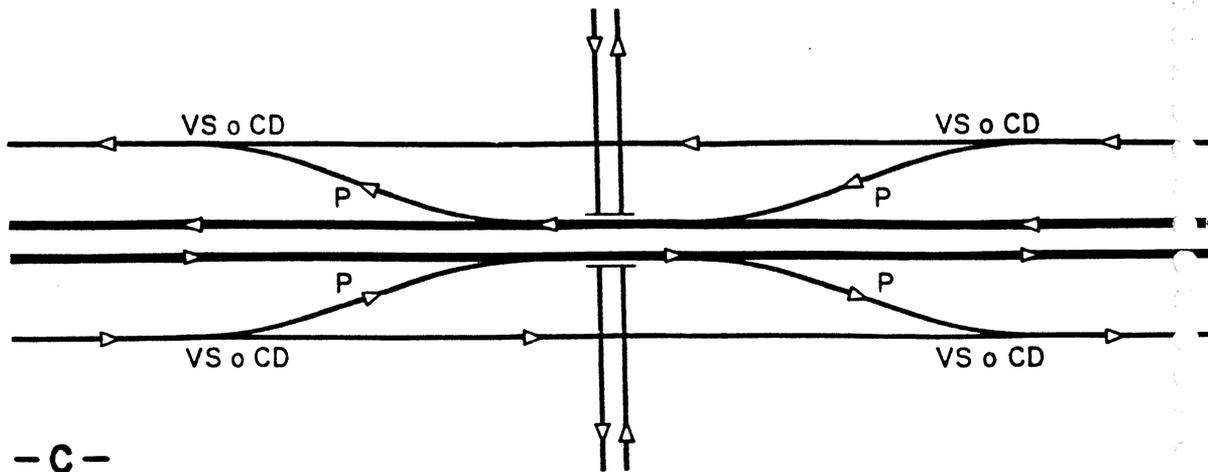
FIGURA 2.2



-a-



-b-

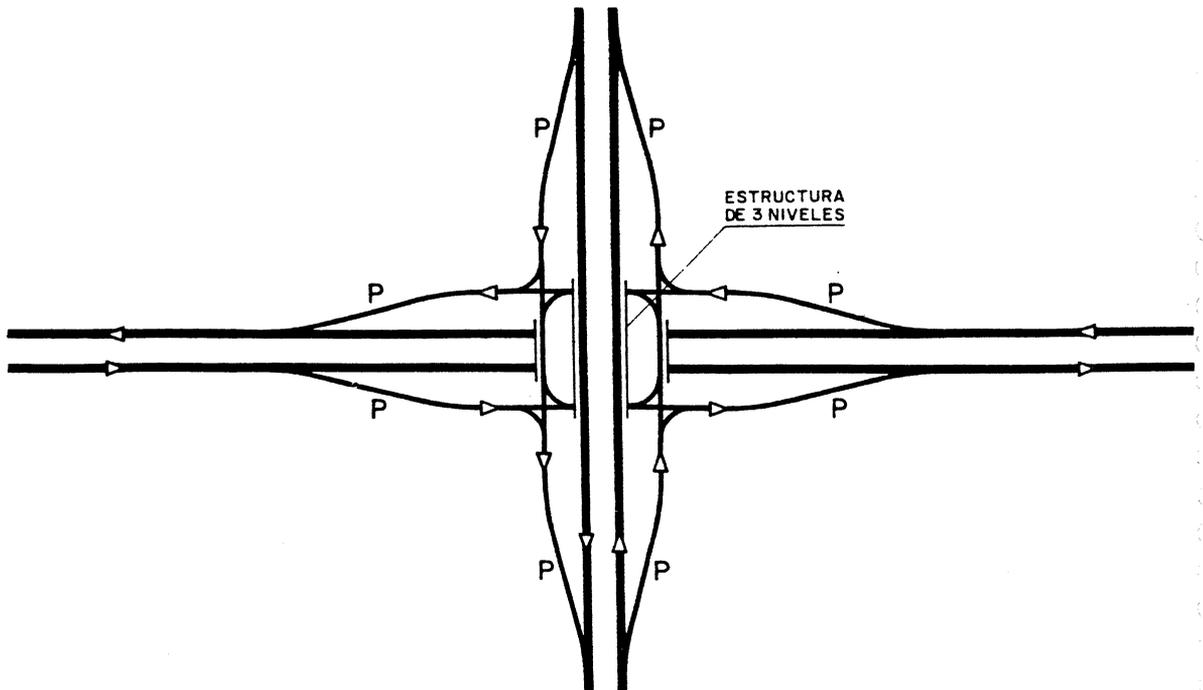
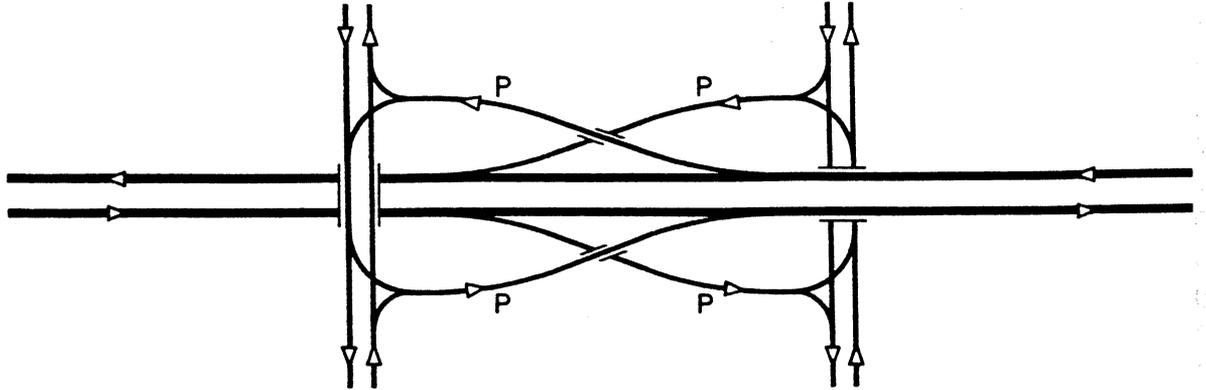
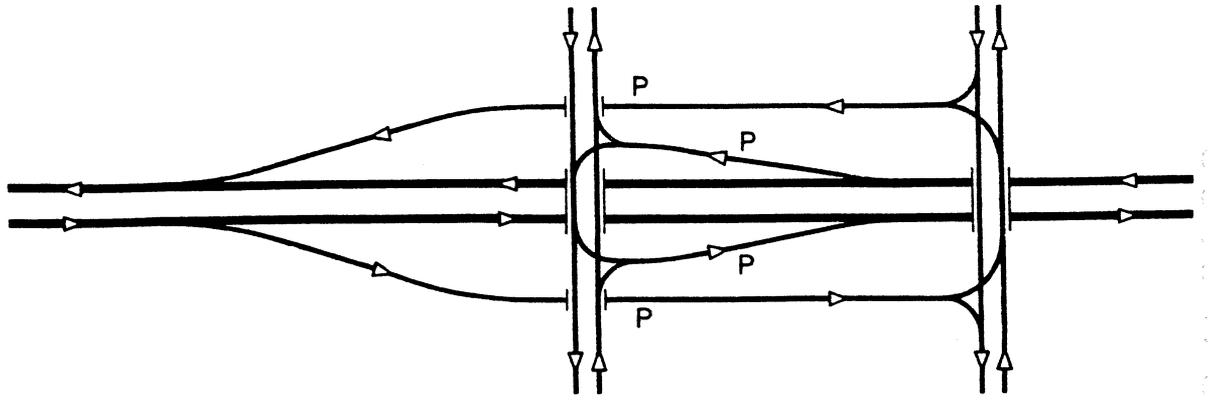


-c-

NOMENCLATURA: **—** CARRETERA PRINCIPAL - P= PATA - VS = VIA DE SERVICIO
 CD = VIA COLECTORA - DISTRIBUIDORA

ENLACES TIPO DIAMANTE - CLASICO

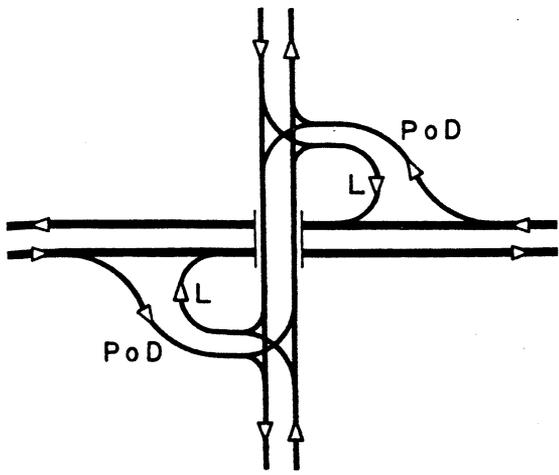
FIGURA
 2.3



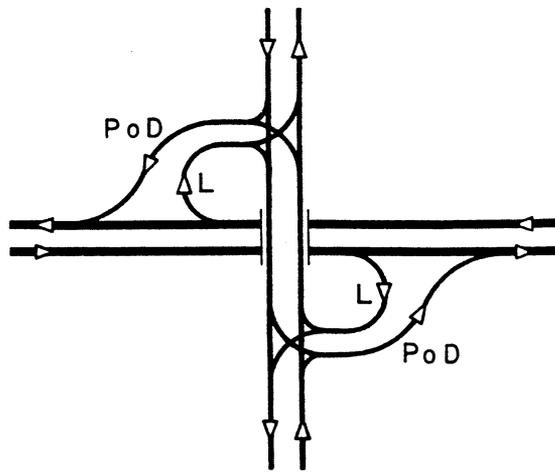
NOMENCLATURA: — CARRETERA PRINCIPAL - P = PATA

ENLACES TIPO DIAMANTE
CON ESTRUCTURAS ADICIONALES

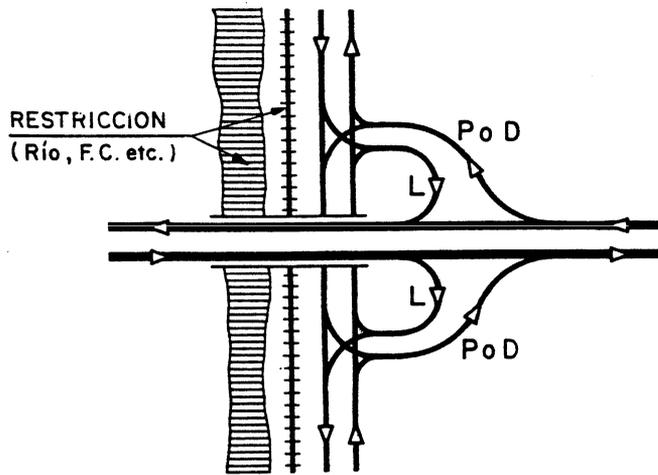
FIGURA
2.5



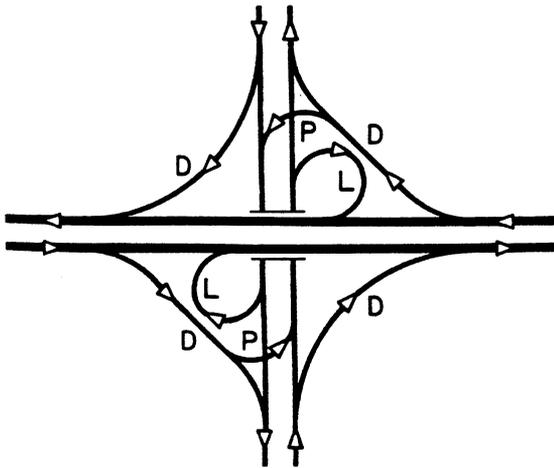
TREBOL PARCIAL - A



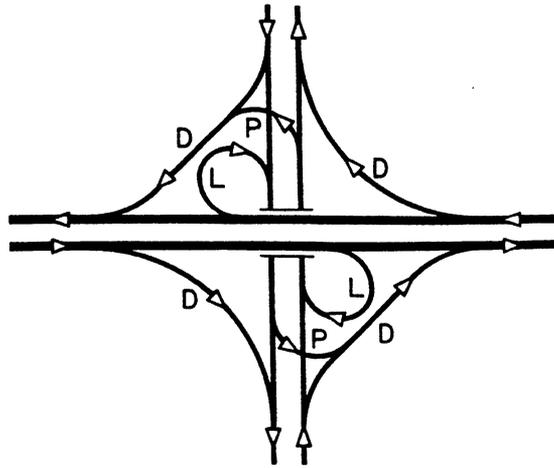
TREBOL PARCIAL - D



TREBOL PARCIAL - AD



TREBOL PARCIAL - A
4 CUADRANTES

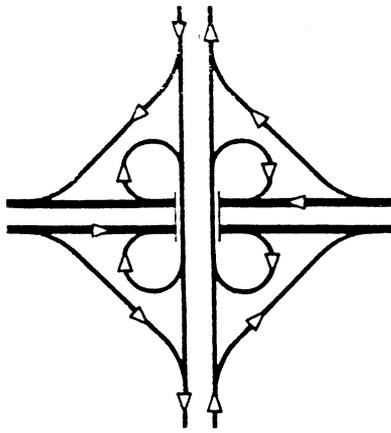


TREBOL PARCIAL - D
4 CUADRANTES

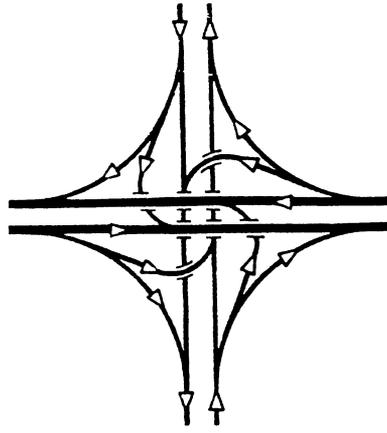
NOMENCLATURA: — CARRETERA PRINCIPAL — D = RAMAL DIRECTO — L = LAZO — P = PATA
 NOTA: La designación A o D del trebol parcial significa que la salida de la carretera principal esta ANTES o DESPUES de la estructura

ENLACES TIPO TREBOL PARCIAL

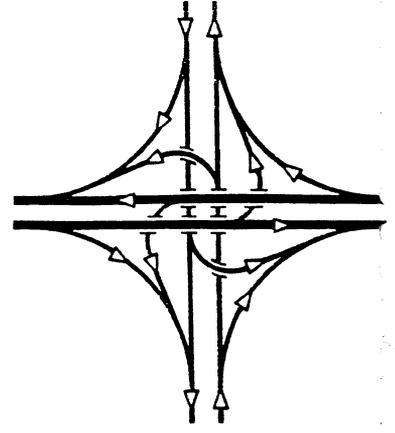
FIGURA
2.6



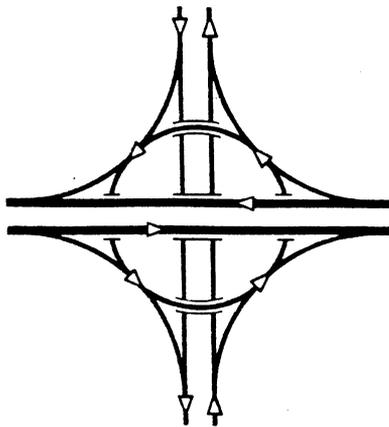
TREBOL



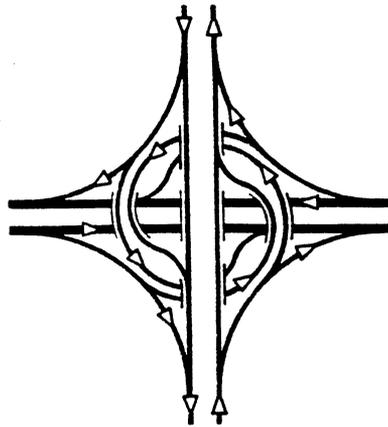
SEMI-DIRECTO
(UNA SALIDA)



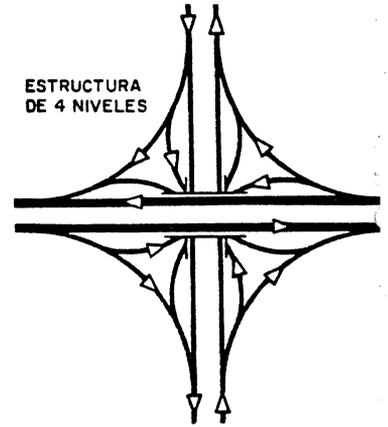
SEMI-DIRECTO
(DOS SALIDAS)



ROTATORIO

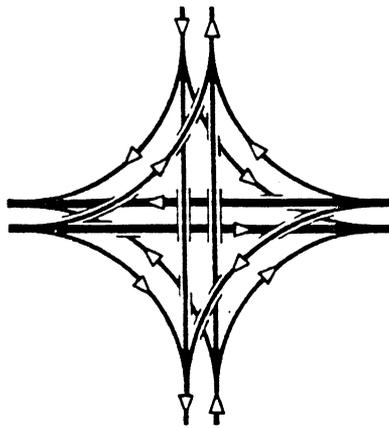


TURBINA

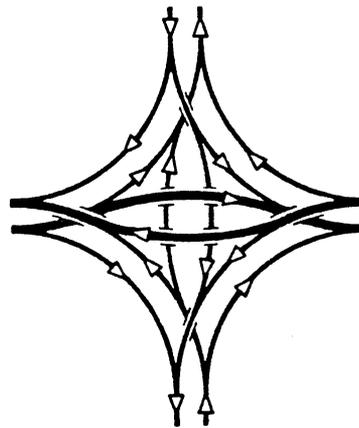


ESTRUCTURA
DE 4 NIVELES

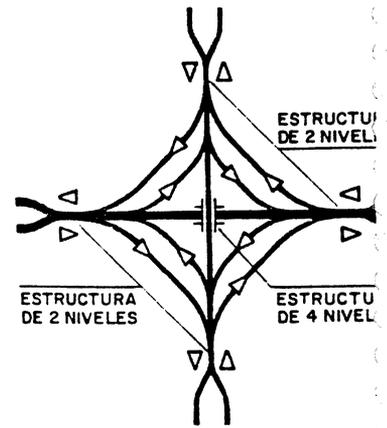
NIVELES MÚLTIPLES



OMNI-DIRECCIONAL



OMNI-DIRECCIONAL
CALZADAS TRANSPUESTAS



OMNI-DIRECCIONAL
CALZADAS SUPERPUESTAS

TIPOS DE ENLACES SIMÉTRICOS
CON CONDICIONES DE LIBRE CIRCULACIÓN

FIGURA
2.7

Por último, en la figura 2.5, se presentan soluciones del tipo diamante en que, mediante estructuras adicionales, se consigue reducir el número de conflictos.

Como se ha indicado anteriormente, cuando se pretende hacer contínuo el movimiento de alguno de los giros a la izquierda, se llega a soluciones denominadas de trébol parcial. En la figura 2.6 se indican algunas de las posibles combinaciones, según que se quiera mejorar uno u otro giro, o según que existan obstáculos en uno u otro cuadrante.

Tanto en un tipo de enlace como en el otro, la elección de la solución más adecuada es relativamente fácil, sin embargo el campo de aplicación de estos enlaces hace necesario que una de las vías sea secundaria y que las intensidades de tráfico no sean demasiado elevadas para los giros a la izquierda.

b) Enlace de libre circulación.

En estos enlaces todos los giros se resuelven sin intersecciones. El número de combinaciones posibles a realizar para proyectar un enlace de este tipo es tan grande que resulta prácticamente imposible su clasificación funcional.

Por ello, para poder establecer unos criterios generales se recurre a suponer que los cuatro cuadrantes del enlace se resuelven de forma simétrica, reduciendo así el número de posibles combinaciones.

En la figura 2.7 se presentan las posibles soluciones en estas condiciones de simetría, dejando a cargo del proyectista el estudiar las posibles combinaciones más adecuadas a cada caso particular.

De todas las soluciones representadas, únicamente la primera, denominada técnicamente trébol, requiere una única estructura, ya que los giros a la izquierda se resuelven mediante lazos a la derecha.

2.1.3. Enlaces de más de cuatro ramales.

Estos enlaces resultan de tal complejidad que, como norma general, únicamente puede decirse que, salvo contadas excepciones, es necesario evitarlos a toda costa. Como solución posible se puede recurrir a enlazar primero dos de las vías y luego el resto de ellas.

Insistimos, sin embargo, que debe procurarse evitar el tener que llegar a soluciones de este tipo, mediante una adecuada planificación vial.

3. CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

3.1. Capacidad.

Las tradicionales definiciones de capacidad práctica y capacidad posible, han sido sustituidas en la actualidad por el concepto de nivel de servicio. En este capítulo se resumen brevemente alguna de las ideas fundamentales inherentes a este nuevo concepto, remitiéndonos al "Highway Capacity Manual" de 1965, para cualquier aclaración o complemento de información.

La capacidad bajo condiciones ideales de trazado y de tráfico se puede fijar en 2.000 vehículos ligeros por hora y por carril en un solo sentido de circulación para las carreteras de 4 o más carriles y en 2.000 vehículos ambos sentidos para las carreteras de 2 carriles.

Con condiciones de tráfico interrumpido, característica de muchas vías urbanas, la capacidad puede alcanzar, aunque raras veces, a 2.000 vehículos ligeros por hora de luz verde y carril; cuando las interrupciones del tráfico se presentan aisladas, pudiendo obligar a los vehículos a parar, la capacidad puede llegar a ser de 1.500 vehículos por hora y carril durante aquellos periodos en que dicha interrupción no surte efecto.

3.2. Niveles de servicio.

Cuando la intensidad de tráfico llega a igualar la capacidad de una carretera o calle cualquiera, las condiciones de operación en la misma se tornan deficientes con velocidades de circulación pequeñas y frecuentes paradas y demoras considerables en el viaje, aún cuando las condiciones de trazado y de tráfico sean ideales. La intensidad máxima de vehículos que puede soportar una carretera para un nivel de servicio seleccionado, es lo que se ha definido como "intensidad de servicio" para dicho nivel.

Para valorar un nivel de servicio con una aproximación práctica aceptable, se recurre a dos factores fundamentales: el primero y principal es la velocidad y tiempo de circulación, y el segundo, la relación entre la demanda de tráfico o intensidad de servicio y la capacidad, que se indicará abreviadamente como "relación I_s/C ".

3.3. Condiciones de operación para distintos niveles de servicio.

Se han seleccionado seis niveles de servicio para cualquier tipo de carretera o calle, en los que se identifican las condiciones existentes bajo ciertos requerimientos previos de intensidad y velocidad, que se designan de A a F.

3.3.1. Nivel de servicio A

Representa las características de una circulación libre, fluída, solo posible cuando la intensidad de servicio es pequeña y la velocidad de trayecto elevada, donde los conductores pueden desarrollar la velocidad por ellos mismos elegida con gran libertad de maniobra.

3.3.2. Nivel de servicio B

Indica la zona donde la circulación es libre pero la velocidad comienza a sentirse restringida por algunas condiciones del tráfico. Sin embargo, los conductores aún poseen libertad razonable para seleccionar su propia velocidad y carril de circulación. El límite inferior de esta zona (menor velocidad y

mayor intensidad de servicio) debe considerarse como el deseable para el proyecto de carreteras en zona rural y en terreno llano.

3.3.3. Nivel de servicio C

Este nivel representa aún las características de una circulación estable, fluída, aunque la velocidad posible a desarrollar y la libertad de maniobra de los conductores están ya más ligadas a las condiciones impuestas por el tráfico que a la propia voluntad de aquéllos. La mayor parte de los usuarios encuentran restricciones para seleccionar su propia velocidad, cambiar de carril y adelantar a otros vehículos. Como todavía pueden desarrollarse velocidades apreciables con intensidades de servicio importantes, puede considerarse este nivel como el deseable para el proyecto de vías urbanas.

3.3.4. Nivel de servicio D

Dentro de esta zona, las condiciones de operación se aproximan a la inestabilidad, con velocidad real tolerable, aunque difícil de mantener constante a través de un trayecto largo. Los conductores encuentran poca libertad de maniobra y comodidad, aunque estas circunstancias pueden soportarlas siempre que tengan lugar durante cortos espacios de tiempo. Debe considerarse como el nivel mínimo absoluto para el proyecto de carreteras importantes en zona rural y un mínimo conveniente de no rebasar para el de autopistas y autovías en zona urbana.

3.3.5. Nivel de servicio E

Determina las características de una circulación inestable con velocidad variable y paradas de breve duración; la velocidad oscila normalmente alrededor de los 50 km/h y las intensidades de servicio se acercan mucho a la capacidad de la vía.

3.3.6. Nivel de servicio F

Representa las condiciones de circulación forzada con pequeña velocidad y paradas frecuentes de menor o mayor duración, debidas a la congestión del tráfico; en casos extremos, la velocidad y la intensidad de servicio pueden descender a cero.

A continuación se presentan una serie de tablas, desde la 3.1 a 3.4, en las que se establecen distintos valores para la velocidad de circulación y la relación I_s/C que definen los niveles de servicio A a F para los diversos tipos de carreteras. Las máximas intensidades de servicio que aparecen en dichas tablas son las que pueden alcanzarse con las condiciones ideales de trazado y de tráfico expuestas en el capítulo 2; para estimar los valores reales habrá que tener en cuenta una serie de factores de reducción inherentes a las condiciones reales del trazado (ancho de carriles y arceles, obstrucciones laterales, etc..) y del tráfico (porcentaje de vehículos pesados en relación con el tráfico total y con la rampa), factores que pueden tomarse del "Highway Capacity Manual - 1965".

Los valores que aparecen en las tablas para el factor de hora-punta corresponden a los promedios más frecuentes observados en la práctica, pudiendo considerarse el de 0,77 como típico de carreteras en zona rural y los restantes característicos de zonas urbanas, más elevados cuanto mayor es el núcleo y más se acerca la vía a su centro o distrito comercial; el valor máximo de 1 rara vez se alcanza en la práctica.

3.4. Tramos de trenzado.

En las carreteras que integran un enlace se presentan en muchas ocasiones tramos en los que tienen lugar movimientos de trenzado entre vehículos; ejemplos típicos son los tramos comprendidos entre una entrada y salida próxima en una autopista.

TABLA 3.1 NIVELES DE SERVICIO Y MAXIMAS INTENSIDADES DE SERVICIO PARA AUTOPISTAS Y AUTOVIAS BAJO CONDICIONES DE CIRCULACION ININTERRUMPIDA

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DE CIRCULACION		RELACION INTENSIDAD DE SERVICIO CAPACIDAD (1)				VALOR APROX. PARA CUALQUIER NUMERO DE CARRILES Y VELOCIDAD ESPECIFICA MEDIA DE		MAXIMA INTENSIDAD DE SERVICIO BAJO CONDICIONES IDEALES INCLUYENDO LAS CORRESPONDIENTES A VELOCIDAD ESPECIFICA MEDIA DE 120 Km/h (NUMERO TOTAL DE VEHICULOS LIGEROS POR HORA EN UN SOLO SENTIDO)															
	DESCRIPCION	VELOCIDAD REAL DE CIRCULACION Km/h (1)	VALOR BASE LIMITE PARA VELOCIDAD ESPECIFICA MEDIA V ₀ DE 120 Km/h. PARA AUTOPISTAS				100 Km/h	80 Km/h	4 CARRILES (2 POR DIRECCION)				6 CARRILES (3 POR DIRECCION)				8 CARRILES (4 POR DIRECCION)				POR CADA CARRIL ADICIONAL SOBRE 4 EN UN SOLO SENTIDO			
			4 CARRILES	6 CARRILES	8 CARRILES	10 CARRILES			4 CARRILES	6 CARRILES	8 CARRILES	10 CARRILES	4 CARRILES	6 CARRILES	8 CARRILES	10 CARRILES								
A	LIBRE CIRCULACION	≥ 96	≥ 0,35	≥ 0,40	≥ 0,43	≥ 0,63	— (2)	— (2)	1400	2400	3400	1000												
B	CIRCULACION ESTABLE CON BUENA VELOCIDAD DE RECORRIDO	≥ 88	≥ 0,50	≥ 0,58	≥ 0,63	≥ 0,63	≥ 0,30	— (2)	2000	3500	5000	1500												
FACTOR HORA PUNTA (FHP) (3)																								
C	CIRCULACION ESTABLE	≥ 80	≤ 0,75X FHP	≤ 0,80X FHP	≤ 0,83X FHP	≤ 0,82X FHP	≤ 0,52X FHP	— (2)	2300	2500	2750	3000	3700	4000	4350	4800	5100	5500	6000	6600	1400	1500	1650	1800
D	CIRCULACION PROXIMA A LA INESTABILIDAD	≥ 64	≤ 0,90 FHP				≤ 0,82X FHP	≤ 0,45X FHP	2800	3000	3300	3600	4150	4500	4900	5400	5600	6000	6600	7200	1400	1500	1650	1800
E (4)	CIRCULACION INESTABLE	50 - 55 (5)	≤ 1,00						4000 (4)	6000 (4)				8000 (4)				2000 (4)						
F	CIRCULACION FORZADA	< 50 (5)							MUY VARIABLE (DE O A CAPACIDAD)															

(1) La velocidad real de circulación y la relación básica Is/C son medidas independientes del nivel de servicio; ambos límites deben cumplirse en cualquier determinación de nivel.

(2) La velocidad real de circulación requerida para este nivel no puede conseguirse ni aún con bajos volúmenes.

(3) El factor de hora punta para autopistas se determina de acuerdo con la afluencia máxima que tiene lugar en un intervalo de 5 minutos dentro de la hora punta.

(4) Equivale a capacidad.

(5) Valores aproximados.

TABLA 3. 2

NIVELES DE SERVICIO Y MAXIMAS INTENSIDADES DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE 4 O MAS CARRILES, SIN DIVIDIR Y SIN CONTROLAR ACCESOS, BAJO CONDICIONES DE CIRCULACION ININTERRUMPIDA

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DE CIRCULACION		RELACION INTENSIDAD DE SERVICIO/CAPACIDAD (Is/C) (1)			MAXIMA INTENSIDAD DE SERVICIO BAJO CONDICIONES IDEALES, INCLUYENDO LAS CORRESPONDIENTES A VELOCIDAD ESPECIFICA MEDIA DE 120 Km / h. (NUMERO TOTAL DE VEHICULOS LIGEROS POR HORA EN UN SOLO SENTIDO)			
			VELOCIDAD REAL DE CIRCULACION Km/h (1)	VALOR BASE LIMITE PARA VELOCIDAD ESPECIFICA MEDIA DE 120 Km/h	VALOR APROXIMADO PARA VELOCIDAD ESPECIFICA MEDIA DE		4 CARRILES (2 POR DIRECCION)	6 CARRILES (3 POR DIRECCION)	CADA CARRIL ADICIONAL
					100 Km/h	80 Km/h			
A	LIBRE CIRCULACION	≥ 96	≤ 0,30	— (2)	— (2)	1200	1800	600	
B	CIRCULACION ESTABLE (CON BUENA VELOCIDAD DE RECORRIDO)	≥ 88	≤ 0,50	≤ 0,25	— (2)	2000	3000	1000	
C	CIRCULACION ESTABLE	≥ 72	≤ 0,75	≈ 0,55	≤ 0,25	3000	4500	1500	
D	CIRCULACION PROXIMA A LA INESTABILIDAD	≥ 56	≤ 0,90	≤ 0,85	≤ 0,70	3600	5400	1800	
E (3)	CIRCULACION INESTABLE	50 (4)		≤ 1,00		4000 (3)	6000 (3)	2000 (3)	
F	CIRCULACION FORZADA	< 50 (4)							

← SIN APLICACION (5) →

← MUY VARIABLE (DE 0 A CAPACIDAD) →

- (1) La velocidad real de circulación y la relación básica Is/C son medidas independientes del nivel de servicio; ambos límites deben cumplirse en cualquier determinación de nivel
- (2) La velocidad real de circulación requerida para este nivel no puede conseguirse ni aún con bajos volúmenes.
- (3) Equivale a capacidad
- (4) Valores aproximados
- (5) La demanda puede exceder de 1,00 para la relación Is/C, indicando entonces sobrecarga de tráfico.

TABLA 3.3 NIVELES DE SERVICIO Y MAXIMAS INTENSIDADES DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE 2 CARRILES, BAJO CONDICIONES DE CIRCULACION ININTERRUMPIDA

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DE CIRCULACION		DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO > 450 m %	RELACION INTENSIDAD DE SERVICIO/CAPACIDAD (I _s /C)						I _s MÁXIMA BAJO CONDICIONES IDEALES, PARA V _d =120 Km/h Nº TOTAL DE VEHICULOS LIGEROS POR HORA, EN AMBOS SENTIDOS	
	DESCRIPCION	VELOCIDAD REAL DE CIRCULACION Km/h (1)		VALOR BASE LIMITE PARA VEL. ESP. MEDIA DE 120 Km/h (1)	VALOR APROXIMADO PARA VELOCIDAD ESPECIFICA MEDIA DE (2)						
					100 Km/h	80 Km/h	70 Km/h	60 Km/h	50 Km/h		
A	LIBRE CIRCULACION	≥ 96	100	≤	-	-	-	-	-	-	400
				0,20	-	-	-	-	-		
				0,18	-	-	-	-	-		
				0,15	-	-	-	-	-		
				0,12	-	-	-	-	-		
	CIRCULACION ESTABLE (CON BUENA VELOCIDAD DE RECORRIDO)	≥ 80	100	≤	-	-	-	-	-	-	900
				0,45	-	-	-	-	-		
				0,42	-	-	-	-	-		
				0,38	-	-	-	-	-		
				0,34	-	-	-	-	-		
C	CIRCULACION ESTABLE	≥ 64	100	≤	-	-	-	-	-	-	1400
				0,70	-	-	-	-	-		
				0,68	-	-	-	-	-		
				0,65	-	-	-	-	-		
				0,62	-	-	-	-	-		
D	CIRCULACION PROXIMA	≥ 56	100	≤	-	-	-	-	-	-	1700
				0,85	-	-	-	-	-		
				0,84	-	-	-	-	-		
				0,83	-	-	-	-	-		
				0,82	-	-	-	-	-		
E (3)	CIRCULACION INESTABLE	50 (4)	NO APLICABLE (5)	≤	-	-	-	-	-	-	2000 (3)
				0,83	-	-	-	-	-		
				0,82	-	-	-	-	-		
				0,80	-	-	-	-	-		
				0,77	-	-	-	-	-		
F	CIRCULACION FORZADA	< 50 (4)	NO APLICABLE (5)	≤	-	-	-	-	-	-	MUY VARIABLE (DE O A CAPACIDAD)
				0,81	-	-	-	-	-		
				≤ 100							
				←	SIN APLICACION (6)						→

(1) La velocidad real de circulación y la relación I_s/C son medidas independientes del nivel de servicio; ambos límites deben cumplirse en cualquier determinación de nivel

(2) En las columnas donde no aparecen valores, la velocidad real requerida para ese nivel no es alcanzable ni aun con bajos volúmenes

(3) Equivale a capacidad

(4) Aproximadamente

(5) Adelantamiento prohibido o irrealizable

(6) La relación intensidad demanda/capacidad puede exceder de 1,00, indicando entonces sobrecarga de tráfico

TABLA 3.4
NIVELES DE SERVICIO PARA ARTERIAS Y CALLES URBANAS
I - CALLES ARTERIALES, URBANAS Y SUBURBANAS

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DE CIRCULACION (APROXIMACIONES TIPICAS, SIN CRITERIO RIGIDO)			RELACION INTENSIDAD DE SERVICIO/CAPACIDAD I_s/C (1) - (3)	
	DESCRIPCION	VELOCIDAD MEDIA DE CIRCULACION Km/h (1)	FACTOR DE CARGA (1)		FACTOR DE HORA-PUNTA (PROBABLE) (2)
A	LIBRE CIRCULACION (RELATIVAMENTE)	≥ 50	0,0	$\geq 0,70$	$\geq 0,60$ (0,80)
B	CIRCULACION ESTABLE (LIGERAS DEMORAS)	≥ 40	$\geq 0,1$	$\geq 0,80$	$\geq 0,70$ (0,85)
C	CIRCULACION ESTABLE (DEMORAS ACEPTABLES)	≥ 32	$\geq 0,3$	$\geq 0,85$	$\geq 0,80$ (0,90)
D	CIRCULACION PROXIMA A LA INESTABILIDAD (DEMORAS TOLERABLES)	≥ 25	$\geq 0,7$	$\geq 0,90$	$\geq 0,90$ (0,95)
E (4)	CIRCULACION INESTABLE (CONGESTION, DEMORAS INTOLERABLES)	APROX. 25	$\geq 1,0$ (TIPICO 0,85) (5)	$\geq 0,95$	$\geq 1,00$
F	CIRCULACION FORZADA (APIÑADA)	< 25	← SIN APLICACION (6) →		

- (1) Velocidad media de circulación y relación I_s/C son medidas independientes del nivel de servicio; ambos límites deben cumplirse en cualquier determinación de niveles, con la consideración debida al hecho de que ellos están ampliamente relacionados. El factor de carga, como medida de nivel de servicio de las intersecciones particulares, puede utilizarse como criterio suplementario cuando se juzgue necesario.
- (2) Este es el factor de hora-punta comunmente asociado con las condiciones especificas; en la práctica es posible considerables variaciones del mismo.
- (3) Los valores entre parentesis indican, para arterias con semáforos, valores aproximados cuando existe una perfecta coordinación y la velocidad media es practicamente constante.
- (4) Equivale a capacidad.
- (5) Factor de carga de 1,00 es raramente encontrado, aun por debajo de la capacidad, debido a las fluctuaciones inherentes a la circulación del tráfico.
- (6) Relación demanda intensidad/capacidad puede exceder de 1,00 indicando entonces sobrecarga de tráfico.

II - CALLES URBANAS

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DE CIRCULACION (APROXIMADAS, SIN CRITERIO RIGIDO)	
	DESCRIPCION	VELOCIDAD MEDIA DE CIRCULACION Km/h
A	CIRCULACION LIBRE (RELATIVAMENTE; PUEDEN OCURRIR ALGUNAS PARADAS)	≥ 40
B	CIRCULACION ESTABLE (DEMORAS RAZONABLES)	≥ 32
C	CIRCULACION ESTABLE (DEMORAS SIGNIFICATIVAS PERO ACEPTABLES)	≥ 25
D	CIRCULACION PROXIMA A LA INESTABILIDAD (DEMORAS TOLERABLES)	≥ 15
E (1)	CIRCULACION INESTABLE (CONGESTION NO DEBIDA A PARADAS DE VEHICULOS EN CABEZA)	POR DEBAJO DE 15, PERO CIRCULANDO
F	CIRCULACION FORZADA (APIÑAMIENTO)	PARANDO Y ARRANCANDO

- (1) El nivel E para calles céntricas no puede considerarse equivalente a la capacidad; esta se encuentra gobernada por el control de intersecciones u otras interrupciones

El estudio de los tramos de trenzado es fundamental en el proyecto de enlaces, ya que es un punto crítico del trazado que puede afectar al buen funcionamiento del enlace, tanto en su aspecto de velocidad de circulación deseable como en el de la seguridad del tráfico.

Donde las circunstancias lo permitan, el efecto adverso de un tramo de trenzado puede anularse aumentando la separación entre la entrada y la salida siguiente; también puede eliminarse de una carretera la presencia física de un tramo de trenzado, mediante la introducción de una estructura de separación de niveles. Donde estos recursos no sean factibles, debido principalmente a razones económicas, y el tramo de trenzado aparezca como una solución aceptable, su longitud deberá ser suficiente para permitir un nivel de servicio del tramo compatible con el nivel de servicio de la propia carretera donde queda integrado, con adecuada visibilidad ante sus accesos y en la totalidad de su desarrollo. Tanta importancia como esta longitud tiene el ancho del tramo expresado en número de carriles.

3.4.1. Determinación de la longitud.

La longitud necesaria de un tramo de trenzado se determina con ayuda del ábaco de la figura 3.1, en función del número de vehículos que se entrecruzan y del nivel de servicio deseado representado por las curvas I a V.

3.4.2. Determinación de la anchura.

Puede hacerse según dos procedimientos: el primero consiste en determinar por separado el número de carriles necesarios para los movimientos directos por la fórmula

$$\frac{F_1 + F_2}{I_s}$$

en la que F_1 y F_2 son el número de vehículos por hora en cada uno de los movimientos directos e I_s la intensidad de servicio correspondiente por carril (ver tabla 3.5), y añadir los carriles necesarios para los movimientos de trenzado que se determinan, de forma análoga, por la expresión

$$\frac{T_1 + k T_2}{I_s}$$

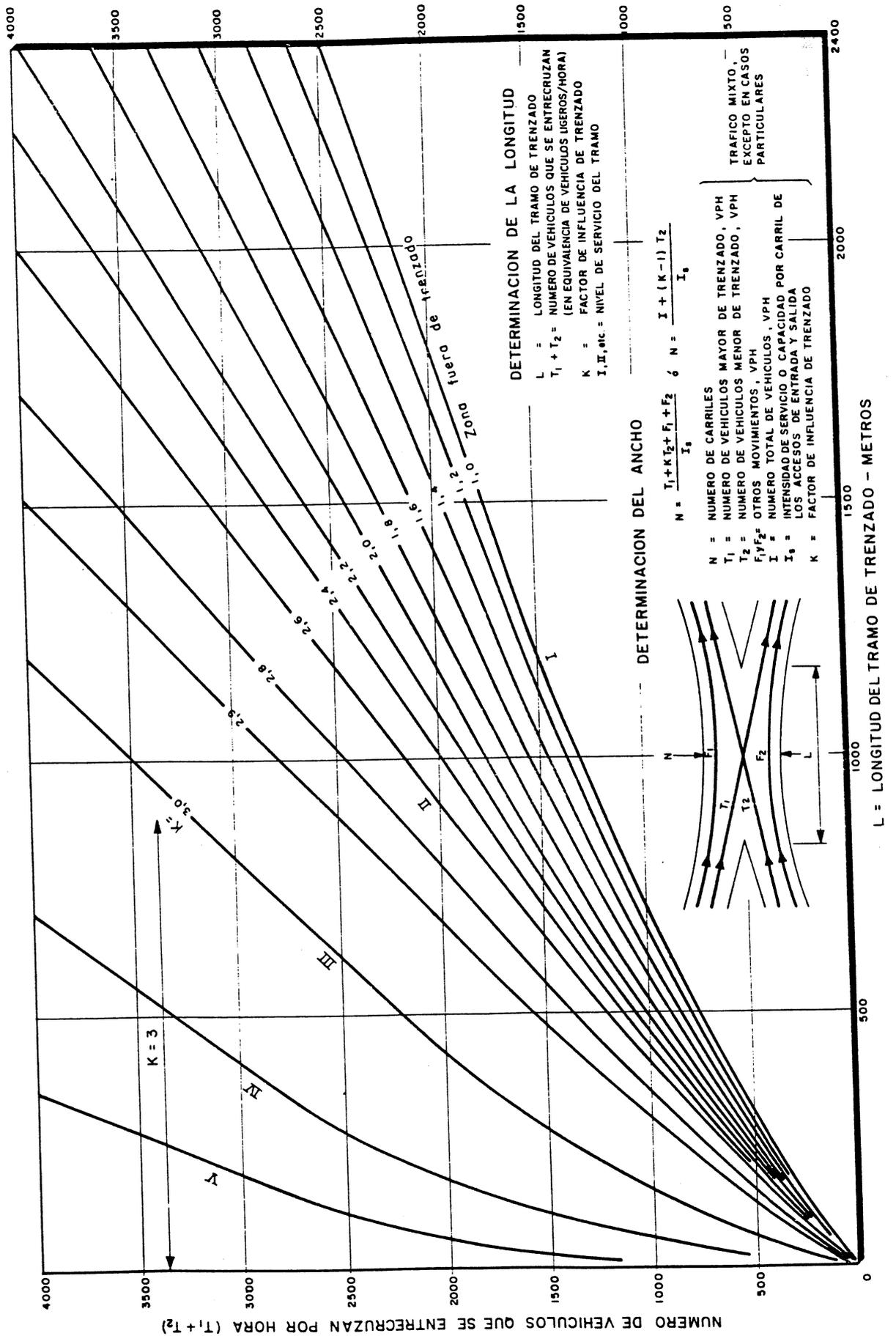
donde T_1 es el número de vehículos en el mayor de los dos movimientos de trenzado, T_2 en el menor, k un factor que influye en la maniobra entre los límites de 1 y 3 e I_s igual al anterior.

El segundo procedimiento se basa en la combinación de las dos fórmulas indicadas anteriormente, con lo que resulta que el número total de carriles, N , será igual a

$$N = \frac{F_1 + F_2 + T_1 + k T_2}{I_s} \quad \text{ó} \quad N = \frac{I + (k - 1) T_2}{I_s}$$

Si se toma en cuenta el número total de vehículos por hora en los movimientos directos y de trenzado.

$$I = F_1 + F_2 + T_1 + T_2$$



ABACO PARA LA DETERMINACION DE LA LONGITUD NECESARIA DE LOS TRAMOS DE TRENZADO

FIGURA 3.1

TABLA 3.5

RELACION ENTRE EL NIVEL DE SERVICIO DE UN TRAMO DE TRENZADO Y LA MAXIMA INTENSIDAD DE SERVICIO POR CARRIL

Nivel de servicio del tramo	I_s máxima por carril (veh. ligeros por hora)
I	2.000
II	1.900
III	1.800
IV	1.700
V	1.600

Normalmente, el valor obtenido para N no se corresponderá con un número entero; entonces el resultado debe interpretarse juiciosamente en atención a considerarlo por exceso o por defecto, ya que no existe un criterio definido para hacerlo. Por un extremo, cuando se ha seleccionado un nivel de servicio elevado (menor I_s), los movimientos directos predominan y la fracción decimal de N es pequeña, un carril adicional resultará innecesario, ya que el tramo en cuestión podrá absorber la pequeña sobrecarga sin dificultad. Por otro extremo, cuando el nivel de servicio sea más bajo (mayor I_s), los vehículos envueltos en la maniobra de trenzado constituyan una proporción importante sobre el tráfico total y la fracción de N sea grande, será esencial disponer de un carril adicional.

3.4.3. Tramos fuera de trenzado.

Cuanto mayor es la longitud de un tramo de trenzado, el efecto adverso de la maniobra se minimiza hasta llegar a un punto para el cual el efecto de esta maniobra es equiparable al producido por cualquier cambio normal de los vehículos entre carriles. Estas longitudes en función del número de vehículos que se entrecruzan, son las que quedan a la derecha de la curva de la figura 3.1 y que, para ciertos volúmenes determinados, se exponen en la tabla 3.6.

TABLA 3.6

LONGITUDES DE TRAMOS FUERA DEL EFECTO DEL TRENZADO

Número total de vehículos que se entrecruzan (vehículos ligeros por hora)	Longitud mínima del tramo metros
500	300
1.000	720
1.500	1.200
2.000	1.800

3.4.4. Capacidad y niveles de servicio.

En la tabla 3.7. se indican las relaciones que deben existir entre los niveles básicos de los distintos tipos de carreteras y el nivel de servicio en los tramos de trenzado incluidos en su desarrollo.

TABLA 3.7.

RELACION ENTRE EL NIVEL DE SERVICIO BASICO DE LAS CARRETERAS Y EL NIVEL DE SERVICIO EN TRAMOS DE TRENZADO

Nivel de servicio básico	Nivel de servicio en el tramo de trenzado			
	Autopistas y carreteras de 4 ó más carriles		Carreteras de dos carriles	Calles arteriales, urbanas y suburbanas.
	En la propia carretera.	Conexiones, vías C-D y otras carreteras en los enlaces.		
A	I - II	II - III	II	III - IV
B	II	III	II - III	III - IV
C	II - III	III - IV	III	IV
D	III - IV	IV	IV	IV
E(1)	IV - V	V	V	V
F		No es satisfactorio (2)		

(1) Equivale a capacidad.

(2) El número máximo de vehículos que se entrecruzan equivale al dado por la curva V, pero puede ser mucho más bajo como consecuencia de presentarse atascos o taponamientos en la circulación.

Las relaciones que aparecen en la tabla por debajo de la línea gruesa no deben considerarse normalmente para proyecto y donde se indican dos niveles de servicio en el tramo de trenzado para un mismo nivel de servicio básico, el de la izquierda es el deseable y el de la derecha el mínimo; el primero de ellos deberá considerarse siempre para el proyecto de tramos de trenzado entre enlaces de dos autopistas importantes con control de accesos en el caso de que las entradas y salidas sean a lados opuestos de la calzada.

El significado del nivel de servicio del tramo que representan las curvas I a V de la figura 3.1, es el siguiente:

Curva I. Las condiciones de circulación y la velocidad se aproximan a las normalmente establecidas bajo las condiciones de libre circulación sin existencia de movimientos de trenzado y están influenciadas en gran parte por los volúmenes medios por carril. El efecto producido por el trenzado es débil y pueden alcanzarse velocidades de 80 km/h o mayores, siempre que el número de carriles sea el apropiado.

Curva II. Las condiciones de funcionamiento y la velocidad se encuentran ligeramente más restringidas que las normales bajo condiciones de libre circulación sin trenzado de vehículos. El efecto producido por el trenzado es de débil a normal y pueden mantenerse velocidades de 70 a 80 km. por hora, con el número de carriles adecuado.

Curva III. Los vehículos que se entrecruzan pueden mantener velocidades del orden de 65 a 70 km/h, aunque ésta podrá variar considerablemente de unos vehículos a otros y en cortos períodos de tiempo dentro de cada hora. Los vehículos que siguen movimientos directos pueden desarrollar velocidades más

altas si los carriles correspondientes a dichos movimientos tienen suficiente capacidad. Las condiciones de operación son más restringidas que las normales para libre circulación, pero aceptables cuando la velocidad de los vehículos que se acercan al tramo es de 80 km/h, aproximadamente.

Curva IV.- Aunque la velocidad particular de cada vehículo puede variar considerablemente, el conjunto puede mantener velocidades entre 50 y 55 km/h. Al igual que en el caso anterior, los conductores que siguen movimientos directos circulan a mayor velocidad. Las condiciones de circulación son aceptables para el tráfico que se aproxima al tramo con velocidad inferior a 65 km/h. especialmente en aquellas zonas muy desarrolladas donde predominan los trayectos cortos; ocasionalmente se presentan ligeros descensos en la velocidad y cierta restricción de maniobra.

Curva V.- Esta curva representa la capacidad de un tramo de trenzado de una longitud determinada, o sea, el máximo número de vehículos que pueden atravesarlo en una hora. La velocidad en estas condiciones puede variar rápidamente entre 50 y 30 km/h. o aún menos. Se presentan con frecuencia situaciones forzadas y de turbulencia, incluyendo paradas obligadas de los vehículos que se entrecruzan y paso alternativo de los mismos de unos carriles a otros. La operación de los conductores que siguen movimientos directos puede resultar o no razonable, según la capacidad de los propios carriles. Son de esperar accidentes de poca gravedad y con relativa frecuencia y pérdidas de nivel de servicio en las entradas, al menos en una de ellas, durante los períodos de mayor afluencia de vehículos, que afectan a la totalidad del tráfico, tanto al de trenzado como al directo.

3.4.5. Separación de los enlaces a lo largo de una autopista

Es necesaria una distancia apropiada entre los sucesivos enlaces de una autopista que permita una separación adecuada entre las entradas y salidas consecutivas a efectos de señalización y de trenzado de vehículos. Teniendo en cuenta estas circunstancias, de acuerdo con la tabla 3.7, y las longitudes necesarias para las conexiones y desarrollo de los ramales de entrada y salida de la autopista, se ha preparado la figura 3.2. que sirve de orientación en cuanto a los límites de separación entre enlaces, cuya determinación final dependerá de diversos aspectos del trazado (forma y longitud de los ramales, etc.); a la derecha de la curva "DESEABLE" de la categoría I, la separación disponible elimina el efecto del trenzado, por lo que dicha curva representa la solución óptima. Para autopistas en zona rural, se considera la curva "DESEABLE" de la categoría II como el límite mínimo aceptable y la "MINIMA" como el mínimo absoluto. En zonas urbanas, la curva "DESEABLE" de la categoría III representa el mínimo deseable, y la "MINIMA" el absoluto.

Si se emplean vías C-D a lo largo del enlace, o entre sucesivos enlaces, las longitudes precisas para los tramos de trenzado pueden ser menores que las necesarias en la propia autopista (ver tabla 3.7.); por ello, con la inclusión de estas vías C-D, pueden reducirse los límites de separación entre enlaces, tal como se determina en la figura 3.3.

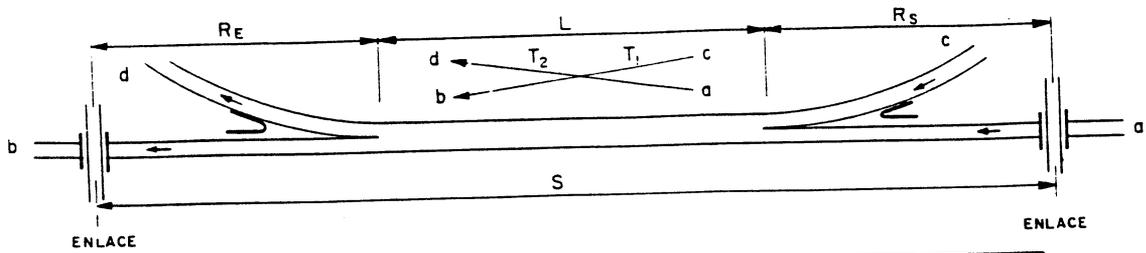
En zonas rurales y suburbanas se puede conseguir, normalmente, la separación necesaria entre sucesivos enlaces. Sin embargo, en zonas urbanas de gran desarrollo y concentración, esta separación es difícil de lograr como consecuencia de la fuerte demanda de tráfico que exige accesos demasiado frecuentes; entonces hay que recurrir a disposiciones o arreglos especiales para los ramales, que permitan más salidas y entradas de las que normalmente puede satisfacer la autopista, algunas de las cuales se presentan en la figura 3.4.

En la figura 3.5. se indican, sólo como orientación, la comparación de los límites de separación entre enlaces con el empleo de estas disposiciones especiales y en relación con la disposición básica o normal.

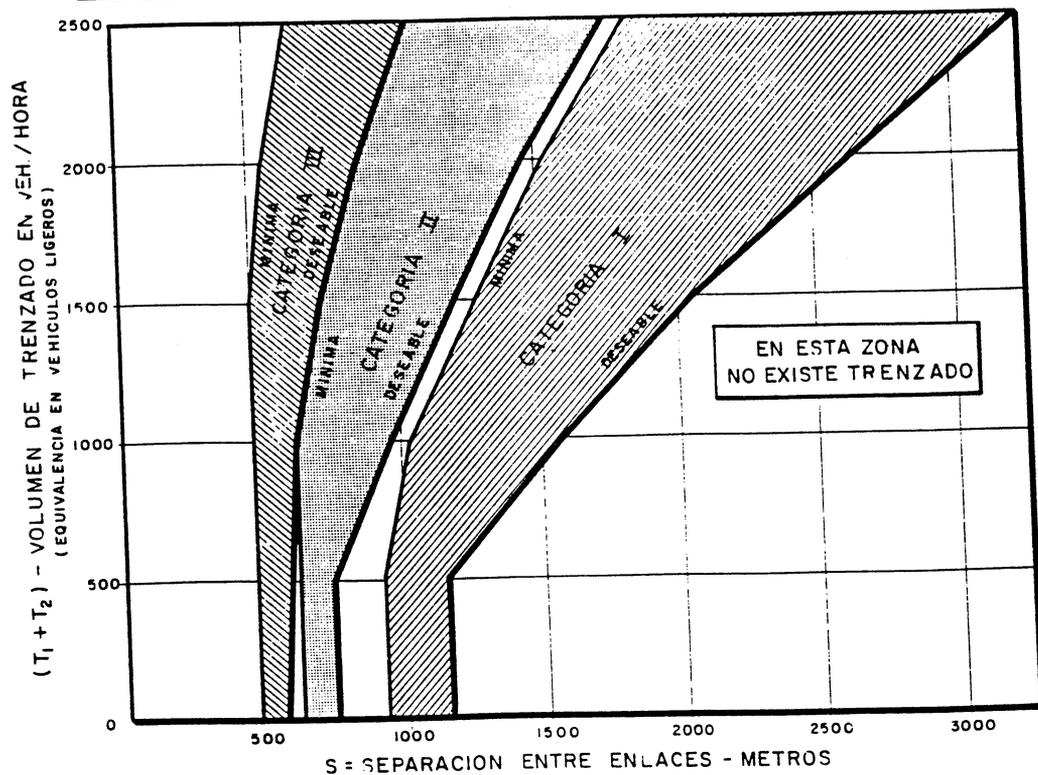
3.5. Ramales de enlace.

Otro punto crítico a analizar para el buen funcionamiento de un enlace, además de los tramos de trenzado, lo constituyen la conexión de los ramales y el proyecto de los propios ramales.

La capacidad a lo largo de todo el ramal depende por lo menos de tres factores:

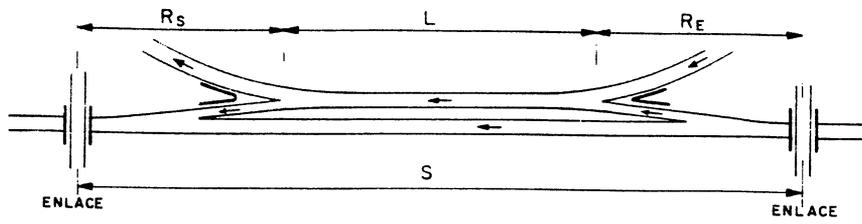


$(T_1 + T_2)$ VOLUMEN DE TRENZADO VEH. / H.	R_E		R_S		L		S	
	MINIMO	DESEABLE	MINIMO	DESEABLE	MINIMO	DESEABLE	MINIMO	DESEABLE
CATEGORIA I								
500	350	475	275	375	300	300	925	1150
1000					400	720	1025	1570
1500					650	1200	1275	2050
2000					900	1800	1525	2650
2500					1200	2400	1825	3250
CATEGORIA II								
500	250	200	200	250	180	200	630	750
1000					180	400	630	950
1500					275	450	725	1200
2000					425	900	875	1450
2500					600	1200	1050	1750
CATEGORIA III								
500	200	250	150	200	120	120	470	570
1000					120	150	470	600
1500					120	275	470	725
2000					150	425	530	975
2500					275	600	625	1050

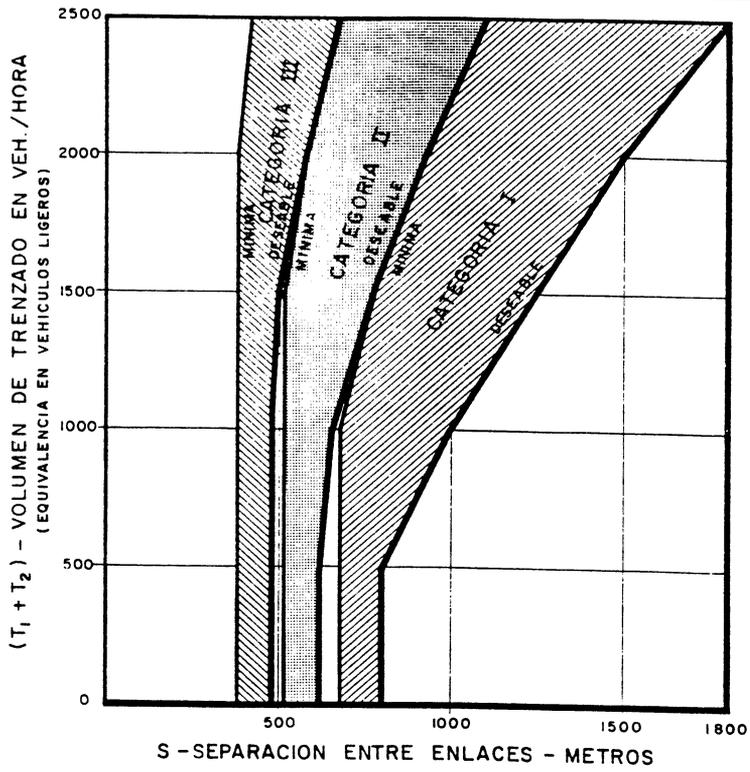


LIMITES DE SEPARACION ENTRE ENLACES

FIGURA 3.2

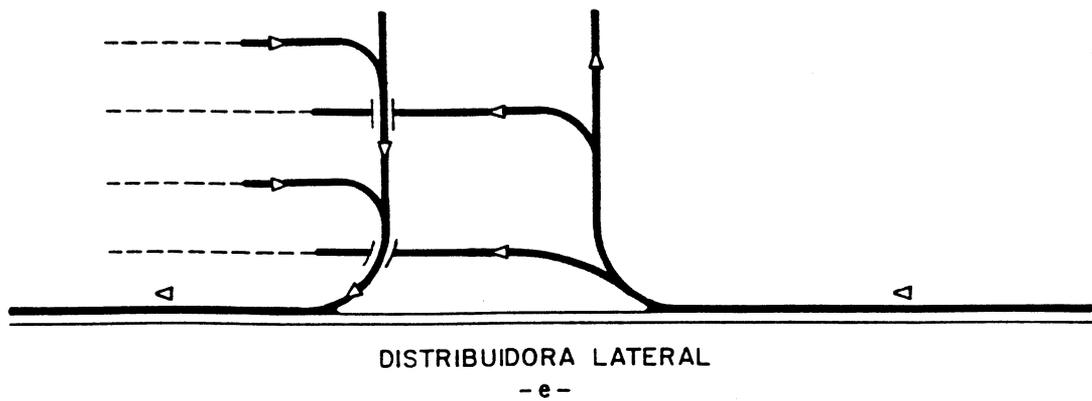
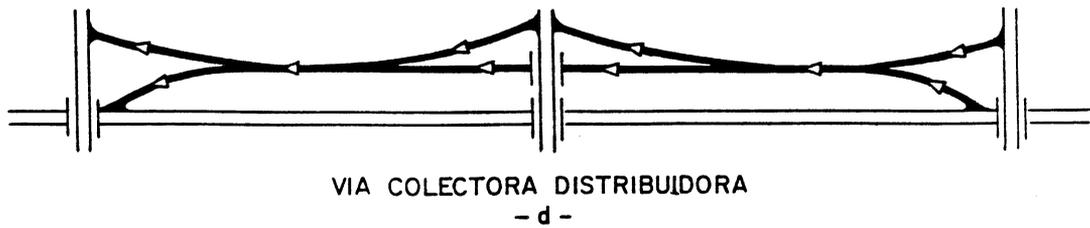
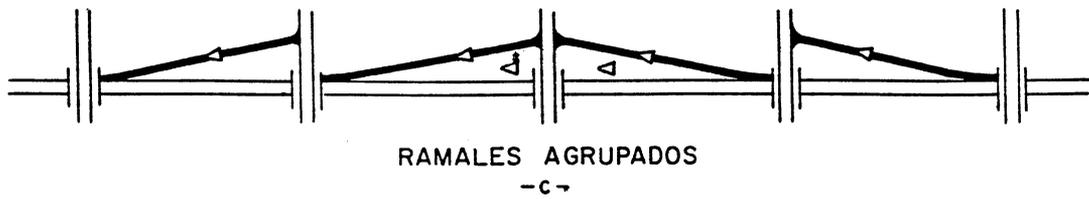
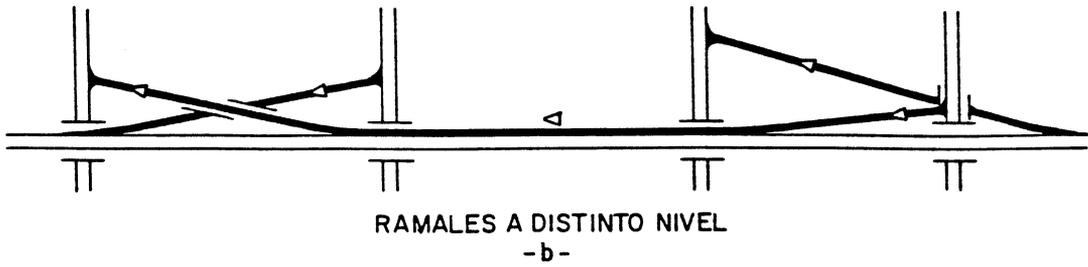
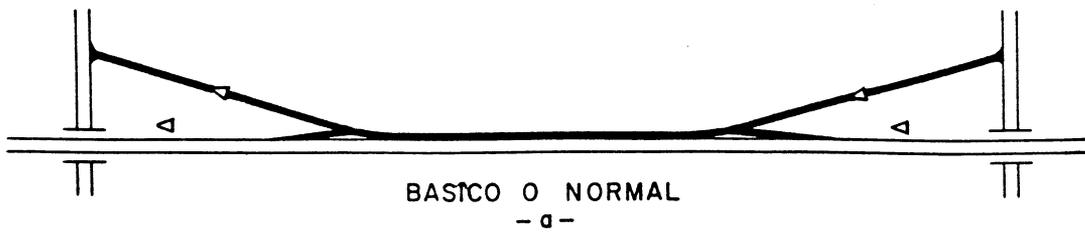


$(T_1 + T_2)$ VOLUMEN DE TRENZADO VEH. / H.	R_E		R_s		L		S	
	MINIMO	DESEABLE	MINIMO	DESEABLE	MINIMO	DESEABLE	MINIMO	DESEABLE
CATEGORIA I								
500	275	325	225	275	180	200	680	800
1000					180	400	680	1000
1500					275	650	775	1300
2000					425	900	925	1500
2500					600	1200	1100	1800
CATEGORIA II								
500	225	275	175	225	120	120	520	620
1000					120	150	520	650
1500					120	275	520	775
2000					180	425	580	925
2500					275	600	675	1100
CATEGORIA III								
500	175	225	125	175	80	80	380	480
1000					80	80	380	480
1500					80	100	380	500
2000					80	180	380	580
2500					120	275	420	675



LIMITES DE SEPARACION ENTRE ENLACES

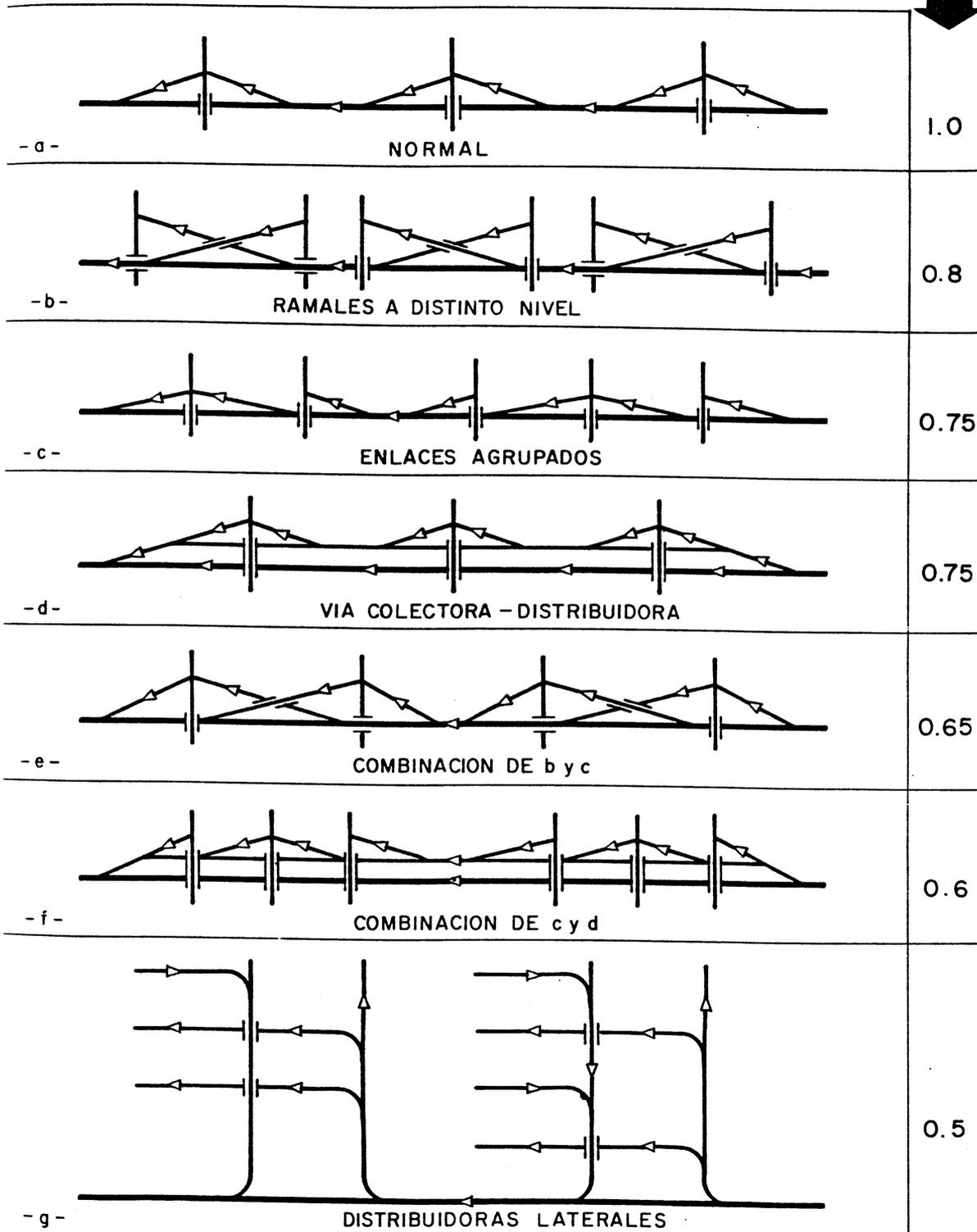
FIGURA 3.3



DISPOSICIONES ESPECIALES DE LOS RAMALES QUE PERMITEN REDUCIR LOS LIMITES DE SEPARACION ENTRE ENLACES

FIGURA 3.4

Indice de la distancia entre enlaces



COMPARACION ENTRE LOS LIMITES DE SEPARACION ENTRE ENLACES MEDIANTE DISPOSICIONES ESPECIALES DE LOS RAMALES

FIGURA 3.5

- 1.- La capacidad de su conexión con la autopista.
- 2.- La capacidad del propio ramal.
- 3.- La capacidad de la conexión con la carretera transversal o secundaria.

En la mayor parte de los casos, el primero y el último son los que determinan las condiciones del ramal en sí.

La unión con la carretera transversal puede ser en algunos casos una conexión con otra autopista que presenta problemas análogos al de la salida, pero la mayoría de las veces aparece como una intersección a nivel, cuya capacidad se determina de acuerdo con las normas dadas en "Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones". Frecuentemente, esto obliga a ensanchar el acceso del ramal a la transversal a dos o aún a tres carriles, al objeto de proveer suficiente número de carriles que equilibren la capacidad del ramal con la del acceso, teniendo en cuenta la posibilidad de la existencia de algún tipo de control de tráfico para el cruce de la carretera transversal. En ocasiones, será necesario prolongar estos carriles adicionales a lo largo del ramal y en una longitud suficiente para que el efecto de los vehículos parados no perturbe a la conexión de salida de la autopista o a los propios carriles de circulación de la misma.

La capacidad de un ramal de un solo carril puede llegar, bajo condiciones ideales, a 2.000 vehículos ligeros por hora, pero en la realidad las condiciones que se presentan suelen reunir un trazado geométrico restringido con curvas de pequeño radio y rasantes pronunciadas, por lo que la intensidad de servicio de un ramal resultará considerablemente más baja que su capacidad. A efectos de proyecto, puede considerarse de 1.000 vehículos ligeros por hora, para ramales de velocidad específica igual o menor de 50 km/h. y de 1.200 para los de velocidad específica mayor de 50 km/h, con los coeficientes de reducción indicados en la tabla 3.8, en función del porcentaje de vehículos pesados.

Cuando la demanda de tráfico exceda de los volúmenes expresados anteriormente o, cuando sin exceder, los ramales presentan su trazado en rampa con más de 300 metros de longitud y soportan fuerte intensidad con porcentaje importante de camiones, será necesario proyectarlos de dos carriles que pueden proporcionar una intensidad de servicio doble a la ya indicada; las conexiones con la autopista se acordarán sin embargo a un solo carril, mientras en dichos puntos la afluencia no sobrepase a los 30 vehículos ligeros por minuto en un período-punta de cinco minutos, que puede corresponderse con intensidades de 1.400 a 1.500 vehículos ligeros por hora. Si la intensidad de servicio del ramal excediera de estas cifras, la conexión deberá hacerse para dos ramales, bien según el trazado previsto para una bifurcación, o bien, añadiendo a la autopista un carril auxiliar de suficiente longitud destinado a encauzar el tráfico del ramal.

TABLA 3.8.

EFFECTOS DEL TRAFICO PESADO EN LA INTENSIDAD DE SERVICIO DE LOS RAMALES DE ENLACE

Porcentaje del tráfico pesado	Rasantes		
	± 0 a 2 %	+ 3 a 4 %	≥ + 5 %
10	0,90	0,83	0,77
20	0,83	0,71	0,62
30	0,77	0,62	0,53

3.5.1. Niveles de servicio y capacidad en las conexiones.

La capacidad de las conexiones con la autopista, factor principal en la capacidad del propio ramal, depende del nivel de servicio y de la intensidad de tráfico del carril 1 de la autopista, y será normalmente la que controle la intensidad de servicio del ramal.

TABLA 3.9

INTENSIDADES DE SERVICIO Y CAPACIDAD EN LA PROXIMIDAD DE CONEXIONES DE RAMALES (V.P.H. DE TRAFICO MIXTO DE UNA DIRECCION, CON RASANTES SUAVES Y HASTA UN 5% DE VEHICULOS PESADOS)

NIVEL DE SERVICIO	INTENSIDAD DE SERVICIO DE LA AUTOPISTA, UNA SOLA DIRECCION, V.P.H. (1)(2)						INTENSIDAD DE SERVICIO EN EL PUNTO DE CONTROL, V.P.H. (1)						NUMERO TOTAL DE VEHICULOS DE PUEDEN ENTRECruzARSE V.P.H. (5)						
	4 CARRILES			6 CARRILES			8 CARRILES			ENTRADA (3)				SALIDA (4)					
	0,77	0,83	0,91	1,00	0,77	0,83	0,91	1,00	(7)	0,77	0,83	0,91		1,00	(7)				
A	1400			2400			3400			1000			1100			800			
B	2000			3500			5000			1200			1300			1000			
FACTOR DE HORA PUNTA (6)	0,77	0,83	0,91	1,00	0,77	0,83	0,91	1,00	(7)	0,77	0,83	0,91	1,00	(7)	0,77	0,83	0,91	1,00	
C	2300	2500	2750	3000	3700	4000	4350	4800	5100	5300	6000	6600	1300	1400	1550	1700	1400	1500	1800
D	2800	3000	3300	3600	4150	4500	4900	5400	5600	6000	6600	7200	1400	1500	1650	1800	1500	1600	1900
E (8)	≤ 4000			≤ 6000			≤ 8000			≤ 2000			≤ 2000			≤ 2000			
F	← MUY VARIABLE →																		

- (1) Valor máximo límite para cada nivel de servicio
- (2) Representa la intensidad observada para el total de los carriles de la autopista entre ramales de un enlace o entre enlaces
- (3) Representa la intensidad de convergencia que se determina por la suma de la intensidad del carril 1 más la del ramal de entrada
- (4) Representa la intensidad del carril 1 inmediatamente antes de un ramal de salida; incluye la del tráfico de paso y la del de salida
- (5) Para tramos de trenzado en la autopista entre ramales de entrada y salida en una distancia de 150 m.
- (6) Para autopistas, la relación de la intensidad de la hora-punta al valor máximo de la afluencia que tiene lugar en un intervalo de 5 minutos
- (7) Factor igual a 1,00 se alcanza raramente; los valores dados deben ser considerados como medias máximas del factor de hora-punta probables de obtener durante el periodo de 5' dentro de dicha hora.
- (8) Equivale a capacidad

En la tabla 3.9. se indican las intensidades de servicio correspondientes a distintos niveles de servicio de la autopista, que pueden alcanzarse en la proximidad de las conexiones, teniendo en cuenta el tráfico de paso en el carril 1, más el tráfico del ramal de salida o de entrada. En muchos casos, la demanda de tráfico en las cercanías de un enlace incrementa la intensidad de servicio de la autopista en tramos relativamente pequeños con el consiguiente descenso de su nivel de servicio, descenso que es tolerable para los conductores en cortas distancias, por lo cual un nivel C puede considerarse como bueno para tramos de 300 ó 600 metros de autopistas con un nivel de servicio normal A y B (ver tabla 3.1). El nivel D, debe ser el mínimo a considerar, por estar ya en los límites de un servicio tolerable.

Cuando el tráfico de paso previsto para el carril 1, más el correspondiente al ramal, sea muy elevado, es muy útil disponer un carril auxiliar de suficiente longitud entre una entrada y la salida sucesiva que ayuda a acomodar el exceso de tráfico y facilita las maniobras de los vehículos.

Al depender la intensidad de servicio de un ramal del número de vehículos que ocupan el carril 1 de la autopista, su determinación es muy compleja y puede variar entre unos límites muy extensos, que dependerán, en definitiva, de la intensidad del tráfico total de la autopista. A efectos de proyecto, se pueden estimar las siguientes intensidades de servicio para las conexiones de los ramales:

Conexiones de un solo carril	Zona rural	Zona urbana
Salida	900	1.100
Entrada	700 a 800	900 a 1.000
Conexiones de 2 carriles y bifurcaciones		
Salida	1.900	2.300
Entrada	1.700 a 1.800	2.100 a 2.200

Si el porcentaje de tráfico pesado es apreciable estas cifras deberán corregirse con los valores dados en la primera columna de la tabla 3.8.

La capacidad de los lazos de los tréboles se ve limitada no sólo por las conexiones con la autopista, sino también por el efecto del trenzado entre los vehículos que salen y entran; en un trazado de longitud normal esta restricción supone una intensidad de servicio máxima para ambos lazos, de 1.100 a 1.200 vehículos ligeros por hora, en zonas rurales, y de 1.500 a 1.650 en zonas urbanas. Hasta volúmenes de trenzado de 800 a 1.000 vehículos por hora, puede proyectarse el trazado sin vías C-D, y a partir de dichas cantidades, si la intensidad de tráfico de la autopista es importante, es recomendable el empleo de dicha vía, que supone un aumento de un 50 por 100 aproximadamente en la intensidad de servicio de los lazos.

Las cifras dadas para la capacidad de las conexiones deben considerarse como una estimación aproximada; para un análisis más completo de los distintos casos que se presentan en la práctica, puede recurrirse al "Highway Capacity Manual-1965", que dedica el capítulo VIII exclusivamente a un estudio muy completo para la determinación de la capacidad de los ramales en función de la intensidad de paso del carril 1 y del nivel de servicio de la autopista.

TABLA 4 - 1
RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE AUTOPISTAS Y AUTOVIAS EN ZONA RURAL

1. TERRENO	LLANO			ONDULADO			ACCIDEN. O MUY ACCIDENTADO	
	I			II				III
	A	B	DESEABLE	B	DESEABLE	C		D
2. CATEGORIA DEL TRAZADO (a)								
3. NIVEL DE SERVICIO								
4. CONDICIONES DEL TRAZADO								
5. VELOCIDAD ESPECIFICA DE PROYECTO, KM/H	120				100		MINIMO ABSOLUTO	
6. VELOCIDAD REAL DE CIRCULACION, KM/H	≥ 96	5 88		5 88		5 80	80	
7. MAXIMA INTENSIDAD DE SERVICIO PARA 2 CARRILES EN UNA DIRECCION (VEN. LIGEROS POR HORA)	1400	2000		1200		1600	≥ 64	
8. ID. ID. POR CARRIL ADICIONAL (ID. ID. ID.)	1000	1500		600		800	1400	
9. ANCHO POR CARRIL M.	3,75				3,50		700	
10. ARGENES (DERECHO, M. IZQUIERDO, M.)	3,00 1,50			3,00 (min. 2,50) 1,50			3,50	
11. MEDIANA, M.	≥ 5,00			≥ 5,00			2,50	
12. RASANTES MAXIMAS, %	± 3			± 4			1,00	
13. RADIO MINIMO EN CURVAS HORIZONTALES, M.	600			450			2,00	
14. ACUERDOS VERTICALES CONVEXOS, K LONGITUD MINIMA	15000			8000			± 5	
15. ACUERDOS VERTICALES CONCAVOS, K LONGITUD MINIMA	120			100			250	
16. DISTANCIA MINIMA DE VISIBILIDAD DE PARADA, M.	120			4500			3500	
ESTRUCTURAS				100			80	
	17. EN PASOS INFERIORES { DERECHA, M. IZQUIERDA, M. (b)	3,00 1,75		3,00 (min. 2,50) 1,75			2500	
	18. EN PASOS SUPERIORES { DERECHA, M. (c) IZQUIERDA, M. (c)	3,00 1,50		3,00 (min. 2,50) 1,50			80	
19. ALTURA LIBRE SOBRE LA CALZADA, M.	4,50			4,50			120	
MODIFICACIONES DE LAS CARACTERISTICAS ANTERIORES EN LA ZONA DE ENLACES								
12g. RASANTES MAXIMAS, %	DESEABLES	MINIMAS	DESEABLES	MINIMAS	DESEABLES	MINIMAS		
14a. ACUERDOS VERTICALES CONVEXOS, K	± 2	± 3	± 3	± 4	± 3	± 4		
14b. ACUERDOS VERTICALES CONCAVOS, K	22500	15000	15000	6000	15000	6000	NO ES APLICABLE PARA PROYECTO DE ENLACES EN ZONA RURAL	
15a. ACUERDOS VERTICALES CONCAVOS, K	7500	6000	6000	240	6000	4500		
16a. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA, M.	300	240	240	180	240	180		

(a) Debe procurarse la categoría I para terrenos llanos y ondulado y la categoría II en los accidentados; la III solo se utilizará en casos críticos, previa justificación ó en ramales que conecten autopistas importantes.

(b) Para autopistas de 3 ó mas carriles por dirección, la luz libre será preferiblemente de 2,50 m. como mínimo.

(c) En estructuras de longitud superior a 50,00 m. podrá reducirse a un mínimo de 1,25 m.

Se dispondrán arcenes a ambos lados de la calzada: a la derecha con un ancho mínimo de 2,50 m. y preferible de 3,00 m., y a la izquierda 1,00 y 1,50 m., respectivamente, ambos pavimentados.

El ancho de la mediana será de 5,00 m. como mínimo en terrenos llanos y ondulados y de 2,00 m. en terrenos accidentados; conviene tener en cuenta los incrementos futuros del tráfico, por si es necesario prever una ampliación en el número de carriles de la autopista; en estos casos, es preferible suplementar en 7,00 ó 7,50 m. la anchura de la mediana para en su día construir en su interior los nuevos carriles.

En las figuras 4.2 y 4.4 se representa la sección transversal tipo en recta de autopistas y autovías rurales en sus distintas categorías, con detalle de las pendientes transversales de calzada, arcenes, bermas y medianas. El arcén izquierdo o interior, en el caso de medianas hundidas, podrá presentar una inclinación del 4 por 100 hacia el lado de la mediana.

Cuando las condiciones existentes hagan necesario una reducción de la sección transversal adoptada, debe realizarse empezando primero por la supresión de cunetas, que pueden ser reemplazadas por drenes longitudinales enterrados; en segundo lugar por la reducción del ancho normal de la mediana, y en último caso por la reducción del ancho de los arcenes.

La misma sección transversal descrita se aplicará a las carreteras importantes, que sin tener carácter de autovías, sea necesario proyectarlas con calzadas separadas a través de un enlace; el ancho de la mediana en estos casos, debe ser el necesario para permitir la introducción de vías centrales de deceleración para giros a la izquierda, siempre que estén previstos estos movimientos.

4.1.4. Trazado en perfil.

En la tabla 4.1. se indican las máximas inclinaciones de rasante para las distintas categorías de autopistas, en el caso de calzadas totalmente independientes, la calzada descendente puede alcanzar hasta un -6 por ciento.

En la zona de un enlace, estas inclinaciones deben ser las menores posibles para que el trazado no influya desfavorablemente en las condiciones de visibilidad y capacidad de las conexiones de los ramales, debiendo limitarse al 3 por ciento y, sólo en casos especiales al 4 por ciento.

También es conveniente, a efectos de un buen drenaje del pavimento, no emplear rasantes inferiores al 0,12 por ciento o mejor aún, al 0,35 por ciento.

Los parámetros mínimos deseables para los acuerdos verticales son los que figuran en las líneas 14 y 15 de la tabla 4.1, pudiendo llegarse en casos especiales a los siguientes valores mínimos absolutos:

	$V_e = 120 \text{ km/h.}$	$V_e = 100 \text{ km/h}$	$V_e = 80 \text{ km/h}$
Acuerdos verticales convexos,			
valor de K:	11.000	5.500	2.500
Acuerdos verticales cóncavos,			
valor de K:	5.000	3.500	2.000

Para la representación gráfica del perfil longitudinal de proyecto, se debe tomar el de los bordes interiores de calzadas. Un trazado con perfil en ligero terraplén es preferible a aquel a ras del terreno o en ligero desmonte.

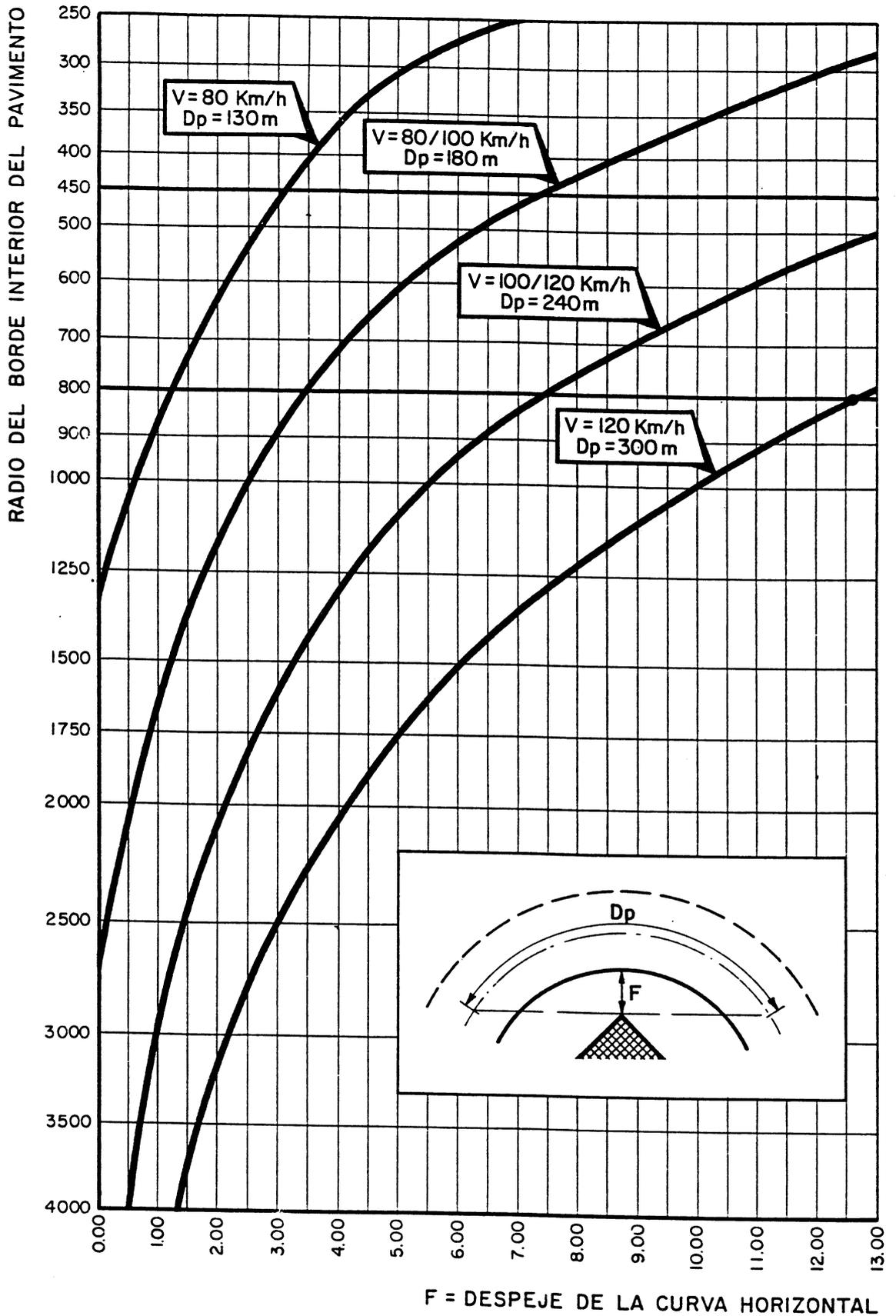
4.1.5. Trazado en planta.

También se indica en la tabla 4.1, línea 13, los radios mínimos normales de las curvas horizontales para la velocidad específica seleccionada, pudiendo en casos especiales, llegar los siguientes valores mínimos absolutos:

Para velocidad específica 120 km/h: $R = 600$

Para velocidad específica 100 km/h: $R = 400$

Para velocidad específica 80 km/h: $R = 240$



NOTA. - Para otras distancias de visibilidad de parada, D_p , ver figura 17 de la Norma 3.1. IC - TRAZADO

VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES

FIGURA
4.1

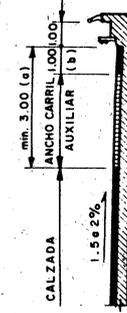
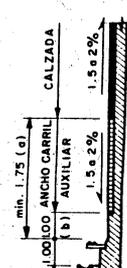
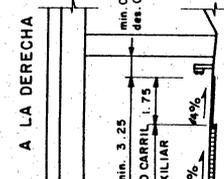
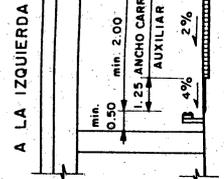
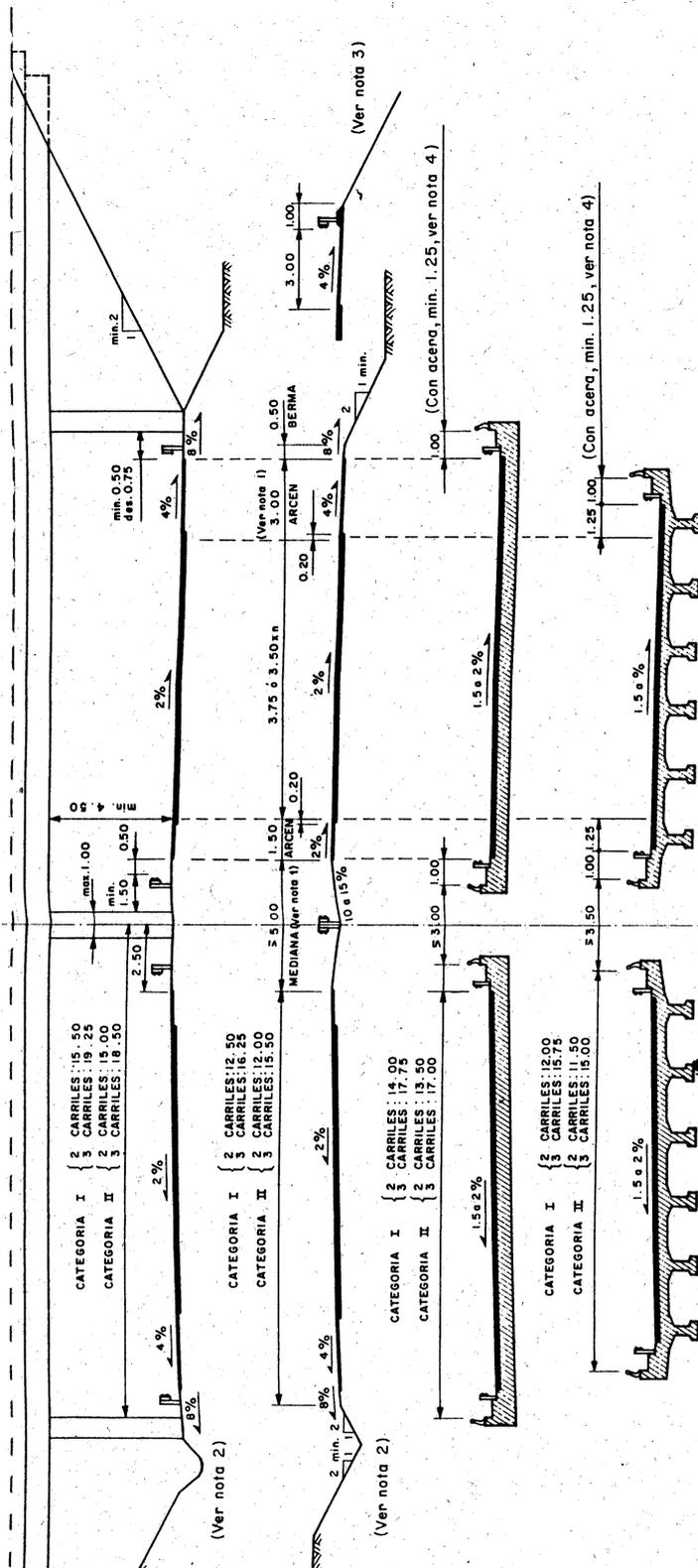
PASOS INFERIORES

(Ver nota 2)

(Ver nota 2)

PASOS SUPERIORES
LONGITUD ≥ 50.00 m.

PASOS SUPERIORES
LONGITUD > 50 m. Y ≤ 200 m.
(Ver nota 5)

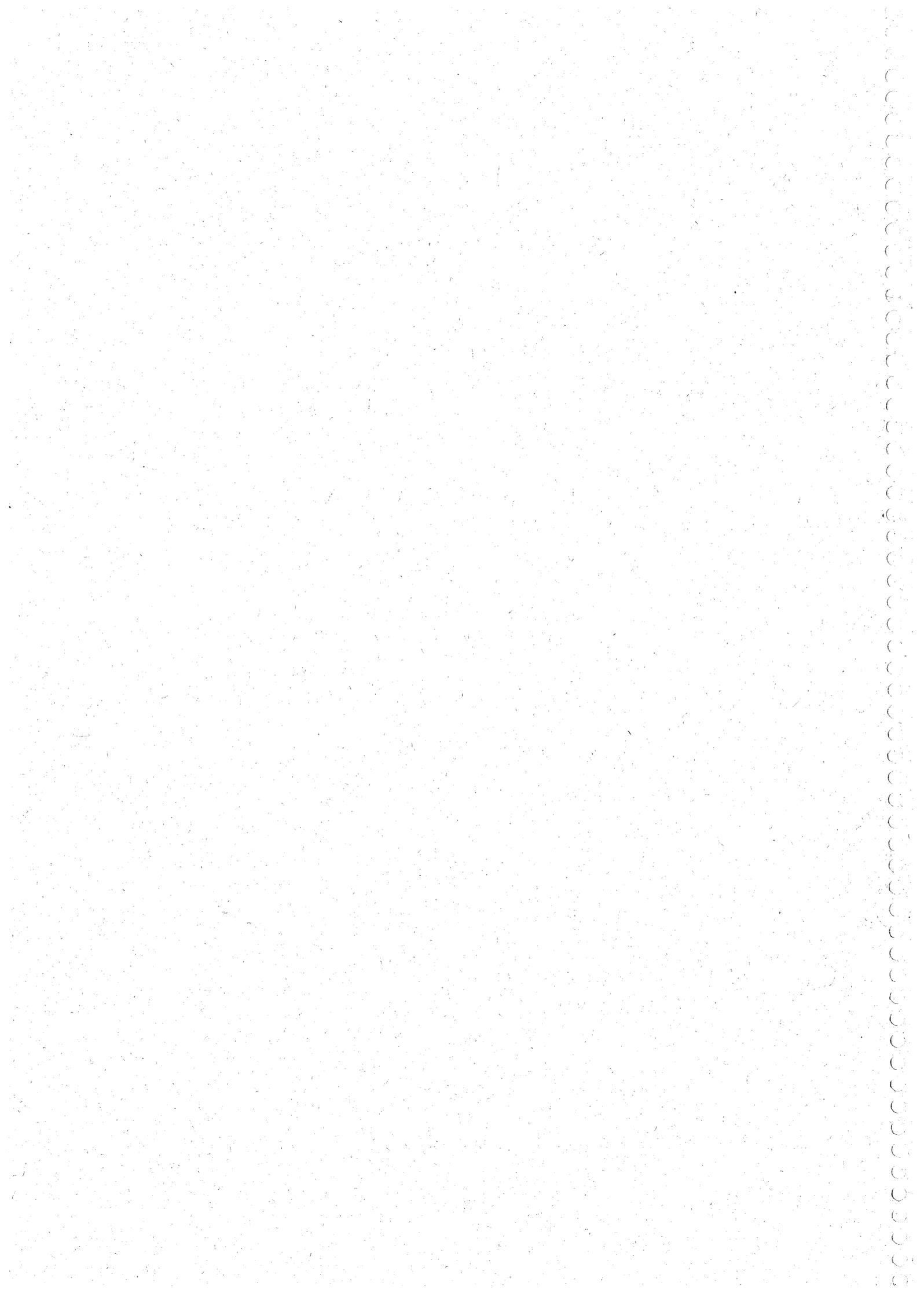


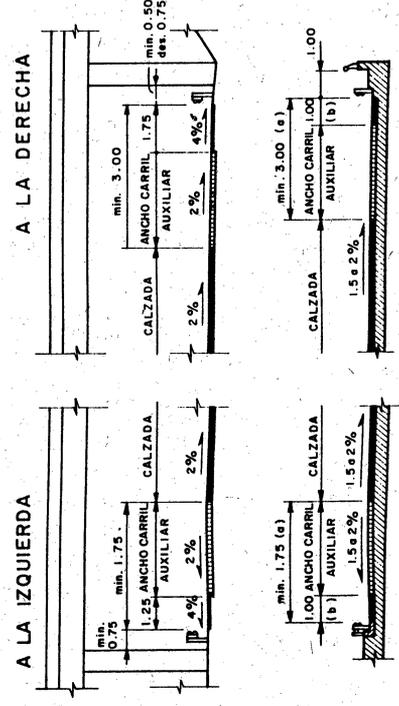
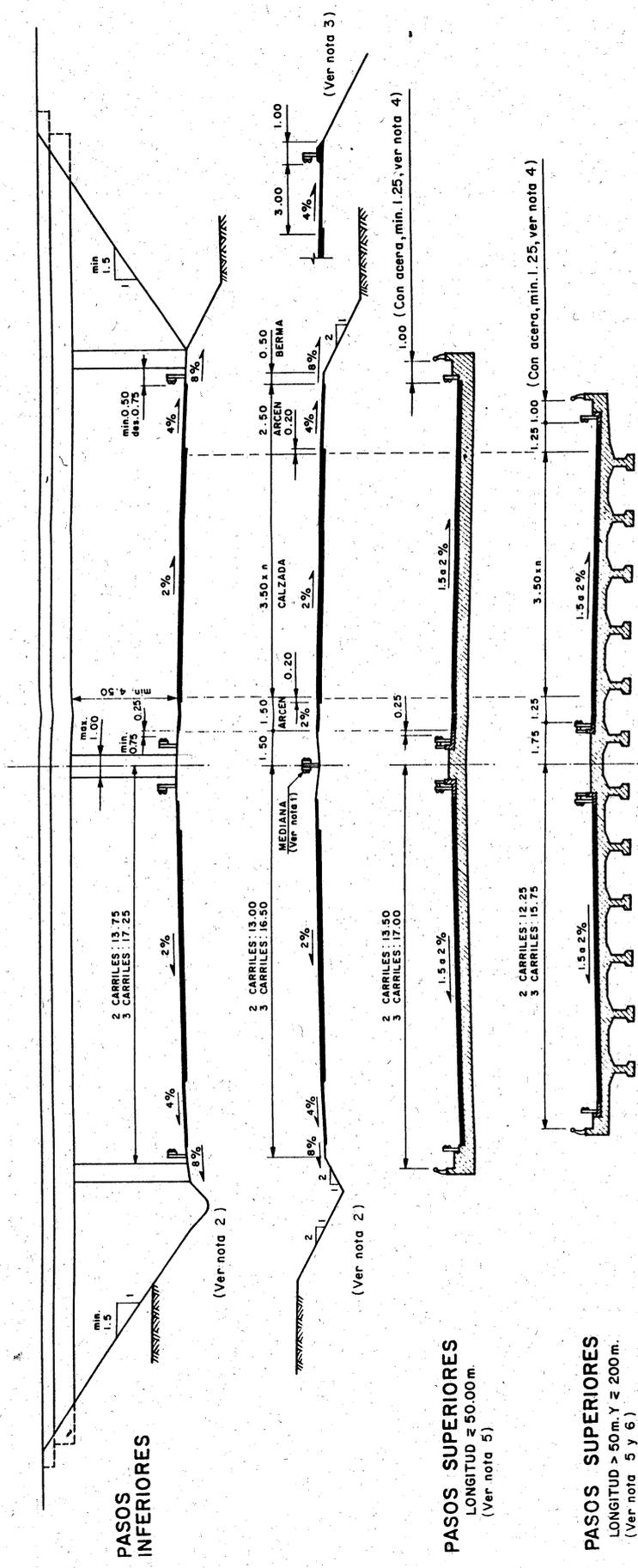
En estructuras de longitud > 50 m. y < 200 m., a min. = 1.25 y b = 0.50

MODIFICACIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL POR LA INCLUSION DE UN CARRIL AUXILIAR
(Vias lentas, vias de deceleración y aceleración, etc.)

NOTAS

- 1.- Para determinar el ancho de la mediana, deben preverse las futuras necesidades de ampliación del número de carriles de la autopista, tanto en su sección normal como en las estructuras. Así, cuando se prevea un futuro ensanche de un carril por cada dirección, el ancho mínimo de la mediana debe fijarse en 12.50 m. para la categoría I y en 12.00 m. para la categoría II. La doble valla metálica continua es discrecional (Ver capítulo V). En la categoría II en zona rural el proyectista podrá proponer, si lo juzga conveniente, la reducción del ancho del arcén pavimentado a 2.50 m.
- 2.- En secciones en desmonte, la cuneta puede sustituirse por dren longitudinal enterrado.
- 3.- En secciones en terraplén de cota mayor de 4.00 m. y a fin de evitar erosiones en los taludes conviene instalar un dispositivo longitudinal de recogida de aguas, como se indica en el dibujo.
- 4.- El ancho de la acera se fijará de acuerdo con el tránsito de peatones en la zona.
- 5.- Para estructuras de longitud superior a 200 m. el proyectista justificará la solución propuesta.





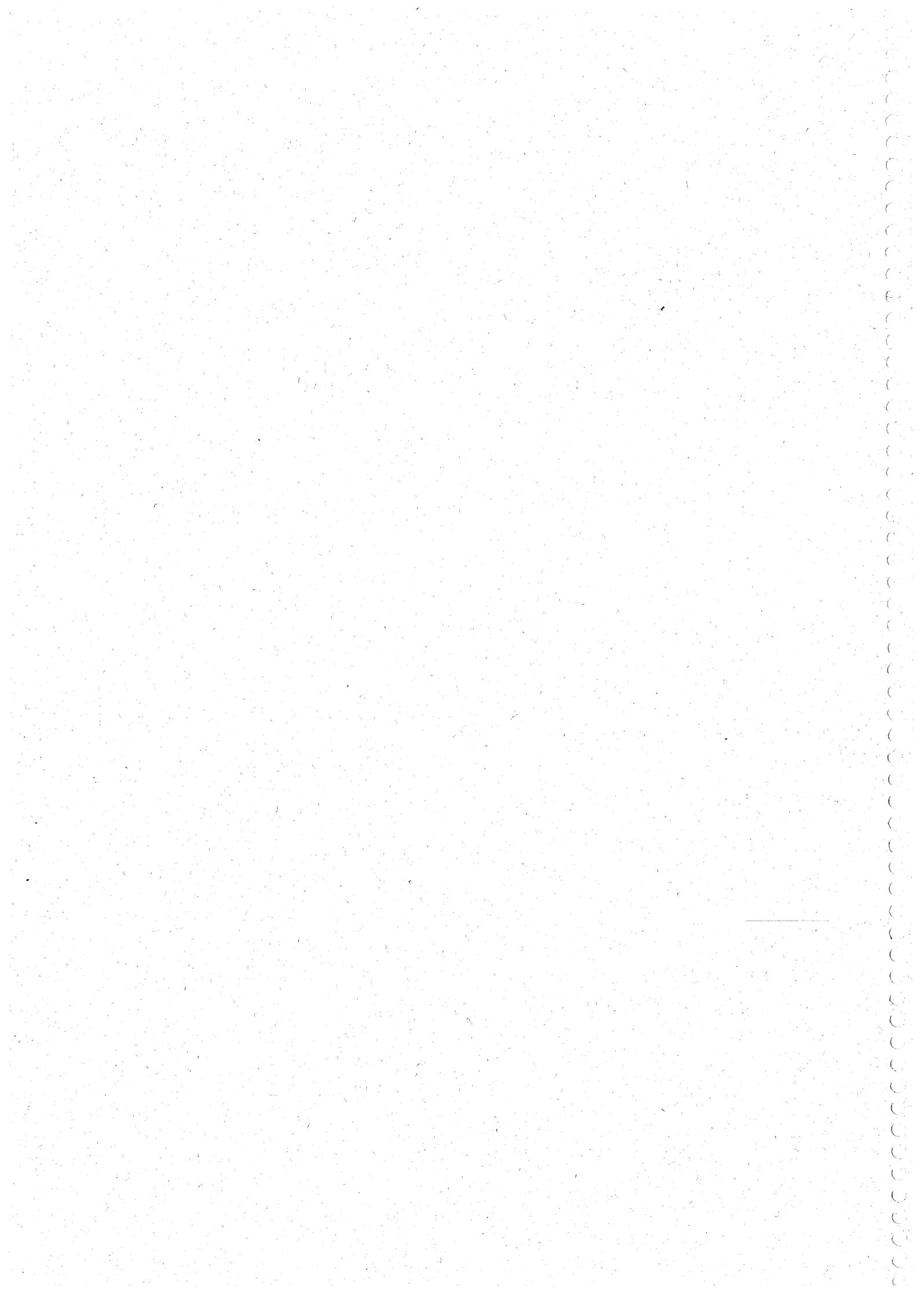
En estructuras de longitud > 50 m. y < 200 m., a min. = 1.25 y b = 0.50

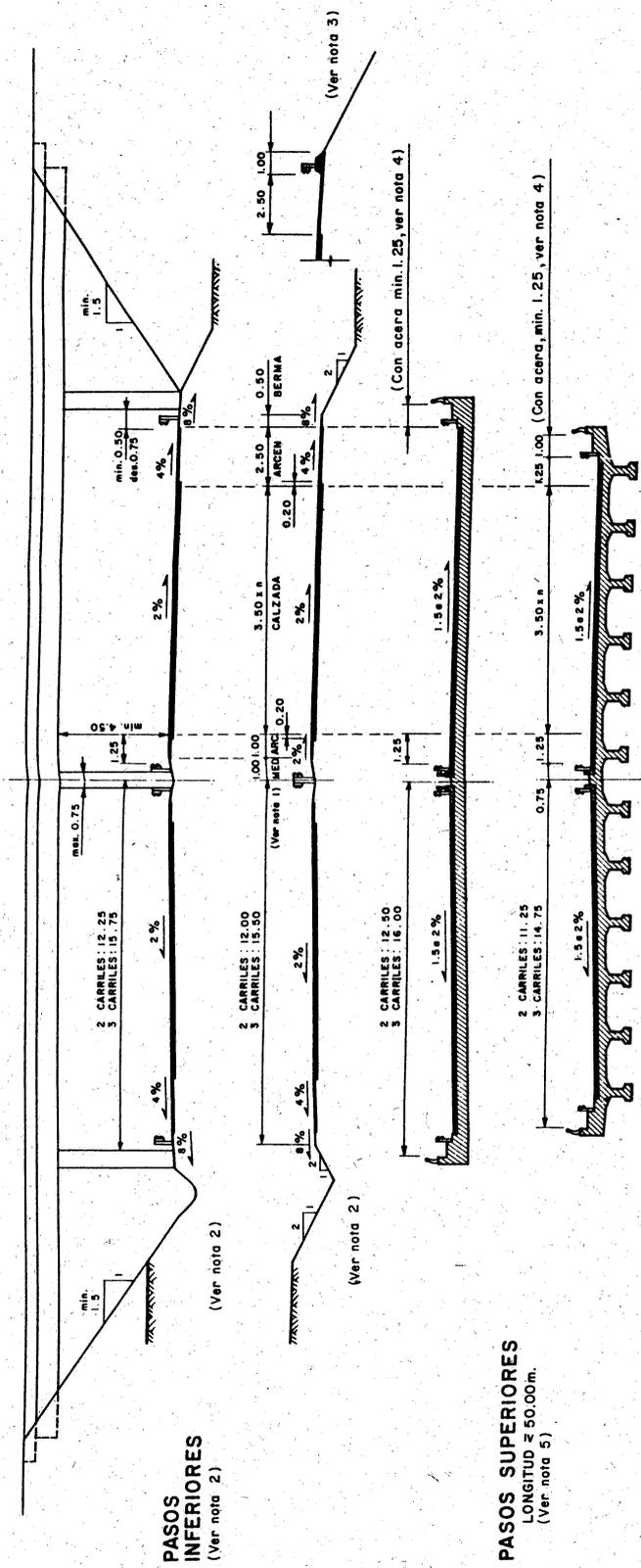
MODIFICACIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL POR LA INCLUSION DE UN CARRIL AUXILIAR
(Vías lentas, vías de deceleración y aceleración, etc.)

NOTAS

- 1.- Esta sección tipo es recomendable para autovías, ya que permite la introducción de carriles auxiliares centrales para deceleración y espera de giro a la izquierda. Debe preverse en la sección normal como en las estructuras, un posible futuro ensanche de la autopista; en este caso ancho de la mediana debe fijarse en 10 m. La doble valla metálica continua es discrecional (Ver capítulo V)
- 2.- En secciones en desmonte, la cuneta puede sustituirse por dren longitudinal enterrado.
- 3.- En secciones en terraplen de cota de mayor de 4.00 m. y a fin de evitar erosiones en los taludes conviene instalar un dispositivo longitudinal de recogida de aguas, como se indica en el dibujo.
- 4.- El ancho de la acera se fijará de acuerdo con el tránsito de peatones en la zona.
- 5.- En el caso de proyectar estructuras separadas, su sección será igual a la de la categoría II (Rural) de la figura 4.2, con arcén a la derecha de 2.50 m.
- 6.- Para estructuras de longitud superior a 200 m. el proyectista justificará la solución propuesta.

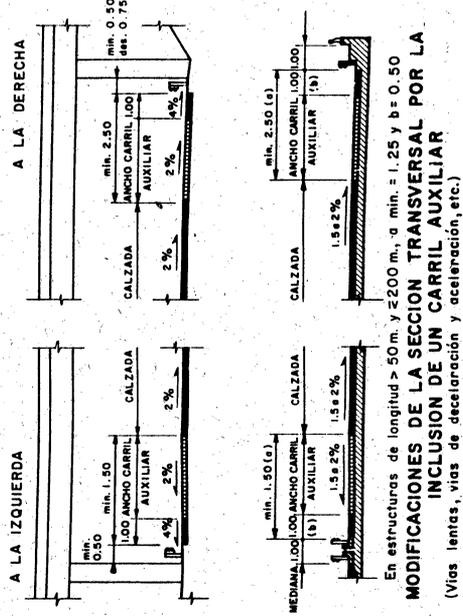
CATEGORIA IIb (URBANA)
SECCIONES TRANSVERSALES TIPO DE AUTOPISTAS Y AUTOVIAS
FIGURA 4.3





NOTAS

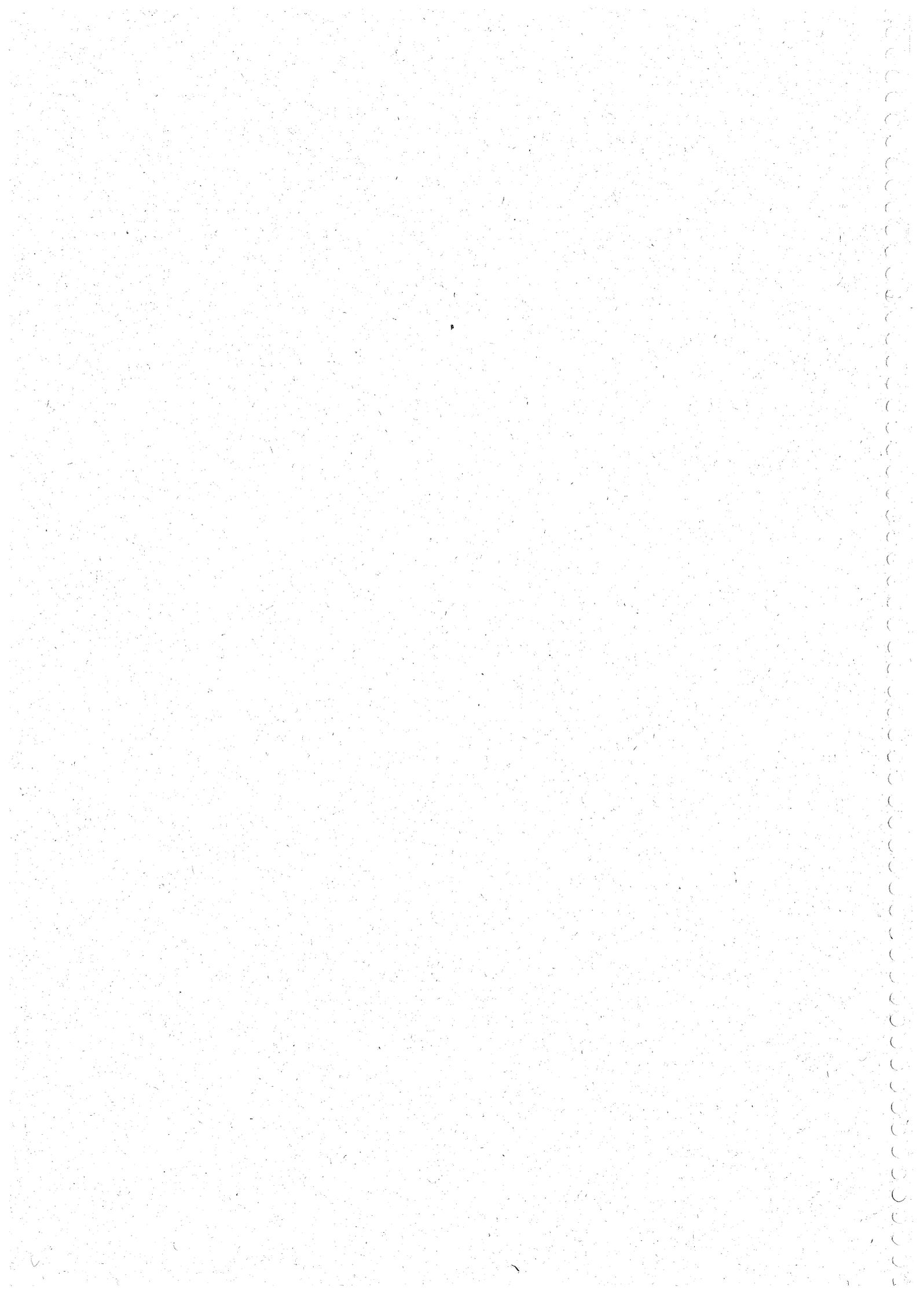
- 1.- Debe preverse en la sección normal como en las estructuras, un posible futuro ensanche de la autopista; en este caso el ancho de la mediana debe fijarse en 9.00 m. La doble valla metálica continua es discrecional (Ver Capítulo V)
- 2.- En secciones en desmonte, la cuneta puede sustituirse por dren longitudinal enterrado
- 3.- En secciones en terraplén de cota mayor de 4.00 m. y a fin de evitar erosiones en los taludes conviene instalar un dispositivo longitudinal de recogida de aguas, como se indica en el dibujo.
- 4.- El ancho de la acera se fijará de acuerdo con el tránsito de peatones en la zona.
- 5.- En el caso de proyectarse estructuras separadas, su sección será igual a la de la categoría II (Rural) de la figura 4. 2, con arcén a la derecha de 2. 50 m.
- 6.- En el caso de proyectarse estructuras separadas, su sección será igual a la de la categoría II (Rural), de la figura 4. 2. Para estructuras de longitud superior a 200 m. el proyectista justificará la sección propuesta.



**CATEGORIA III (RURAL)
Y IIc (URBANA)**

**SECCIONES TRANSVERSALES TIPO
DE AUTOPISTAS Y AUTOVIAS**

**FIGURA
4. 4**



En las zonas de los enlaces, siempre que sea posible, estos radios se elegirán superiores a los mínimos, con objeto de que las obstrucciones laterales debidas a las estructuras (pilas, columnas, estribos, barreras de seguridad, etc.) salven la distancia mínima de visibilidad exigida para una autopista a través de un enlace (ver en fig. 4.1). En el caso de no poder seleccionar curvas tan abiertas como sería deseable, todos los obstáculos deberán retranquearse del borde de la calzada lo necesario para disponer de la luz libre lateral impuesta por la condición de visibilidad en planta.

En el trazado general en planta de una autopista las alineaciones rectas largas deben ser evitadas y resultan ventajosamente reemplazadas por curvas de gran radio, de 5.000 a 10.000 m., que rompen la monotonía del trazado y prestan un servicio importante al evitar el deslumbramiento que pueden producir las luces de los vehículos que circulan en sentidos opuestos. Los radios mayores de 10.000 m. producen ya efectos similares a una alineación recta.

También debe tenerse en cuenta la posibilidad de un trazado con las calzadas totalmente independientes, a distinto nivel y con medianas anchas, que puede proporcionar grandes ventajas, tales como la de romper la monotonía del trazado general, evitar el deslumbramiento y permitir una reducción a veces importante, del movimiento de tierras.

En cuanto al empleo de curvas de transición, peraltes, etc., se seguirán las normas que se indican en la tabla 4.3 y figura 4.13 de estas Recomendaciones, más aquellas complementarias que sobre la materia específica la Instrucción 3.1 IC-TRAZADO. El peralte máximo en autopistas se ha limitado al 6,5 por ciento; la transición al peralte es conveniente realizarla alrededor de la arista interior de la calzada, teniendo cuidado, cuando es mayor del 2,5 por ciento, de no acentuar la rampa en la calzada ascendente por el efecto negativo que puede producir en el tráfico pesado, en cuyo caso debe efectuarse la transición alrededor de la arista exterior de la calzada.

El empleo de curvas de transición es recomendable para radios de curvas circulares inferiores a las indicadas en la tabla 4.3, y en muchos casos, con curvas de radios aún superiores, la inclusión en el trazado de curvas de transición permite una gran mejora de la estética del mismo (coincidencia con cambios de rasante, presencia lejana de estructuras, etc.).

4.1.6. Visibilidad.

El trazado de una autopista debe cumplir en todos sus puntos, en planta y en perfil, con la distancia mínima de visibilidad de parada correspondiente a la velocidad específica de proyecto. En la zona de un enlace, se tomarán además valores mayores de esta distancia, como se indica en la tabla 4.1.

4.2. Autopistas y autovías en zonas urbanas.

Se consideran también tres categorías para el proyecto de trazado de estas vías en zonas urbanas, según las restricciones impuestas por el uso del suelo y cuyas características geométricas de trazado se resumen en la tabla 4.2, así como el nivel de servicio que puede lograrse con cada una de ellas.

4.2.1. Velocidad específica de proyecto

Se elegirá la máxima posible en beneficio del mayor volumen de servicio que puede proporcionar; como mínimo, se recomienda no bajar de 80 km/h., aunque, en circunstancias especiales, el proyectista podrá justificar la adopción de una velocidad específica inferior.

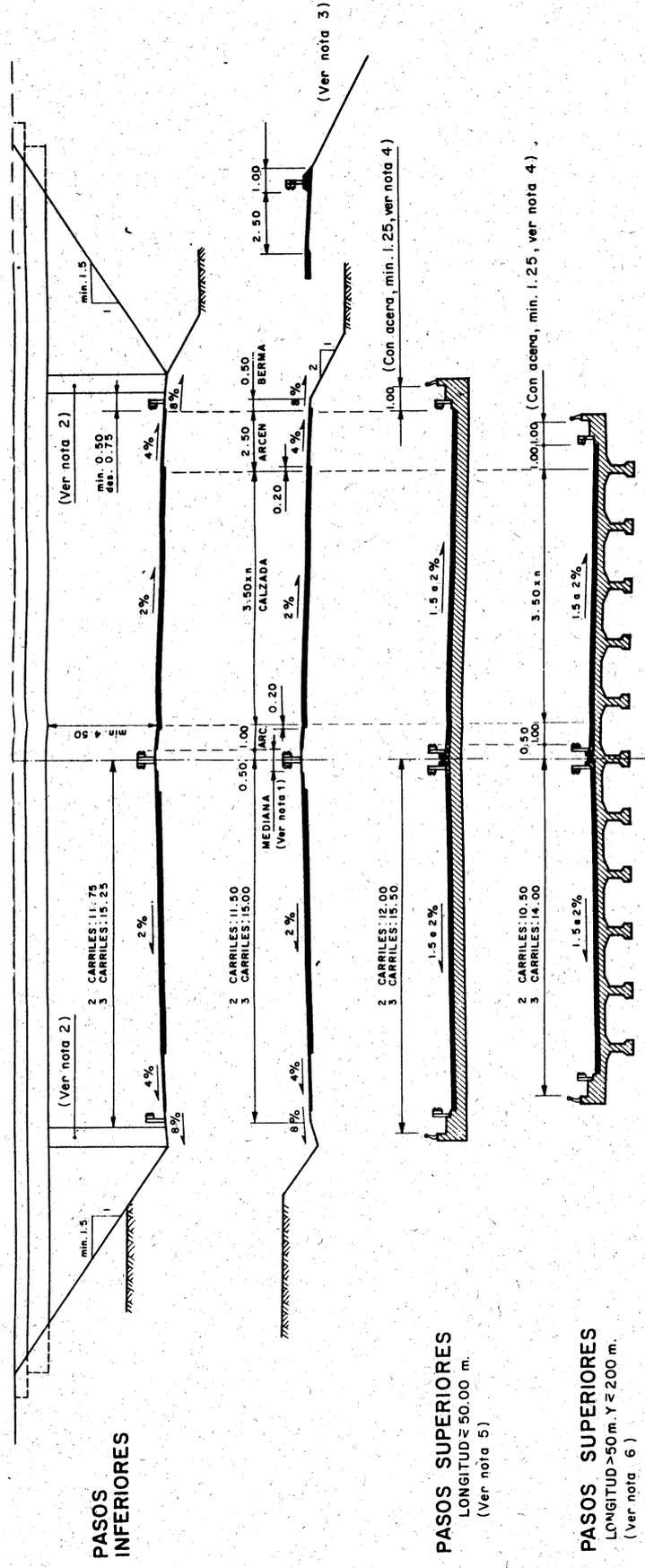
4.2.2. Intensidad de servicio

En la tabla 4.2. línea 7, se indican, como orientación y al igual que se ha hecho en el apartado 4.1.2, las máximas intensidades de servicio en autopistas urbanas según el nivel de servicio y la velocidad específica seleccionados.

TABLA 4. 2
RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE AUTOPISTAS Y AUTOVIAS EN ZONAS URBANAS

1. SECCION TRANSVERSAL POR LIMITACIONES DEL SUELO	NORMAL			RESTRINGIDA			MUY RESTRINGIDA
	I		B	II		C	III
	A	OPTIMO	DESEABLE	DESEABLE		D	MINIMO
2. CATEGORIA DEL TRAZADO							
3. NIVEL DE SERVICIO							
4. CONDICIONES DEL TRAZADO							
5. VELOCIDAD ESPECIFICA DE PROYECTO, KM/H.	≥ 96	120	≥ 88	100	≥ 80	80	
6. VELOCIDAD REAL DE CIRCULACION, KM/H							
7. MAXIMA INTENSIDAD DE SERVICIO PARA 2 CARRILES EN UNA DIRECCION (VEH. LIGEROS POR HORA)	1400	2000	1200	2100	1800		
8. ID. ID. POR CARRIL ADICIONAL (ID. ID. ID.)	1000	1500	600	1050	900		
9. ANCHO POR CARRIL M.		3,75		3,50			
10. ARGENES { DERECHO M. IZQUIERDO, M.		3,00	2,50	2,50	3,50 (d)		
11. MEDIANA, M.		1,50	1,00	1,00	0,50		
12. RASANTES MAXIMAS, %		± 5,00	3,00	2,00	1,00		
13. RADIO MINIMO EN CURVAS HORIZONTALES, M.		± 3		± 4			
14. ACUERDOS VERTICALES CONVEXOS, K		800	450	450	250		
15. ACUERDOS VERTICALES CONCAVOS, K		15000	8000	8000	3500		
16. DISTANCIA MINIMA DE VISIBILIDAD DE PARADA, M.		120	100	100	80		
17. EN PASOS INFERIORES { DERECHA, M. IZQUIERDA, M. (a)		6000	4500	4500	2500		
18. EN PASOS SUPERIORES { DERECHA, M. (b) IZQUIERDA, M. (b)		120	100	100	80		
19. ALTURA LIBRE SOBRE LA CALZADA, M. (c)		240	180	180	120		
20. EN PASOS INFERIORES { DERECHA, M. IZQUIERDA, M. (a)		3,00	2,50	2,50	2,50 (d)		
21. EN PASOS SUPERIORES { DERECHA, M. (b) IZQUIERDA, M. (b)		1,75	1,25	1,25	1,00		
22. EN PASOS SUPERIORES { DERECHA, M. (b) IZQUIERDA, M. (b)		3,00	3,00	2,50	2,50 (d)		
23. ALTURA LIBRE SOBRE LA CALZADA, M. (c)		1,50	1,25	1,25	1,00		
24. ALTURA LIBRE SOBRE LA CALZADA, M. (c)		4,50	4,50	4,50	4,50		
MODIFICACIONES DE LAS CARACTERISTICAS ANTERIORES EN LA ZONA DE ENLACES							
14 e. ACUERDOS VERTICALES CONVEXOS, K	22500	15000	15000	6000	8000 (MIN. 4000)		
15 e. ACUERDOS VERTICALES CONCAVOS, K	7500	6000	6000	4500	4500 (MIN. 3000)		
16 e. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA, M.	300	240	240	180	180 (MIN. 130)		

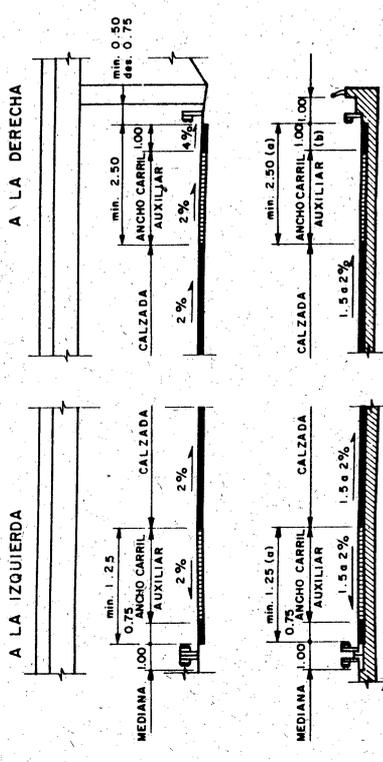
- (a) Para autopistas de 3 ó más carriles en un sentido, la luz libre será preferiblemente de 2,50m. para categorías I y II B.
- (b) En estructuras de longitud superior a 50,00 m. podrá reducirse a un mínimo de 1,25 donde este valor sea superior.
- (c) Puede rebajarse hasta un mínimo absoluto de 3,75 m., debidamente justificado (por ej. zonas con prohibicion de tráfico pesado, etc.)
- (d) En condiciones muy extremas puede reducirse hasta 1,50 m., previa justificación.



PASOS INFERIORES

PASOS SUPERIORES
LONGITUD $\approx 50.00\text{ m}$.
(Ver nota 5)

PASOS SUPERIORES
LONGITUD $> 50\text{ m}$. Y $\le 200\text{ m}$.
(Ver nota 6)

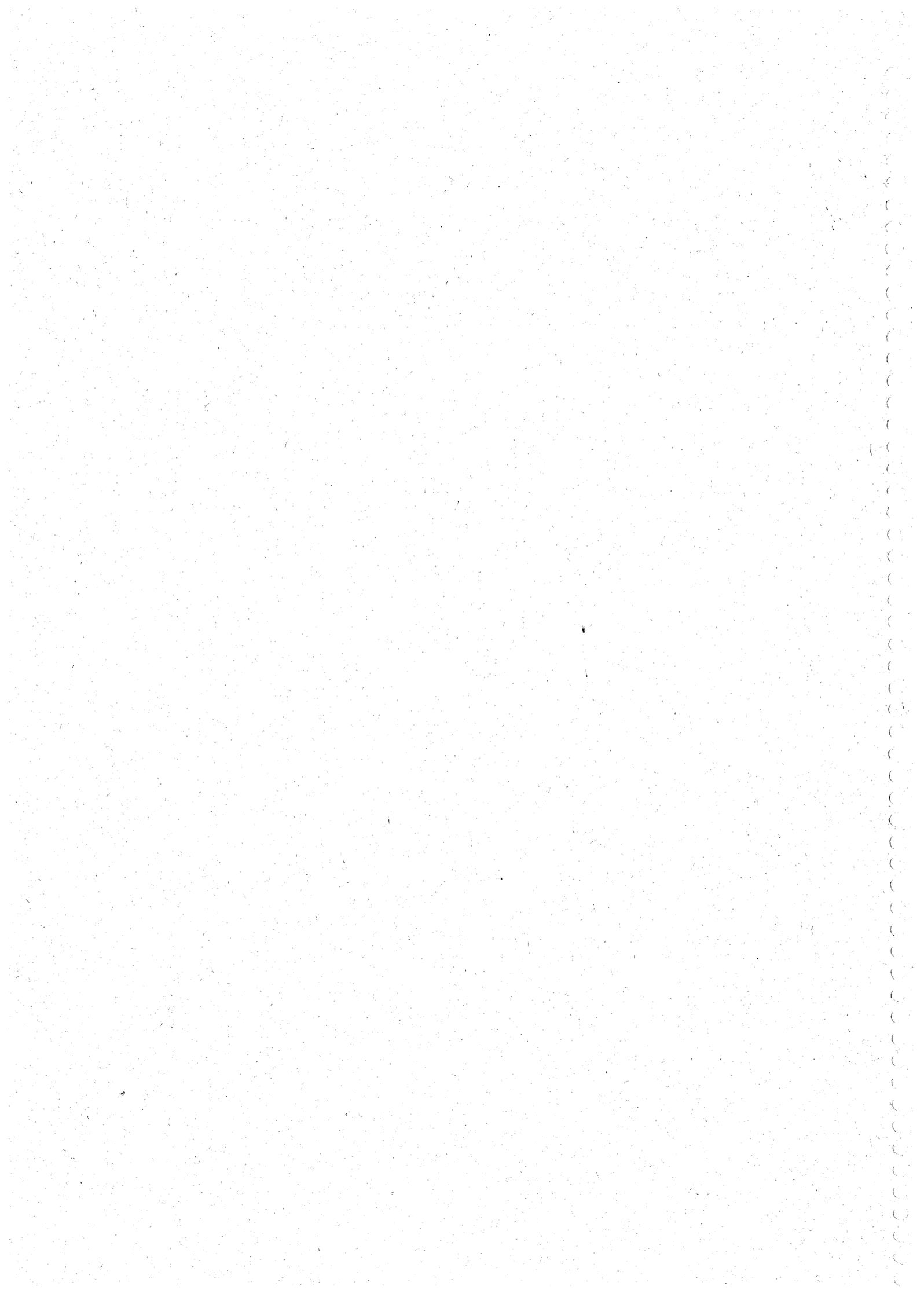


MODIFICACIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL POR LA INCLUSION DE UN CARRIL AUXILIAR
(Vías lentas, vías de deceleración y aceleración, etc.)

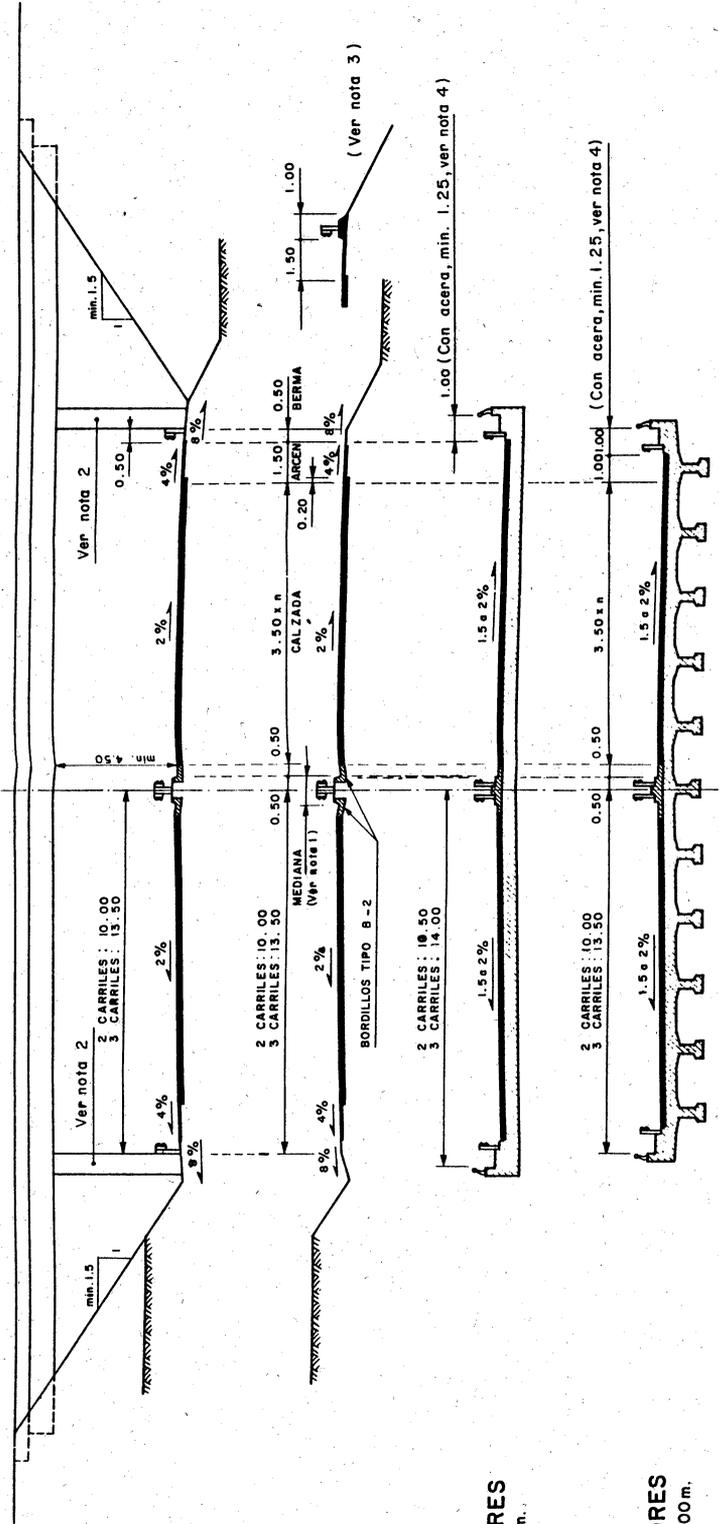
NOTAS

- 1.- Debe preverse en la sección normal como en las estructuras, un posible futuro ensanche de la autopista; en este caso el ancho de la mediana debe fijarse en 8.00 m. La doble vialidad continua es discrecional (Ver capítulo V)
- 2.- En caso necesario las pilas pueden sustituirse por estribos.
- 3.- En secciones en terraplén de cota mayor de 4.00 m. y a fin de evitar erosiones en los taludes conviene instalar un dispositivo longitudinal de recogida de aguas, como se indica en el dibujo.
- 4.- El ancho de la acera se fijará de acuerdo con el tránsito de peatones en la zona.
- 5.- En el caso de proyectarse estructuras separadas, su sección será análoga a la de la categoría II (Rural) de la figura 4.2, con anchos a la izquierda de 1.00 m. y a la derecha de 2.50 m.
- 6.- En el caso de proyectarse estructuras separadas, su sección será análoga a la de la categoría II (Rural), de la figura 4.2. Para estructuras de longitud superior a 200 m. el proyectista justificará la sección propuesta

CATEGORIA III (URBANA)
SECCIONES TRANSVERSALES TIPO
DE AUTOPISTAS Y AUTOVIAS
FIGURA 4.5

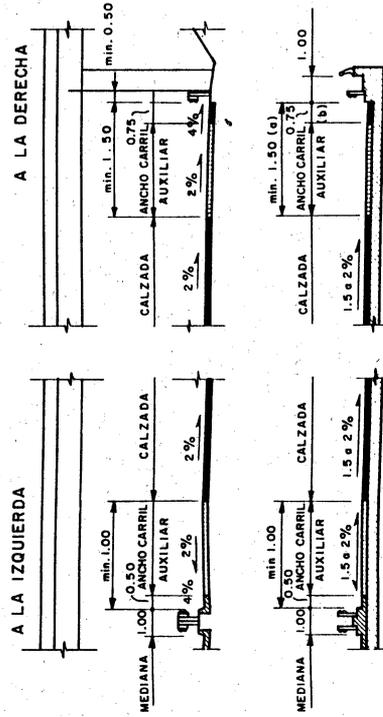


PASOS INFERIORES



PASOS SUPERIORES LONGITUD \geq 50.00m. (Ver nota 5)

PASOS SUPERIORES LONGITUD $>$ 50m. Y \leq 200m. (Ver nota 6)



En estructuras de longitud $>$ 50m. y $<$ 200 m., a min. = 1.00 y b = 0.50

MODIFICACIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL POR LA INCLUSION DE UN CARRIL AUXILIAR (Vias lentas, vias de deceleración y aceleración, etc.)

NOTAS

- 1.- Debe preverse en la sección normal como en las estructuras, un posible futuro ensanche de la autopista; en este caso el ancho de la mediana debe fijarse en 8.00 m. La doble valla metálica continua es discrecional (Ver capítulo V)
- 2.- En caso necesario las pilas pueden sustituir por estribos.
- 3.- En secciones en terraplen de cota de mayor de 4.00 m. y a fin de evitar erosiones en los taludes, conviene instalar un dispositivo longitudinal de recogida de aguas, como se indica en el dibujo.
- 4.- El ancho de la acera se fijará de acuerdo con el tránsito de peatones en la zona.
- 5.- En el caso de proyectarse estructuras separadas, su sección será análoga a la de la categoría II (Rural) de la figura 4.2, con arcén a la izquierda de 1.00 m. y a la derecha de 1.50 m.
- 6.- En el caso de proyectarse estructuras separadas, su sección será análoga a la de la categoría II (Rural), de la figura 4.2, con arcenes de un m. Para estructuras de longitud superior a 200 m. el proyectista justificará la sección propuesta.

CATEGORIA III (URBANA) MINIMO

SECCIONES TRANSVERSALES TIPO DE AUTOPISTAS Y AUTOVIAS

FIGURA
4. 6

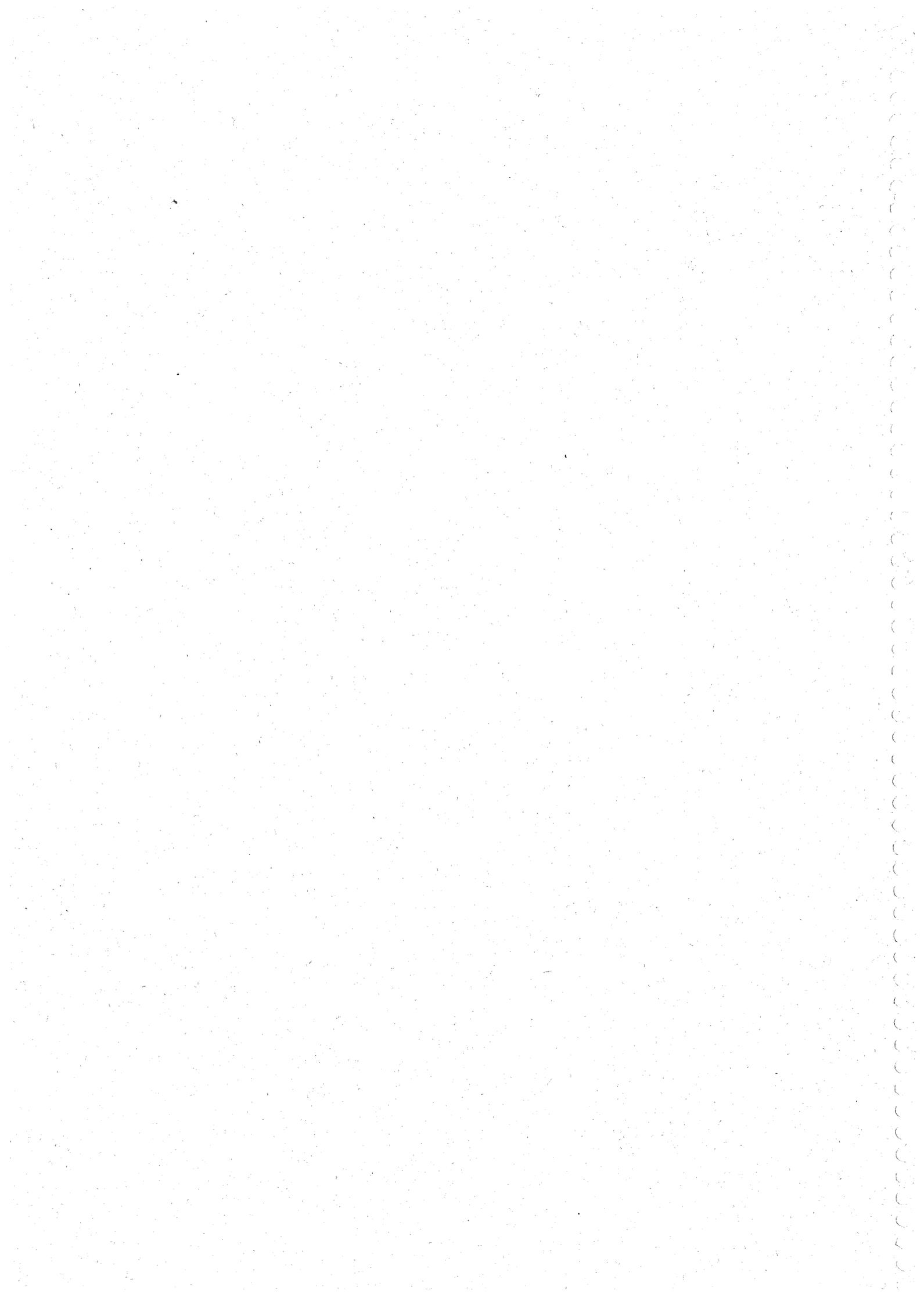
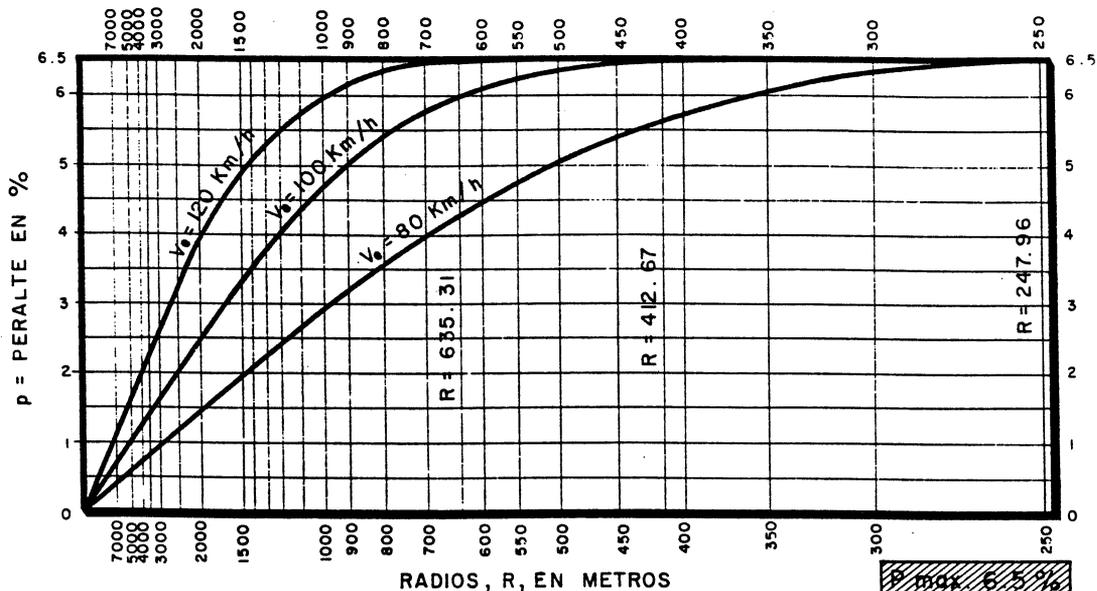


TABLA 4.3

CURVAS DE TRANSICION Y PERALTES PARA AUTOPISTAS Y AUTOVIAS

PERALTES EN FUNCION DE LA VELOCIDAD ESPECIFICA Y EL RADIO



Ve = 80 Km/h.				Ve = 100 Km/h				Ve = 120 Km/h									
RADIOS m. R	PERALTE %	LONGITUD MINIMA TRANSICION, Lo			RADIOS m. R	PERALTE %	LONGITUD MINIMA TRANSICION, Lo			RADIOS m. R	PERALTE %	LONGITUD MINIMA TRANSICION, Lo					
		2C	3C	4C			2C	3C	4C			2C	3C	4C			
250 a 300	6.5	UTILIZAR CURVA DE TRANSICION CORRESPONDIENTE (VER TABLA)			415 a 500	6.5	UTILIZAR CURVA DE TRANSICION CORRESPONDIENTE (VER TABLA)			640 a 800	6.5	UTILIZAR CURVA DE TRANSICION CORRESPONDIENTE (VER TABLA)					
300 a 375	6				500 a 650	6				800 a 1000	6						
375 a 450	5.5				650 a 800	5.5				1000 a 1200	5.5						
450 a 525	5				800 a 950	5				1200 a 1400	5						
525 a 600	4.5				950 a 1100	4.5				1400 a 1700	4.5						
600 a 750	4				1100 a 1250	4				1700 a 2000	4				37.5	64	112
750 a 900	3.5				1250 a 1500	3.5				2000 a 2300	3.5				32.5	56	98
900 a 1050	3				1500 a 1750	3				2300 a 2700	3				32.5	48	84
1050 a 1250	2.5				1750 a 2000	2.5				30	40				65	2700 a 3200	2.5
1250 a 1500	2	22.5	25	40	2000 a 2500	2	27.5	32	52.5	3200 a 4000	2	32.5	32.5	56			
1500 a 3000	1.5 ⁽¹⁾	22.5	22.5	30	2500 a 4000	1.5 ⁽¹⁾	27.5	27.5	40	4000 a 5000	1.5 ⁽¹⁾	32.5	32.5	42			
> 3000	*	-	-	-	> 4000	*	-	-	-	> 5000	*	-	-	-			

* Pendiente transversal normal de la calzada.

(1) Solo aplicable en calzadas con pendiente transversal normal en recta del 1,5%. En caso contrario, el valor de p será igual al 2%

CURVAS DE TRANSICION

Ve = 80 Km/h				Ve = 100 Km/h				Ve = 120 Km/h			
RADIOS R	PARAMETRO MINIMO CLOTOIDE			RADIOS R	PARAMETRO MINIMO CLOTOIDE			RADIOS R	PARAMETRO MINIMO CLOTOIDE		
	2 CARR.	3 CARR.	4 CARR.		2 CARR.	3 CARR.	4 CARR.		2 CARR.	3 CARR.	4 CARR.
250 a 390	130	156	195	410 a 600	200	240	300	640 a 810	270	324	405
400 a 1300 ⁽¹⁾	$A = \frac{R}{3}$	$A = 0.4R$	$A = 0.5R$	610 a 1800 ⁽¹⁾	$A = \frac{R}{3}$	$A = 0.4R$	$A = 0.5R$	820 a 1850 ⁽¹⁾	$A = \frac{R}{3}$	$A = 0.4R$	$A = 0.5R$

* Si se emplea curva circular de transición de radio $R_1 = 1.5$ a $2R$, su longitud L_0 deberá ser igual o mayor a $\frac{1}{9}R$.

(1) Con radios superiores a los indicados, el uso de curva de transición es opcional.

4.2.3. Sección transversal

En las figuras 4.2. a 4.6 se muestran una serie de secciones transversales tipo para autopistas y autovías en zona urbana, sin que ello signifique que se hayan recogido todas las posibles soluciones a adoptar; son admisibles todas aquellas intermedias que el proyectista estime más convenientes de acuerdo con las restricciones que imponga el uso del suelo. Siempre que sea necesario una reducción de la sección transversal conveniente, conviene atenerse a lo indicado para estos casos en el apartado 4.1.3 de estas Recomendaciones.

Las mismas secciones transversales descritas se aplicarán a las calles transversales importantes que, sin tener carácter de autovías, sea conveniente proyectarlas con calzadas separadas a través de un enlace.

4.2.4. Trazado en perfil.

Son de aplicación las recomendaciones generales ya indicadas en 4.1.4 para autopistas y autovías en zona rural. La máxima inclinación de la rasante será preferiblemente del 3 por ciento o, como máximo, del 4 por ciento, aunque en casos excepcionales pueda justificarse una rasante más pronunciada.

4.2.5. Trazado en planta.

Las mismas consideraciones expuestas en el apartado 4.1.5 son de aplicación para el trazado de autopistas y autovías en zona urbana.

4.2.6. Visibilidad.

Las distancias mínimas de visibilidad de parada, así como los correspondientes valores de K, se indican en la tabla 4.2, tanto por las condiciones generales de trazado como para cuando la autopista atraviesa la zona de un enlace.

4.3. Carreteras y calles transversales y calles de servicio.

Para el proyecto de trazado de estas vías, se seguirán las normas expuestas en la 3.1.-IC-TRAZADO, con las siguientes condiciones, que modifican aquéllas, en las zonas de influencia de un enlace y que se resumen en las tablas 4.4 y 4.5.

4.3.1. Velocidad específica de proyecto.

Debe adoptarse una velocidad específica mínima de 60 km/h. en zonas rurales y de 50 km/h en zonas urbanas, dependiendo su elección del nivel de servicio deseable para el conjunto del enlace y de la importancia de la carretera o calle transversal. Las mismas consideraciones son de aplicación para el proyecto de vías C-D y calles de servicio a través de un enlace.

4.3.2. Sección transversal.

La sección transversal de estas vías puede ser muy variable, dependiendo principalmente de las características que posean antes de llegar al enlace y de su intensidad de tráfico. De todas formas es conveniente fijar unas condiciones mínimas, que pueden ser las siguientes: calzada de 7,00 m. con dos carriles y doble sentido de circulación (o sentido único en aquellas zonas urbanas que así lo determine la ordenación de tráfico existente) y arcenes estabilizados, o pavimentados en algunos casos, preferiblemente de 2,50 a 3,00 m. de ancho y como mínimo de 1,00 m., a ambos lados de la calzada. En la figura 4.7 se muestran las secciones transversales tipo para carreteras de dos carriles en zona rural.

FOTOCOPIA

TABLA 4.4
RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE CARRETERAS TRANSVERSALES DE 2
CARRILES EN LAS PROXIMIDADES DE UN ENLACE EN ZONA RURAL

1. TERRENO	LLANO		ONDULADO	ACCIDENTADO	MUY ACCIDENTADO
	A	B			
2. NIVEL DE SERVICIO			C	C	D
3. VELOCIDAD ESPECIFICA DE PROYECTO, Km/h	120	100	80	70	60
4. VELOCIDAD REAL DE CIRCULACION Km/h	5-96	5-80	5-64	5-64	5-56
5. INTENSIDAD DE SERVICIO EN AMBOS DIRECCIONES (VEH. LIGEROS POR HORA) (g)	300	600	900	800	1000
6. ANCHO CALZADA, m (b)	7,50	7,00	7,00	7,00	7,00
7. ARGENES { DESEABLE, m. MINIMO, m.	3,00 3,00	3,00 3,00	3,00 2,50	2,50 1,50	2,50 1,60
8. RASANTE MAXIMA, %	± 3	± 3	± 4	± 4	± 5
9. RADIO MINIMO EN CURVAS HORIZONTALES, m	800	450	250	180	120
10. ACUERDOS VERTICALES CONVEXOS, K { DESEABLE MINIMO LONGITUD MINIMA	15000 11000 120	8000 5500 100	3500 2500 80	2500 1750 70	1400 1000 60
11. ACUERDOS VERTICALES CONCAVOS, K { DESEABLE MINIMO LONGITUD MINIMA	6000 5000 120	4500 3500 100	2500 2000 80	2000 1500 70	1400 1000 60
12. DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARADA, m. { DESEABLE MINIMA	240 200	180 150	120 100	100 80	75 60
13. EN PASOS INFERIORES DE LA CALZADA EL BORDE LATERAL DESDE LA CALZADA	DERECHA, m		3,00 (MIN. 2,50)	2,50 (MIN. 1,50)	2,50 (MIN. 1,50)
	IZQUIERDA, m				
14. EN PASOS SUPERIORES	DERECHA, m		IGUAL AL ANCHO DEL ARGEN. EN ESTRUCTURAS DE LONGITUD SUPERIOR A 25 M. PODRA REDUCIRSE A UN MINIMO DE 1,00 M.		
	IZQUIERDA, m				
15. ALTURA LIBRE SOBRE LA CALZADA, m	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50

(a) Valores aproximados cuyo ajuste final depende de la distancia de visibilidad de adelantamiento.

(b) Para carreteras transversales o secundarias que por razones de capacidad deban proyectarse con 4 carriles separados por una mediana, sus características deben ser las de la tabla 4.1.

TABLA 4.5
RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE CALLES TRANSVERSALES
EN LAS PROXIMIDADES DE UN ENLACE EN ZONA URBANA

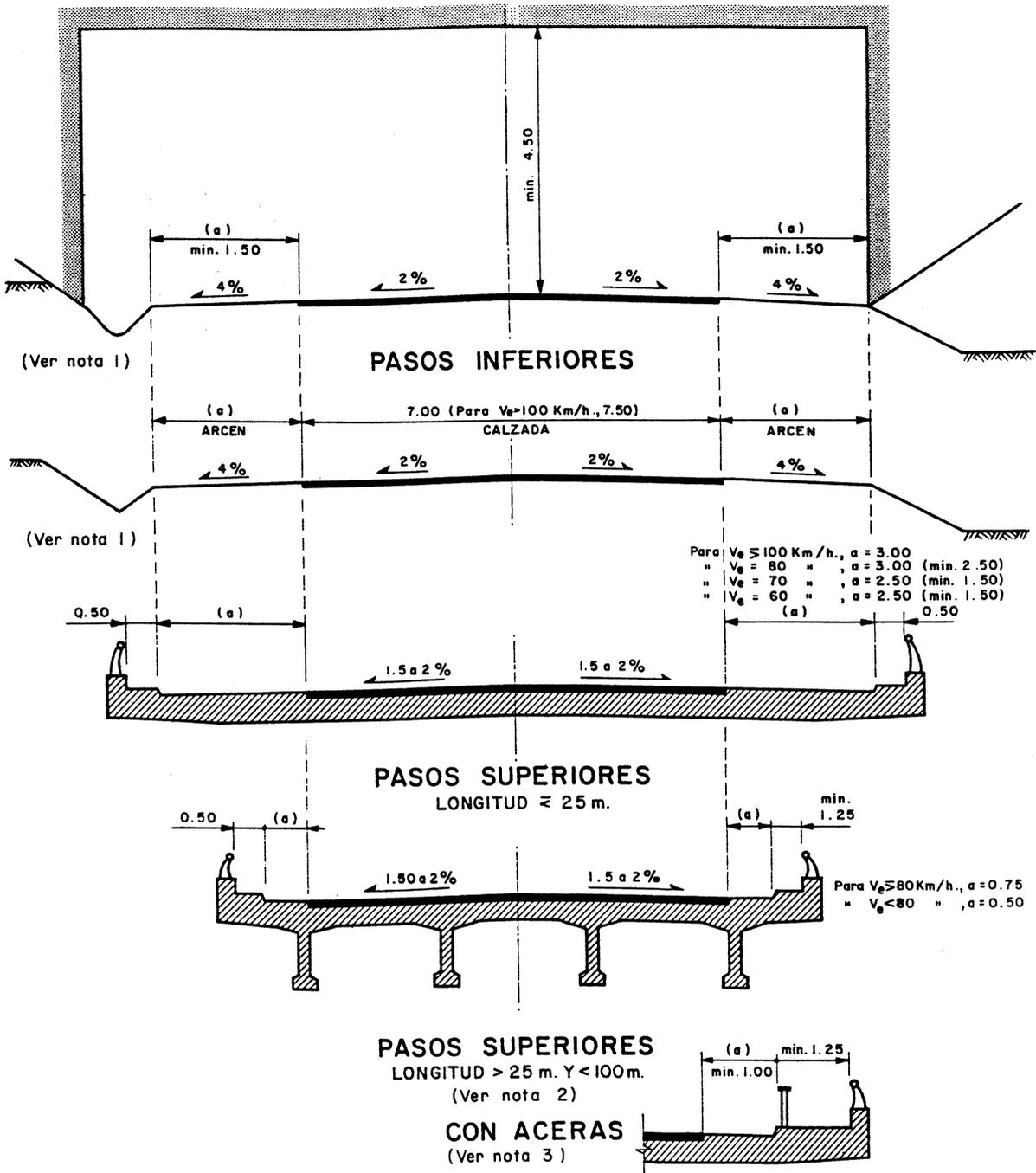
1. SECCION TRANSVERSAL POR LIMITACIONES DEL SUELO	NORMAL				RESTRINGIDA	MUY RESTRINGIDA
	A	B	C	D		
2. NIVEL DE SERVICIO						
3. VELOCIDAD ESPECIFICA DE PROYECTO, Km/h	60	70	60	50		
4. VELOCIDAD MEDIA DE RECORRIDO, Km/h	≥ 50	≥ 40	≥ 30	≥ 25		
5. INTENSIDAD DE SERVICIO (VEH. LIGEROS POR HORA) (a)	0,6 x C	0,7 x C	0,8 x C	0,9 x C		
6. ANCHO DE LA CALZADA (b)	MUY VARIABLE SEGUN CONDICIONES LOCALES					
7. ARCENES (b)	ID.	ID.	ID.	ID.	ID.	
8. RASANTES MAXIMAS, %	± 3	± 4	± 5	± 6		
9. RADIO MINIMO EN CURVAS HORIZONTALES, m	250	180	120	90		
10. ACUERDOS VERTICALES CONVEXOS, K	DESEABLE	2500	1400	1000	1000	
	MINIMO	2500	1750	1000	1000	
LONGITUD MINIMA	80	70	60	50		
	2500	2000	1400	1000	1000	
11. ACUERDOS VERTICALES CONCAVOS, K	DESEABLE	2000	1000	500	500	
	MINIMO	2000	1500	1000	1000	
LONGITUD MINIMA	80	70	60	50		
	120	100	75	60	60	
12. DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARADA, m.	100	80	60	60		
	(IGUAL A LA TABLA 4.4)					
13, 14 Y 15. ESTRUCTURAS (c)	(IGUAL A LA TABLA 4.4)					

(a) Valores aproximados que dependen del control de tráfico urbano. C = capacidad

(b) Muy variable según capacidad necesaria y condiciones locales. El ancho por carril debe ser de 3,50 m. con un mínimo de 3,00 m.

(c) Para altura libre sobre la calzada, ver nota (c) de la tabla 4.2.

(d) Para calles transversales divididas por mediana, sus características deben ser las de la tabla 4.2.

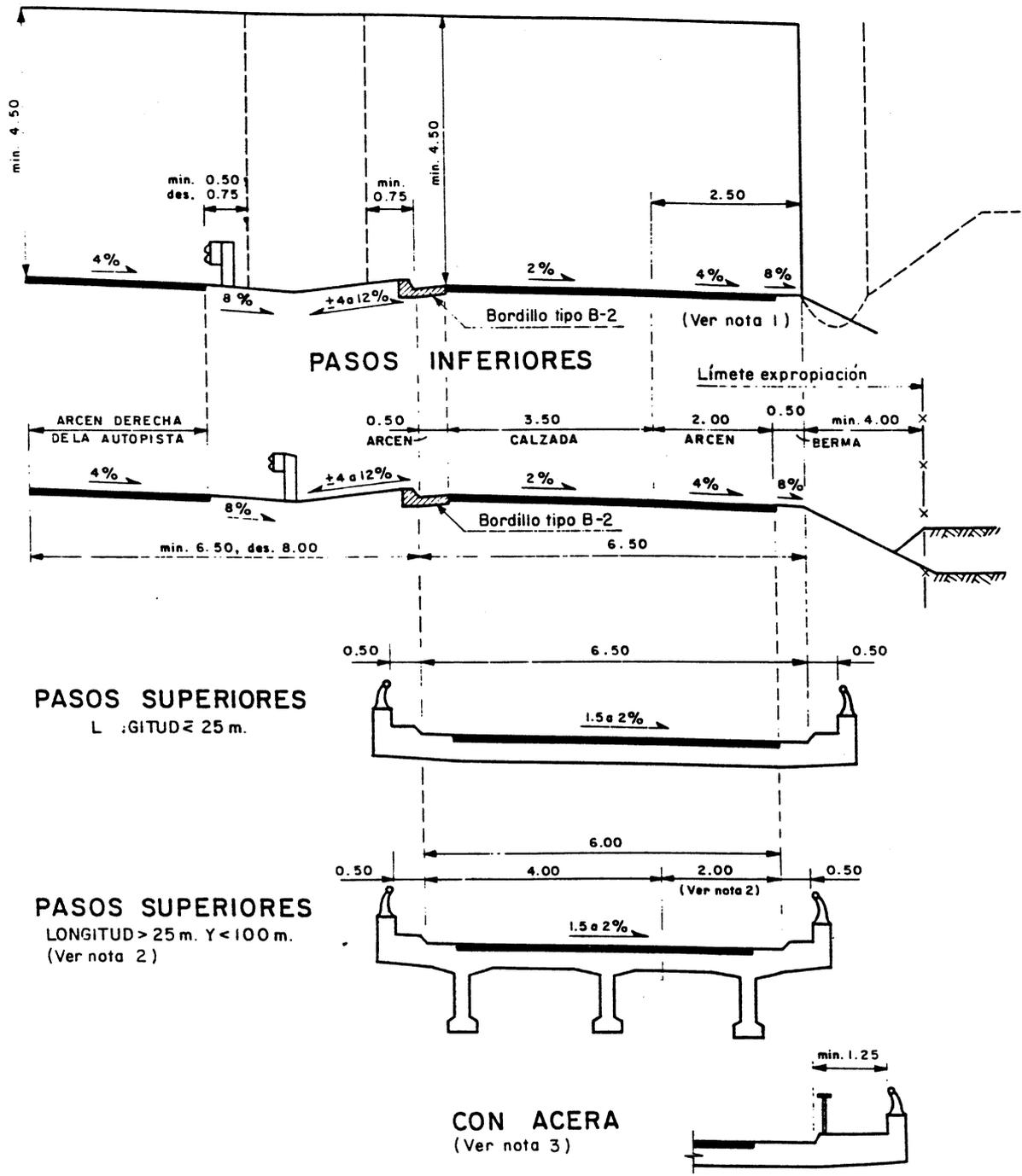


NOTAS

- 1.-En secciones en desmonte, la cuneta puede ser sustituida por dren longitudinal enterrado
- 2.-Para estructuras de longitud superior 100 m., el proyectista justificará la solución propuesta.
- 3.-El ancho de la acera se fijará de acuerdo con el tránsito de peatones en la zona.

SECCIONES TRANSVERSALES TIPO DE CARRETERAS TRANSVERSALES DE 2 CARRILES

FIGURA 4.7

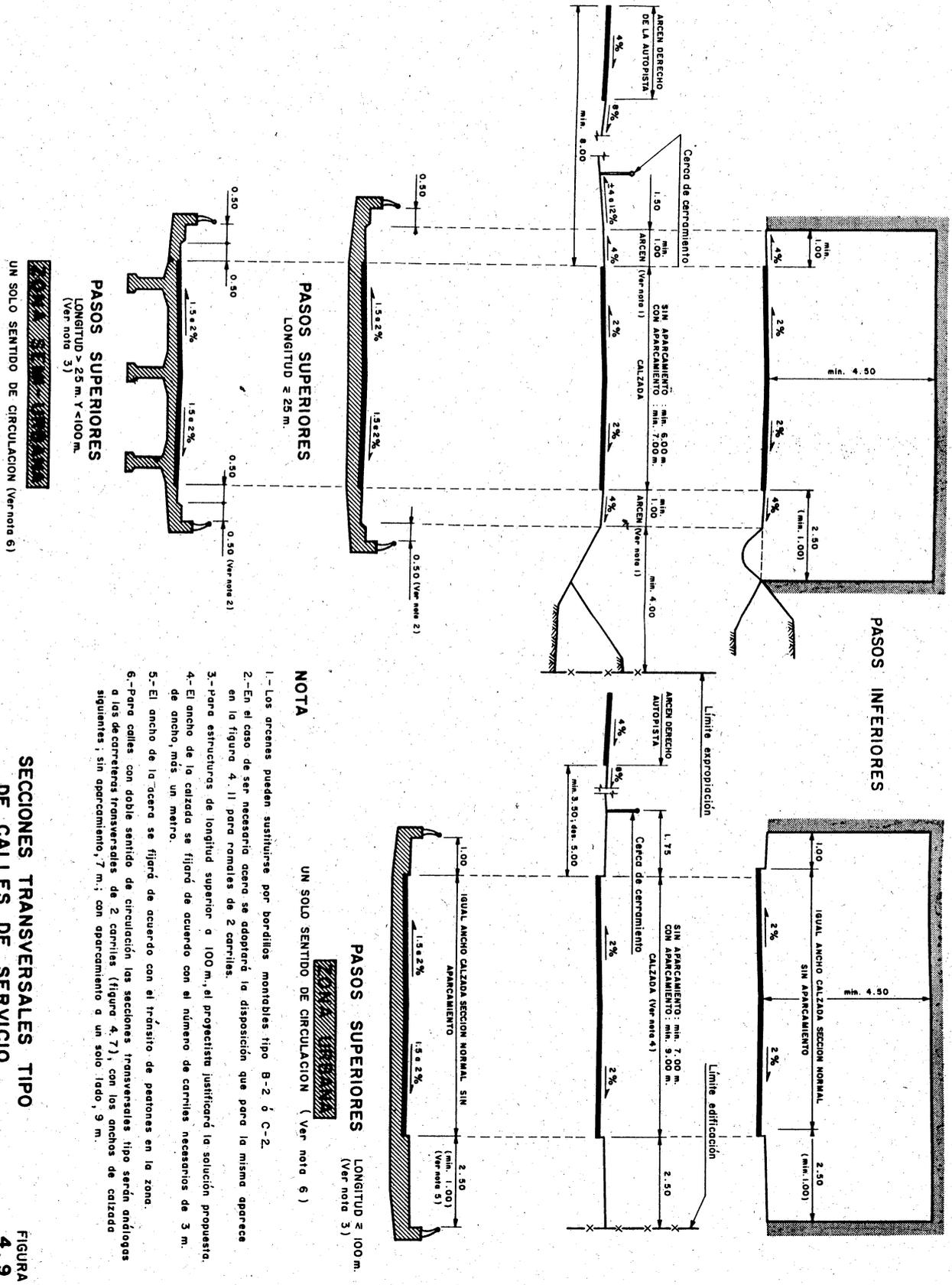


NOTAS

- 1.- En secciones en desmante, la cuneta puede ser sustituida por dren longitudinal enterrado
- 2.- Para estructuras de longitud superior 100 m., el proyectista justificara la solución propuesta. Con porcentaje de pesados $\approx 10\%$ el arcén a la derecha puede reducirse a 1.50 m.
- 3.- El ancho de la acera se fijará de acuerdo con el tránsito de peatones en la zona.
- 4.- Para el caso de vias C-D de dos carriles, debe adoptarse las mismas secciones transversales tipo de ramales de 2 carriles (ver figura 4.11), con bordillo tipo B-2 a la izquierda.

SECCIONES TRANSVERSALES TIPO DE VIAS C-D

FIGURA
4.8

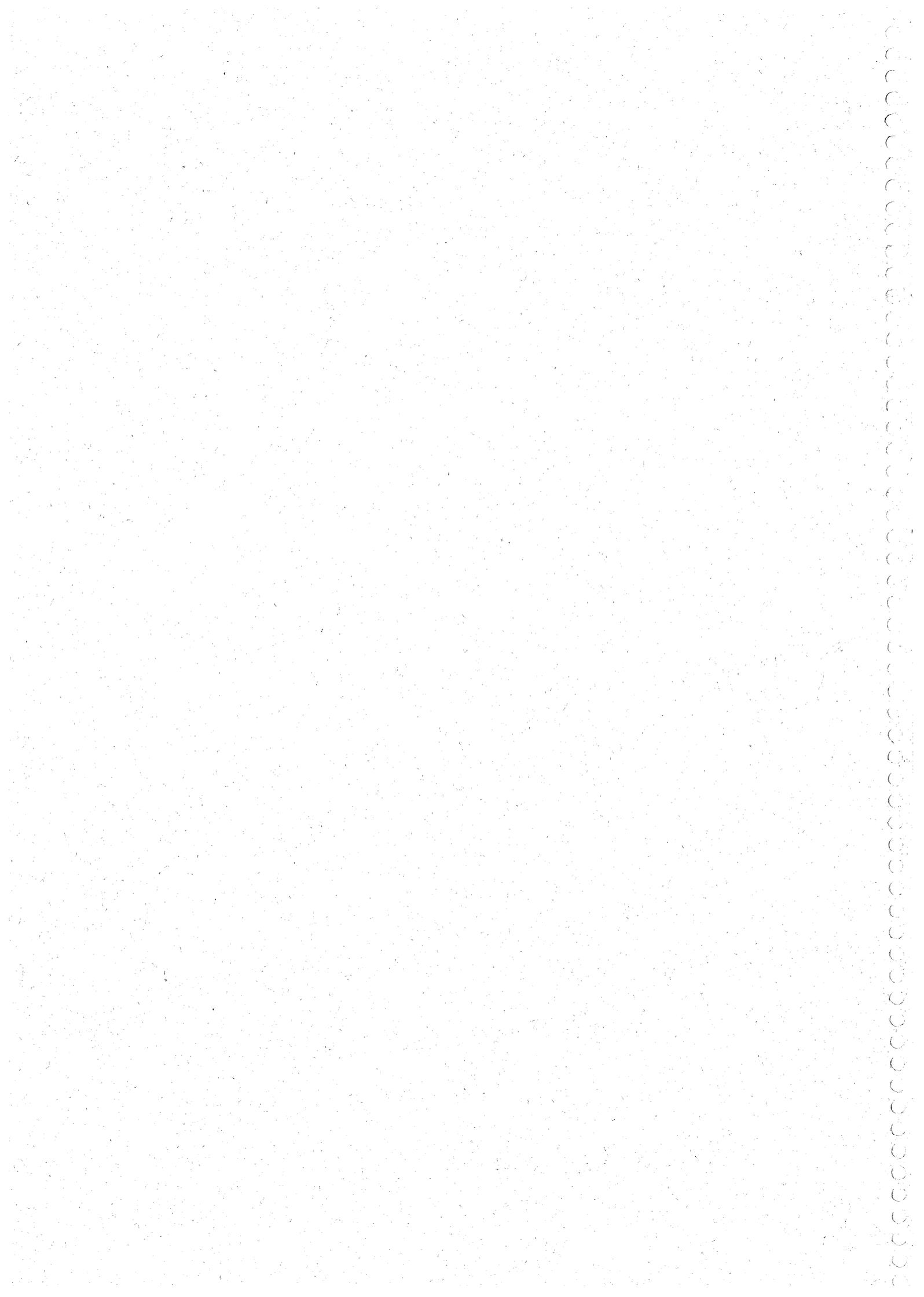


NOTA

- 1.- Los arceens pueden sustituirse por bordillos montables tipo B-2 ó C-2.
- 2.- En el caso de ser necesario acerca se adoptará la disposición que para la misma aparece en la figura 4. II para ramblas de 2 carriles.
- 3.- Para estructuras de longitud superior a 100 m, el proyectista justificará la solución propuesta.
- 4.- El ancho de la calzada se fijará de acuerdo con el número de carriles necesarios de 3 m. de ancho, más un metro.
- 5.- El ancho de la acera se fijará de acuerdo con el tránsito de peatones en la zona.
- 6.- Para calles con doble sentido de circulación las secciones transversales tipo serán análogas a las de carreteras transversales de 2 carriles (figura 4.7.I), con los anchos de calzada siguientes: sin aparcamiento, 7 m.; con aparcamiento a un solo lado, 9 m.

SECCIONES TRANSVERSALES TIPO DE CALLES DE SERVICIO

FIGURA 4.9



Las vías C-D pueden proyectarse, según las necesidades, para un carril con arcén pavimentado a la derecha de 2,50 m. que permita el estacionamiento momentáneo de algún vehículo averiado, o para dos carriles de un solo sentido con arcenes laterales de 1,00 ó 1,50 m. El borde izquierdo de la calzada se delimitará con un bordillo del tipo B-1 ó B-2, al objeto de impedir físicamente el acceso prohibido de vehículos a la carretera principal. La separación mínima entre ésta y la vía C-D será de 6,50 m. medidos entre los bordes de ambas calzadas. En la figura 4.8 se muestran las secciones transversales tipo de vías C-D.

En cuanto a las calles de servicio, su sección transversal puede ser muy variable según la zona que atraviesan, ya que frecuentemente necesitan espacios destinados a estacionamiento de vehículos y carriles especiales reservados para los giros a la izquierda. Pueden servir de orientación los siguientes tipos:

1. Calles de un solo sentido.- Sin aparcamiento, calzada de 6,00 m. limitada a su izquierda por un bordillo elevado y un arcén o andén no accesible para los vehículos de 1,00 a 1,50 m; y arcén de 1,25 a 1,75 m. a la derecha que puede delimitarse o no. Con aparcamiento a un solo lado, la misma sección anterior con la única diferencia de que el ancho de calzada será de 7,00 m.

2. Calles de doble sentido.- Sin aparcamiento, calzada de 7,00 m. limitada por un bordillo elevado en el lado más proximo a la carretera principal y que es opcional en el lado opuesto; arcenes o andenes de 1,25 a 1,75 m. a ambos lados de la calzada. Con aparcamiento en un solo lado, la misma disposición anterior con calzada de 9,00 m. de ancho.

Las calles de servicio deben trazarse a una distancia mínima de 8,00 m. de la carretera principal, medida de borde a borde de las calzadas respectivas.

4.3.3. Trazado en perfil

La inclinación de la rasante debe limitarse a un máximo del 4 por ciento en zona rural y del 5 por ciento en zona urbana, aunque en casos especiales pueden justificarse rasantes más pronunciadas.

4.3.4. Trazado en planta.

Los radios mínimos en función de la velocidad específica de proyecto se indican en las tablas 4.4. y 4.5, aunque la conveniencia de utilizar radios mayores ya ha sido explicada en el apartado 4.1.5.

4.3.5. Visibilidad.

Tanto las calles transversales como las vías C-D y calles de servicio deben proyectarse para una distancia mínima de visibilidad de parada de 75 m., correspondiente a velocidad específica de 60 km/h; sin embargo, en las tablas figuran dos valores para cada velocidad, uno deseable que se corresponde con el normal empleado en los trazados de carreteras y otro mínimo absoluto cuyo empleo está justificado en casos extremos.

4.4. Ramales de enlace.

En las tablas 4.6 y 4.7 se resumen las características geométricas para el proyecto de trazado de distintos tipos de ramales, en lo que se refiere a su tramo central, ya que el trazado de las conexiones se indicará en capítulo aparte.

4.4.1. Velocidad específica de proyecto.

La velocidad específica de proyecto de un ramal debe ser por lo menos igual a la velocidad media de circulación de las carreteras que se cruzan en el enlace, pero limitaciones de espacio y coste obligarán frecuentemente a proyectarlos para velocidades específicas menores a las deseables, en el caso



de ramales semidirectos y lazos, hay que tener en cuenta también, que un aumento del recorrido a realizar, impuesto por el desarrollo en planta necesario para mantener una mayor velocidad, no compensa a los propios conductores. En las tablas 4.6 y 4.7 se indican las velocidades específicas mínimas de proyecto en función de la velocidad específica media de las carreteras contiguas.

4.4.2. Sección transversal.

En general, salvo las excepciones hechas en el apartado 3.5.1, sobre capacidad de los ramales, todos ellos deben proyectarse para un solo carril con previsión de adelantamiento a un vehículo momentáneamente parado, según los anchos de la tabla 4.8.

En los casos en que sea necesario proyectar dos carriles, los anchos están determinados también en la tabla 4.8. No es aconsejable el trazado de ramales con doble sentido de circulación, salvo en casos justificados y siempre que su intensidad de tráfico sea poco importante.

Los ramales de un solo carril deben llevar un arcén pavimentado a su derecha de 2,00 m. de ancho mínimo, que pueda servir de resguardo para la parada de vehículos averiados; a la izquierda, un arcén o berma de 1,00 a 1,50 m. de ancho, sin estabilizar, ya que no debe ser destinado al uso de vehículos. Los ramales de dos carriles no necesitan arcenes estabilizados ni pavimentados, basta con un arcén o berma de 1,00 a 1,50 a cada lado, salvo en aquellos casos de ramales importantes entre autoistas, que deben proyectarse con arcén a la derecha de 2,50 a 3,00 m. de ancho, totalmente pavimentado, y a la izquierda de 1,00 a 1,50 m., pavimentado en un ancho mínimo de 1,00 m.

En las figuras 4.10. a 4.12. se muestran algunas disposiciones de secciones transversales tipo para ramales de enlace. El empleo de bordillos es opcional, según la importancia del ramal, radio de giro, facilidad de drenaje y altura del terraplén.

4.4.3. Trazado en perfil.

En los ramales, las limitaciones de rasante vienen determinadas principalmente por la condición de visibilidad y por la dificultad de maniobra en el paso de una carretera a otra. En general, pueden disponerse rasantes más fuertes que en las carreteras secundarias con tal de que los acuerdos verticales en las conexiones sean amplios. Como indicaciones generales pueden adoptarse los valores máximos siguientes:

1. **Ramales que unen dos carreteras importantes.**- ± 4 por ciento (en casos especiales con tráfico ligero y porcentaje de camiones, inferior al 15 por ciento, - 6 por ciento).
2. **Ramales de tipo directo que enlazan dos autopistas.**- ± 3 por ciento (en los mismos casos especiales, - 5 por ciento).
3. **Ramales cortos y de tráfico ligero.**- ± 6 por ciento (en los mismos casos especiales, - 8 por ciento).

En zonas donde sean de prever heladas deben limitarse las rasantes al 5 por ciento.

Si al final de un ramal, en su unión con la carretera transversal o calle de servicio, existe condición de parada, es conveniente que los últimos 30 m. tengan una rasante máxima de ± 2 por ciento.

4.4.4. Trazado en planta.

Los radios mínimos de las curvas horizontales en función de la velocidad específica del ramal, se indican en las tablas 4.6 y 4.7. En cuanto al empleo de curvas de transición, peraltes, etc., se seguirá lo indicado en la tabla 4.9. y figura 4.13 de las presentes recomendaciones y apartado 4.4. de "Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones".

B. D. C. O. P. N.

TABLA 4.6
RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE RAMALES DE TIPO DIRECTO DE UN ENLACE
(NO APLICABLE A PATAS DE DIAMANTE CON CONTROL DE TRAFICO)

	RAMALES DIRECTOS IMPORTANTES ENTRE AUTOPISTAS (a)					RAMALES DIRECTOS (b)				
	120	100	80	65	60	120	100	80	70	60
1. VELOCIDAD ESPECIFICA MEDIA ENTRE LA CARRETERA PRINCIPAL Y LA TRANSVERSAL O AUTOPISTA, Km/h	100	80	65	65	60	80	70	60	55	50
2. VELOCIDAD ESPECIFICA DEL RAMAL, Km/h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. CONDICIONES DEL TRAZADO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. ANCHO CALZADA	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
2 CARRILES, m (c)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 CARRIL, m (c)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. ARCENES	3,00	2,50	2,50	2,50	2,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
2 CARRILES { DERECHO, m	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
IZQUIERDO, m	—	—	—	—	—	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
1 CARRIL { DERECHO, m	—	—	—	—	—	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
IZQUIERDO, m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6. RASANTES MAXIMAS, %	± 3	± 4	± 4	+ 4, - 5	± 4	± 4	± 5	± 5	± 5	+ 6, - 7
7. RADIO MINIMO EN CURVAS HORIZONTALES, m	450	250	150	150	250	180	120	120	90	75
8. ACUERDOS VERTICALES CONVEXOS, K	8000	3500	2000	2000	3500	2500	1250	1250	1000	800
LONGITUD MINIMA, m	100	80	60	60	60	50	40	40	35	30
9. ACUERDOS VERTICALES CONCAVOS, K	4500	2500	1750	1750	2500	2000	1250	1250	1000	800
LONGITUD MINIMA, m	100	80	60	60	60	50	40	40	35	30
10. DISTANCIA MINIMA DE VISIBILIDAD DE PARADA, m	180	120	90	90	120	100	70	70	60	50
11. EN PASOS INFERIORES	3,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
DERECHA, m (d)	1,75	1,50	1,00	1,00	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00
IZQUIERDA m (d)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14. EN PASOS SUPERIORES	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
DERECHA, m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IZQUIERDA, m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. ALTURA LIBRE SOBRE LA CALZADA m (e)	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50

(a) Para detalle de las conexiones del ramal, ver figura 4.22

(b) " " " " " " 4.15a 4.20 para autopistas y "Recomendaciones para el proyecto de intersecciones" para carreteras transversales.

(c) En recta. Para anchos según el radio de la curva, ver tabla 4.8

(d) Con un mínimo absoluto de 1,25 m. a la derecha y de 1,00 m. a la izquierda.

(e) Para altura libre en zonas urbanas ver nota (c) de la tabla 4.2.

TABLA 4.7

RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE RAMALES DE TIPO SEMI-DIRECTO Y LAZOS DE UN ENLACE

	RAMALES SEMI-DIRECTOS (a)						LAZOS (b)					
	120	100	80	70	60	≥ 80	70	60	70	60	50	
1. VELOCIDAD ESPECIFICA MEDIA ENTRE LA CARRETERA PRINCIPAL Y LA TRANSVERSAL O AUTOPISTA, Km/h	70	60	50	45	40	40	35	30	35	30	25	
2. VELOCIDAD ESPECIFICA DEL RAMAL, Km/h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3. CONDICIONES DEL TRAZADO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4. ANCHO CALZADA	7,00 4,00	7,00 4,00	7,00 4,00	7,00 4,00	7,00 4,00	7,00 4,00	7,00 4,00	7,00 4,00	7,00 4,00	7,00 4,00	7,00 4,00	
5. ARCENES	2 CARRILES		2 CARRILES		2 CARRILES		2 CARRILES		2 CARRILES		2 CARRILES	
	DERECHO, m		DERECHO, m		DERECHO, m		DERECHO, m		DERECHO, m		DERECHO, m	
6. RASANTES MAXIMAS, %	IZQUIERDO, m		IZQUIERDO, m		IZQUIERDO, m		IZQUIERDO, m		IZQUIERDO, m		IZQUIERDO, m	
	1,50		1,50		1,50		1,50		1,50		1,50	
7. RADIO MINIMO EN CURVAS HORIZONTALES (f)	DERECHO, m		DERECHO, m		DERECHO, m		DERECHO, m		DERECHO, m		DERECHO, m	
	2,50		2,50		2,50		2,50		2,50		2,50	
8. ACUERDOS VERTICALES CONVEXOS, K	IZQUIERDO, m		IZQUIERDO, m		IZQUIERDO, m		IZQUIERDO, m		IZQUIERDO, m		IZQUIERDO, m	
	1,50		1,50		1,50		1,50		1,50		1,50	
9. ACUERDOS VERTICALES CONCAVOS, K	DERECHO, m		DERECHO, m		DERECHO, m		DERECHO, m		DERECHO, m		DERECHO, m	
	± 4		± 4		± 4		± 4		± 4		± 4	
10. DISTANCIA MINIMA DE VISIBILIDAD DE PARADA, m	± 4		± 4		± 4		± 4		± 4		± 4	
	180		120		75		60		45		50	
11, 12 Y 13. ESTRUCTURAS	2500		1250		800		800		800		800	
	50		40		30		30		25		25	
	2000		1250		800		800		800		800	
	50		40		30		30		25		25	
IGUAL A LA TABLA 4.6												

(a) Para detalle de las conexiones del ramal, ver figuras 4.15 a 4.20

(b) " " " " " " 4.15 a 4.20 y "Recomendaciones para el proyecto de intersecciones"

(c) Aplicable tambien a las patas de diamantes con control de tráfico en zonas rurales

(d) " " " " " " " urbanas

(e) En recta. Para anchos según el radio de la curva, ver tabla 4.8.

(f) El radio de los ramales semi-directos se refiere al borde interior de la calzada y el de los lazos al borde exterior de la misma.

FOTO 0012

TABLA 4.8

**SECCIONES TRANSVERSALES EN CURVA DE RAMALES,
VIAS C-D Y CALLES DE SERVICIO**

**ANCHO DE LA CALZADA DE RAMALES IMPORTANTES Y VIAS C-D DE DOS CARRILES
(DE UN SOLO SENTIDO O DE DOBLE SENTIDO DE CIRCULACION)**

RADIO DE LA CURVA (m)	VELOCIDAD ESPECIFICA DEL RAMAL , V_e , Km / h.					
	50	55	60	65	70	≥ 80
75	8.00 (8.50)	—	—	—	—	—
90	7.75 (8.00)	8.00 (8.25)	—	—	—	—
120	7.50 (7.75)	7.50 (7.75)	7.75 (8.25)	—	—	—
150	7.25 (7.50)	7.25 (7.50)	7.50 (8.00)	7.50 (8.00)	—	—
180	7.00	7.25	7.25	7.50	7.50	—
210	7.00	7.00	7.25	7.25	7.50	—
250	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
RECTA	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00

**ANCHO DE LA CALZADA DE CALLES DE SERVICIO DE 6.00m. EN RECTA
(DE UN SOLO SENTIDO O DE DOBLE SENTIDO DE CIRCULACION)**

RADIO DE LA CURVA	VELOCIDAD ESPECIFICA DE LA CALLE, V_e , Km / h.			
	50	60	70	≥ 80
75	7.25 (8.25)	—	—	—
90	7.00 (7.75)	—	—	—
120	7.00 (7.50)	7.25 (7.75)	—	—
150	6.75 (7.25)	7.00 (7.50)	—	—
180	6.50	6.50	6.75	—
250	6.50	6.50	6.75	6.75
300	6.50	6.50	6.50	6.50
450	6.25	6.25	6.50	6.50
800	6.25	6.25	6.25	6.25
1200	6.00	6.00	6.00	6.00
RECTA	6.00	6.00	6.00	6.00

ANCHO DE OTROS RAMALES Y VIAS C-D DE 1 CARRIL

RADIO DE GIRO (m)	ANCHO FAVIMENTADO EN m., PARA			
	UN CARRIL DE UN SOLO SENTIDO			DOS CARRILES DE UN SOLO SENTIDO O DE DOBLE SENTIDO DE CIRCULACION
	CALZADA	ARCEN PAVIMENTADO	TOTAL	
20	5.00 (6.00)	2.00	7.00 (8.00)	10.00 (11.00)
30	4.75 (5.25)	2.00	6.75 (7.25)	9.50 (10.25)
40	4.75 (5.25)	2.00	6.75 (7.25)	9.50 (10.00)
50	4.50 (4.75)	2.00	6.50 (6.75)	8.75 (9.25)
60	4.20 (4.50)	2.00	6.20 (6.50)	8.25 (8.75)
75	4.20 (4.50)	2.00	6.20 (6.50)	8.00 (8.50)
90	4.20 (4.50)	2.00	6.20 (6.50)	8.00 (8.25)
120	4.00 (4.50)	2.00	6.00 (6.50)	7.75 (8.25)
150	4.00 (4.25)	2.00	6.00 (6.25)	7.50 (8.00)
180	4.00	2.00	6.00	7.50
210	4.00	2.00	6.00	7.50
250	4.00	2.00	6.00	7.00
RECTA	4.00	2.00	6.00	7.00

Las cifras entre paréntesis corresponden al ancho de la calzada cuando el porcentaje de vehículos pesados con remolque se prevea $\geq 15\%$ del tráfico total. Cuando la calzada vaya limitada por bordillos tipo B-2 ó C-2, su ancho puede reducirse en 0.50 m.

TABLA 4.9 CURVAS DE TRANSICION Y PERALTES PARA RAMALES DE ENLACE

RAMALES DIRECTOS IMPORTANTES ENTRE AUTOPISTAS CON $V_e = 70$ Km/h
(PARA $V_e > 70$ Km/h SE APLICA LA TABLA 4.3 Y PARA $V_e \geq 65$ Km/h LA TABLA 4.9 INFERIOR)

Ve = 70 Km/h								P max 8%
RADIOS, m. R	PERALTE %	LONGITUD MINIMA DE LA TRANSICION	RADIOS, m. R	PERALTE %	LONGITUD MINIMA DE LA TRANSICION	RADIOS, m. R	PERALTE %	LONGITUD MINIMA DE LA TRANSICION
175 a 225	8	UTILIZAR CURVA DE TRANSICION CORRESPONDIENTE PARA RADIOS DE 175 a 345 m. A min = 115, Y PARA RADIOS 115, Y PARA RADIOS	425 a 475	5.5	DESDE 350 a 1150 m. A min. = R/3	800 a 950	3	A min. = $\frac{R}{3}$
225 a 275	7.5		475 a 525	5		950 a 1150	2.5	
275 a 325	7		525 a 600	4.5		1150 a 1500	2	22,50
325 a 375	6.5		600 a 700	4		1500 a 3500	1.5 ⁽¹⁾	22,50
375 a 425	6		700 a 800	3.5		> 3500	*	—

* Pendiente transversal normal del ramal.

(1) Solo aplicable en ramales con pendiente normal en recta del 1.5%. En caso contrario, el valor de p será igual al 2%.

EMPALME DE ENLACE CON V_e DE 25 A 65 Km/h (PARA $V_e > 65$ Km/h SE APLICA LA TABLA 4.9 SUPERIOR Y LA TABLA 4.3)

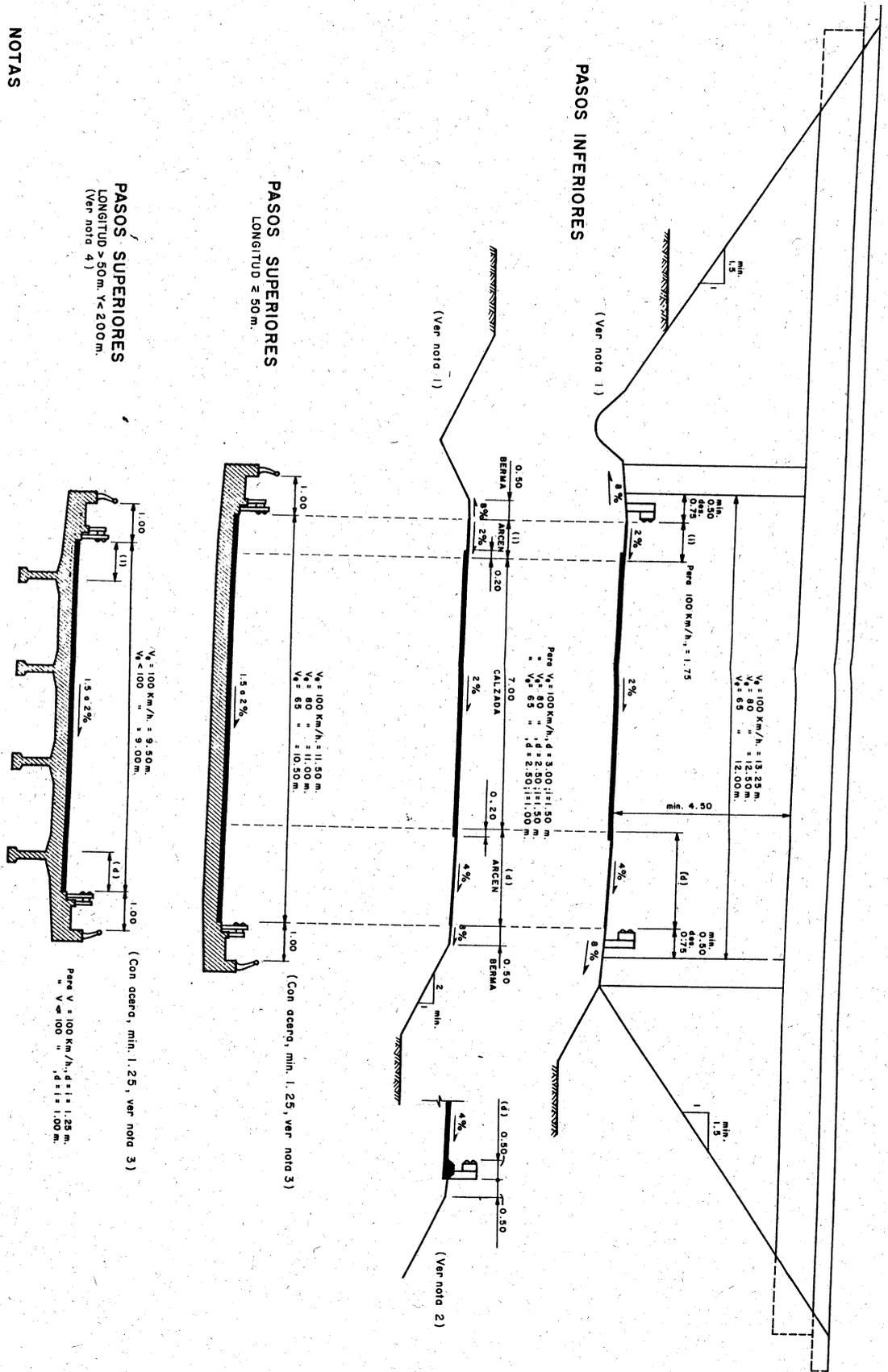
RADIO DEL RAMAL m.	PERALTE EN % PARA VELOCIDAD ESPECIFICA (Km/h.) DE								
	25	30	35	40	45	50	55	60	65
15 - 20	2-12	—	—	—	—	—	—	—	—
25 - 30	2-8	2-12	—	—	—	—	—	—	—
35 - 40	2-6	2-10	3-12	—	—	—	—	—	—
45 - 50	2-5	2-8	3-10	4-12	—	—	—	—	—
60	2-5	2-6	3-8	4-9	6-12	—	—	—	—
75	2-4	2-5	3-6	3-7	5-9	7-12	—	—	—
90	2-3	2-4	3-5	3-6	4-7	5-9	8-12	—	—
120	2-3	2-3	2-4	3-5	3-6	4-7	6-9	8-12	—
150	2-3	2-3	2-3	3-4	3-5	4-6	6-8	7-10	8-12
175	2	2-3	2-3	2-4	3-4	3-5	5-7	6-8	7-10
250	2	2-3	2-3	2-3	3-4	3-4	3-6	5-6.5	6-8
300	2	2-3	2-3	2-3	2-3	3-4	4-5	4-6	5-6
450	2	2	2	2-3	2-3	2-3	3-4	3-4.5	4-5
600	2	2	2	2	2	2-3	2-3	2-4	3-4
900	*	*	2	2	2	2	2	2-3	2-3
1200	—	—	*	*	2	2	2	2	2
1500	—	—	—	—	*	*	2	2	2
2000	—	—	—	—	—	—	*	*	2
3000	—	—	—	—	—	—	—	—	*

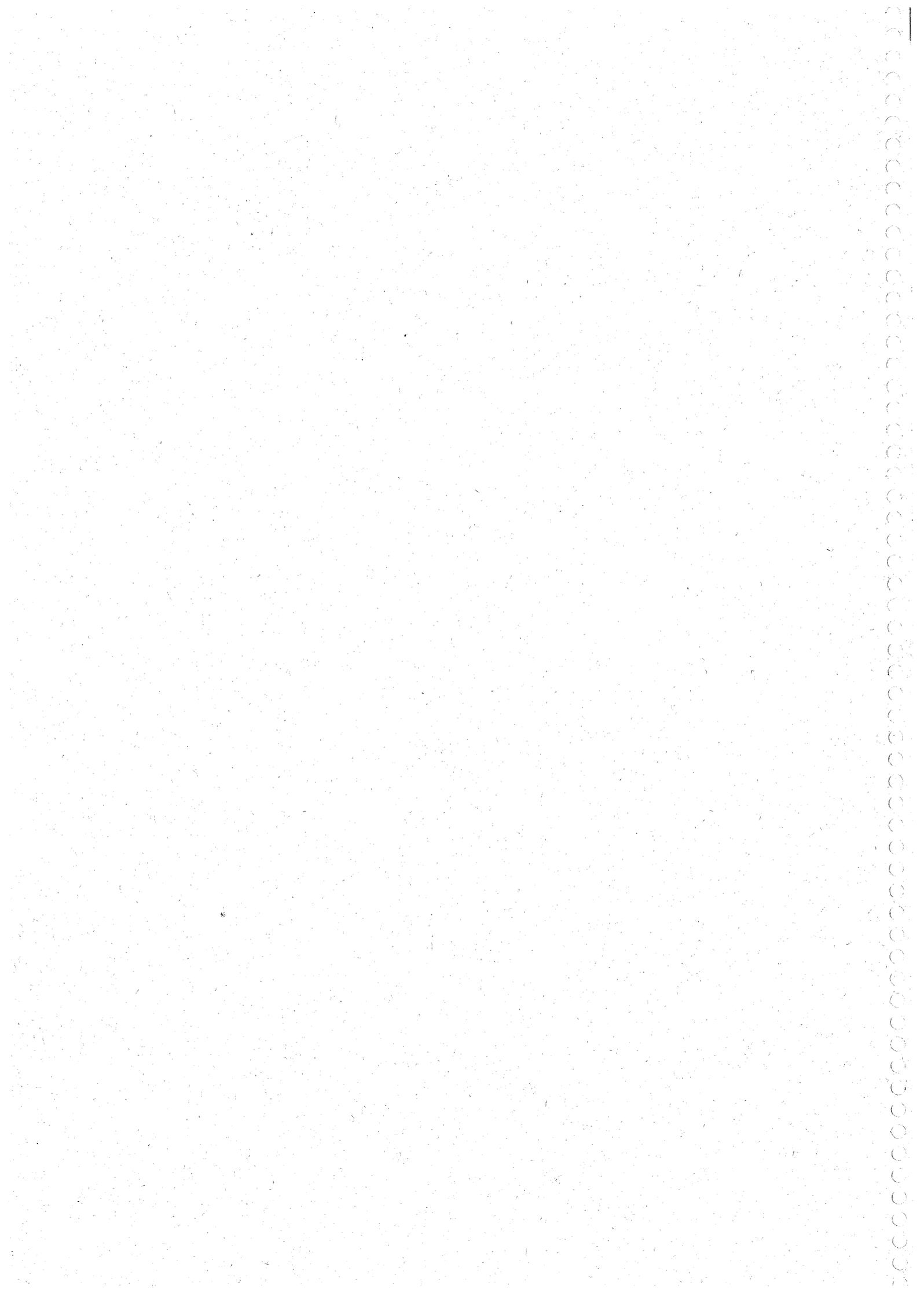
* A partir de los radios indicados utilizar la pendiente transversal normal del ramal.

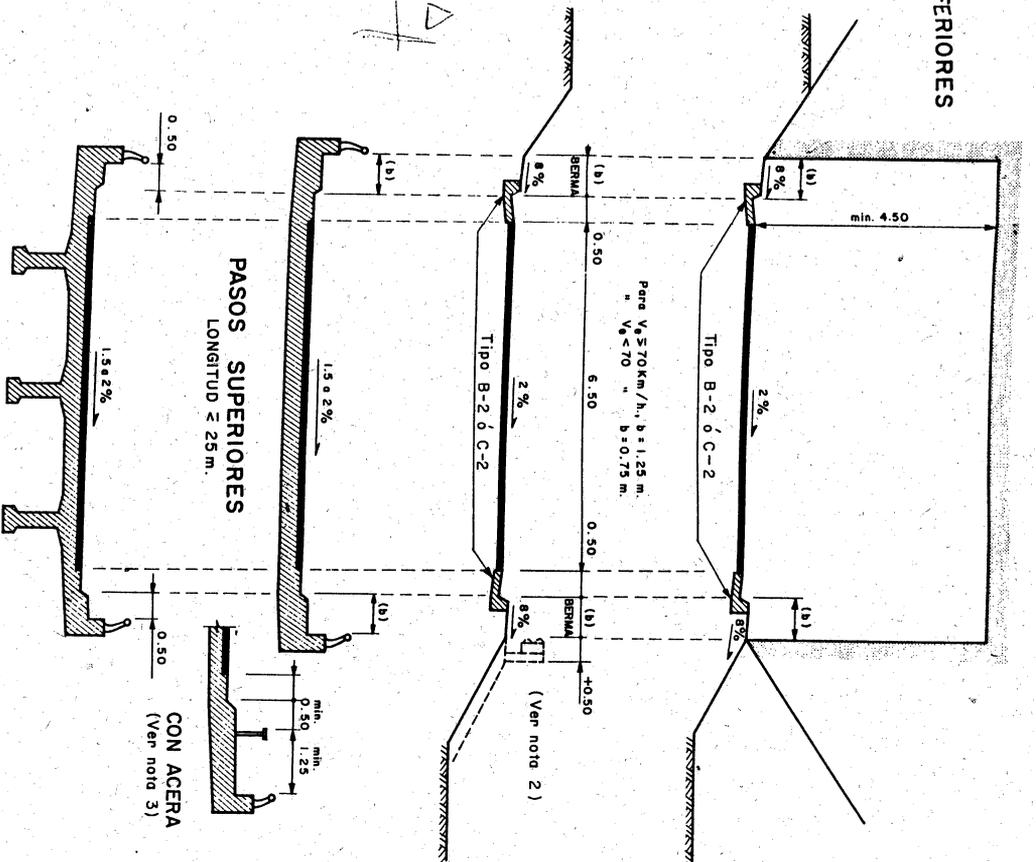
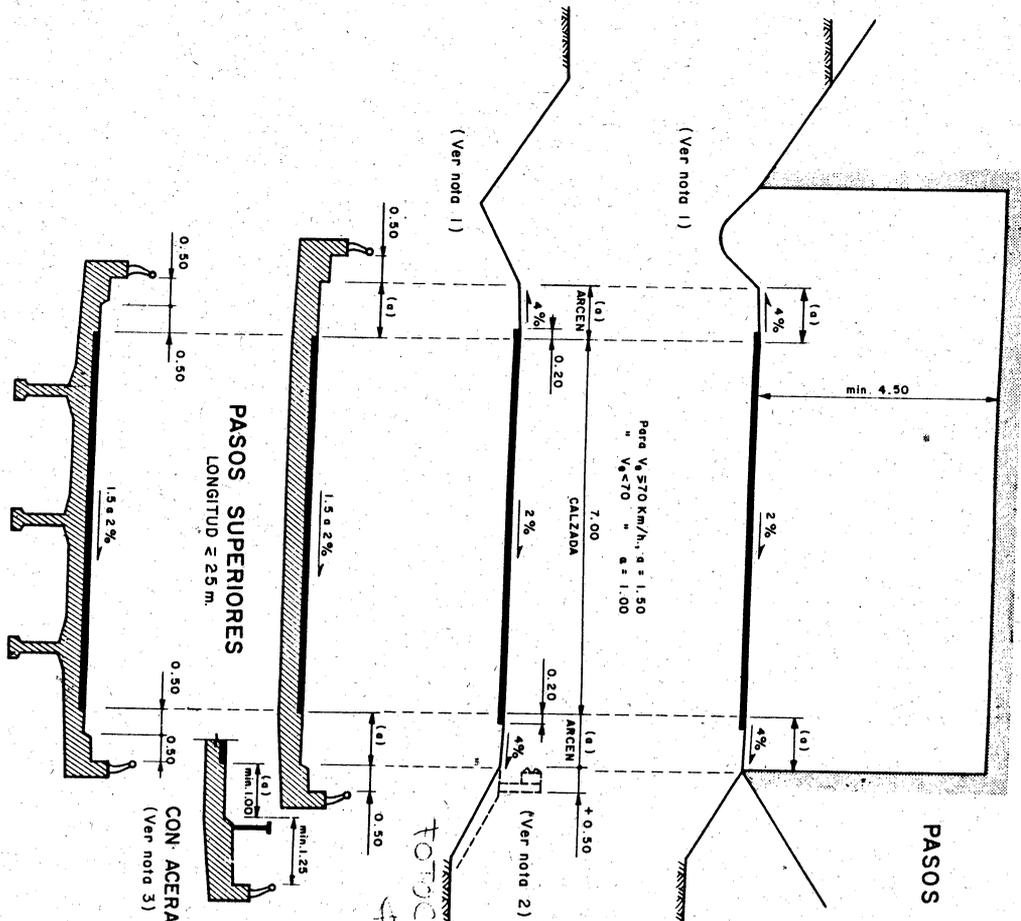
Es deseable usar los peraltes que queden dentro del tercio superior de la gama posible a adoptar. En zonas que se prevean heladas o nieve, los peraltes deben limitarse al 8%, y en zonas urbanas al 6.5%.

Para el empleo de curvas de transición y longitud mínima de las mismas, ver el apartado 4.4 de "Recomendaciones para el proyecto de intersecciones."

10-0-212







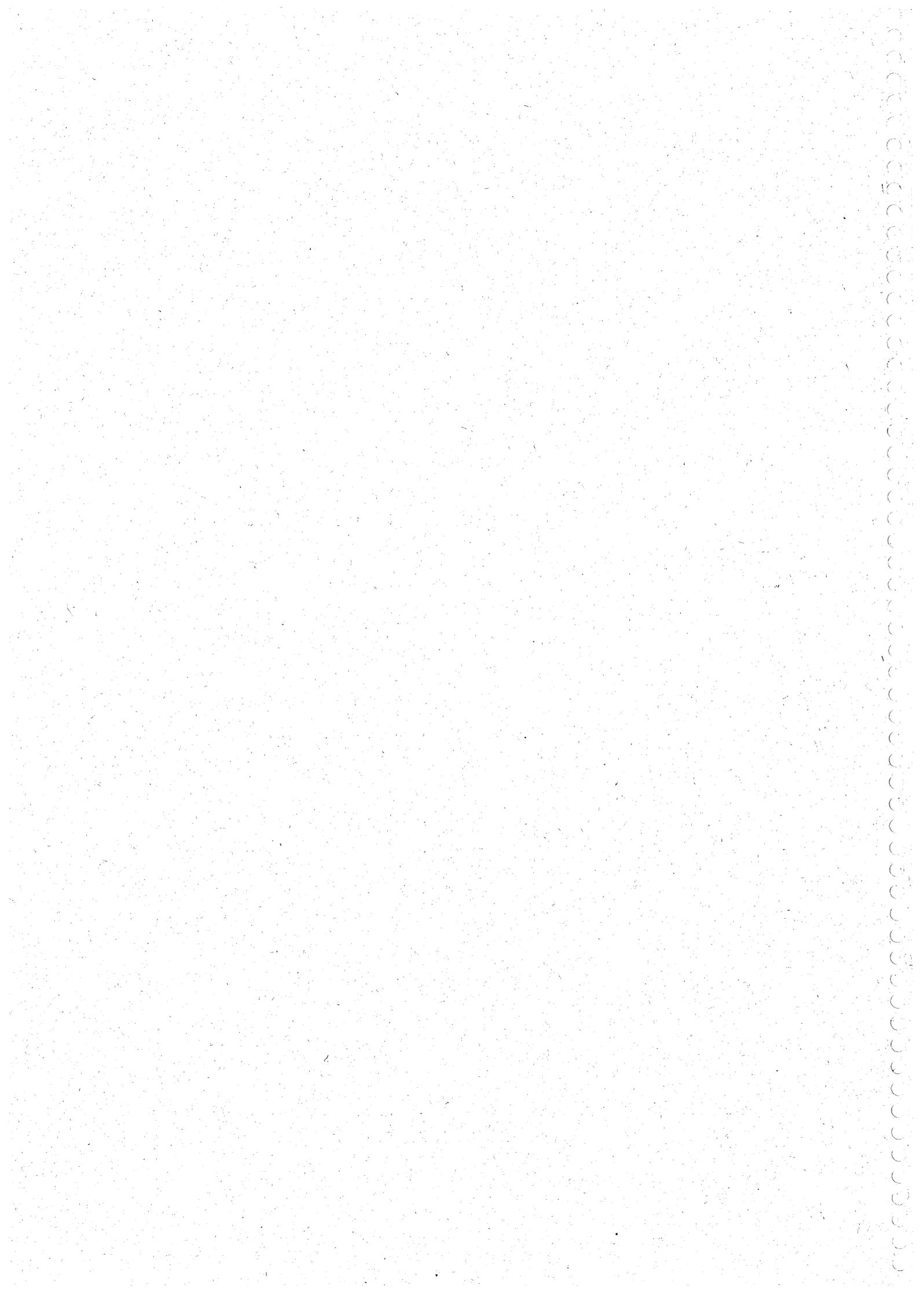
NOTAS

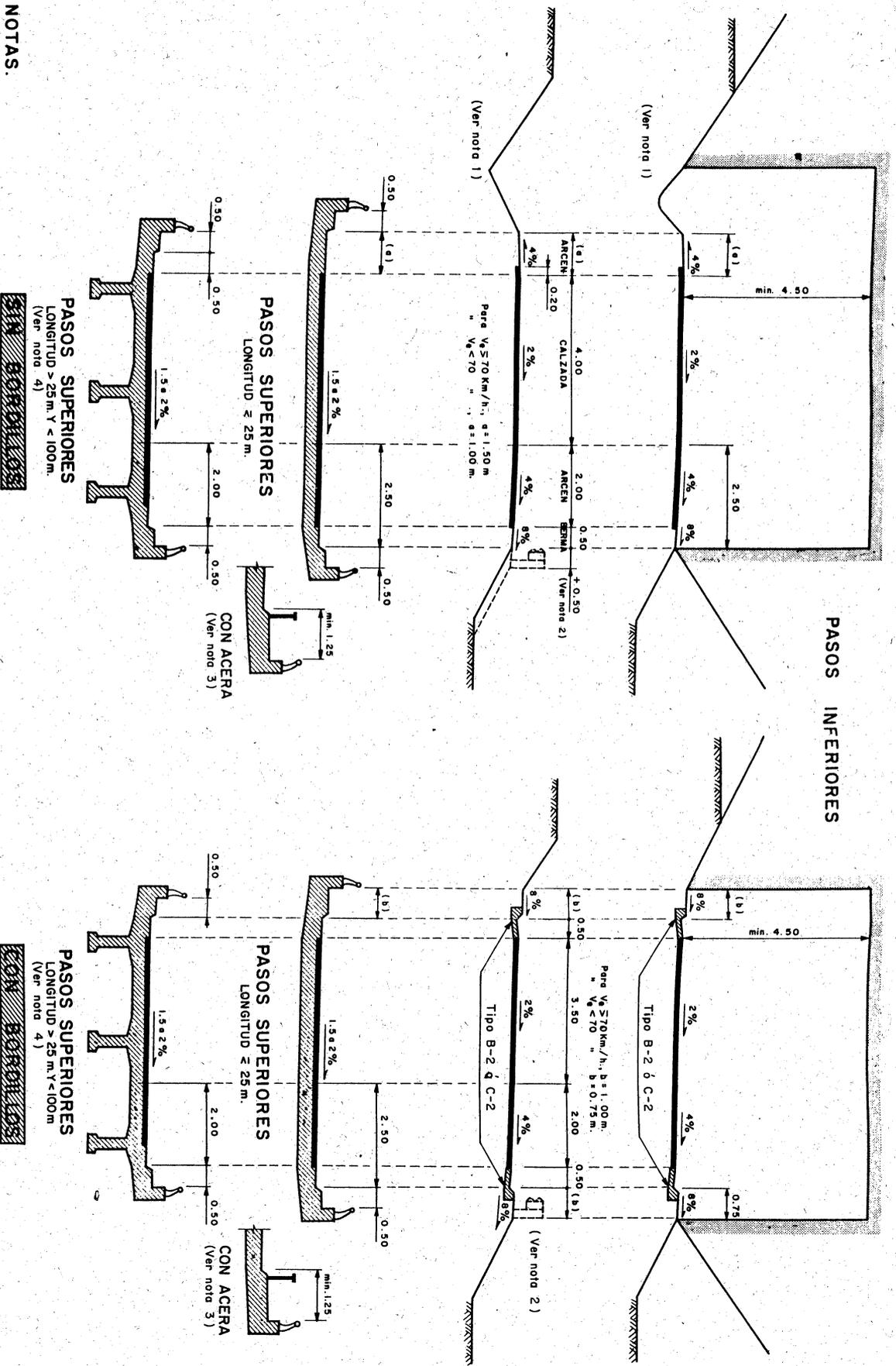
- 1.- En secciones en desmonte, la cuneta puede ser sustituida por dren longitudinal enterrado.
- 2.- En secciones en terrapién alto o en trazado en planta con curvas de radio pequeño (≤ 45 m.), se instalará barrera metálica como se indica en la figura de trazos.
- 3.- El ancho de la acera se fijará de acuerdo con el tránsito de peatones en la zona.
- 4.- Para estructuras de longitud superior a 100 m., el proyectista justificará la solución propuesta.

PASOS SUPERIORES
LONGITUD > 25 m. $Y < 100$ m.
(Ver nota 4)

PASOS SUPERIORES
LONGITUD > 25 m. $Y < 100$ m.
(Ver nota 4)

SECCIONES TRANSVERSALES TIPO DE RAMALES DE 2 CARRILES



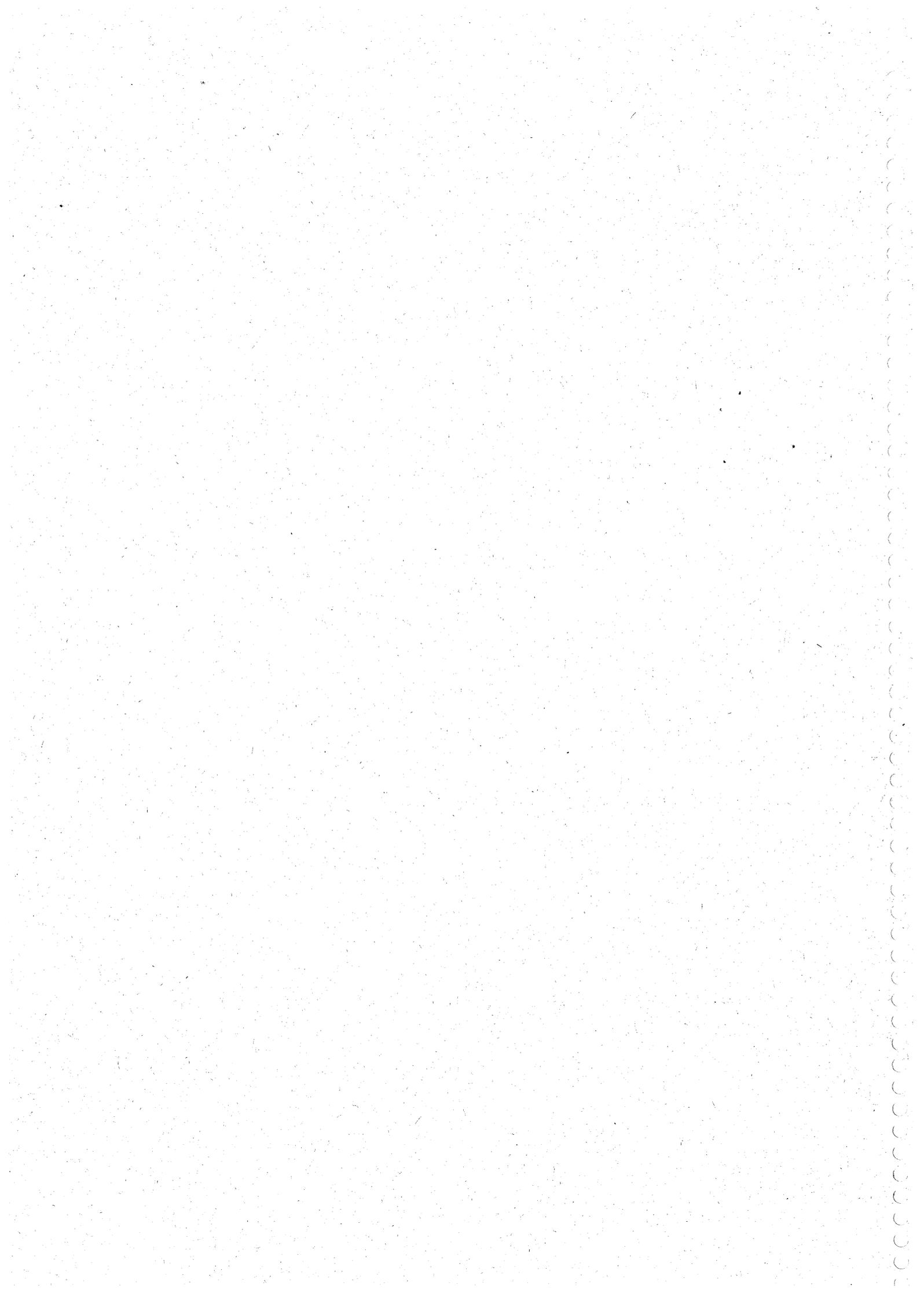


NOTAS.

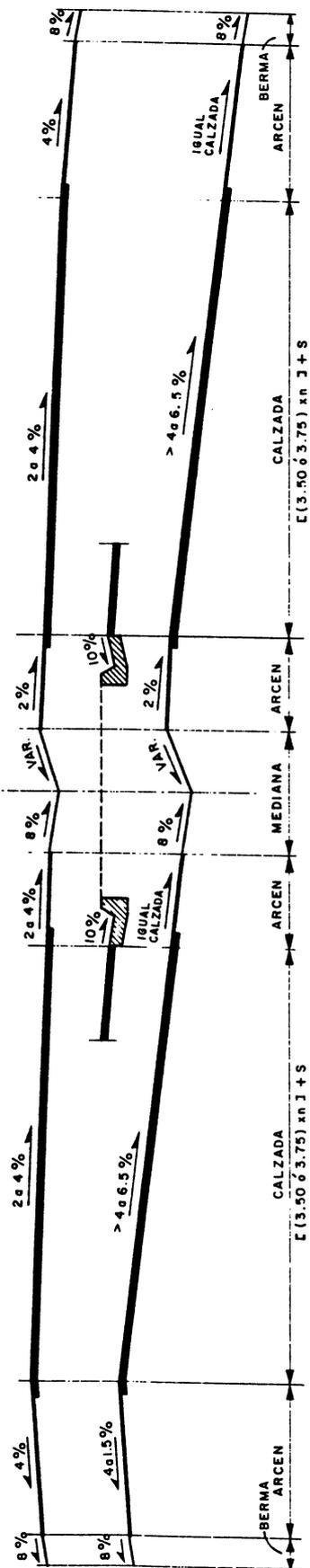
- 1.- En secciones en desmonte, la cuneta puede ser sustituida por dren longitudinal enterrado.
- 2.- En secciones en terraplén alto o en trazado en planta con curvas de radio pequeño (≤ 45 m.), se instalará barrera metálica como se indica en la figura de trazos.
- 3.- El ancho de la acera se fijará de acuerdo con el tránsito de peatones en la zona.
- 4.- Para estructuras de longitud superior a 100m., el proyectista justificará la solución propuesta.

SECCIONES TRANSVERSALES TIPO DE RAMALES DE 1 CARRIL

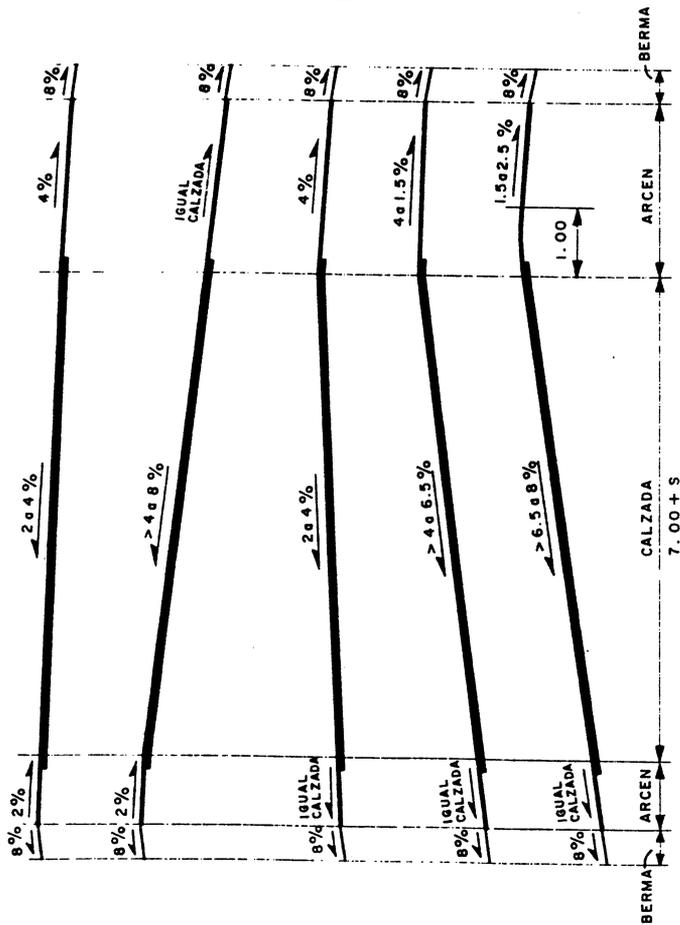
FIGURA 4.12



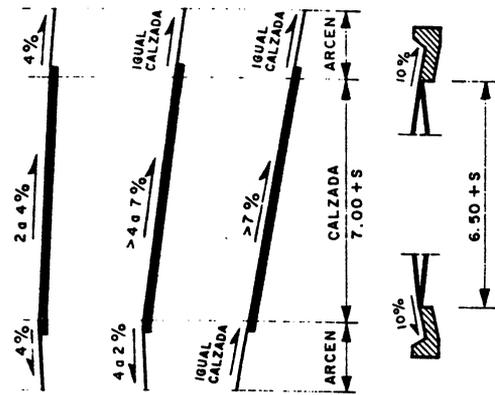
AUTOPISTAS Y AUTOVIAS



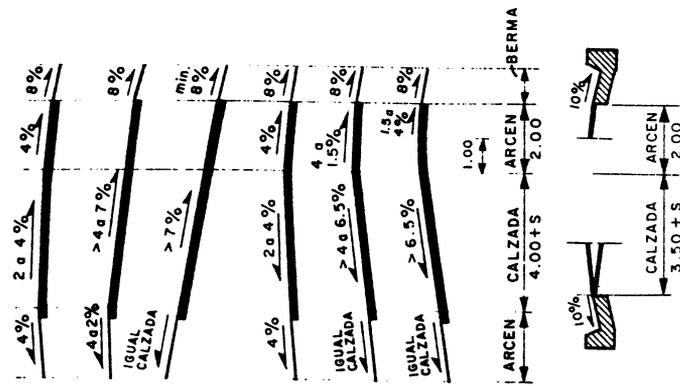
RAMALES DIRECTOS IMPORTANTES ENTRE AUTOPISTAS



RAMALES DE 2 CARRILES



RAMALES DE 1 CARRIL



S = sobreebancho
n = numero de carriles

SECCIONES TRANSVERSALES TIPO EN CURVA DE FIGURA AUTOPISTAS Y AUTOVIAS Y RAMALES DE ENLACE 4.13

4.4.5. Visibilidad.

El trazado en planta y perfil, debe proyectarse para una distancia mínima de visibilidad de parada correspondiente a una velocidad específica de 50 km/h. Los valores de K para los acuerdos verticales se dan en las tablas 4.6 y 4.7.

4.5. Conexiones de los ramales.

Las conexiones de los ramales con las carreteras secundarias deben proyectarse como simples intersecciones a nivel de acuerdo con las normas indicadas en "Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones".

Cuando se trata de conexiones con autopistas o autovías su trazado requiere unas consideraciones especiales que se expondrán a continuación.

El detalle del trazado en planta se muestra en las figuras 4.15 a 4.20 para las conexiones de salida y entrada. Se han considerado las categorías I, II y III que son aplicables según el nivel de servicio que se espera en la autopista. Como norma general se indica que en las autopistas en campo abierto se debe utilizar la categoría I.

En el proyecto de un enlace es preferible que el vértice de una conexión de salida se sitúe antes que el correspondiente a una de entrada, y cuando sea necesario invertir esta disposición, las dos conexiones se superponen y producen un tramo de trenzado.

Cuando dos salidas se encuentran demasiado próximas, hay que tener en cuenta que la distancia mínima entre los vértices de las conexiones debe ser de 300 m., si están ambas situadas en la propia autopista, o de 180 m., si la segunda salida se hace de una vía C-D. Esta distancia resulta imprescindible bajo el punto de vista psicológico de los conductores, para que puedan apercibirse claramente de las situaciones que ante ellos se presentan, y para conseguir una señalización efectiva.

También hay que tener en cuenta que una conexión de entrada no debe de estar seguida de otra muy próxima, sobre todo cuando la primera soporta mayor intensidad de tráfico que la segunda.

La distancia mínima de visibilidad de parada en la proximidad de las conexiones será de 180 m., y mejor de 300 m., medidos sobre la autopista hasta el vértice de la conexión de salida, o desde 60 m. antes del vértice del ramal en las conexiones de entrada.

Los vértices de las conexiones no deben situarse demasiado próximos a las estructuras de separación de niveles; en las conexiones de salida, situadas una vez pasada la estructura, el vértice debe alejarse de ésta para que los vehículos que inician la maniobra de divergencia lo hagan una vez atravesada la estructura; esta distancia debe ser, al menos la correspondiente a la longitud de transición de una vía de deceleración para la velocidad específica de la carretera, y si, por circunstancias determinadas (espacio, longitud de recorrido, topografía, etc.) fuera menor, deberán colocarse señales de precaución que logren una efectiva reducción de velocidad en la carretera. Iguales consideraciones deben tenerse en cuenta en relación con los vértices de las conexiones de entrada.

Cuando la conexión se realice antes de la estructura no es necesario alejar los vértices a tanta distancia de la misma, ya que entonces la visibilidad no se encuentra afectada por obstáculos.

Por último, cuando sea necesario proyectar ramales de dos carriles con conexión para un solo carril, la transición se efectuará según se indica en la figura 4.21. para los ramales de salida, y de análoga forma para los de entrada con la diferencia de que la transición se hará a razón de 10 a 20 m. de longitud para cada metro de reducción en el ancho de la calzada.

En las figuras 4.23 y 4.24 se muestran los detalles del trazado de las conexiones de salida y entrada con el empleo de vías C-D.

4.6. Bifurcaciones y conexiones de dos carriles.

El detalle del trazado de las bifurcaciones de forma que proporcionen la seguridad y calidad de circulación debida, se indica en la figura 4.22 según las distintas categorías de la autopista o autovía. Cuando el tráfico es netamente asimétrico, el ramal que conduce el tráfico menos importante es preferible que entre o salga por la derecha de la carretera principal.

En el caso de tener que proyectar ~~con~~ para dos carriles hay que disponer un carril adicional a lo largo de la autopista y en una longitud suficiente, preferiblemente en marcado contraste con los normales de la carretera principal, para ~~encaminar~~ parte del tráfico de salida o de entrada.

4.7. Normas generales para el proyecto de estructuras.

En primer lugar, hay que tener en cuenta ~~que~~ la aparición de estas estructuras debe producir en el conductor la menor sensación de restricción ~~posible~~; todos los estribos, pilas, muros, barreras o vallas de seguridad, etc., deben quedar suficientemente ~~retro~~ al borde de la calzada. Por otra parte, la estructura debe ajustarse al trazado de los accesos ~~o~~ ramales, en planta y en alzado, es decir, tiene que ser proyectada para acoplarse a la carretera y no ~~para~~ adaptar la carretera a la estructura. También es imprescindible prever los futuros incrementos del tráfico a la hora de proyectar las estructuras, por si fuera necesario dejar el espacio requerido para un ~~posible~~ aumento del número de carriles de la autopista.

Cuando la carretera discurre en desmonte, la estructura ideal es aquella que deja libre toda la sección transversal de la vía, desde coronación a coronación de los taludes del desmonte. Pero como tales luces son a veces impracticables, se puede recurrir a ~~recortar~~ los vanos por medio de pilas situadas en los límites de la explanación dejando libre el ancho de la plataforma, y en las medianas, donde éstas tienen suficiente anchura. Es preferible que estas pilas no ~~sean~~ macizas, sino que estén formadas por una serie de columnas-soporte.

En los pasos superiores debe conservarse la misma sección transversal de la carretera, incluso con sus arcenes, a no ser que se trate de obras muy largas, de más de 40 ó 50 m. en autopistas, y de 25 m. para el resto de las carreteras donde una sección más restringida esté justificada por apreciables razones económicas. Si la carretera dispone de una mediana ancha, pueden proyectarse dos estructuras separadas en vez de una.

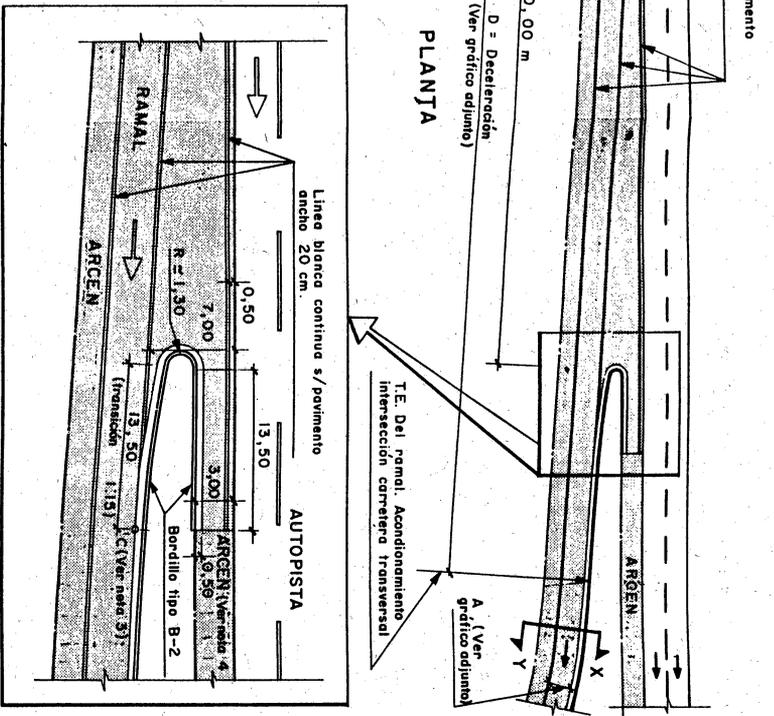
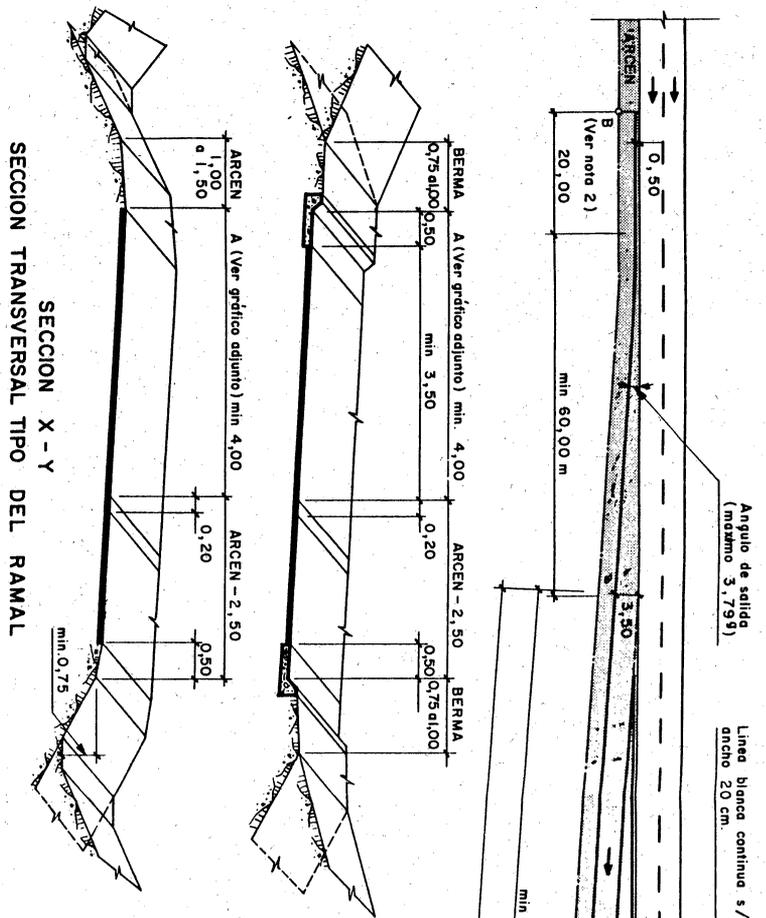
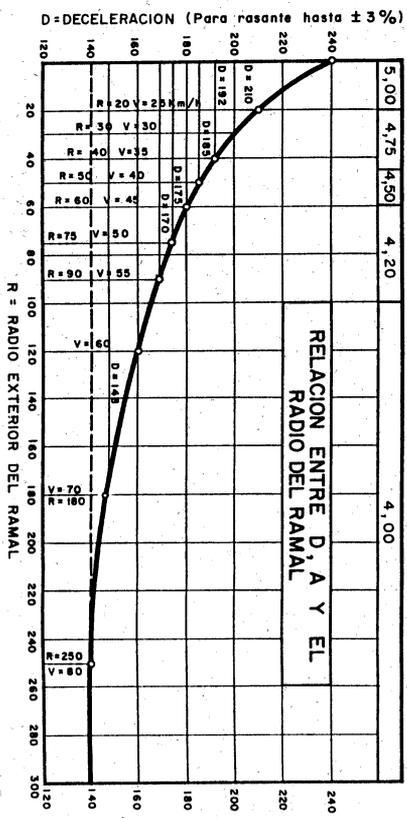
La altura libre en los pasos inferiores ~~debe~~ ser, como mínimo, de 4,50 m. en el punto más desfavorable de la sección transversal de la carretera, con la conveniencia de dejar un exceso de 10 cm. o más en previsión de futuras pavimentaciones de la calzada. En casos especiales (tráfico exclusivo de vehículos ligeros, zonas urbanas, etc.), pueden justificarse alturas inferiores, hasta un mínimo absoluto de 3,75 m.

En cuanto a la luz libre lateral fuera del ~~borde~~ de la calzada, que debe quedar limpia de toda clase de obstáculos (pilas, estribos, muros, barandillas, etc.), en las figuras 4.2 a 4.12 de las secciones transversales tipo queda determinada para las ~~distintas~~ categorías de autopistas y tipos de calles y ramales.

Para el trazado previo o anteproyecto de un ~~ent~~ enlace puede considerarse el espesor de la losa de una estructura igual a 1/15 de su luz.

En la figura 4.14. se muestran como orientadas ~~en~~ las secciones transversales tipo de túneles, que el proyectista deberá justificar en cada caso. En ~~autopistas~~ debe evitarse la construcción de túneles y, cuando ésto no sea posible, el proyectista deberá ~~considerar~~ la solución con dos túneles unidireccionales, que ofrece mayores condiciones de seguridad, con ~~la~~ de un solo túnel para ambos sentidos de la circulación.

La textura y aspecto de las calzadas y arcenes ~~debe~~ conservarse, siempre que sea posible, igual a través de la estructura que en la sección normal ~~de~~ la carretera. En los pasos superiores la pendiente transversal de los arcenes será la misma que la de la ~~calzada~~ que puede fijarse hasta en el 1,5 por ciento.

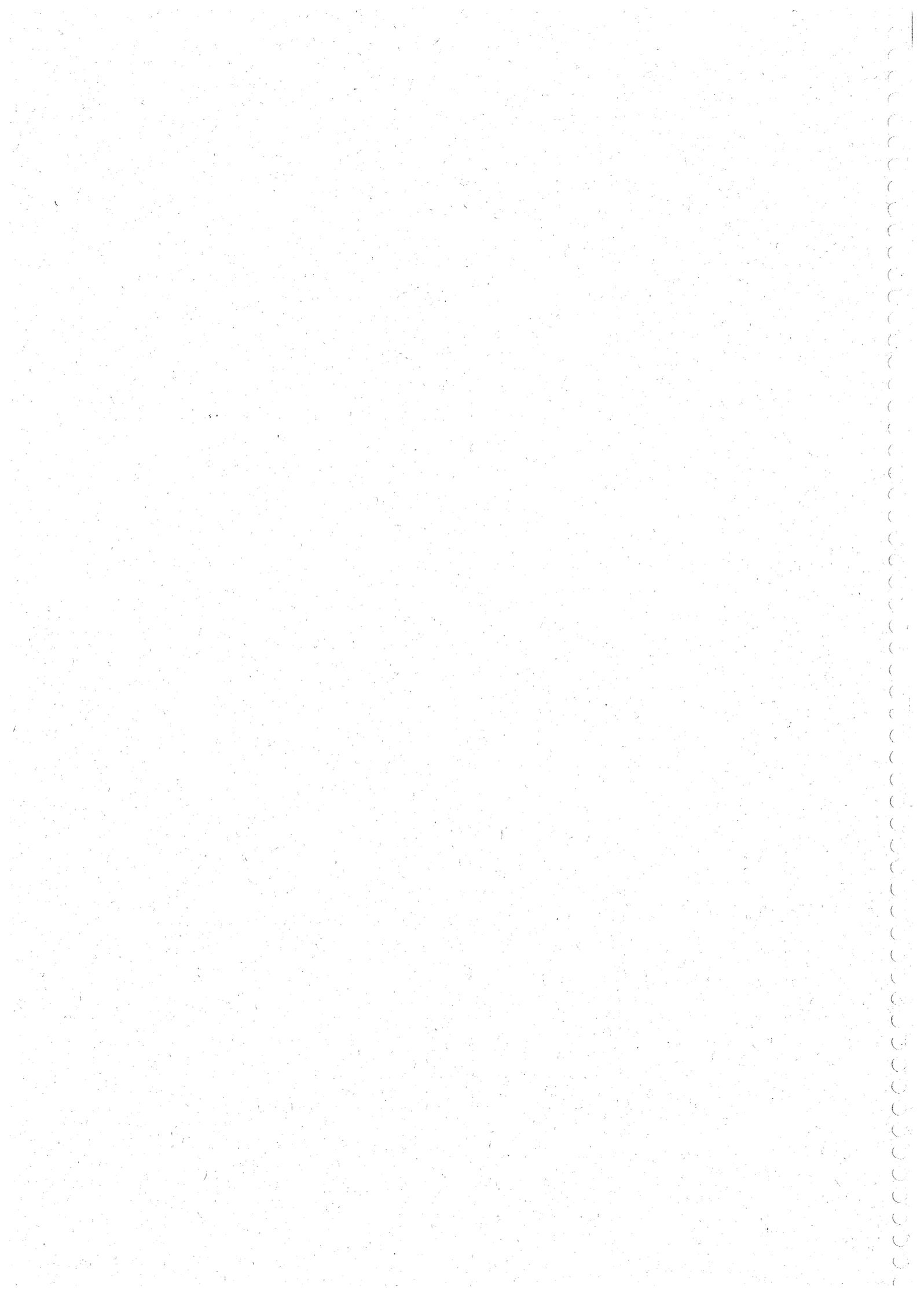


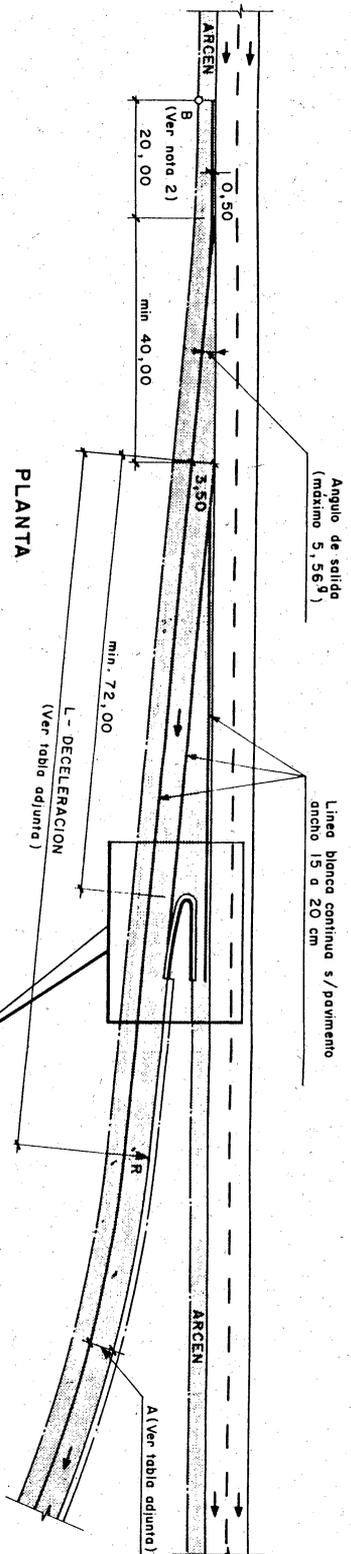
NOTAS

- 1.- EL PAVIMENTO DE LA CONEXION DEBE PRESENTAR MARCADO CONTRASTE EN COLOR CON EL DE LA CALZADA DE LA AUTOPISTA. DELANTE DE LA NARIZ, EN LA ZONA NO UTILIZADA POR LOS VEHICULOS, ESTE CONTRASTE PUEDE REMARCARSE EN TEXTURA TAMBIEN (POR EJEMPLO EMPLEANDO UN PAVIMENTO RUGOSO)
- 2.- CUANDO SE EMPLEE BORDILLO LIMITANDO EL ARGEN DERECHO DEL RAMAL, DEBERA INICIARSE EN EL PUNTO B.
- 3.- SI LA SECCION DEL RAMAL NO INCLUYE BORDILLO EN SU LADO IZQUIERDO, EL BORDILLO DE LA NARIZ TERMINARA EN EL PUNTO C.
- 4.- EN EL CASO DE QUE EL ARGEN DE LA AUTOPISTA TENGA ANCHURA INTERIOR A LOS 3,00 M., EL BORDILLO DE LA NARIZ SE RETRANQUEARA HASTA DICHO ANCHO DENTRO DE LOS 13,50 M. DE SU LONGITUD

CATEGORIA I

CONEXION DEL RAMAL DE SALIDA FIGURA 4.15





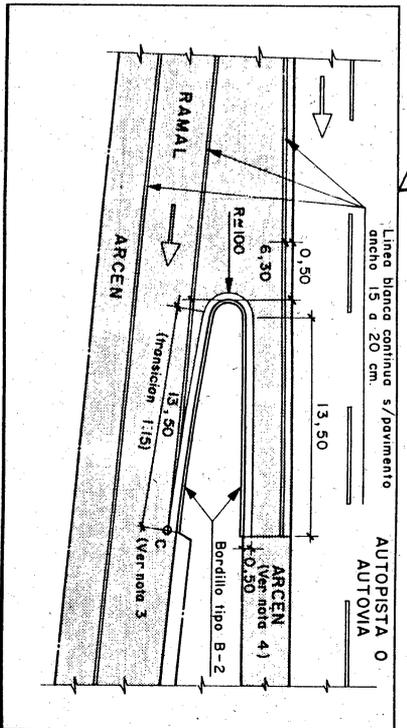
RELACION ENTRE L, A Y EL RADIO DEL RAMAL
(RASANTES SUAVE $\pm 2\%$ O INTERIORES)

VEL. ESP. RAMAL, Km/h	0	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80
RADIO EXTERIOR RAMAL R "STOP"	20	30	40	50	60	75	90	120	180	250	
ANCHO DE LA CALZADA, A	5,00	5,00	4,75	4,75	4,50	4,20	4,20	4,00	4,00	4,00	
VEL. ESPECIFICA DE LA CARRETERA PRINCIPAL, Km/h	L = LONGITUD TOTAL DE DECELERACION - METROS										
	105	90	90	85	85	85	85	85	85	85	85
	120	105	105	90	90	85	85	85	85	85	85

INFLUENCIA DE LA RASANTE EN L

VELOCIDAD ESPECIFICA DE LA CARRETERA PRINCIPAL Km/h	FACTOR DE LA CORRECCION L EN FUNCION DE LA RASANTE	
	RAMPA	PENDIENTE
70 - 80	0,90 (1)	3 a 4 %
70 - 80	0,80 (1)	5 a 6 %

(1) L mínimo = 85 m.



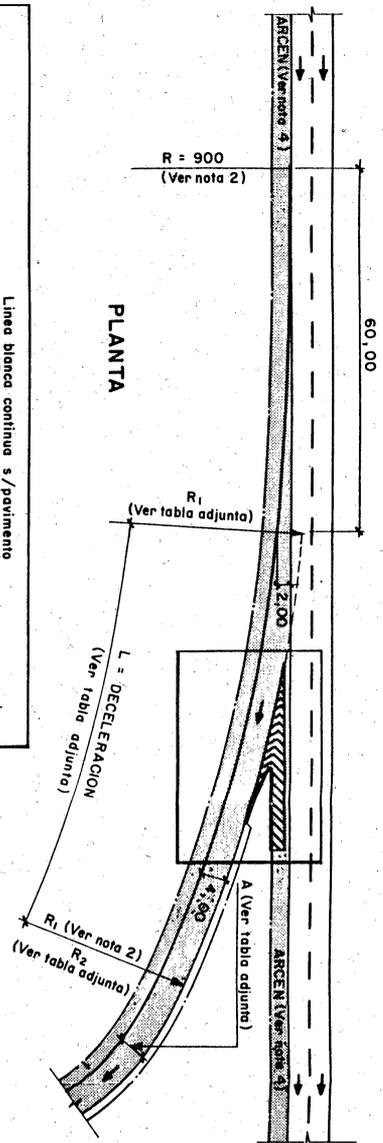
NOTAS

- EL PAVIMENTO DE LA CONEXION DEBE PRESENTAR MARCADO CONTRASTE DE COLOR CON EL DE LA CALZADA DE LA CARRETERA PRINCIPAL. DELANTE DE LA NAZIZ, EN LA ZONA NO UTILIZADA POR LOS VEHICULOS, ESTE CONTRASTE PUEDE REMARCARSE EN TEXTURA TAMBIEN (POR EJ. EMPLEANDO UN PAVIMENTO RUGOSO.)
- CUANDO SE EMPLEE BORDILLO LIMITANDO EL ARCEN DERECHO DEL RAMAL, DEBERA INICIARSE EN EL PUNTO B.
- SI LA SECCION DEL RAMAL INCLUYE BORDILLO EN SU LADO IZQUIERDO, SE PROLONGARA EL PROPIO BORDILLO DE LA NAZIZ DESDE EL PUNTO C.
- EN CASO DE QUE EL ARCEN DE LA CARRETERA PRINCIPAL SEA INFERIOR A 3,00 METROS DE ANCHURA, EL BORDILLO DE LA NAZIZ SE RETRANQUEARA HASTA DICHO ANCHO DENTRO DE LOS 13,50 M. DE SU LONGITUD

CATEGORIA II

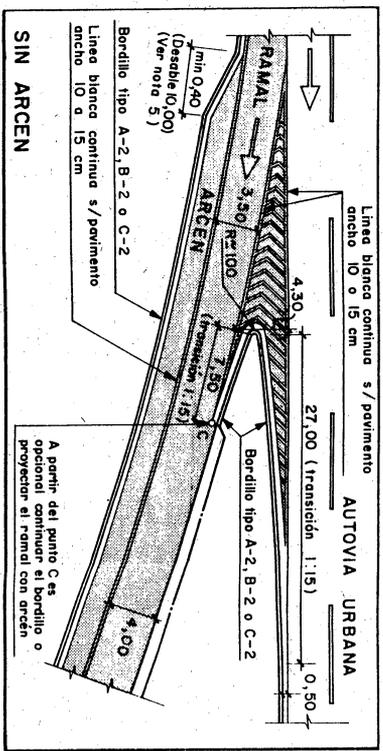
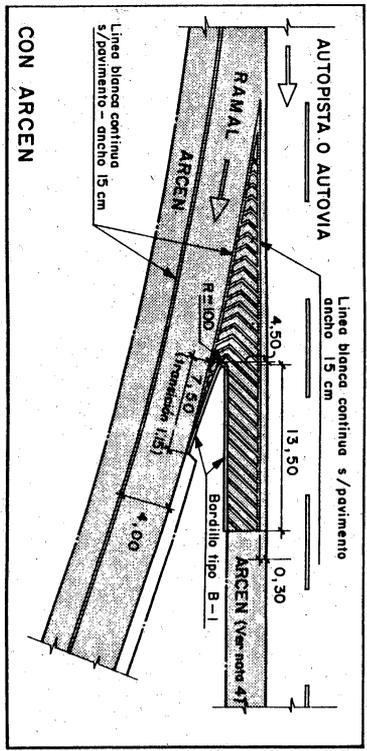
CONEXION DEL RAMAL DE SALIDA

FIGURA 4.16



NOTAS

- 1.- EL TRAZADO TIPO DE LA FIGURA ES APLICABLE A RAMALES EN FORMA DE LAZO O DIAGONAL. PARA LOS DE FORMA DE PATA DEBE RECURRIRSE A UN TRAZADO SIMILAR AL DE LA FIG. 2 (CATEGORIA II), REDUCIENDO LA LONGITUD DE 72 M. PREVIA A LA NARIZ A 55, 60 O 65 M. PARA LAS VELOCIDADES ESPECIFICAS DE LA CARRETERA DE 60, 70 O 80 KM/H. RESPECTIVAMENTE.
- 2.- LAS CURVAS CIRCULARES DE RADIOS R Y R₁ PUEDEN SUSTITUIRSE POR CLOTOIDES DE LONGITUDES IGUALES A LAS INDICADAS.
- 3.- EL PAVIMENTO DE LA CONEXION DEBE PRESENTAR MARCADO CONTRASTE CON EL DE LA CARRETERA PRINCIPAL. DELANTE DE LA NARIZ, EN LA ZONA NO UTILIZADA POR LOS VEHICULOS, ESTE CONTRASTE DEBE REMARCARSE ADEMAS EN TEXTURA O MEDIANTE MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO.
- 4.- SI EL ARCCEN DE CARRETERA ES INFERIOR A 3,00 DE ANCHURA, EL BORDILLO DE LA NARIZ SE RE-TRANQUEARA HASTA DICHO ANCHO DENTRO DE LOS 13,50 M. DE SU LONGITUD. SI DICHO ARCCEN NO ESTU-VERIA PAVIMENTADO, DEBERA PAVIMENTARSE EN UNA LONGITUD DE 20 M. ANTES DE LA T.E. DE R=900 Y DE 13,50 M. DESPUES DE LA NARIZ.
- 5.- EN CASOS DE ESPACIO MUY REGISTRADO, DEBIDAMENTE NOTIFICADOS, PODRA SUPRIMIRSE DE ARCCEN EL RAMAL, CON UNA ANCHURA MINIMA ENTRE ALZADOS DE BORDILLOS DE 4,50 M.



RELACION ENTRE L, A Y EL RADIO DEL RAMAL (RASANTES SUAVES ± 2% O INFERIORES)

VEL. ESP. RAMAL, Km/h	0	25	30	35	40	45	50	55	60	70	
RADIO EXTERIOR RAMAL, R ₂	STOP	20	30	40	50	60	75	90	120	180	
ANGHO DELA CALZADA, A	5,00	5,00	4,75	4,50	4,20	4,20	4,20	4,00	4,00	4,00	
VEL. ESPECIFICA DE LA CARRETERA PRINCIPAL, Km/h	R ₁	L = LONGITUD TOTAL DE DECELERACION - METROS									
60	120	90	70	60	55	55	55	55	-	-	
70	175	105	90	90	75	75	60	60	60	-	
80	250	120	105	105	90	90	75	75	60	60	

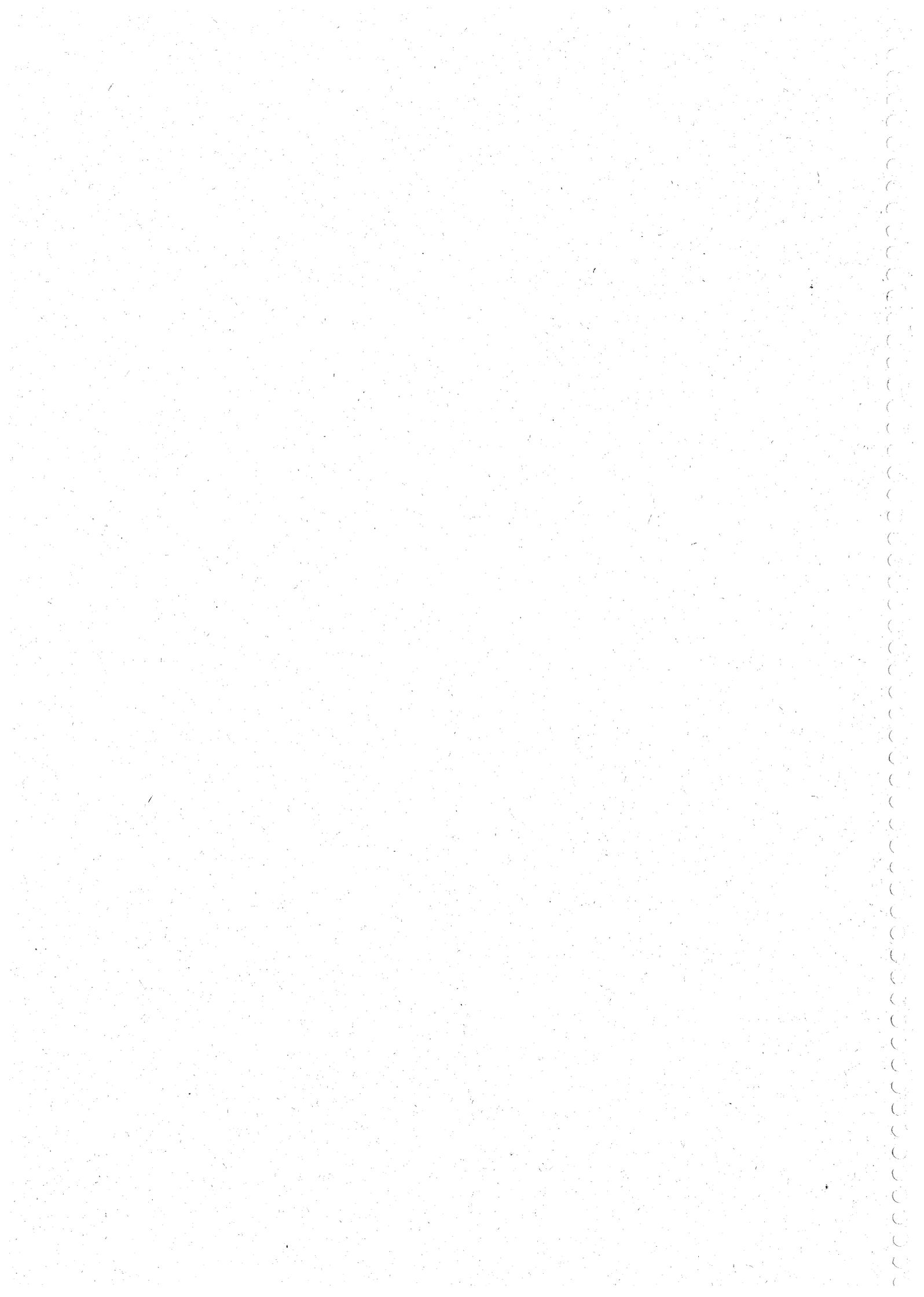
INFLUENCIA DE LA RASANTE EN L

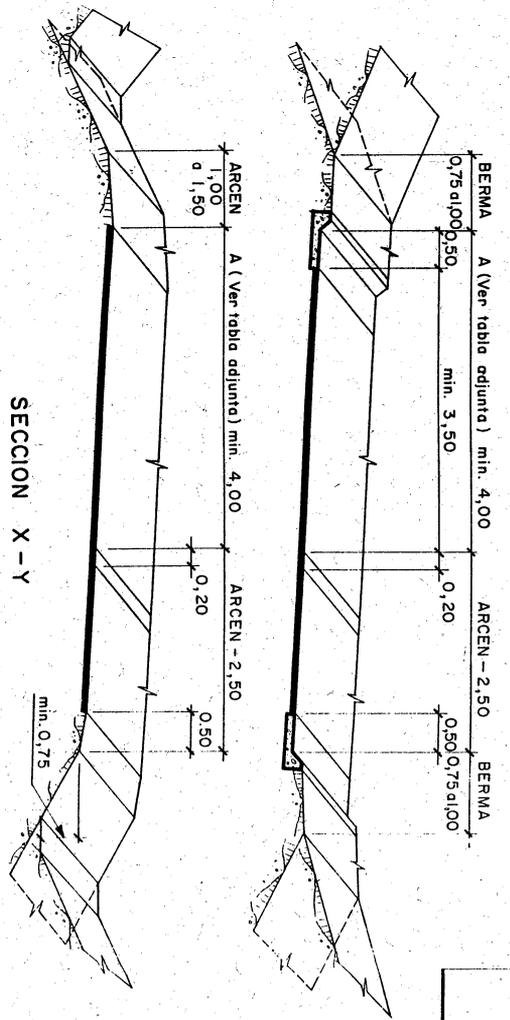
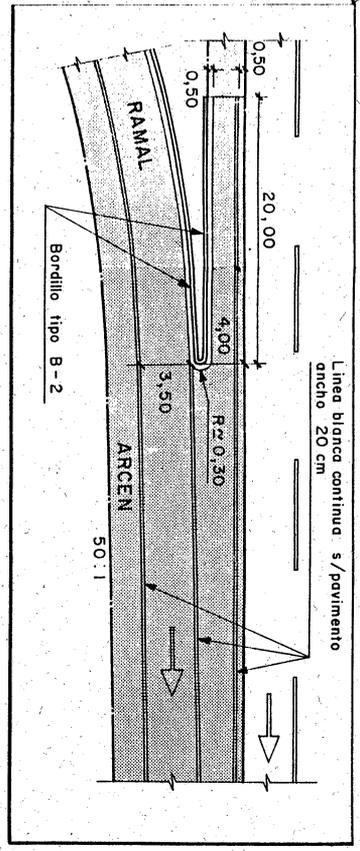
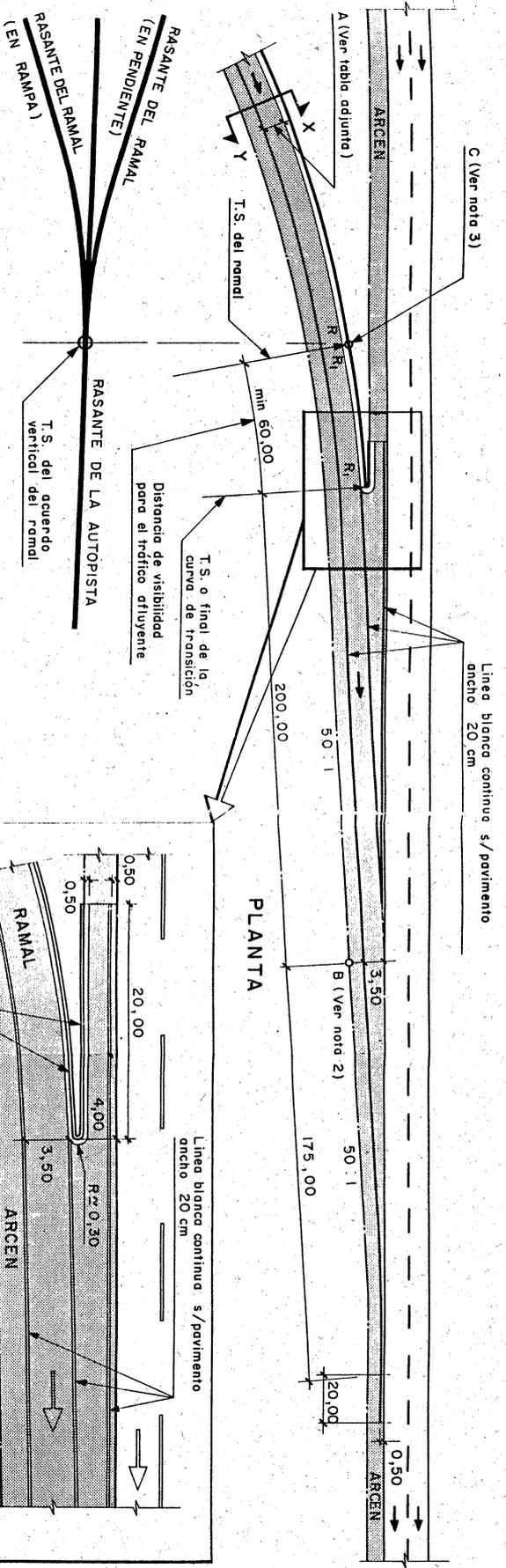
VELOCIDAD ESPECIFICA DE LA CARRETERA PRINCIPAL Km/h	FACTOR DE LA CORRECCION L, EN FUNCION DE LA RASANTE	
	RAMPA	PENDIENTE
60-70-80	0,90	5 a 4 %
60-70-80	0,80	5 a 6 %
		1,35

CATEGORIA III

CONEXION DEL RAMAL DE SALIDA

FIGURA 4:17





RELACION ENTRE A, R₁ Y EL RADIO DEL RAMAL

VEL. ESP RAMAL, Km/h	30	35	40	45	50	55	60	70	80	100
RADIO EXTERIOR DEL RAMAL, R	30	40	50	60	75	90	120	180	250	460
ANCHO DE LA CALZADA, A	4.75	4.75	4.50	4.20	4.20	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
RADIO EXTERIOR ACUERDO, R ₁ (1)	90	90	120	120	150	180	240	350	500	1000

(1) La curva circular puede sustituirse por una clotoide.

NOTAS

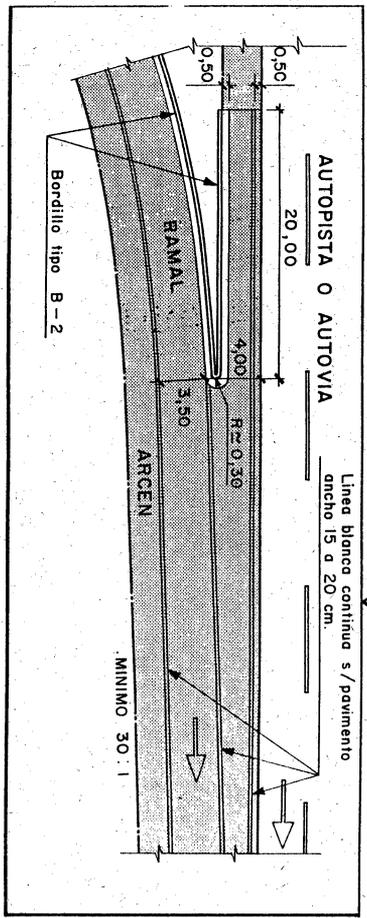
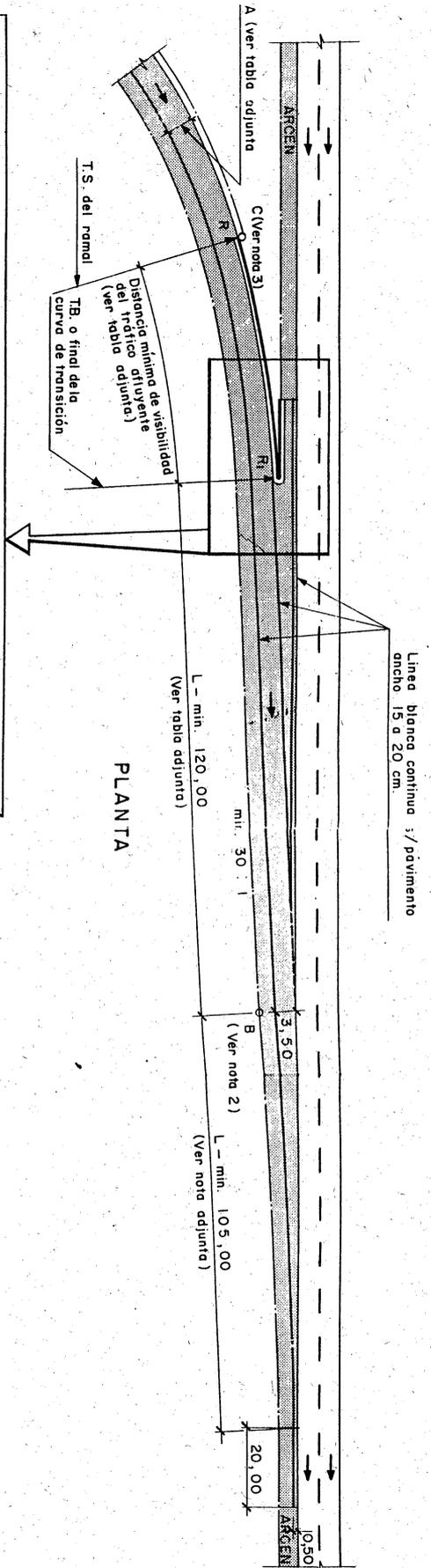
- 1.- EL PAVIMENTO DE LA CONEXION DEBE PRESENTAR MARCADO CONTRASTE EN COLOR CON EL DE LA CALZADA DE LA AUTOPISTA. A PARTIR DE LA NARIZ, EN LA ZONA QUE NO DEBE SER UTILIZADA POR LOS VEHICULOS, ESTE CONTRASTE SE REMARCARA EN TEXTURA TAMBIEN (POR EJEMPLO: EMPLEANDO UN PAVIMENTO RUGOSO).
- 2.- CUANDO SE EMPLEE BORDILLO LIMITANDO EL ARCEN DERECHO DEL RAMAL, DEBERA TERMINARSE EN EL PUNTO B.
- 3.- SI LA SECCION DEL RAMAL NO INCLUYE BORDILLO EN SU LADO IZQUIERDO, EL BORDILLO DE LA NARIZ SE INICIARA EN EL C.

CONEXION DEL RAMAL DE ENTRADA

CATEGORIA I

FIGURA 4.18





RELACION ENTRE A, R₁ Y EL RADIO DEL RAMAL

VEL. ESP. RAMAL Km/h	30	35	40	45	55	55	60	70	80
RADIO EXTERIOR DEL RAMAL, R	30	40	50	60	75	90	120	180	250
ANCHO DE LA CALZADA, A	4,75	4,75	4,50	4,20	4,20	4,20	4,00	4,00	4,00
RADIO EXTERIOR AGUERO R ₁ (I)	90	90	120	120	150	180	240	350	500
DISTANCIA MINIMA DE VIABILIDAD, D _v	PARA V _a CARRETERA PRINCIPAL DE 70 Km/h - 55		" " " " " "		" " " " " "		" " " " " "		80

INFLUENCIA DE LA RASANTE EN L Y L₁

RASANTE	INCLINACION	L	L ₁
PENDIENTE - TOPAS	30 : 1	120,00	105,00
RAMPA HASTA EL 2 %	40 : 1	160,00	140,00
+ 3 a 4 %	50 : 1	202,00	175,00

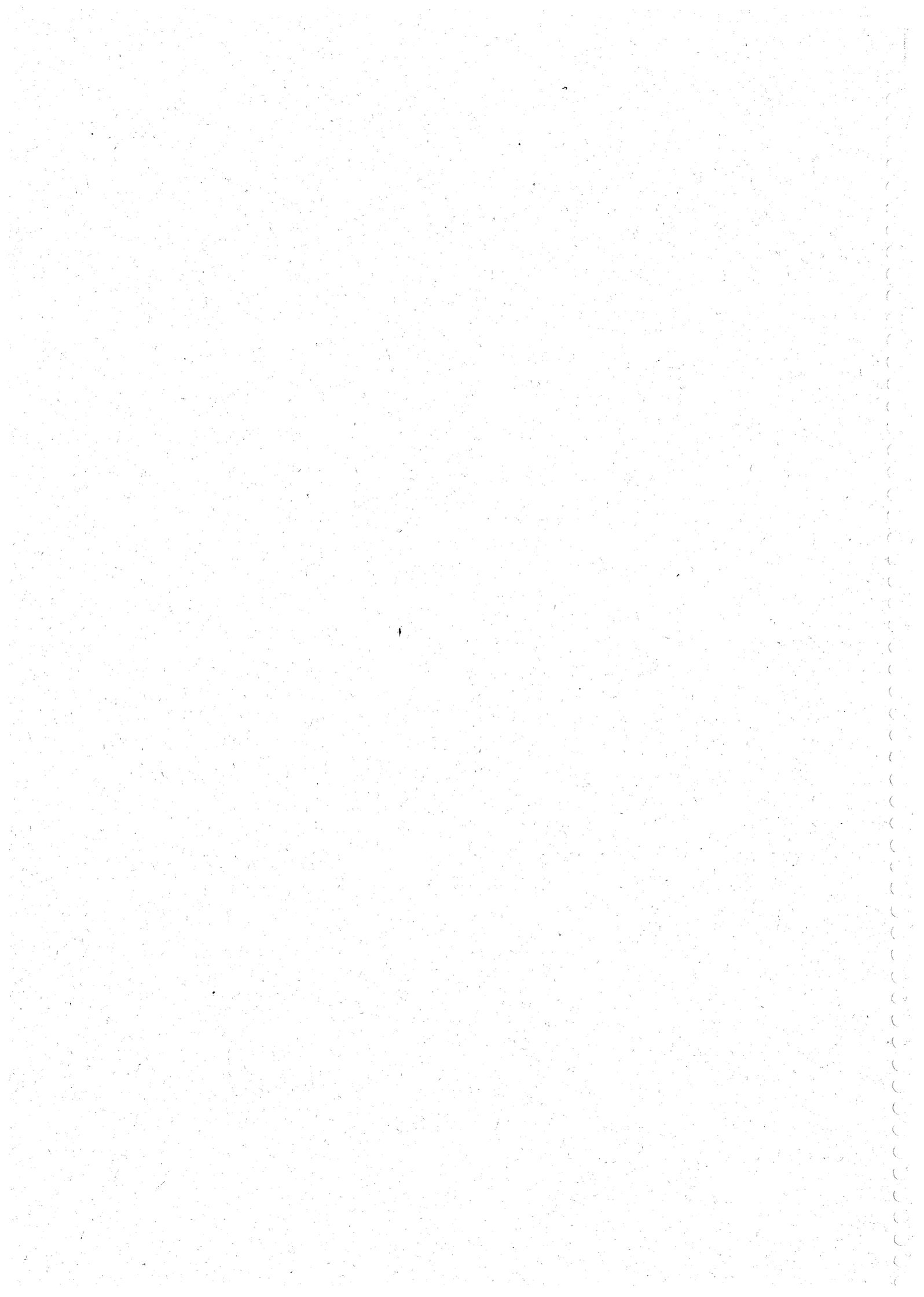
NOTAS

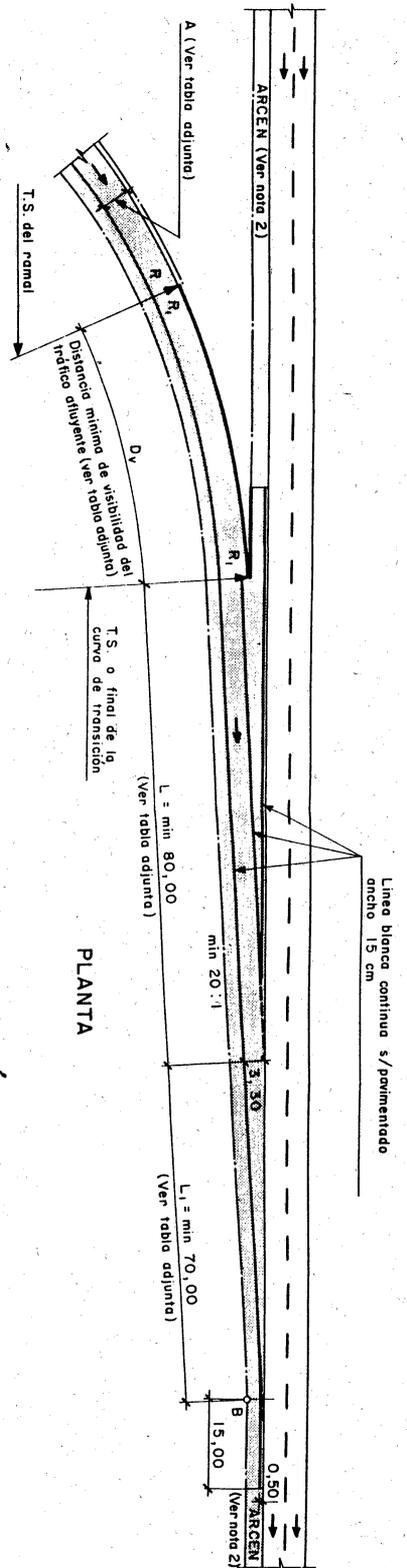
- 1 - EL PAVIMENTO DE LA CONEXION DEBE PRESENTAR MARCADO CONTRASTE EN COLOR CON EL DE LA CALZADA DE LA AUTOPISTA. A PARTIR DE LA NARIZ, EN LA ZONA QUE NO DEBE SER UTILIZADA POR LOS VEHICULOS, ESTE CONTRASTE SE REMARCARA EN TEXTURA TAMBIEN (POR EJEMPLO: EMPLEANDO UN PAVIMENTO RUGOSO).
- 2 - CUANDO SE EMPLEE BORDILLO LIMITANDO EL ARCCN DERECHO DEL RAMAL, DEBERA TERMINARSE EN EL PUNTO B.
- 3 - SI LA SECCION DEL RAMAL INCLUYE BORDILLO EN SU LADO IZQUIERDO, SE CONTINUARA EL PROPIO BORDILLO DE LA NARIZ DESDE EL PUNTO C.

CONEXION DEL RAMAL DE ENTRADA

CATEGORIA II

FIGURA 4.19





PLANTA

RELACION ENTRE A, R1 Y EL RADIO DEL RAMAL

VEL. ESP RAMAL Km/h	30	35	40	45	50	55	60	70	80	
RADIO EXTERIOR DE RAMAL, R	30	40	50	60	75	90	120	180	250	
ANCHO DE LA CALZADA, A	4,75	4,75	4,50	4,20	4,20	4,00	4,00	4,00	4,00	
RADIO EXTERIOR ACERDORAL, R1	90	90	120	120	150	180	240	350	500	
DISTANCIA MINIMA VISIBILIDAD, Dy	PARA V CARRETERA PRINCIPAL DE 60 Km/h - 50									
	"	"	"	"	"	"	"	70	55	
	"	"	"	"	"	"	"	80	60	

(1) La curva circular puede sustituirse por una clostide

INFLUENCIA DE LA RASANTE EN L Y L1

RASANTE	INCLINACION	L	L1
PENDIENTE - TODAS RAMPA HASTA EL 2 %	20 : 1	80,00	70,00
+ 3 a 4 %	25 : 1	100,00	87,50
+ 5 a 6 %	30 : 1	120,00	105,00

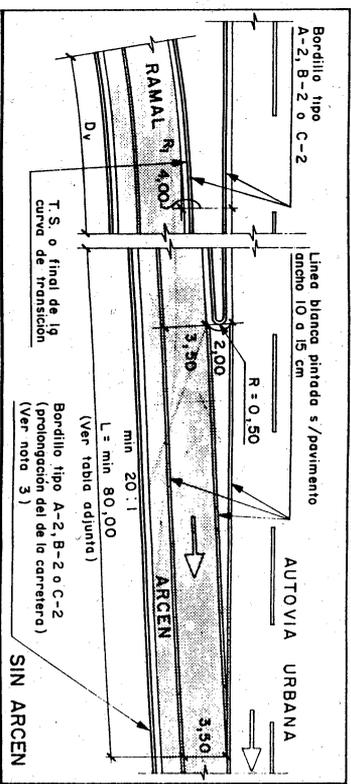
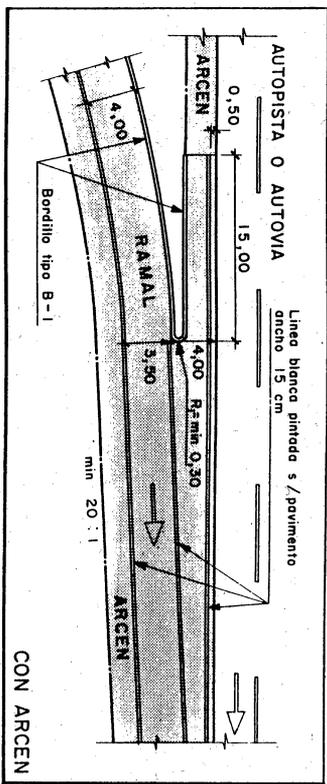
NOTAS

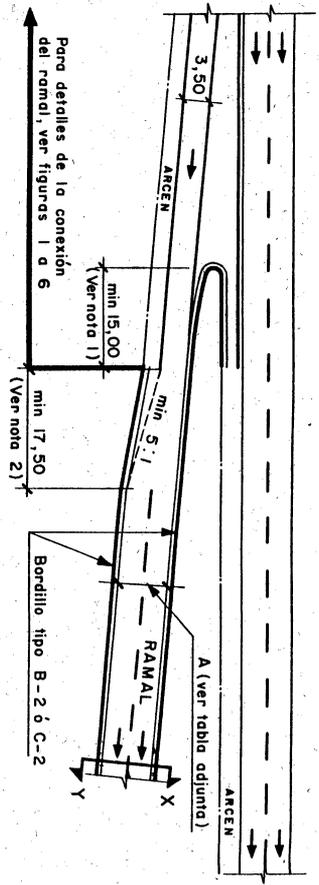
- 1.- EL PAVIMENTO DE LA CONEXION DEBE PRESENTAR MARCADO CONTRASTE EN COLOR CON EL DE CALZADA DE LA AUTOPISTA. A PARTIR DE LA NARIZ, EN LA ZONA QUE NO DEBE SER UTILIZADA POR LOS VEHICULOS, ESTE CONTRASTE SE REMARCARA EN TEXTURA TAMBIEN (POR EJEMPLO: EMPLEANDO UN PAVIMENTO RUGOSO).
- 2.- SI EL ARCCN DE LA CARRETERA PRINCIPAL NO ESTUVIERA PAVIMENTADO, SE PAVIMENTARA EN UNA LONGITUD DE 15 METROS ANTES DE LA NARIZ Y 15 METROS A PARTIR DEL PUNTO B.
- 3.- EN CASOS DE ESPACIO MUY RESTRINGIDO, DEBIDAMENTE JUSTIFICADOS, PODRA SUIPRIMIRSE EL ARCCN EN EL RAMAL, CON UNA ANCHURA MINIMA ENTRE ALZADOS DE BORDILLOS DE 4,50 METROS

CATEGORIA III

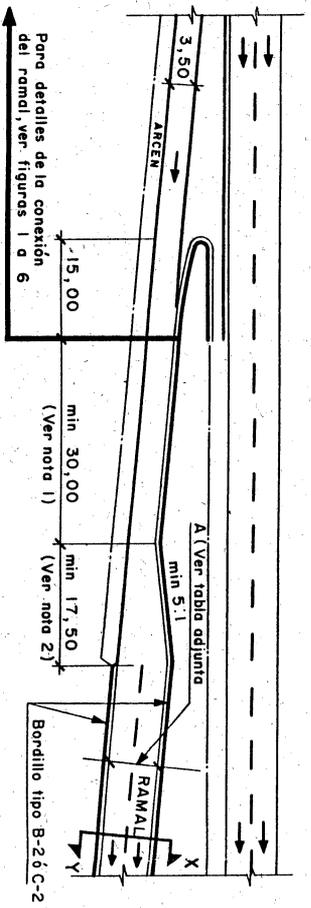
CONEXION DEL RAMAL DE ENTRADA

FIGURA 4.20





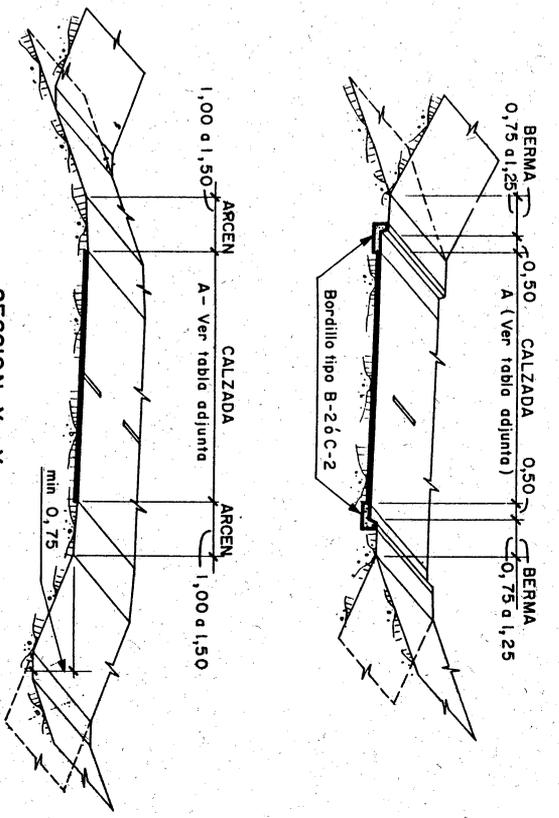
PLANTA



ANCHO DE LA CALZADA A EN FUNCION DEL RADIO DEL RAMAL

Velocidad específica del ramal, Km/h	45	50	55	60	70	80	—
Radio mínimo de la curva, R	60	75	90	120	180	250	Recta
Ancho de la calzada, A { mínimo (1) deseable	7,75	7,50	7,50	7,25	7,00	6,50	6,50
	8,25	8,00	8,00	7,75	7,50	7,00	7,00

(1) Solo aplicables cuando el ramal va limitado por bordillos tipo B-2 ó C-2



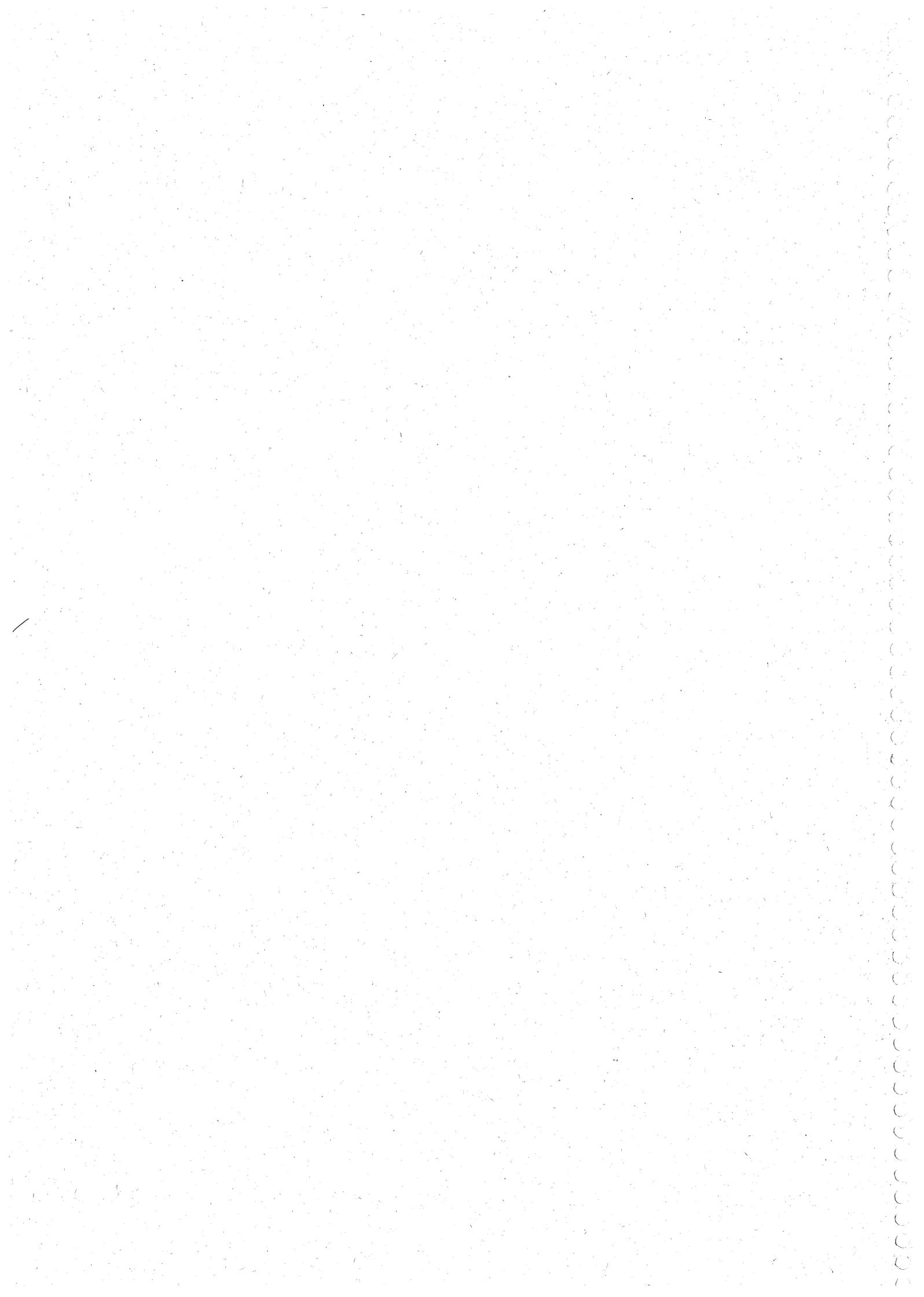
SECCIONES TRANSVERSALES TIPO

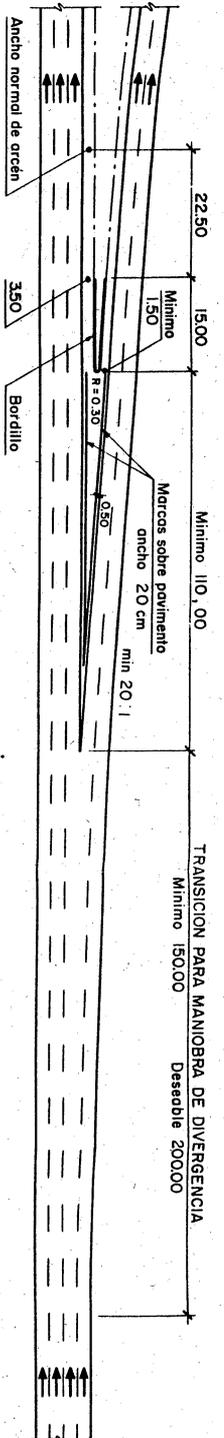
NOTAS

- 1 - EN LOS RAMALES DE ENTRADA LA DISTANCIA MINIMA ENTRE EL FINAL DE LA TRANSICION (ANCHO 3,50 M)
- 2 - EN LOS RAMALES DE ENTRADA LA TRANSICION DE 2 A 1 CARRIL TENDRE UNA LONGITUD MINIMA DE 35,00 M (10:1) PARA VELOCIDAD ESPECIFICA IGUAL O MENOR DE 40 Km/h ; DE 52,50 M (15:1) DE 45 A 65 Km/h ; Y DE 70,00 M PARA VELOCIDAD ESPECIFICA IGUAL O MAYOR, 70 Km/h

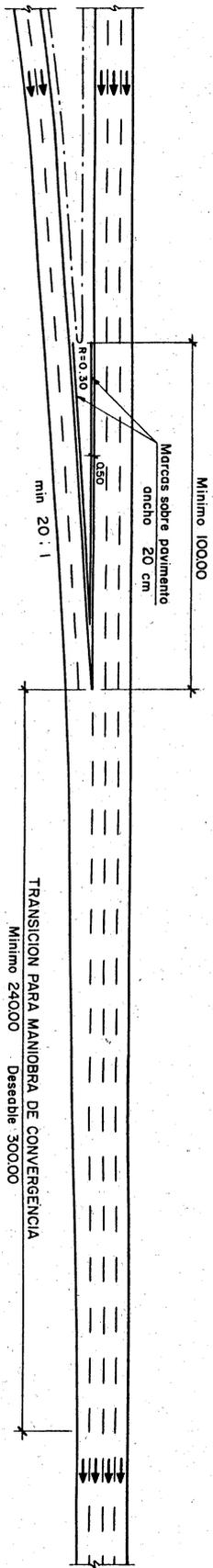
TRANSICION A RAMALES DE 2 CARRILES

FIGURA 4.21

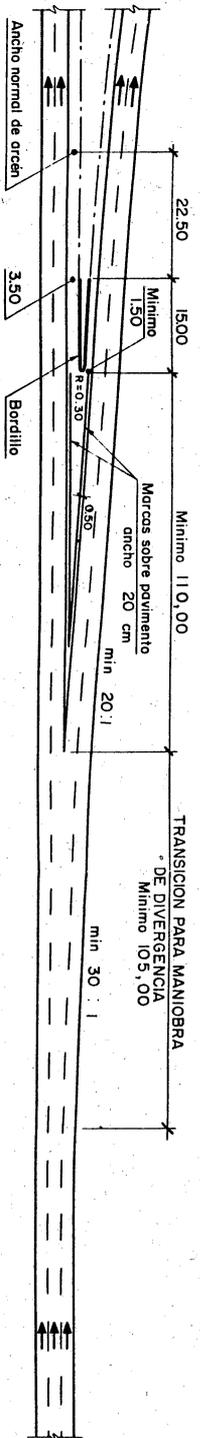




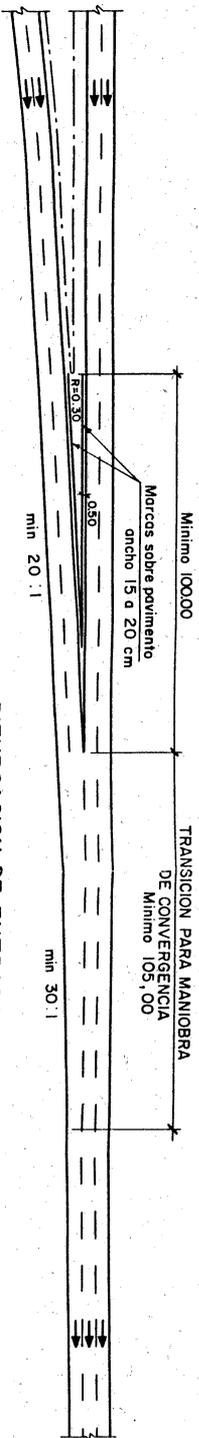
NOTAS:
 EN LAS BIFURCACIONES DE ENTRADA EL USO DE BORDILLO MONTABLE EN LA NA-RIZ ES DISCRECIONAL.



CATEGORIA I



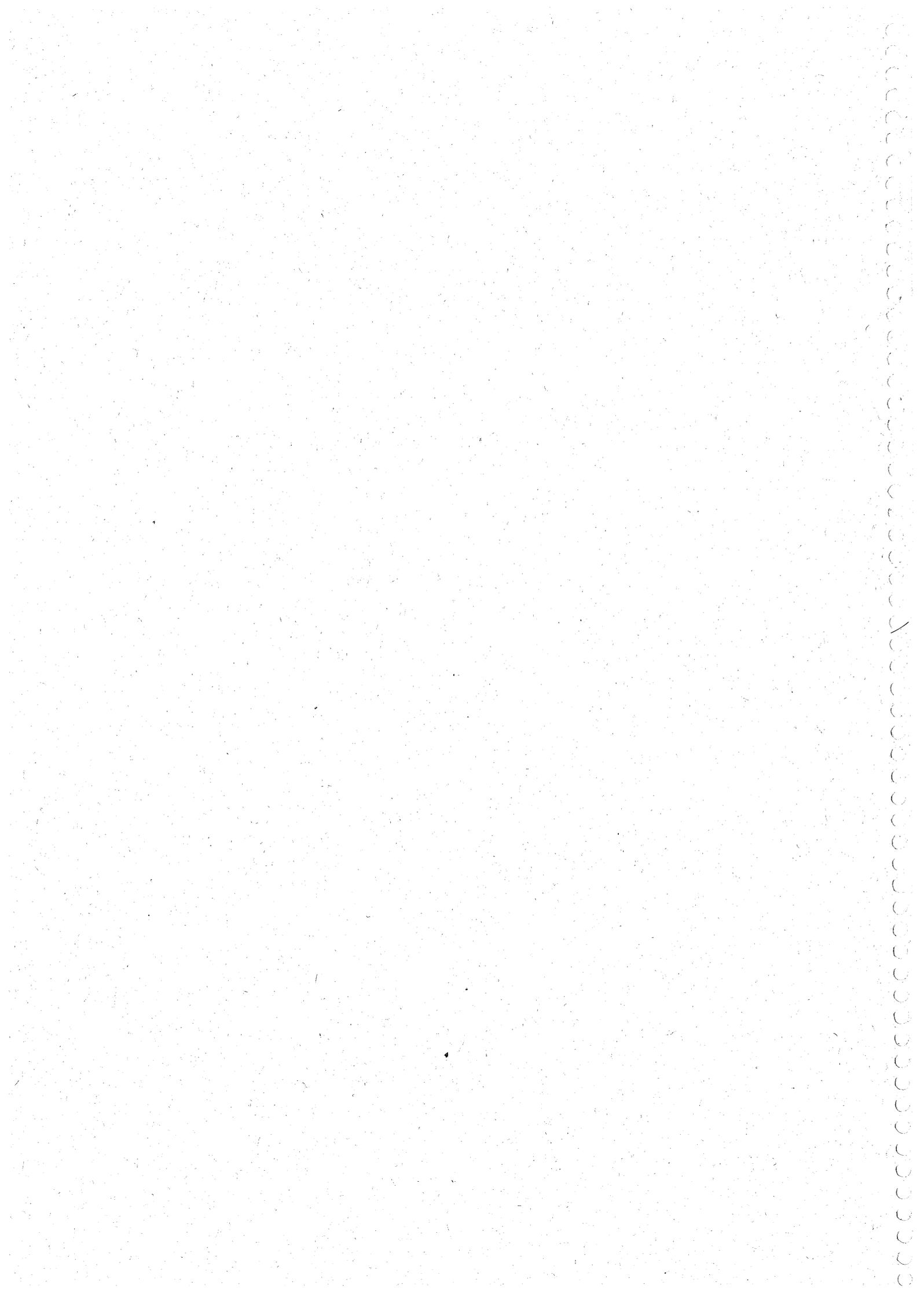
NOTAS:
 EN LAS BIFURCACIONES DE ENTRADA EL USO DE BORDILLO MONTABLE EN LA NA-RIZ ES DISCRECIONAL.

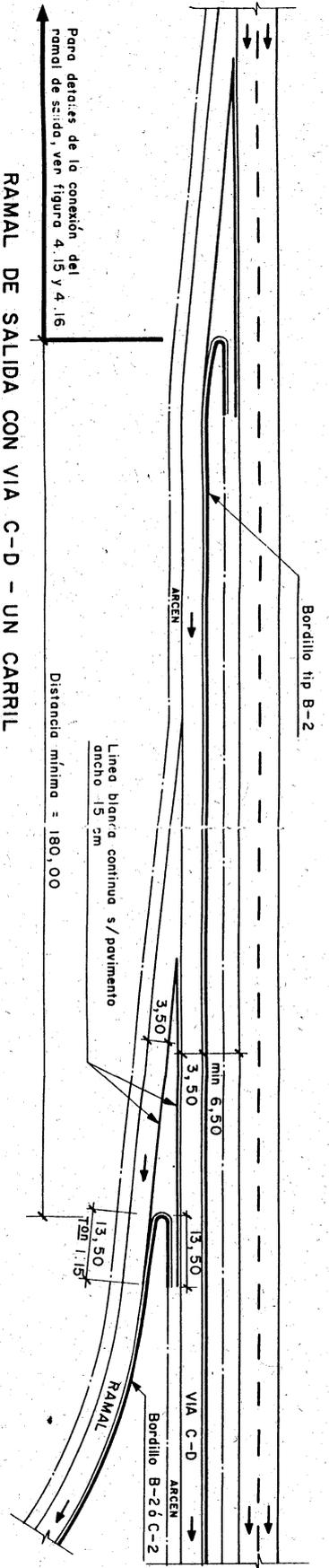


CATEGORIAS II Y III

BIFURCACIONES DE SALIDA Y ENTRADA

FIGURA 4.22

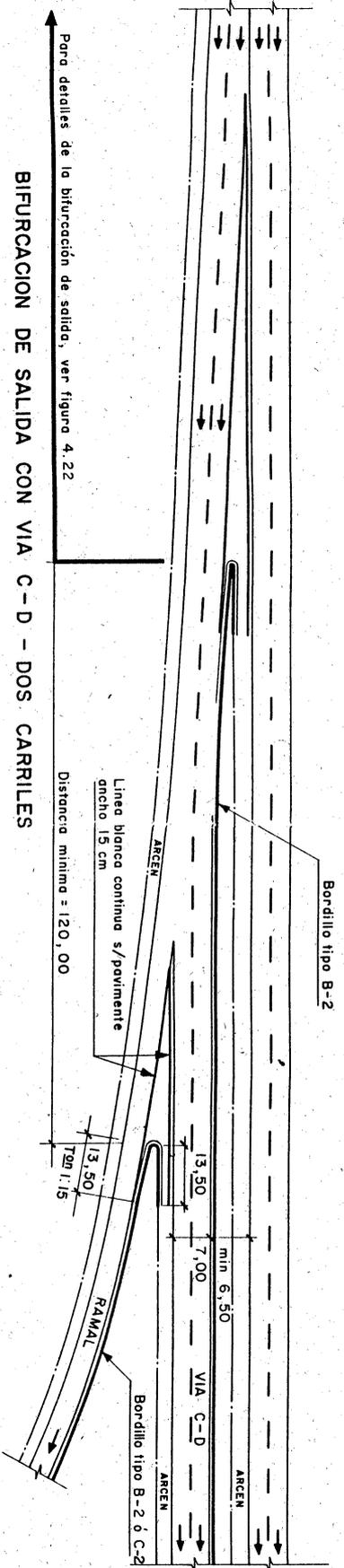




RAMAL DE SALIDA CON VIA C-D - UN CARRIL

Para detalles de la conexión del ramal de salida, ver figura 4.15 y 4.16

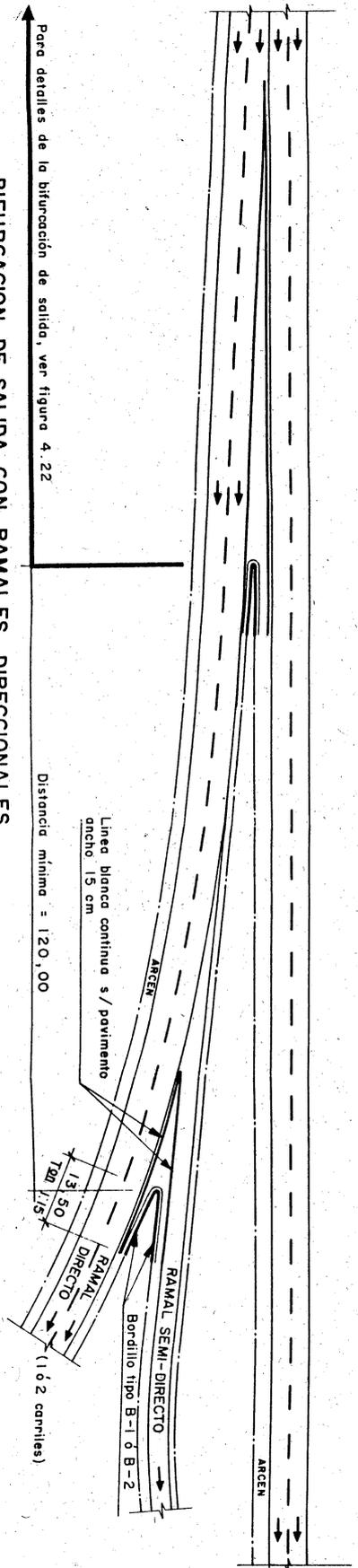
Distancia mínima = 180,00



BIFURCACION DE SALIDA CON VIA C-D - DOS CARRILES

Para detalles de la bifurcación de salida, ver figura 4.22

Distancia mínima = 120,00



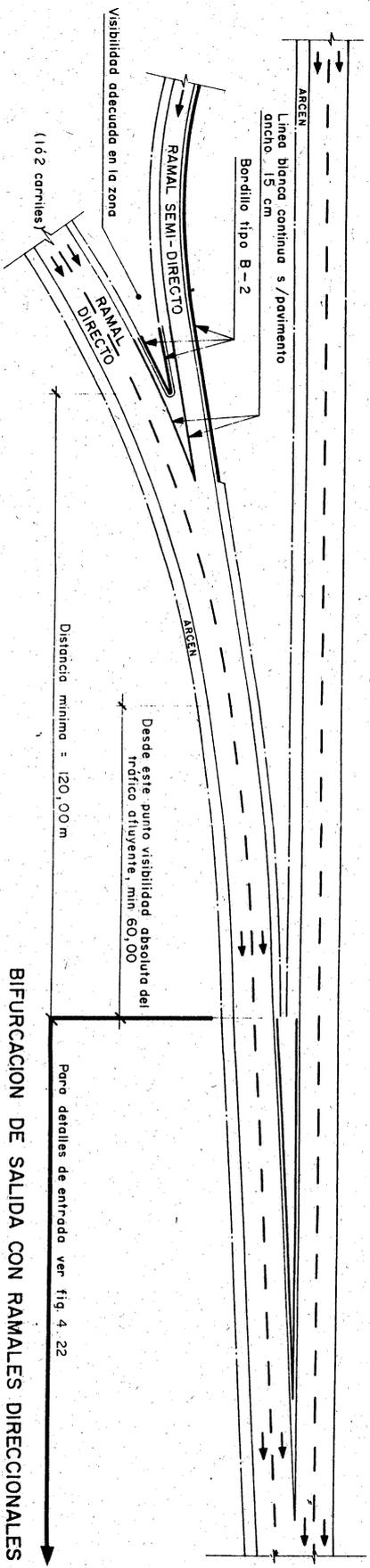
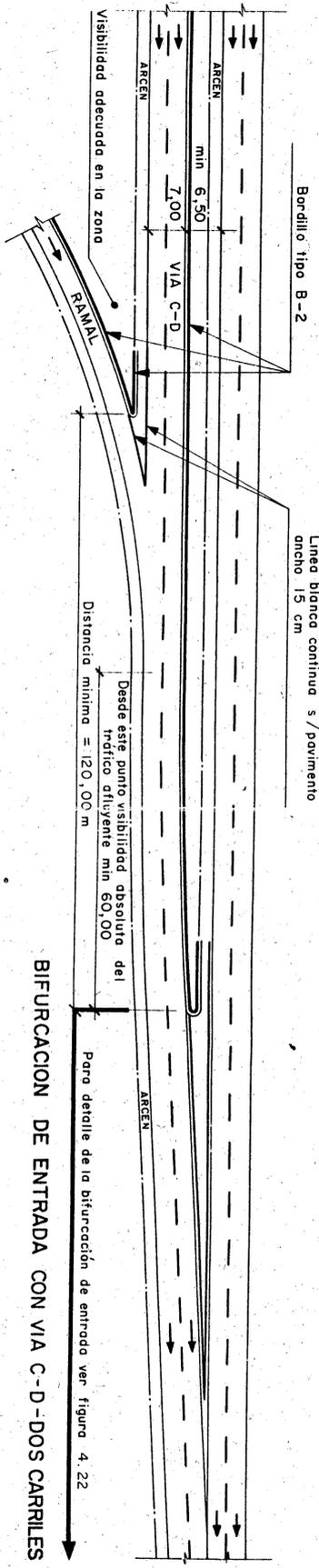
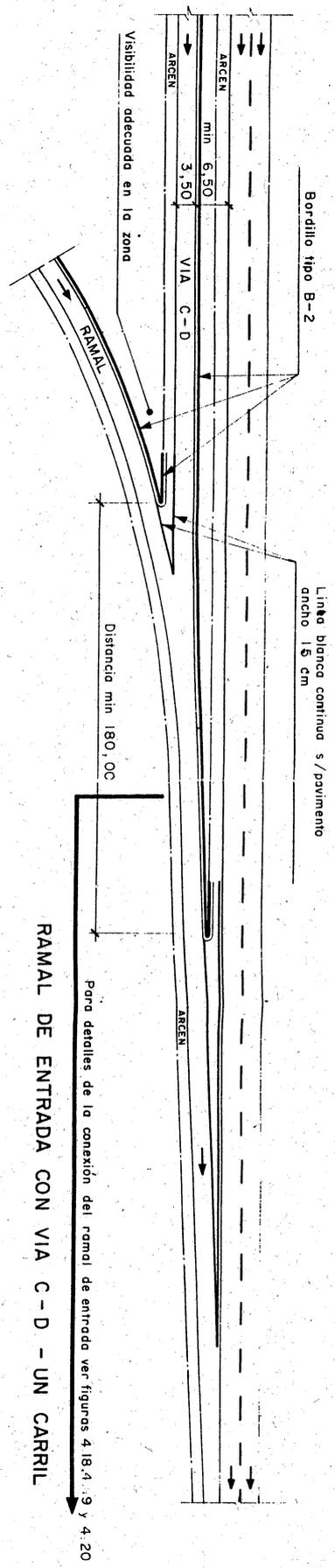
BIFURCACION DE SALIDA CON RAMALES DIRECCIONALES

Para detalles de la bifurcación de salida, ver figura 4.22

Distancia mínima = 120,00

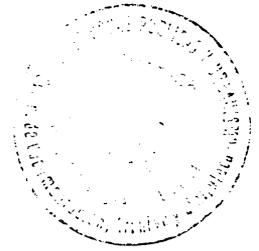
VIAS C-D, RAMALES DIRECCIONALES Y DISTANCIAS MINIMAS ENTRE RAMALES CONSECUTIVOS DE SALIDA

FIGURA 4.23



VIA C-D, RAMALES DIRECCIONALES Y DISTANCIAS MINIMAS ENTRE RAMALES CONSECUTIVOS DE ENTRADA

FIGURA 4.24



5. MEDIDAS PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO Y SEGURIDAD DE LAS AUTOPISTAS Y AUTOVIAS

5.1. Generalidades.

Las velocidades para las que se proyectan las autopistas y autovías son elevadas y ello, unido a la complejidad de maniobras y movimientos en las zonas próximas a los enlaces, obliga a prever una serie de medidas destinadas hacia un mejor funcionamiento del tráfico con la mayor seguridad posible.

Entre estas medidas hay que considerar la señalización y balizamiento, la instalación de barreras de seguridad, la iluminación, el cerramiento de la zona de protección de la vía, etc.

En estas Recomendaciones se tratará solamente de la señalización y la instalación de barreras de seguridad, dejando para posteriores publicaciones los restantes temas.

5.2. Señalización.

Es preciso establecer una señalización tanto vertical como horizontal, clara, sencilla, uniforme y perfectamente planificada, que permita identificar la aproximación y llegada a los puntos singulares que se presentan a lo largo del trazado de una autopista o de una autovía. Entre estos puntos, los principales se encuentran en las zonas del desarrollo de los enlaces, ya que por ahí es donde sale y se incorpora el tráfico a la vía principal.

Es tal la importancia que debe dedicar el proyectista a la señalización de autopistas y autovías, que algunos especialistas dedicados a la investigación sobre el funcionamiento y seguridad de estas carreteras, han llegado a afirmar que las señales y marcas viales son tan importantes para el conductor que deberían constituir el primer paso de un proyecto, y a su alrededor proyectarse el resto de los elementos de esta clase de carreteras.

5.2.1. Señalización vertical.

La señalización vertical de una autopista o autovía puede ser lateral o, preferiblemente, elevada sobre la calzada en pórticos o columnas-soporte de manera que los paneles respeten una altura libre mínima sobre el pavimento de 4,50 m. Esta modalidad que indudablemente es la más idónea para el usuario, presenta el inconveniente de su elevado costo de instalación y mantenimiento, por lo que sólo está justificada cuando existan una serie de condiciones previas, algunas de las cuales pueden ser las siguientes:

1. Intensidad de tráfico próxima a la capacidad de la carretera.
2. Trazado geométrico complicado de un enlace.
3. Existencia de 3 ó más carriles en cada sentido.
4. Posibilidad de obstrucción en la visibilidad deseable para una señal lateral. Por ejemplo, a causa de gran intensidad de vehículos pesados circulando por la vía.
5. Imposibilidad de instalación de carteles laterales debida a limitaciones de espacio.
6. Necesidad de guiar al tráfico con señales directamente establecidas sobre los carriles a que hacen referencia (bifurcaciones de autopistas, salidas por la izquierda, enlaces con dos salidas próximas entre sí como en el caso del trébol, etc.). Siempre que exista esta condición es imprescindible la instalación de señales elevadas.

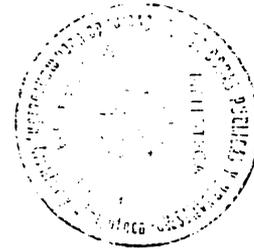
de anuncios luminosos.

autopista o autovía

de 1 m. fuera del
a 3,25 m. del
mediana cuando
m. no deben
ada para la
la.

autovías
ivos o,

vina-
de



Y SEGURIDAD DE LAS AUTOPISTAS Y

autovías son elevadas y ello, unido a los enlaces, obliga a prever una serie mayor seguridad posible. En efecto, la instalación de barreras de protección, etc. la instalación de barreras de protección, etc.

la. uniforme y
regulares que
principales
para el

señales reguladoras

, dirección obligatoria, etc.

visibles desde cualquier punto de la

por la señal. Su diámetro debe ser de 90 cm.

eral de toda esta serie de señales reguladoras con el

la consiguiente simplificación en beneficio del usuario, cuya

reservada para aquellas señales de mayor importancia como son las de

La AP-1 indica, además del comienzo de una autopista, la prohibición de circular por la autopista, camiones, animales, bicicletas, tractores y todos los vehículos que no sean automoviles y, dentro de estos, a aquellos que no sean capaces por su construcción, de alcanzar una velocidad superior a cierto límite fijado, como mínimo 40 km/h. También indica la prohibición de estacionar o detenerse en la calzada y arcenes (salvo avería en estos últimos), dar giros en U, atravesar la mediana y circular marcha atrás.

Al término de una autopista debe colocarse la señal complementaria de la anterior AP-2 (fig. 5.2.). De esta manera, ambas señales no sólo tienen misión informativa, sino que sirven de señales reguladoras del tráfico.

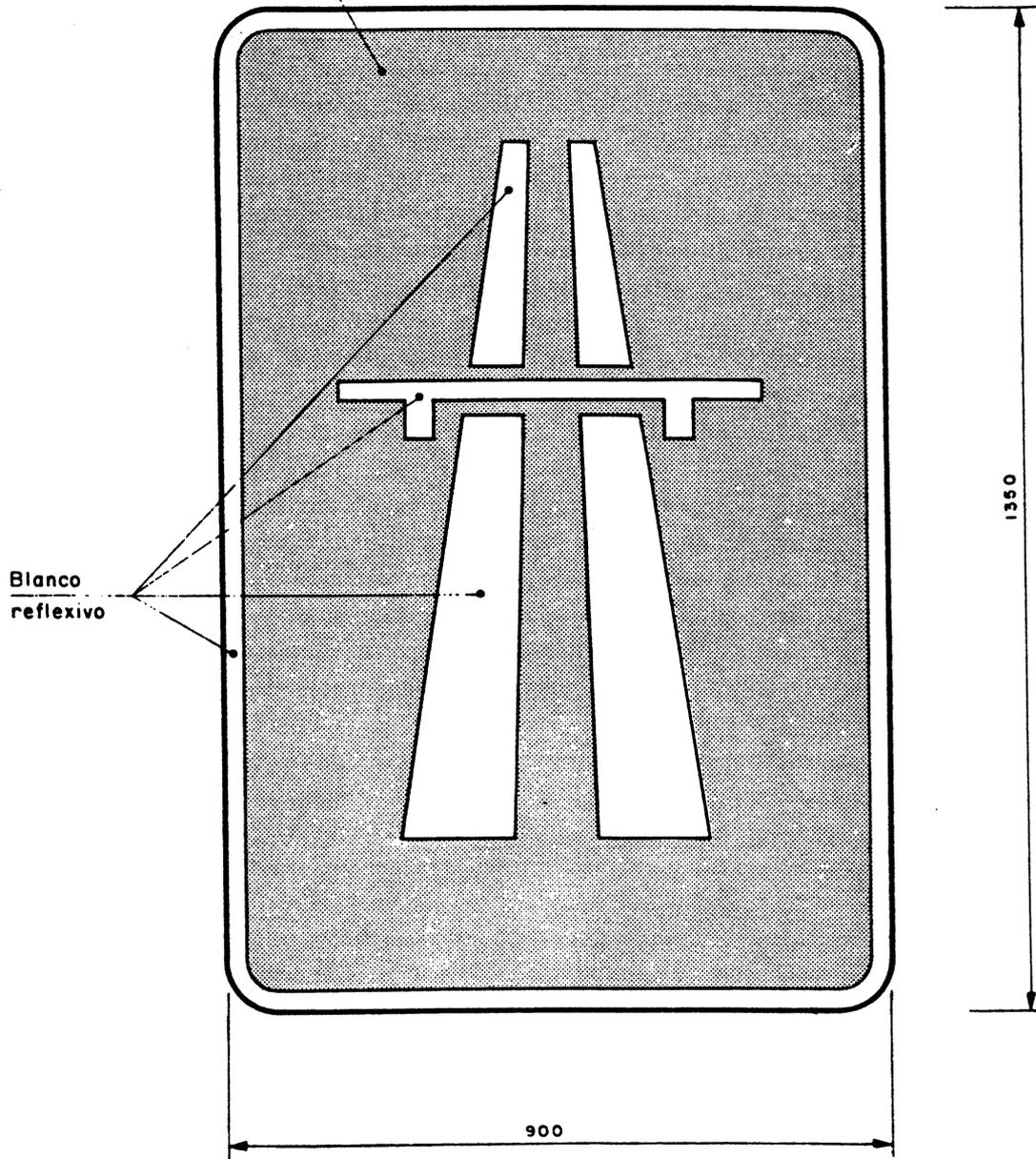
5.2.1.3. Señales de orientación.- Como ya se ha indicado con anterioridad son las señales de mayor importancia en autopistas y autovías, ya que su cometido es servir de guía y ayuda al usuario ante la complejidad de maniobras que ha de realizar a su llegada a un enlace por el cual entran y salen los vehículos de la vía principal.

Para lograr una señalización eficaz es preciso que se cumplan las cuatro condiciones siguientes:

- 1ª. Limitación del número de inscripciones de cada cartel.
- 2ª. Separación conveniente entre los carteles.
- 3ª. Diseño de los carteles con arreglo a unos ciertos mínimos en cuanto a tamaño de letras y signos, espesores de trazo, separaciones entre letras y entre palabras, distancias a los bordes del panel, orlas, etc.

COLECCION OFICIAL DE SEÑALES
EN VIAS PUBLICAS

Azul autopista reflexivo

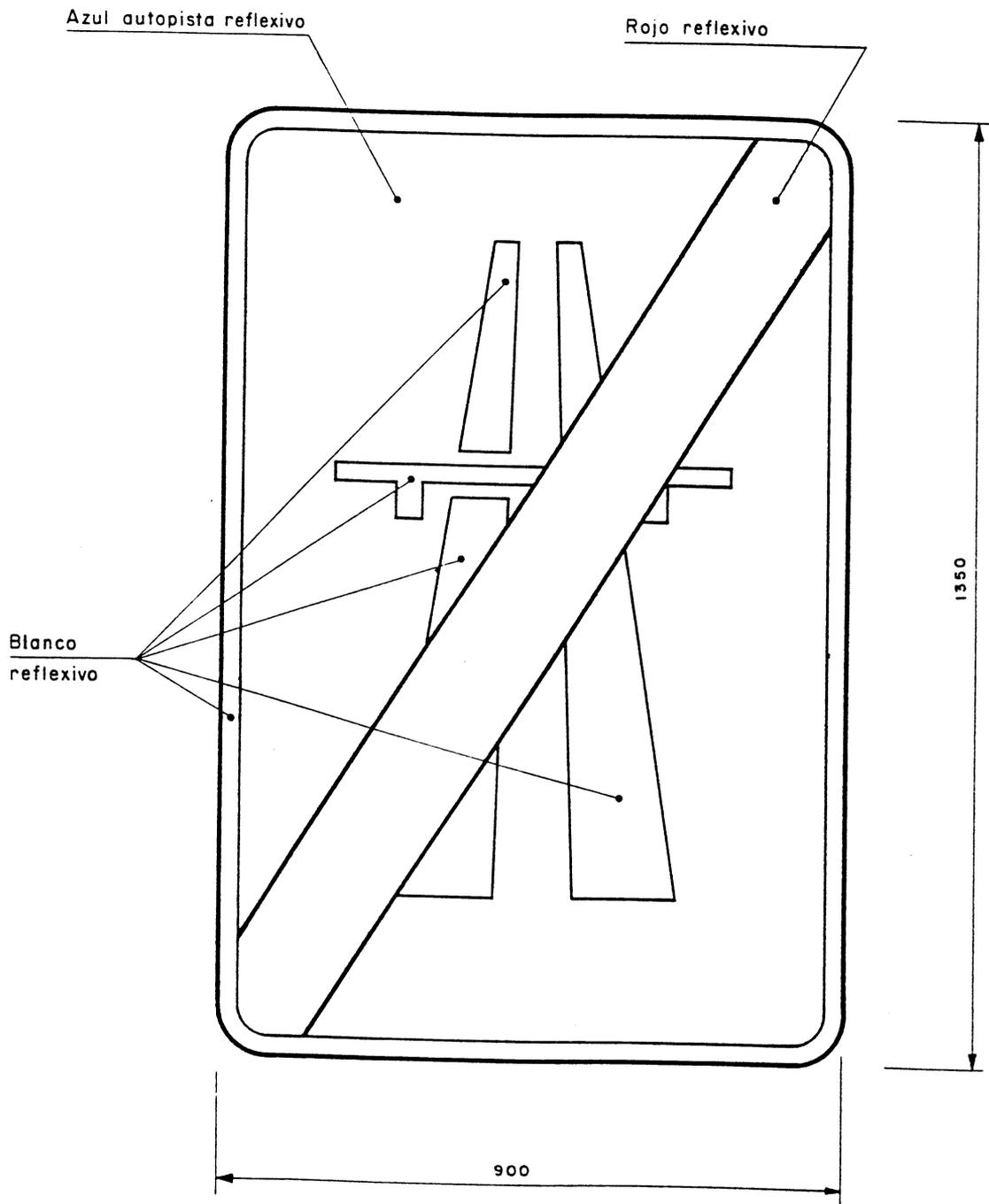


Cotas en mm.

SEÑAL AP - 1

FIGURA
5.1

COLECCION OFICIAL DE SEÑALES
EN VIAS PUBLICAS



Cotas en mm.

SEÑAL AP-2

FIGURA
5. 2

4ª. Elección adecuada de nombres para las inscripciones, pensando con preferencia en aquellos usuarios que desconocen el trayecto.

En cuanto a la primera de estas condiciones, lo ideal es que no existan más de dos filas de inscripciones con nombres de poblaciones, zonas, calles, etc., que puedan complementarse con otra fila con distancias, flechas, la palabra SALIDA, etc.

La separación entre carteles debe ser, como mínimo 300 m. en zonas rurales, y 180 m. en zonas urbanas. Cuando existan en el trazado vías C-D o vías de servicio, esta separación puede reducirse hasta 180 ó 120 m.

La tercera condición se refiere al diseño de cada cartel de una autopista o autovía. Es muy importante, hasta el punto de que en todo proyecto de señalización de las mismas o de un enlace deben aparecer todos los carteles dibujados a escala, con los cálculos del espacio necesario para cada inscripción y debidamente acotadas las distintas separaciones entre palabras, entre líneas y a los bordes del panel. No basta con especificar las dimensiones exteriores del cartel y del abecedario empleado, sino que es preciso dibujarlo ya que muchas veces, una vez hecho ésto, se aprecia la conveniencia o necesidad de modificarlo; ésto es comprensible si se tiene en cuenta que las dimensiones totales de un cartel resultan a veces excesivamente largas o altas y es preciso acoplar su forma a las posibilidades o limitaciones existentes.

Los carteles de aviso ante un enlace no conviene diseñarlos en forma de cartel-croquis, como en el caso de las intersecciones a nivel, ya que éstos tienen el grave inconveniente de que sólo es aprovechable una pequeña parte de su superficie para las inscripciones, lo que obliga a la disminución del tamaño de las mismas, en perjuicio de su legibilidad. Por otra parte, los ramales de salida de una autopista son en general por la derecha con conexiones de tipo normalizado; en estas condiciones queda suficientemente claro un diseño de cartel con la simple inscripción del nombre o nombres de la salida acompañado de alguna flecha indicadora de dirección (ver figura 5.8).

En aquellos casos en que sea preciso indicar también la dirección principal, es preferible hacerlo con dos carteles superpuestos, si se trata de señal lateral, con lo que se conseguirán tamaños mayores para las inscripciones y por tanto éstas serán más legibles. Estos casos, sin embargo, se presentarán raras veces, pues en la mayor parte de las ocasiones se recurrirá a la señalización elevada con la indicación directa sobre cada carril de los movimientos posibles a realizar. En la parte superior de la figura 5.3. se muestran dos carteles de iguales dimensiones exteriores en los que queda demostrado gráficamente lo expuesto en la primera parte de este párrafo.

En cuanto a los abecedarios, deben emplearse tamaños muy grandes, los mayores posibles en relación con el espacio de que se disponga, sobre todo en aquellas autopistas en zona rural con altas velocidades de circulación, y siempre que no dé lugar a incongruencias tales como el que una inscripción o nombre se diseñe de tamaño más reducido que otro contiguo y que sea de menor importancia que el primero.

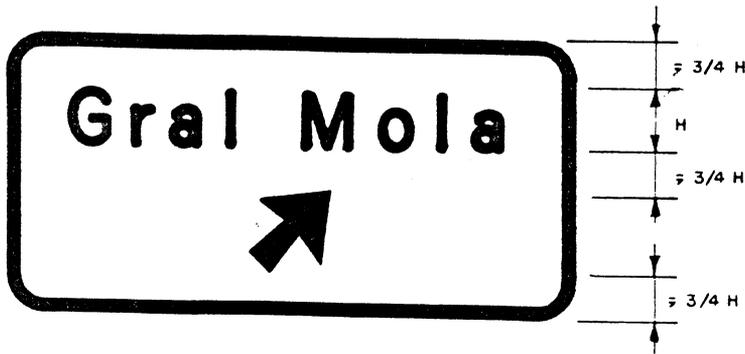
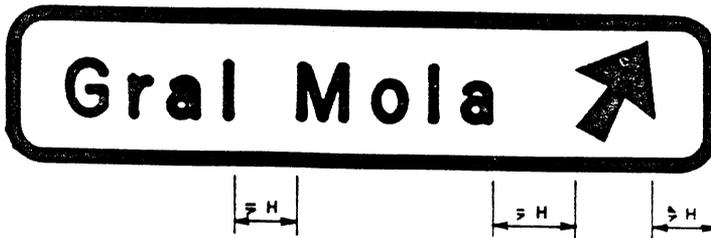
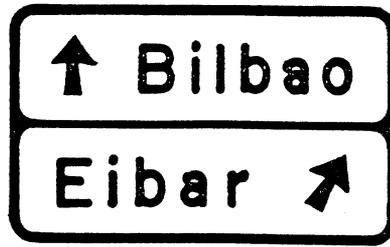
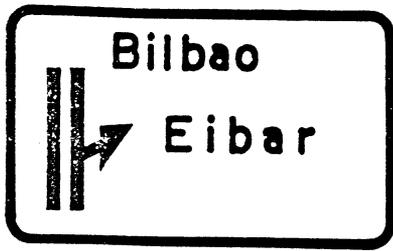
A título de orientación, el tamaño de letras que debe utilizarse en el caso de pórticos, es de 60 y 50 cm. de altura, procurando no bajar de 40 cm., aunque en casos excepcionales puede recurrirse a 30 cm.; en las señales laterales, el tamaño de letra conveniente es de 50 y 40 cm. Conviene distribuir las inscripciones, según su importancia, con distintos tamaños y tipos de letras de manera que destaquen aquellas de mayor interés.

La proporción entre mayúsculas y minúsculas, tomando como base fija para estas últimas la altura de la *i* sin punto, debe ser 4/3 y el espesor del trazo 1/4 de la altura de dicha letra. Hay que tener muy en cuenta en el diseño de los carteles que los anchos de las letras y su separación debe ser variable y para cumplir esta condición pueden servir de base las tablas 5.1. a 5.7. que se acompañan.

En casos especiales de inscripciones demasiado largas y con el fin de no reducir la altura del abecedario previamente elegido, puede utilizarse otro de su misma altura pero con anchos de letras y separaciones condensadas en un 20 por ciento sobre las normales.

En cuanto a separaciones entre palabras, nombres y distancias, flechas, líneas y márgenes, puede seguirse el criterio que se muestra en la figura 5.3.

La última de las condiciones a que se hace referencia en este capítulo es la elección adecuada de los nombres o inscripciones que deben figurar en los carteles y que a menudo suele presentar un



NOTA: En el caso de señalización lateral la luz libre desde el borde exterior del arcén a los paneles debe ser de 0.50 m. como mínimo.

problema bastante complejo sobre el que no pueden darse normas generales, pero al que el proyectista deberá dedicar especial cuidado por su importancia dentro del conjunto de la señalización.

En zonas rurales pueden identificarse las salidas de la autopista por uno o dos nombres que deben ser el de la población más próxima al enlace y el de la población más importante que el usuario encontrará por esa salida y debe evitarse la repetición de nombres cuando pueda irse a una misma población por distintas salidas, para lo cual el proyectista juzgará aquella más conveniente por la que interese conducir el tráfico. En cuanto a los carteles de confirmación de ruta en la propia autopista debe seguirse criterio similar, con la precaución de limitar el número máximo de inscripciones a tres.

En zonas urbanas el problema es más complejo ya que se presentan salidas a calles, barrios o zonas perfectamente conocidas para el tráfico local pero de difícil localización para los conductores que no estén familiarizados con la ruta; entonces la elección de nombres debe estudiarse con mucho cuidado y si es preciso consultando para ello con los Ayuntamientos interesados.

En las figuras 5.4. a 5.7. se muestran algunos tipos de señales de orientación laterales que pueden presentarse en autopistas y autovías con indicación del punto donde deben situarse. En la figura 5.8. se indican otros tipos de carteles de aplicación en el caso de señalización elevada.

A continuación se dedican capítulos aparte a la señalización de salidas y entradas de una autopista.

5.2.1.4. Señalización de salidas de autopista.- La señal más importante en autopistas o autovías es sin duda la que indica una salida de la misma, tanto si es de preaviso como si es de salida propiamente dicha.

Es deseable colocar dos carteles de preaviso que vayan advirtiendo al conductor de su aproximación a una salida, situados aproximadamente y como mínimo a 1.000 y 500 m. antes del comienzo de la vía de deceleración de la salida correspondiente. En zonas urbanas muchas veces será preciso reducir estas distancias por la proximidad entre enlaces consecutivos. Por último se colocará el cartel de indicación de salida preferiblemente al comienzo de la vía de deceleración, es decir, cuando el carril auxiliar de salida alcance su anchura normal de 3,50 m.; si no existiera vía de deceleración, puede colocarse el cartel unos 50 m. antes de la nariz de la conexión de salida.

En autopistas interurbanas, la señalización de una salida, si no es preciso proyectar pórtico, es muy simple, pudiendo utilizarse dos sistemas (ver fig. 5.9.). Uno de ellos consiste en numerar las salidas y tiene la ventaja de que resulta muy claro, sobre todo para el usuario no habitual de la ruta y también de que permite identificar la distancia, que se refiere siempre al punto de salida, de los nombres de las poblaciones, que pueden encontrarse muy lejanos de dicho punto. Este sistema parece recomendable para aquellos tramos de autopista que sirven de acceso a grandes poblaciones, en cuyo caso se ordenarían los números de salida en sentido creciente según se sale de la ciudad.

Cuando el sistema anterior no sea práctico o conveniente, los carteles que anuncian una salida pueden ser como los de la parte inferior de la figura 5.9.

En el caso de proyectarse pórticos, cualquiera que sea el sistema elegido de numerar las salidas o no, los carteles de preaviso pueden ser laterales o elevados y el de salida elevado sobre el carril correspondiente; acompañando a éste y sobre la propia calzada de la autopista pueden colocarse otros carteles con indicación de la próxima salida, destino de la autopista, etc.

Un caso especial es aquél en que existen dos salidas en un mismo enlace, como ocurre por ejemplo en los tréboles; entonces las señales de preaviso deben hacer referencia a las dos salidas con una distancia única y al llegar a la primera de ellas colocar un pórtico con la señal de salida correspondiente y la de preaviso de la salida inmediata, como se muestra en la figura 5.11.

En autopistas o autovías urbanas, sobre todo en aquellas de circunvalación, el problema de la señalización resulta más complicado a causa de la rápida sucesión de salidas de la vía principal, con frecuencia demasiado próximas entre sí. Será preciso en la mayoría de los casos recurrir a la señalización elevada y tener presente la necesidad de informar al usuario con antelación suficiente para que prepare su maniobra y seleccione el enlace por donde prefiera salir; para ello es muy eficaz la colocación de carteles con los nombres de los 2 ó 3 primeros enlaces que se encontrará y con la indicación de su distancia correspondiente.

TABLA 5.1
ANCHO EN mm DE LETRAS Y NUMEROS DEL ABECEDARIO
DE CARACTERES NORMALES

ANCHOS EN mm DE FLECHAS

MAYUSCULAS	ALTURA DE LA LETRA EN cm					MINUSCULAS	ALTURA DE LA LETRA EN cm					NUMEROS	ALTURA DEL NUMERO, EN cm				
	25	30	40	50	60		18.75	22.5	30	37.5	45		25	30	40	50	60
A	250	300	400	500	600	a	160	192	256	320	384	1	75	90	120	150	180
B	200	240	320	400	480	b	160	192	256	320	384	2	197	237	316	395	474
C	200	240	320	400	480	c	160	192	256	320	384	3	197	237	316	395	474
D	200	240	320	400	480	d	160	192	256	320	384	4	220	264	352	440	528
E	187	225	300	375	450	e	160	192	256	320	384	5	197	237	316	395	474
F	182	219	292	365	438	f	92	111	148	185	222	6	197	237	316	395	474
G	200	240	320	400	480	g	160	192	256	320	384	7	197	237	316	395	474
H	200	240	320	400	480	h	160	192	256	320	384	8	197	237	316	395	474
I	45	56	75	94	113	i	45	56	75	94	113	9	197	237	316	395	474
J	187	225	300	375	450	j	117	141	188	235	282	0	205	246	328	410	492
K	200	240	320	400	480	k	160	192	256	320	384	FLECHAS	ALTURA DE LA MAYUSCULA, EN cm				
L	182	219	292	365	438	l	45	56	75	94	113		25	30	40	50	60
M	237	285	380	475	570	m	267	321	428	535	642	 (1 linea)	430	500	625	775	930
N	200	240	320	400	480	n	160	192	256	320	384	 (2 lineas)	500	500	625	775	930
O	210	252	336	420	504	o	160	192	256	320	384	 (1 linea)	360	440	550	680	830
P	200	240	320	400	480	p	160	192	256	320	384	 (2 lineas)	480	480	560	700	840
Q	210	252	336	420	504	q	160	192	256	320	384	 (1 linea)	348	425	531	657	802
R	200	240	320	400	480	r	115	138	184	230	276	 (2 lineas)	444	444	541	676	811
S	200	240	320	400	480	s	160	192	256	320	384	 (1 linea)	312	381	476	589	719
T	182	219	292	365	438	t	122	147	196	245	294	 (2 lineas)	459	459	555	691	831
U	200	240	320	400	480	u	160	192	256	320	384	 (1 linea)	343	403	502	622	750
V	225	270	360	450	540	v	175	210	280	350	420	 (2 lineas)	576	576	700	870	1043
W	265	318	424	530	636	w	232	279	372	465	558		800	800	800	800	800
X	217	261	348	435	522	x	187	225	300	375	450						
Y	250	300	400	500	600	y	175	210	280	350	420						
Z	200	240	320	400	480	z	162	195	260	325	390						

TABLA 5.2.- SEPARACION EN mm. ENTRE MAYUSCULAS Y MINUSCULAS Y NUMEROS

PRIMERA LETRA	SEGUNDA LETRA															
	a, c, d e, g, o, q	b, h, i, k, j m, n, p, r, u	f, w	j	s, t	v, y	x	z	A, V, W X, 5	B, D, E, F, H I, K, L, M N, P, R, U	C, G, O, Q, S T, 4, 6, 9, 0	J	T, 7	Y	Z, 1	3, 6
A, W, X, 5, 6	57	65	55	37	47	37	47	60	62	92	65	55	57	60	87	67
B, 3	70	90	65	47	65	55	55	72	70	102	72	62	65	67	95	75
C, E, G,	65	82	60	42	57	57	62	67	67	100	70	60	62	65	92	72
D, O, Q, R, 8, 9	65	85	62	40	57	57	62	65	65	95	67	57	60	62	90	70
F, 7	30	62	37	30	35	35	37	47	57	87	60	47	50	55	82	62
H, I, M, N, 1	85	102	82	65	80	80	85	87	92	125	95	85	87	90	117	100
J, U	85	90	80	65	75	75	77	85	92	125	95	85	87	90	117	100
K, L	50	75	47	30	45	45	47	55	55	85	57	45	47	50	80	60
P	60	70	57	30	50	50	55	57	65	95	67	57	60	62	90	70
S, 2	57	80	55	37	52	52	57	60	60	90	62	50	55	57	85	65
T	47	75	42	35	47	47	50	55	57	87	60	47	50	55	82	62
V	42	70	47	37	52	52	57	60	62	92	65	55	57	60	87	67
Y	30	62	37	27	30	30	35	50	60	90	62	50	55	57	85	65
Z	77	92	75	55	75	75	77	82	87	117	90	80	82	85	112	92
4	85	105	80	62	77	77	82	85	85	115	87	75	80	82	110	90
a, d, g, h, i, j, l, m, n, q, u	75	95	72	55	70	70	75	77	75	77	77	75	77	77	77	77
b, f, k, o, p, s	55	75	50	32	47	47	52	57	52	52	52	52	57	60	60	60
c, e	57	77	55	37	52	52	57	60	57	57	57	57	60	60	60	60
r	37	57	35	15	30	30	35	37	35	35	35	37	37	37	37	37
t, z	57	77	52	35	50	50	55	57	55	55	55	55	57	57	57	57
v, y	47	70	45	27	42	42	47	50	47	47	47	47	47	47	47	47
w	50	70	47	30	45	45	47	52	47	47	47	47	47	47	47	47
x	52	72	47	30	47	47	50	55	47	47	47	47	47	47	47	47

ALTURA MAYUSCULAS Y NUMEROS : 25 cm.
ALTURA MINUSCULAS : 18,75 cm

TABLA 5.3. - SEPARACION EN mm. ENTRE MAYUSCULAS Y MINUSCULAS Y NUMEROS

PRIMERA LETRA	SEGUNDA LETRA															
	a,c,d e,g,o,q	b,h,i,k,l m,n,p,r,t,u	f,w	j	s,t	v,y	x	z	A,W X, 5	B,D,E,F,H I,K,L,M N,P,R,U	C,G,O,Q,S T,U,V,W,X Y,Z	J	T,7	Y	Z,1	3,6
A, W, X, 5, 6	69	78	66	45	57	45	57	72	75	111	78	.66	69	72	105	81
B, 3	84	108	78	57	78	66	66	87	84	123	87	75	78	81	114	90
C, E, G,	78	99	72	51	69	69	75	81	81	120	84	72	75	78	111	87
D, O, Q, R, 8, 9	78	102	75	48	69	69	75	78	78	114	81	69	72	75	108	84
F, 7	36	75	45	36	42	42	45	57	69	105	72	57	60	66	99	75
H, I, M, N, 1	102	123	99	78	96	96	102	105	111	150	114	102	105	108	141	120
J, U	102	108	96	78	90	90	93	102	111	150	114	102	105	108	141	120
K, L	60	90	57	36	54	54	57	66	66	102	69	54	57	60	96	72
P	72	84	69	36	60	60	66	69	78	114	81	69	72	75	108	84
S, 2	69	96	66	45	63	63	69	72	72	108	75	60	66	69	102	78
T	57	90	51	42	57	57	60	66	69	105	72	57	60	66	99	75
V	51	84	57	45	63	63	69	72	75	111	78	66	69	72	105	81
Y	36	75	45	33	36	36	42	60	72	108	75	60	66	69	102	78
Z	93	111	90	66	90	90	93	99	105	141	108	96	99	102	135	111
4	102	126	96	75	93	93	99	102	102	138	105	90	96	99	132	108
a, d, g, h, i, j, l, m, n, q, u	90	114	87	66	84	84	90	93								
b, f, k, o, p, s	66	90	60	39	57	57	63	69								
c, e	69	93	66	45	63	63	69	72								
r	45	69	42	18	36	36	42	45								
t, z	69	93	63	42	60	60	66	69								
v, y	57	84	54	33	51	51	57	60								
w	60	84	57	36	54	54	57	63								
x	63	87	57	36	57	57	60	66								

ALTURA MAYUSCULAS Y NUMEROS : 30 cm.
 ALTURA MINUSCULAS : 22,5 cm.

TABLA 5.4. - SEPARACION EN mm. ENTRE MAYUSCULAS Y MINUSCULAS Y NUMEROS

PRIMERA LETRA	SEGUNDA LETRA															
	a, c, d e, g, o, q	b, h, i, k, l m, n, p, r, u	f, w	j	s, t	v, y	x	z	A, V, W X, 5	B, D, E, F, H I, K, L, M N, P, R, U	C, G, O, Q, S T, 4, 8, 9, 0	J	T, 7	Y	Z, 1	3, 6
A, W, X, 5, 6	92	104	88	60	76	60	76	96	100	148	104	88	92	96	140	108
B, 3	112	144	104	76	104	88	88	116	112	164	116	100	104	108	152	120
C, E, G	104	132	96	68	92	92	100	108	108	160	112	96	100	104	148	116
D, O, Q, R, 8, 9	104	136	100	64	92	92	100	104	104	152	108	92	96	100	144	112
F, 7	48	100	60	48	56	56	60	76	92	140	96	76	80	88	132	100
H, I, M, N, 1	136	164	132	104	128	128	136	140	148	200	152	136	140	144	188	160
J, U	136	144	128	104	120	120	124	136	148	200	152	136	140	144	188	140
K, L	80	120	76	48	72	72	76	88	88	136	92	72	76	80	128	96
P	96	112	92	48	80	80	88	92	104	152	108	92	96	100	144	112
S, 2	92	128	88	60	84	84	92	96	96	144	100	80	88	92	136	104
T	76	120	68	56	76	76	80	88	92	140	96	76	80	88	132	100
V	68	112	76	60	84	84	92	96	100	148	104	88	92	96	140	108
Y	48	100	60	44	48	48	56	80	96	144	100	80	88	92	136	104
Z	124	148	120	88	120	120	124	132	140	188	144	128	132	136	180	148
4	136	168	128	100	124	124	132	136	136	184	140	120	128	132	176	144
a, d, q, h, i, j, l, m, n, q, u	120	152	116	88	112		120	124								
b, f, k, o, p, s	88	120	80	52	76		84	92								
c, e	92	124	88	60	84		92	96								
r	60	92	56	24	48		56	60								
t, z	92	124	84	56	80		88	92								
v, y	76	112	72	44	68		76	80								
w	80	112	76	48	72		76	84								
x	84	116	76	48	76		80	88								

ALTURA MAYUSCULAS Y NUMEROS : 40 cm.

ALTURA MINUSCULAS : 30 cm.

NOTA. - Para separaciones de abecedarios de altura no incluida en las tablas 5.2 a 5.6, multiplicar las que figuran en esta tabla por el factor proporcional a sus alturas.

TABLA 5.5. - SEPARACION EN mm. ENTRE MAYUSCULAS Y MINUSCULAS Y NUMEROS

PRIMERA LETRA	SEGUNDA LETRA															
	a, c, d e, g, o, q	b, h, i, k, l m, n, p, r, u	f, w	j	s, t	v, y	x	z	A, V, W X, 5	B, D, E, F, H I, K, L, M N, P, R, U	C, G, O, Q, S T, A, B, 8, 9, 0	J	T, 7	Y	Z, 1	3, 6
A, W, X, 5, 6	115	130	110	75	95	75	95	120	125	185	130	110	115	120	175	135
B, 3	140	180	130	95	130	110	110	145	140	205	145	125	130	135	190	150
C, E, G,	130	165	120	85	115	115	125	135	135	200	140	120	125	130	185	145
D, O, Q, R, 8, 9	130	170	125	80	115	115	125	130	130	190	135	115	120	125	180	140
F, 7	60	125	75	60	70	70	75	95	115	175	120	95	100	110	165	125
H, I, M, N, 1	170	205	165	130	160	160	170	175	185	250	190	170	175	180	235	200
J, U	170	180	160	130	150	150	155	170	185	250	190	170	175	180	235	200
K, L	100	150	95	60	90	90	95	110	110	170	115	90	95	100	160	120
P	120	140	115	60	100	100	110	115	130	190	135	115	120	125	180	140
S, 2	115	160	110	75	105	105	115	120	120	180	125	100	110	115	170	130
T	95	150	85	70	95	95	100	110	115	175	120	95	100	110	165	125
V	85	140	95	75	105	105	115	120	125	185	130	110	115	120	175	135
Y	60	125	75	55	60	60	70	100	120	180	125	100	110	115	170	130
Z	155	185	150	110	150	150	155	165	175	235	180	160	165	170	225	185
4	170	210	160	125	155	155	165	170	170	230	175	150	160	165	220	180
a, d, g, h, i, j, l, m, n, q, u	150	190	145	110	140	140	150	155								
b, f, k, o, p, s	110	150	100	65	95	95	105	115								
c, e	115	155	110	75	105	105	115	120								
r	75	115	70	30	60	60	70	75								
t, z	115	155	105	70	100	100	110	115								
v, y	95	140	90	55	85	85	95	100								
w	100	140	95	60	90	90	95	105								
x	105	145	95	60	95	95	100	110								

ALTURA MAYUSCULAS Y NUMEROS : 50 cm.

ALTURA MINUSCULAS : 37,5 cm.

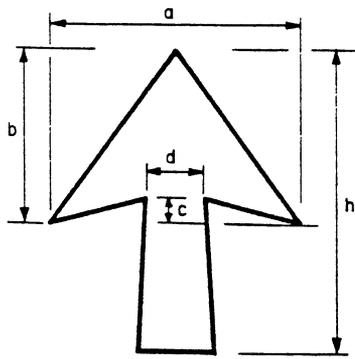
TABLA 5.6. - SEPARACION EN mm. ENTRE MAYUSCULAS Y MINUSCULAS Y NUMEROS

PRIMERA LETRA	SEGUNDA LETRA															
	a, c, d e, g, o, q	b, h, i, k, l m, n, p, r, u,	f, w	j	s, t	v, y	x	z	A, V, W X, 5	B, D, E, F, H I, K, L, M N, P, R, U	C, G, O, Q, S 2, 4, 8, 9, 0	J	T, 7	Y	Z, 1	3, 6
A, W, X, 5, 6	138	156	132	90	114	90	114	144	150	222	156	132	138	144	210	162
B, 3	168	216	156	114	156	132	132	174	168	246	174	150	156	162	228	180
C, E, G	156	198	144	102	138	138	150	162	162	240	168	144	150	156	222	174
D, O, Q, R, 8, 9	156	204	150	96	138	138	150	156	156	228	162	138	144	150	216	168
F, 7	72	150	90	72	84	84	90	114	138	210	144	114	120	132	198	150
H, I, M, N, 1	204	246	198	156	192	192	204	210	222	300	228	204	210	216	282	240
J, U	204	216	192	156	180	180	186	204	222	300	228	204	210	216	282	240
K, L	120	180	114	72	108	108	114	132	132	204	138	108	114	120	192	144
P	144	168	138	72	120	120	132	138	156	228	162	138	144	150	216	168
S, 2	138	192	132	90	126	126	138	144	144	216	150	120	132	138	204	156
T	114	180	102	84	114	114	120	132	138	210	144	114	120	132	198	150
V	102	168	114	90	126	126	138	144	150	222	156	132	138	144	210	162
Y	72	150	90	66	72	72	84	120	144	216	150	120	132	138	204	156
Z	186	222	180	132	180	180	186	198	210	282	216	192	198	204	270	222
4	204	252	192	150	186	186	198	204	204	276	210	180	192	198	264	216
a, d, g, h, i, j, l, m, n, q, u	180	228	174	132	168	168	180	186	180	276	210	180	192	198	264	216
b, f, k, o, p, s	132	180	120	78	114	114	126	138	132	204	138	108	114	120	192	144
c, e	138	186	132	90	126	126	138	144	144	216	150	120	132	138	204	156
r	90	138	84	36	72	72	84	90	90	126	90	72	84	90	126	90
t, z	138	186	126	84	120	120	132	138	132	204	138	108	114	120	192	144
v, y	114	168	108	66	102	102	114	120	120	168	108	72	84	90	126	90
w	120	168	114	72	108	108	114	126	120	168	108	72	84	90	126	90
x	126	174	114	72	114	114	120	132	120	168	108	72	84	90	126	90

ALTURA MAYUSCULAS Y NUMEROS : 60 cm.

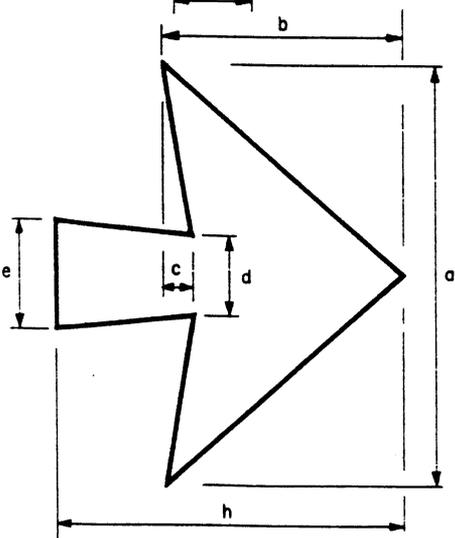
ALTURA MINUSCULAS : 45 cm.

TABLA 5.7 - DIMENSIONES DE FLECHAS PARA SEÑALES DE ORIENTACION



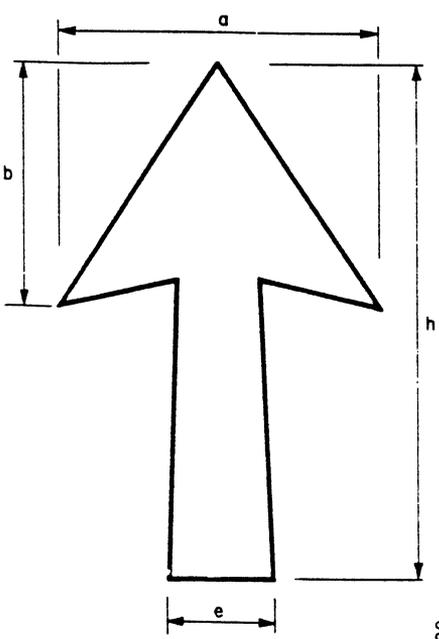
FLECHA HORIZONTAL, VERTICAL O DIAGONAL PARA UNA LINEA

TAMAÑO DE LA LETRA	DIMENSIONES EN mm					
	a	b	c	d	e	h
25 cm	360	245	35	85	110	430
30 cm	440	290	40	110	140	500
40 cm	550	355	45	125	170	625
50 cm	680	440	53	155	210	775
60 cm	830	530	60	190	260	930



FLECHA HORIZONTAL PARA DOS LINEAS

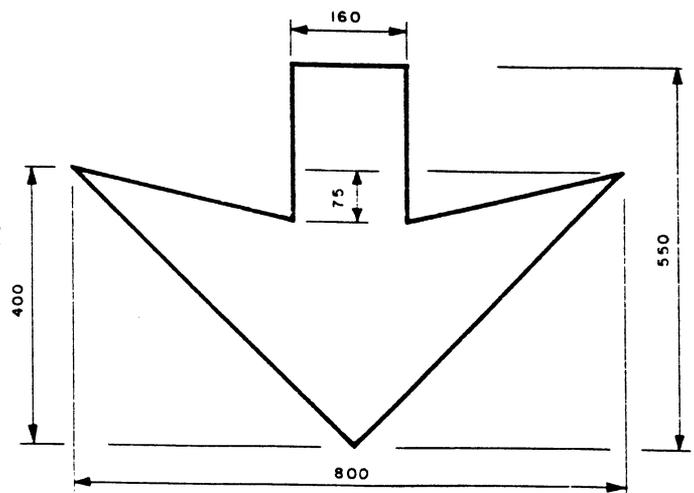
TAMAÑO DE LA LETRA	DIMENSIONES EN mm.					
	a	b	c	d	e	h
25 cm	600	340	40	115	150	500
30 cm						
40 cm	720	410	45	130	180	625
50 cm	870	490	53	160	220	775
60 cm	990	560	60	195	270	930



FLECHA VERTICAL O DIAGONAL PARA DOS LINEAS

TAMAÑO DE LA LETRA	DIMENSIONES EN mm					
	a	b	c	d	e	h
25 cm	460	350	40	115	150	740
30 cm						
40 cm	560	430	45	130	180	900
50 cm	700	535	53	160	220	1120
60 cm	840	640	60	195	270	1340

FLECHA VERTICAL HACIA ABAJO





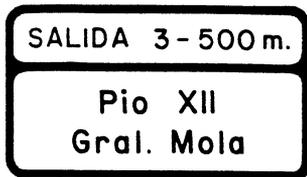
1ª línea : 40/30 cm.
2ª y 3ª líneas : 60/45 cm.

AUTOVIAS:

1ª línea : 30/22.5 cm.
2ª y 3ª líneas : 40/30 cm.

Para situar a la derecha de la calzada, una 1 Km. y otra 500 m. antes del comienzo de la vía de deceleración en zona rural. La indicación de distancia puede hacerse con las inscripciones de 1000 y 500 m. ó de 1 y 1/2 Km. Las indicaciones de destino pueden constar de una o dos inscripciones; cuando se presenta un enlace con dos salidas deben indicarse las dos con una única distancia.

En casos de espacios restringidos pueden reducirse los abecedarios hasta un mínimo de 40/30 cm. para las indicaciones de destino.



1ª línea : SALIDA 3, 25 cm.
Distancias : 30/22.5 cm.
2ª y 3ª líneas : 40/30 cm.

Para situar a la derecha de la calzada, en sustitución del anterior en los casos que interese numerar las salidas (autopistas urbanas; acceso a poblaciones importantes, etc.). La colocación de estos carteles de preaviso debe hacerse a las distancias más convenientes según la separación entre enlaces.



Para situar a la derecha de la calzada, una 1 Km. y otra 500m. antes del comienzo de la vía de deceleración de una salida a zona de descanso, de servicio, etc..



1ª línea : 30/22.5 cm.
2ª y 3ª líneas : 40cm.



1ª línea : 25 cm.

Puede situarse en el mismo poste de la segunda señal de preaviso de una salida, cuando en esta existe instalación telefónica



1ª línea : 40/30 cm.
2ª y 3ª líneas : 50 cm.

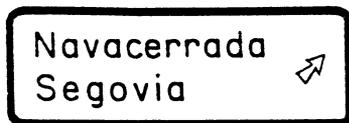
AUTOVIAS:

1ª línea : 30/22.5 cm.
2ª y 3ª líneas : 40 cm.

Para situar a la derecha de la calzada principal, una 1 Km. y otra 500 m. antes del comienzo de la vía de deceleración de una salida a una vía o calle de servicio. En zonas urbanas, con espacio restringido, pueden colocarse a la distancia más conveniente que permita la separación entre enlaces.

TIPOS DE SEÑALES DE ORIENTACION CARTELES LATERALES DE PREAVISO DE SALIDA

FIGURA
5.4



1ª y 2ª línea : 60/45 cm.

AUTOVIAS

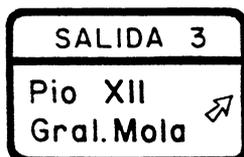
1ª y 2ª línea : 40/30 cm.



1ª línea : 50 cm.

AUTOVIAS

1ª línea : 40 cm.



1ª línea : 25 cm.

2ª y 3ª línea : 40/30 cm.



1ª y 2ª líneas : 40 cm.



1ª y 2ª líneas : 50 cm.

AUTOVIAS :

1ª y 2ª líneas : 40 cm.

Para situar a la derecha de la calzada en el comienzo de la vía de deceleración, donde esta tiene ya su anchura normal de 3.50 m. Como los carteles correspondientes de preaviso, pueden tener una o dos inscripciones, y la disposición de la flecha indicadora puede ser lateral o inferior, según sea más conveniente para el diseño del conjunto de la señal. Cuando se presenta un enlace con dos salidas, debe colocarse una señal elevada, como se indica mas adelante. En casos de espacios restringidos puede reducirse el abecedario hasta un mínimo de 40/30 cm., o limitar la inscripción a la palabra SALIDA con la condición de que al menos existan anteriormente dos señales de preaviso.

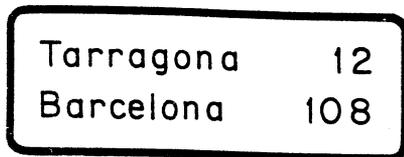
Para situar a la derecha de la calzada, en sustitución del anterior en los casos que interese numerar las salidas.

Para situar a la derecha de la calzada en el comienzo de la vía de deceleración de una salida a zona de descanso, servicio, etc.

Para situar a la derecha de la calzada principal en el comienzo de una vía de deceleración de una salida a vía o calle de servicio.

TIPOS DE SEÑALES DE ORIENTACION
CARTELES LATERALES DE AVISO DE SALIDA

FIGURA
5.5

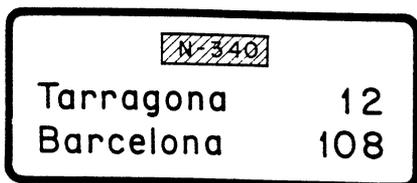


1ª y 2ª línea : 50 / 37.5 cm.

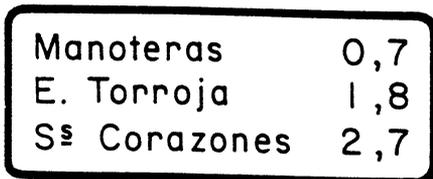
AUTOVIAS

1ª y 2ª línea : 30 / 22.5 cm.

Para situar en la mediana o a la derecha de la calzada 750 m. despues del final de una via de deceleración si lo permite el espacio entre enlaces sucesivos. Pueden hacerse dos o tres, como máximo, indicaciones de localidades de destino y es opcional complementar el cartel con el número de la autopista o autovía en su color reglamentario



1ª línea : 30 cm. (autovias : 20 cm.)



30/22.5 cm. (autovias : 25 / 18.75 cm.)

Para situar en autopistas o autovías urbanas en la mediana o a la derecha de la calzada y a continuación de una salida, con indicación de los dos o tres próximos enlaces.



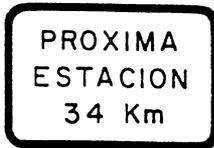
1ª y 2ª línea : 25 cm.

3ª línea : 20 cm.

Puede colocarse en el mismo poste de la primera señal de preaviso de una salida cuando la próxima inmediata se encuentra a más de 10 Km.

TIPOS DE SEÑALES DE ORIENTACION CARTELES LATERALES VARIOS

FIGURA 5. 6



1ª y 2ª línea : 25 cm.
3ª línea : 20 cm.

Para colocar en el mismo poste de la primera señal de preaviso de una estación de servicio o área de descanso cuando la próxima inmediata este a más de 25 Km.



1ª y 2ª línea : 25 cm.
3ª línea : 30/22.5 cm.

Para situar en línea límite de provincia, a la derecha de la calzada



1ª y 2ª línea : 40/30 cm.

Para situar a la derecha de la calzada

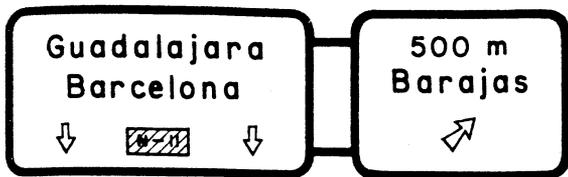


1ª y 2ª línea : 40/30 cm
3ª línea : 25 cm.

Para situar a la derecha de la calzada

TIPOS DE SEÑALES DE ORIENTACION CARTELES LATERALES VARIOS

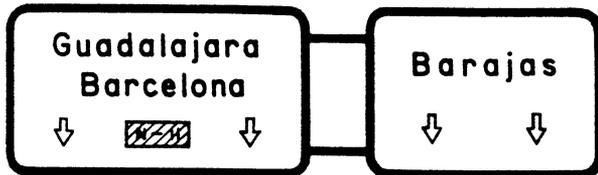
FIGURA
5.7



1ª y 2ª línea: 60/45 cm.
3ª línea: 25 cm.

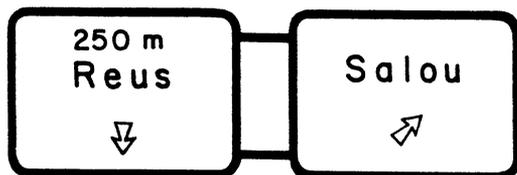
1ª línea: 40 cm.
2ª línea: 60/45 cm.

Cartel de preaviso de salida para colocar uno a una distancia de 1 km. y otro de 500 m. antes del comienzo de una bifurcación de salida, junto con el de confirmación de la ruta directa.



Abecedarios iguales al anterior

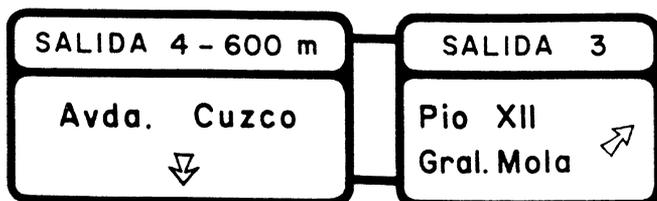
Cartel para colocar en el comienzo de una bifurcación de salida



1ª línea: 40 cm.
2ª " : 60/45 cm.

1ª línea: 60/45 cm.

Cartel de aviso de salida con otro de preaviso de otra salida muy próxima para colocar al comienzo de la vía de deceleración de la primera de ellas. Aplicable a los enlaces tipo trébol o en zonas urbanas con salidas poco distanciadas unas de otras.



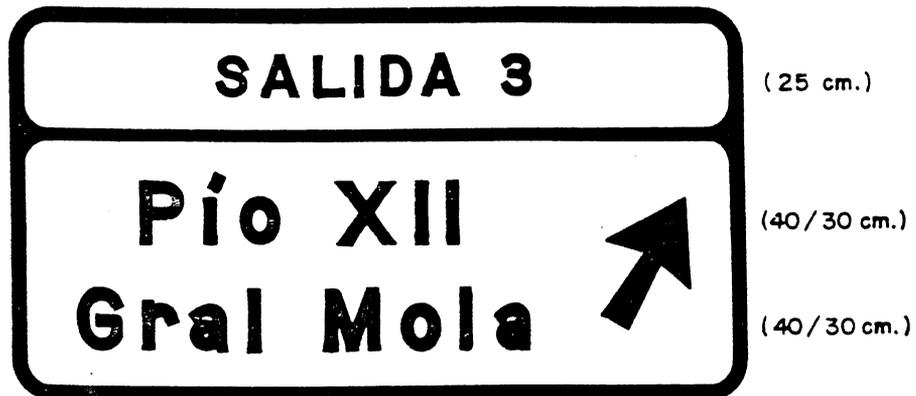
1ª línea: 30 y 40 cm.
2ª línea: 60/45 cm.

1ª línea: 30 cm.
2ª y 3ª línea: 60/45 cm.

Similar a la anterior pero con salidas numeradas

TIPOS DE SEÑALES ELEVADAS

FIGURA 5.8



SISTEMAS DE SEÑALIZACION DE SALIDAS

FIGURA
5.9

5.2.1.5. Señalización de entradas a autopistas.- En los ramales de entrada a una autopista es recomendable la colocación de una señal AP-1 (fig. 5.1.) unos 250 m. antes del comienzo de la vía de aceleración o de la nariz de la conexión de entrada.

Si la carretera principal no tuviera carácter de autopista, la señal anterior puede sustituirse por la A-2a que se muestra en la figura 5.10.

5.2.1.6. Ejemplos de señalización de autopistas.- A continuación se exponen unos ejemplos prácticos para la resolución del diseño de carteles.

En primer lugar se supone el caso del diseño de un cartel de preaviso de salida tal como el de la figura 5.9., con las inscripciones ya elegidas de: SALIDA 3 - 500 m.; Pio XII-Gral. Mola. En principio se seleccionan los siguientes abecedarios:

SALIDA 3	mayúsculas 30 cm.
500 m.	40/30 cm.
Pio XII - Gral. Mola	60/45 cm.

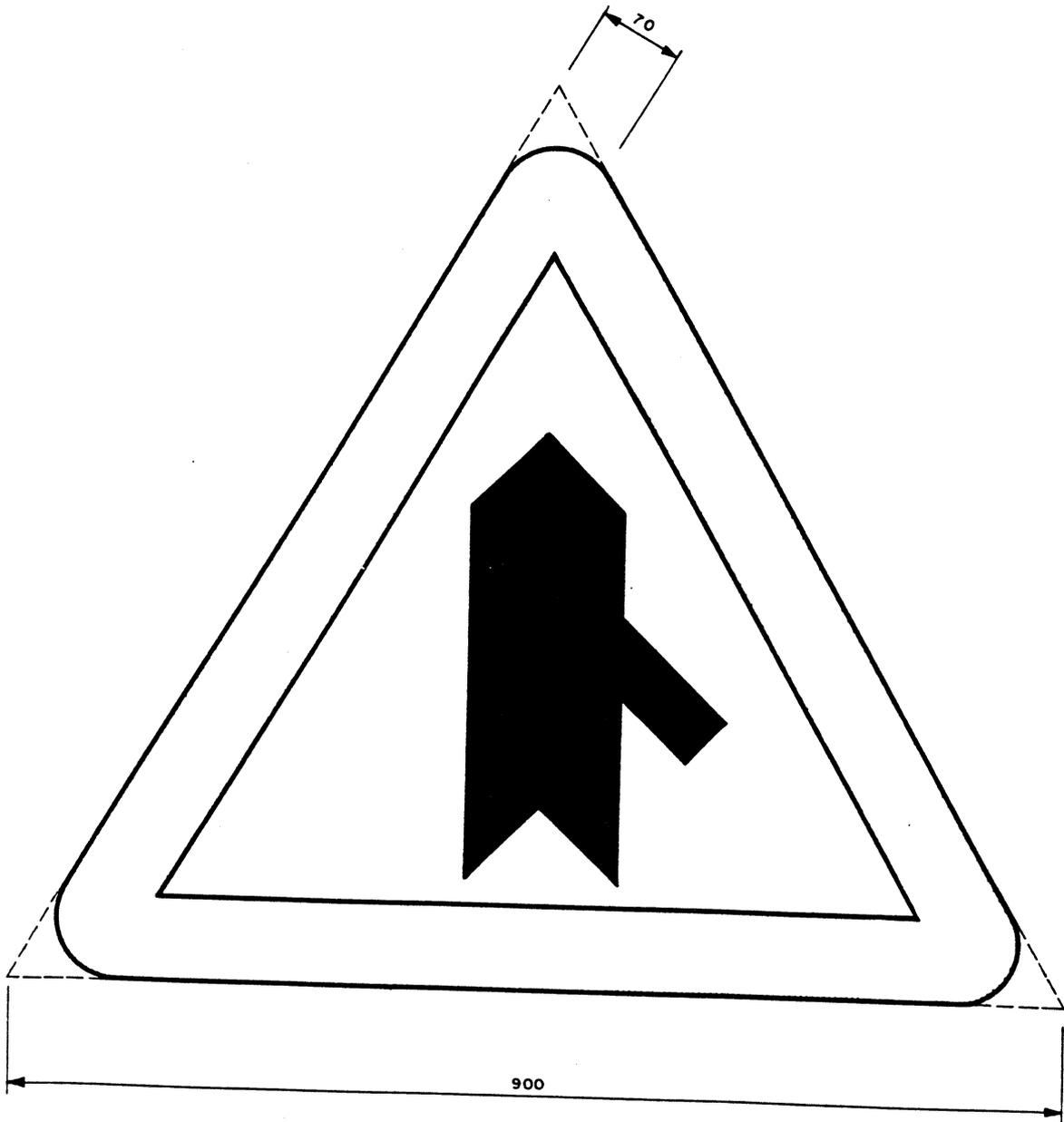
Con ayuda de las tablas 5.1., 5.3., 5.4. y 5.6 se determina la longitud de cada fila de inscripciones:

Margen inicial	300	3	237
S	240	Sep ^{on}	600
Sep ^{on}	72	5	316
A	300	Sep ^{on}	104
Sep ^{on}	111	0	328
L	219	Sep ^{on}	108
Sep ^{on}	102	0	328
I	56	Sep ^{on}	136
Sep ^{on}	150	m	428
D	240	Margen final	400
Sep ^{on}	78		
A	300	TOTAL	5.453 mm.
Sep ^{on}	300		

Margen inicial	600	Margen inicial	600
P	480	G	480
Sep ^{on}	168	Sep ^{on}	198
i	113	r	276
Sep ^{on}	180	Sep ^{on}	90
o	384	a	384
Sep ^{on}	600	Sep ^{on}	228
X	522	l	113
Sep ^{on}	222	Sep ^{on}	600
l	113	M	570
Sep ^{on}	300	Sep ^{on}	204
l	113	o	384
Margen final	600	Sep ^{on}	180
		l	113
TOTAL	4.395 mm.	Sep ^{on}	180
		a	384
		Margen final	600

TOTAL 5.584 mm.

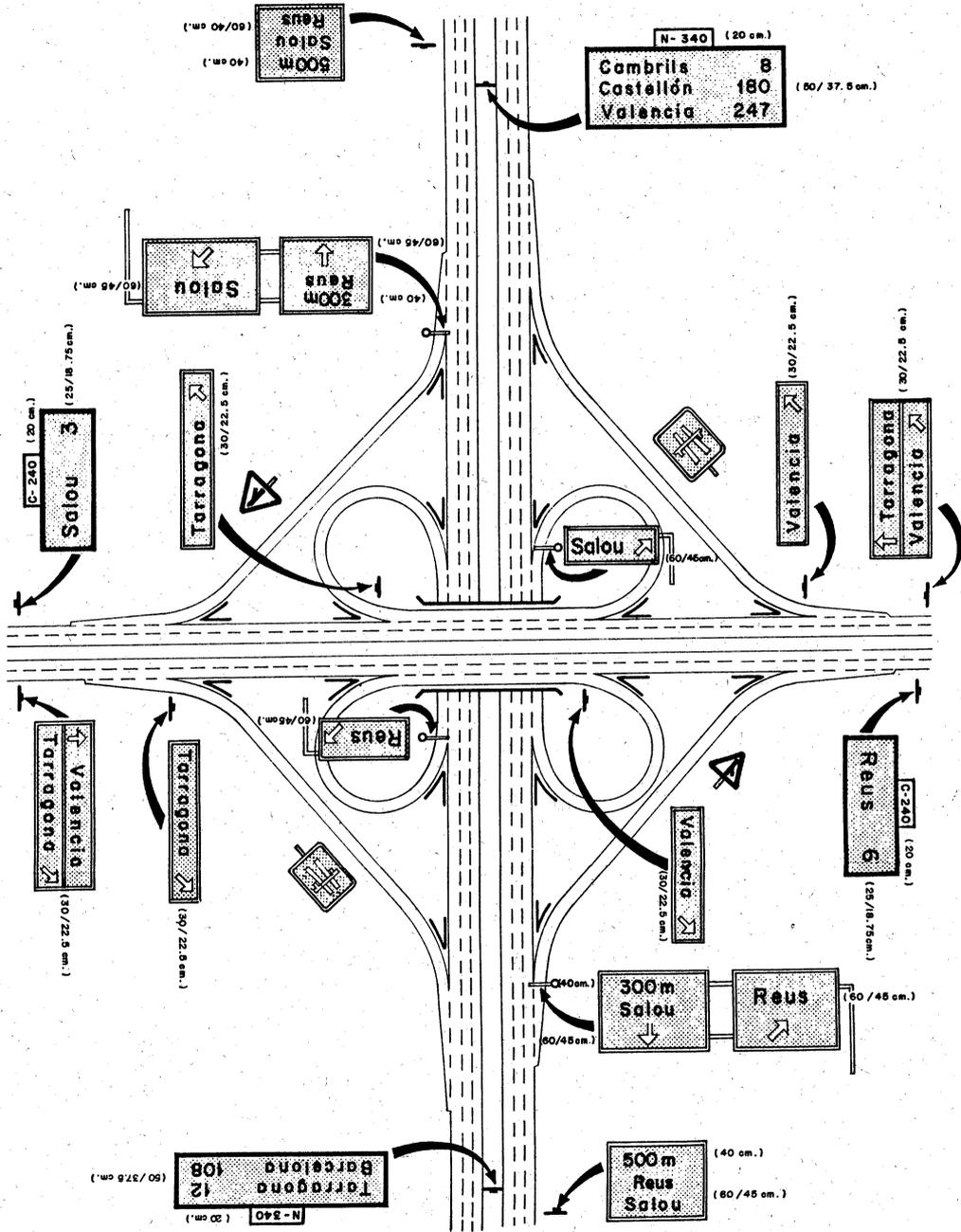
COLECCION OFICIAL DE SEÑALES
EN VIAS PUBLICAS



Cotas en mm.

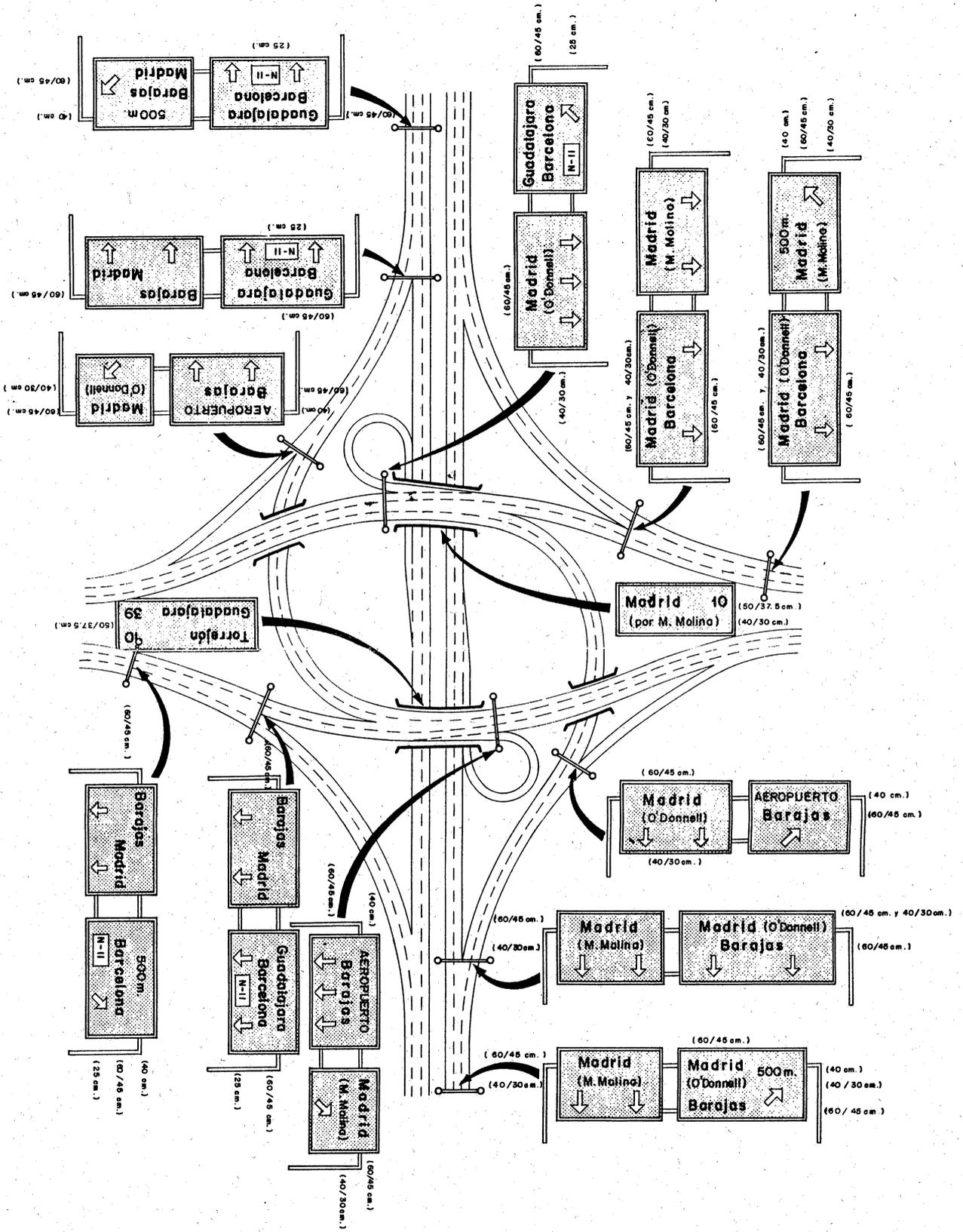
SEÑAL A - 2 a

FIGURA
5. 10



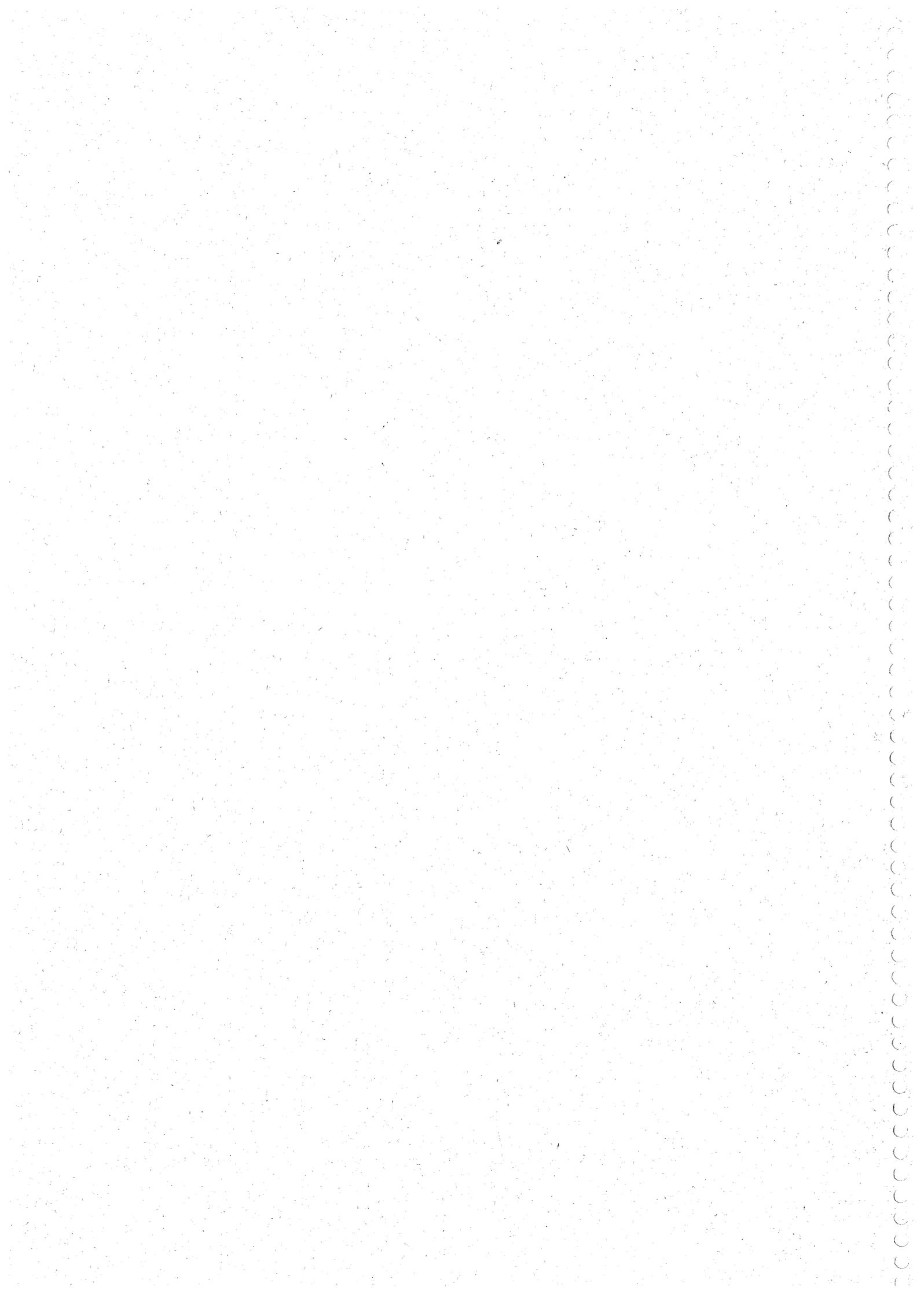
EJEMPLO DE SEÑALIZACION DE UN ENLACE TIPO TREBOL DE UNA AUTOPISTA CON UNA CARRETERA TRANSVERSAL DIVIDIDA A TRAVES DEL ENLACE

FIGURA 5.11

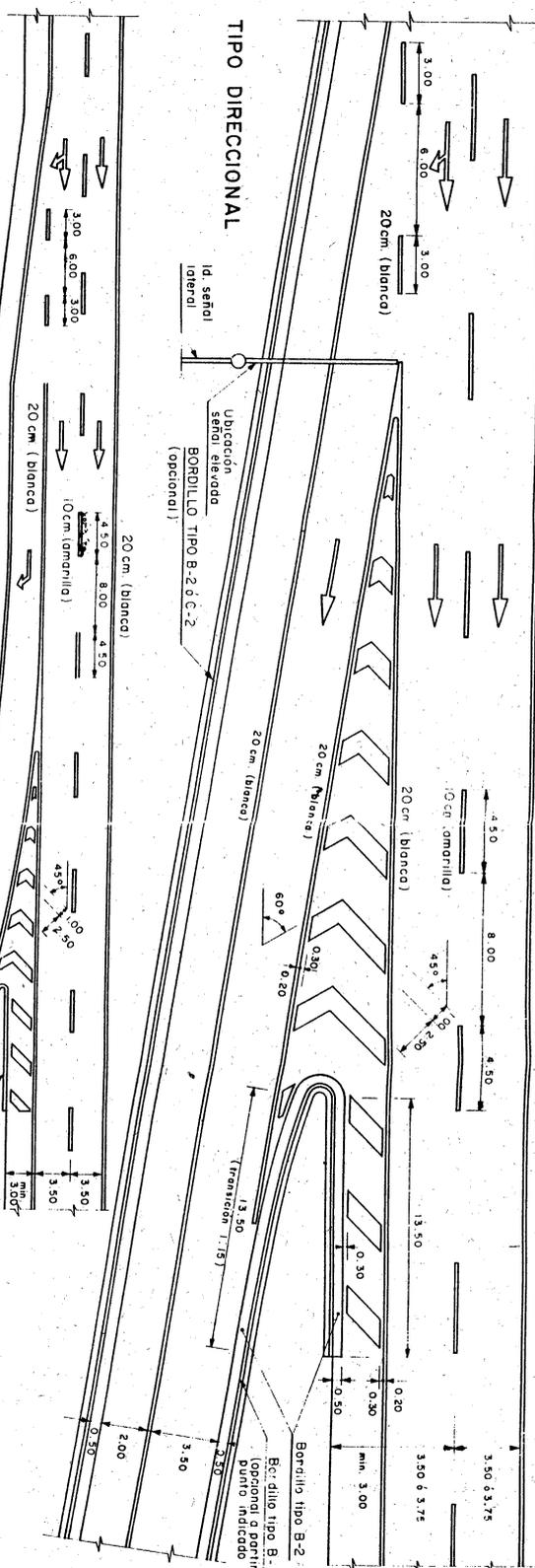


EJEMPLO DE SEÑALIZACION DE UN ENLACE ENTRE DOS AUTOPISTAS

FIGURA 5.12

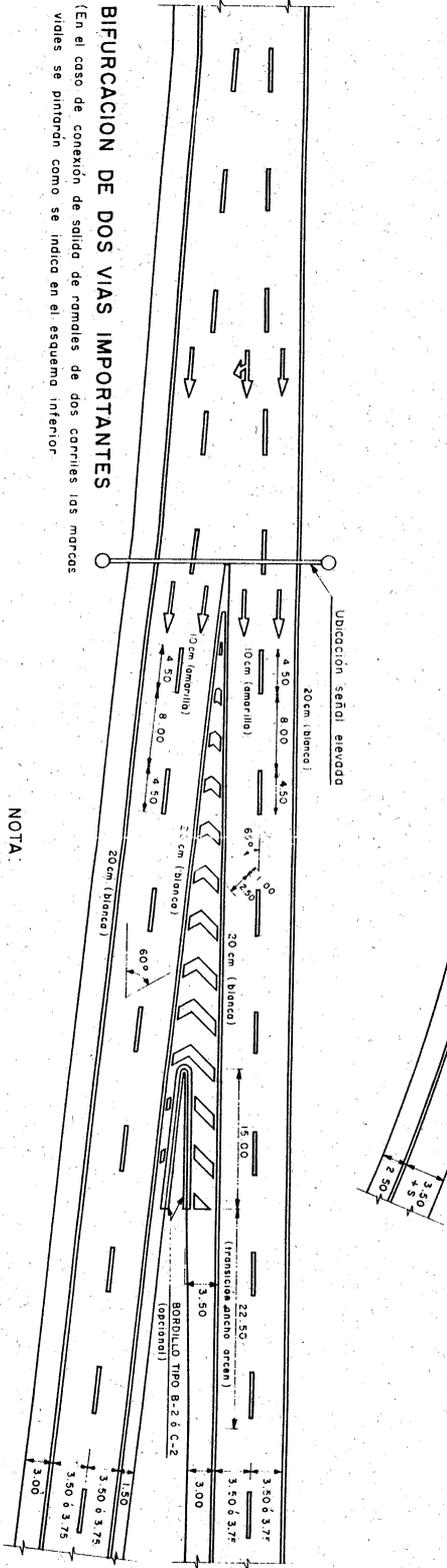


ARCEN IZQUIERDO
20 cm (blanco)



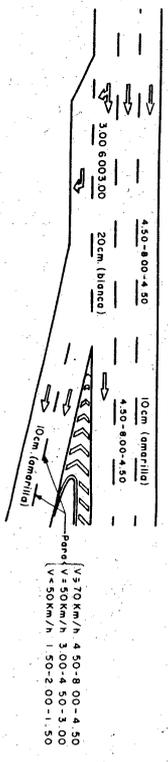
TIPO DIRECCIONAL

TIPO PARALELO



BIFURCACION DE DOS VIAS IMPORTANTES

(En el caso de conexión de salida de ramales de dos carriles las marcas viales se pintarán como se indica en el esquema inferior)

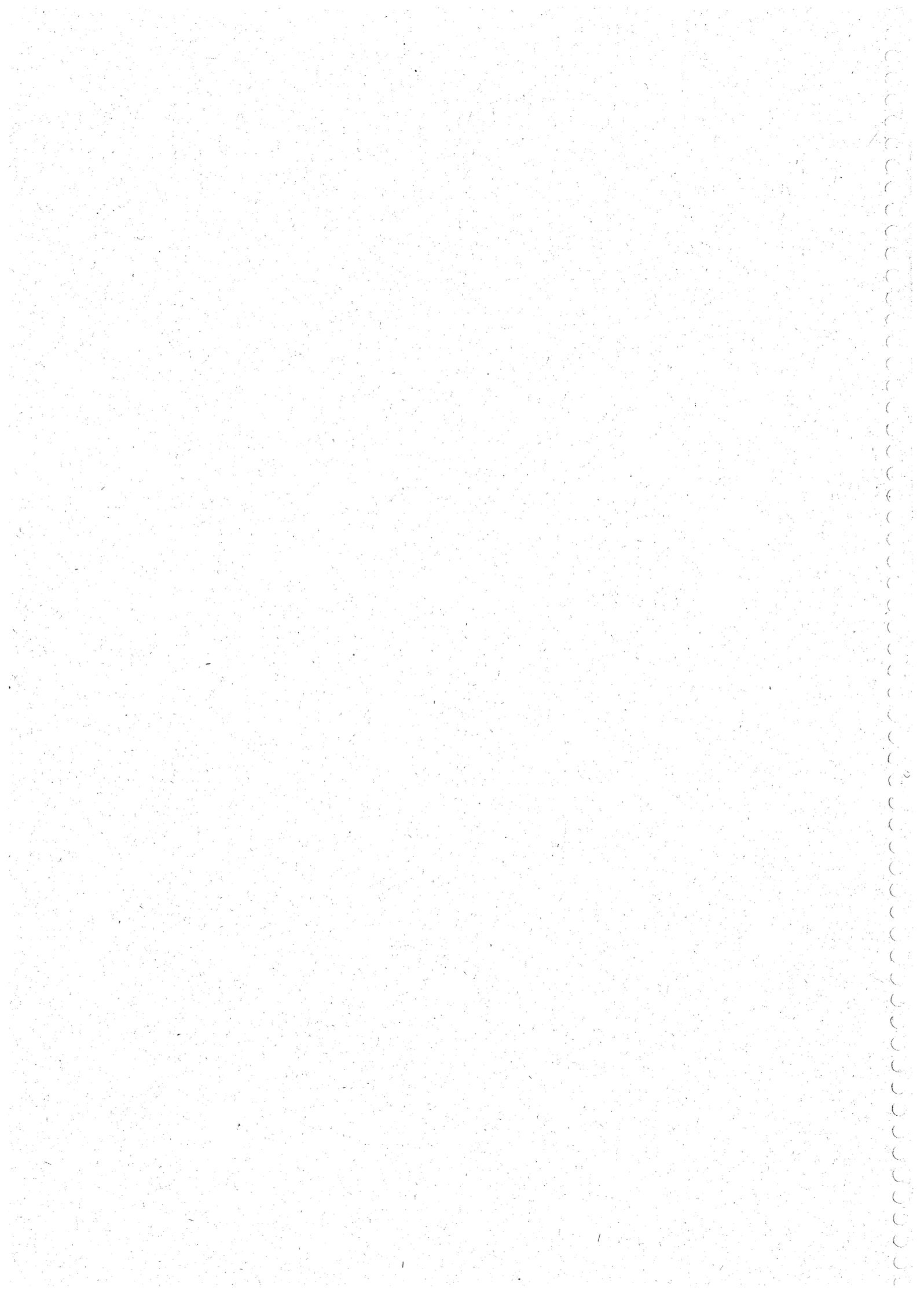


NOTA:

El pavimento de la conexión debe presentar marcado contrastante en color con el de la calzada de la autopista. Delante de la nariz en la zona no utilizable por los vehículos, este contraste puede remarcarse en textura también (Por ejemplo: empleando un pavimento rugoso).

MARCAS VIALES EN LAS CONEXIONES Y BIFURCACIONES DE SALIDA

FIGURA 5.13



La altura total del cartel deberá ser como mínimo:

Margen inicial	300
1ª inscripción	400
Separación	300
Separación	450
2ª inscripción	600
Separación	450
3ª inscripción	600
Margen final	450

TOTAL 3.550 mm.



Se podría diseñar un panel de 5,50 x 3,50 m. ajustado a unas medidas redondeadas. Pero en el caso de que resultara demasiado grande por cualquier circunstancia, habría de tantearse otras soluciones para ajustarlo a las dimensiones más convenientes. Así en la figura 5.9. se representa el cartel objeto de este ejemplo con un tamaño de 4,50 x 2,50 m. y con los abecedarios indicados, para cuyo cálculo se han seguido los mismos pasos expuestos anteriormente.

A continuación se supone otro caso de diseño de un cartel de preaviso de salida de la misma figura 5.9. con las inscripciones previamente elegidas de: 500 m.; Navacerrada; Segovia. En principio se seleccionan los siguientes abecedarios:

500 m.	40/30 cm.
Navacerrada, Segovia	60/45 cm.

Por un proceso análogo al del caso anterior se deduce que la longitud total del panel sería del orden de 7,00 m. a causa de la extensión de la palabra **Navacerrada**; entonces y suponiendo que no fuera conveniente la reducción en los tamaños de abecedarios y que la longitud del panel resultara excesiva, se puede optar por la elección de un tipo de letra condensado para dicha palabra, con lo cual la longitud del panel se lograría reducir a 5,75 m.

Como final de este capítulo se muestra en las figuras 5.11. y 5.12. dos ejemplos completos de señalización de enlaces.

5.2.2. Marcas viales.

Las normas actuales sobre marcas viales en España (O.C.8.2.I.C. de 1962) establecen que será de color amarillo vivo las marcas situadas sobre la calzada y blancas las situadas fuera de ella.

Para autopistas y autovías, que tienen velocidad específica de proyecto superior a 70 km/h, las marcas longitudinales discontinuas, que delimitan los carriles entre sí, deben ser de color amarillo, reflexivas, con trazos de 4,50 m. de longitud separadas 8,00 m. y con una anchura de 10 cm.

Las marcas longitudinales blancas que delimitan los bordes de la calzada, continuas en general y discontinuas en entradas y salidas, deben ser también reflexivas y de una anchura de 20 cm. Después de una serie de ensayos realizados en algunas de las autopistas existentes en España, se ha llegado a determinar la longitud y separación de los trazos cuando se trata de marcas discontinuas, que varían según indiquen salidas o entradas de la autopista y que se muestran en las figuras 5.13 y 5.14.

En cuanto a la señalización horizontal de isletas de encauzamiento y zonas neutrales que no deben ser utilizadas por el tráfico, después de los referidos ensayos, se recomiendan las siguientes disposiciones según se trate de conexiones de salida o de entrada.

a) **Conexiones y bifurcaciones de salida.**- Las conexiones y bifurcaciones de salida producen, debido a su pequeño ángulo de divergencia con el borde de la calzada de la autopista, una zona muerta que no debe ser utilizada por los vehículos y que sirve a su vez de encauzamiento que facilita la maniobra del tráfico que sale de la vía principal. Por ello, la solución más eficaz para las marcas viales en estos

puntos consiste en dos líneas blancas continuas que delimiten el triángulo o zona neutral, y para reforzar más su indebido uso es conveniente rellenar el interior de dicho triángulo con marcas blancas en ángulo que producen una sensación óptica de desvío o bifurcación al usuario y le indican la dirección a seguir. El ancho de cada trazo debe ser de 1 m. y el espacio entre trazos de 2,50 m.; el extremo agudo del vértice inicial del triángulo debe rellenarse totalmente de pintura en cuanto la zona a marcar tenga una anchura de unos 60 cm.

En la figura 5.13 se muestra el detalle de la disposición de las marcas en conexiones de salida de tipo direccional y paralelo y en bifurcaciones de salida. En cuanto a los detalles que sobre estas marcas aparecen en las figuras 4.15. a 4.17. de estas Recomendaciones, son de aplicación solamente en aquellos casos en que la calzada no está limitada por línea blanca continua.

b) Conexiones y bifurcaciones de entrada.- El criterio a seguir para estos casos es semejante al expuesto anteriormente, con la única diferencia fundamental de que el relleno de la zona triangular se realiza con trazos rectos o en ángulos de tal manera que el conductor que se aproxima por la vía secundaria tenga la sensación óptica de una barrera en relación al tráfico principal, indicándole al mismo tiempo la dirección de su trayectoria.

En la figura 5.14 se representa la disposición de las marcas en conexiones de entrada de tipo direccional y paralelo y bifurcaciones de entrada. En cuanto a los detalles que sobre estas marcas aparecen en las figuras 4.18 a 4.20 de estas Recomendaciones, son de aplicación solamente en los casos en que la calzada no esté limitada por línea blanca continua.

5.3. Barreras de seguridad.

La instalación de barreras de seguridad en carreteras se hace con alguno de los siguientes objetivos:

1. Prevención de accidentes debidos al trazado geométrico de la vía
2. Disminución en la gravedad de los accidentes debidos a la pérdida de la trayectoria normal de los vehículos.
3. Reducción del choque violento o brusca deceleración de un vehículo en los casos de colisiones con objetos fijos.
4. Reducción en número o en gravedad de los accidentes debidos al cruce voluntario o no de las medianas en carreteras con calzadas separadas.

Para que una barrera de seguridad cumpla con su fin primordial es condición indispensable que posea ciertas características especiales que sean capaces de absorber en parte la energía cinética derivada de la colisión de un vehículo con el menor riesgo posible de daño para el vehículo y sus ocupantes.

Son numerosos los tipos y diseños de barreras de seguridad, muchos de ellos patentados por sus fabricantes y que resultan más o menos eficaces en su función, tales como barreras metálicas de sección ondulada montada sobre postes de madera o metálicos, vallas metálicas con cables tensores, bordillos de forma especial, etc., que no serán objeto de una exposición más detallada en estas Recomendaciones, ya que tanto los modelos como las normas para su colocación están todavía en experimentación en la mayor parte de los países.

Sólo se indicarán aquí unas condiciones de tipo muy general que pueden justificar la necesidad de colocación de barreras de seguridad.

5.3.1. Barreras laterales en bordes exteriores de arcenes.

Su objetivo es la prevención y disminución en la gravedad de los accidentes debidos al trazado geométrico de la carretera y a la colisión de vehículos con obstáculos u objetos fijos.

Pueden servir de orientación justificativa de la necesidad de las mismas las condiciones siguientes:

1. Terraplenes de gran altura, con cotas mayores de 4 m.
2. Presencia de curvas en planta con radios inferiores a los mínimos normales correspondientes a la velocidad específica de la carretera, o inferiores a 45 m. en los ramales de enlace. En estos casos la instalación de la barrera deberá realizarse en el borde del arcén de la parte exterior de la curva.
3. Presencia de cualquier restricción en el ancho normal de la plataforma de una carretera, en especial cuando esta restricción se presenta bruscamente.
4. Existencia de cunetas de tipo reducido con taludes pronunciados y profundidad superior a 0,50 m.
5. Presencia de obstáculos fijos en la plataforma de la vía, tales como estribos o pilas de pasos inferiores, barandillas, postes o soportes de señalización, alumbrado, teléfonos, etc.
6. Cuando las condiciones climatológicas o de trazado puedan indicar al proyectista la posibilidad o riesgo de accidentes. Por ejemplo en el caso de la presencia de una curva brusca en una carretera de trazado geométrico a base de rectas largas y curvas de grandes radios.

5.3.2. Barreras continuas en medianas.

Su objetivo principal es impedir el cruce de la mediana por vehículos, peatones o animales para una mayor seguridad del tráfico que circula por la autopista o autovía.

Su instalación debe decidirse después de un análisis detenido del caso ya que presentan a veces soluciones negativas debidas a posibles aumentos en el número de accidentes.

La justificación para su proyecto debe basarse principalmente en las posibilidades de cruce prohibido de la mediana por parte de los conductores o peatones (zonas de servicio en autopistas, zonas urbanas divididas por la autopista, etc.).

También debe sopesarse la condición que se presenta en autopistas con gran intensidad de tráfico, medianas estrechas y en previsión de graves colisiones de frente entre vehículos que puedan cruzar accidentalmente la mediana.

ANEJO I

AUTOPISTAS URBANAS ELEVADAS

I.1. Generalidades.

En zonas de denso desarrollo urbano y costes de expropiación elevados y ante la imperiosa necesidad de planear autopistas que resuelvan los problemas de tráfico existentes, las dificultades de trazado pueden resolverse con el proyecto de autopistas elevadas aprovechando el espacio libre de las vías urbanas existentes.

I.2. Sección transversal.

La sección transversal de las autopistas elevadas depende en gran parte del espacio disponible y de su elevado coste de construcción. Así pueden proyectarse con carriles de 3,50 m., arcén izquierdo de 0,50 m., y tres tipos de arcenes derechos, de ancho normal de 2,50 m., parcial de 1,50 m. o reducido de 0,50 m. Los accesos desde la autopista a las arterias importantes a nivel del suelo pueden realizarse por medio de ramales paralelos y próximos a la estructura elevada de aquella, a no ser que se disponga de espacio suficiente y la intensidad del tráfico lo justifique, en cuyo caso pueden proyectarse trazados con otros tipos de ramales de enlace, tales como patas, lazos o ramales directos y semi-directos, ya descritos en estas Recomendaciones.

En los ramales paralelos de acceso a estas autopistas no se prevén normalmente arcenes, por lo que su calzada deberá tener el ancho correspondiente a un carril con posibilidad de adelantamiento a un vehículo momentáneamente parado, es decir 4,70 m. si se trata de ramales para uso exclusivo de vehículos ligeros o 5,50 m. si tienen tráfico mixto; en los casos muy restringidos pueden ser permitidos anchos de 4,00 m., sin posibilidad de adelantamiento de vehículos, ó 5,00 m. que permita a un vehículo ligero pasar a otro parado de la misma categoría. En algunos sitios puede ser necesario prever ensanche adicional del ramal para la espera y almacenamiento de vehículos cuando la conexión con la arteria transversal está regulada por semáforos; entonces debe dejarse un ancho mínimo de 6,50 m. entre bordillos con marcas viales apropiadas. Cuando sea necesario proyectar los ramales con dos carriles, el ancho entre bordillos será de 7 m.

Otro tipo de ramales que se presenta corrientemente son aquéllos que salen o llegan normales a la autopista. Su sección transversal aparece indicada en la figura I.3.

I.3. Conexiones de salidas de los ramales paralelos.

La conexión de salida de un ramal paralelo se desarrolla mediante un ensanche progresivo de la estructura principal hasta conseguir la sección total del ramal, como se indica en la figura I.1. Cuando se llega a la anchura total, el apoyo del ramal normalmente se independiza de la estructura de la autopista. No es necesario disponer de vía auxiliar de deceleración de ancho uniforme antes de la nariz ya que la alineación de salida puede considerarse directa.

Normalmente el trazado de estas conexiones proporciona una posibilidad de deceleración hasta una velocidad de 30 a 50 km/h a la altura de la nariz; los valores indicados como deseables en la figura

1.1. facilitan a los conductores un desplazamiento lateral relativamente cómodo y permiten la deceleración requerida a lo largo del tramo $l_1 + l_2$, mientras que los valores mínimos obligan a una maniobra brusca por lo que sólo deben utilizarse bajo condiciones muy restringidas.

La nariz de la conexión debe alargarse lo más posible y destacarse de forma que sirva de guía a los conductores; a este efecto conviene hacerla ligeramente elevada sobre la calzada y con un pavimento con fuerte contraste con el de esta.

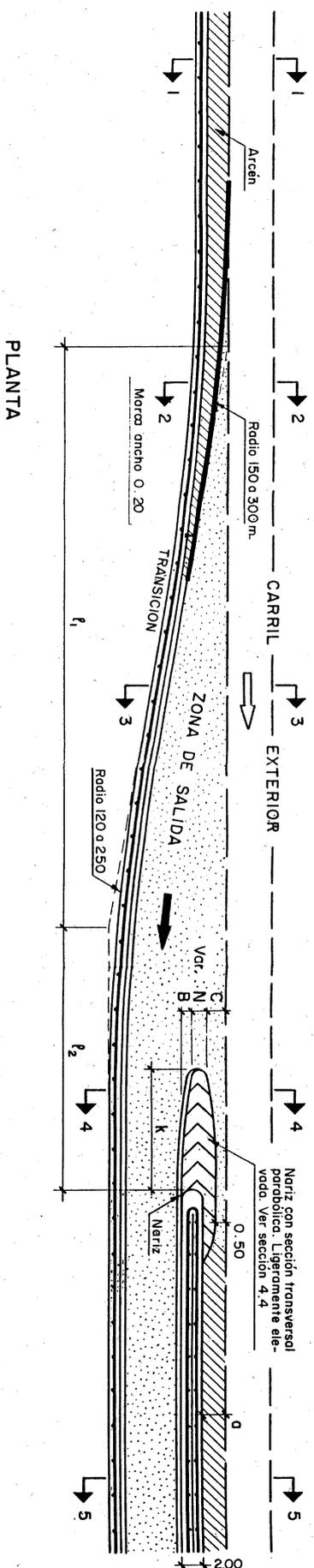
1.4. Conexiones de entrada de los ramales paralelos.

La conexión de entrada en la autopista de un ramal paralelo se desarrolla análogamente al caso anteriormente expuesto, excepto para los casos en que puede ser necesaria la adición de una vía auxiliar de aceleración paralela a la autopista. En la figura 1.2. la distancia indicada $l_1 + l_2$ permite a los vehículos acelerar desde una velocidad de 30 a 50 km/h en la nariz hasta la velocidad normal de circulación en el viaducto; pero cuando los ramales de acceso presentan rampas fuertes, los vehículos en especial los pesados, pueden llegar a nivel del viaducto principal con la velocidad inferior a los 30 km/h, o cuando los conductores que pretenden entrar en la autopista no encuentran hueco, particularmente en las horas punta de las vías de gran intensidad de tráfico, el proyectista debe prever la inclusión de una vía auxiliar paralela a los carriles de la autopista, cuya longitud es difícil de normalizar y depende de cada caso particular y del ancho del arcén derecho de la autopista; si ésta es de 2 ó 2,50 m. de ancho puede servir para su utilización por los conductores en los casos de congestión.

Un elemento importante en el trazado de las conexiones de entrada, es la zona final a continuación del parapeto, que debe presentar marcas pintadas o un pavimento ligeramente ondulado dispuesto para proporcionar a los conductores un pequeño tiempo de percepción del tráfico que se acerca a la autopista y orientarlos hacia la entrada en una sola fila con un ángulo pequeño de incidencia.

1.5. Conexiones de los ramales normales a la autopista.

Los ramales de acceso normales a la autopista exigen generalmente una curvatura pequeña en su zona de giro por las limitaciones de espacio existentes; por ello necesitan vías auxiliares de deceleración o aceleración en la estructura de la vía principal, tal como se muestra en la figura 1.3, cuya longitud debe ser la indicada en las tablas 6.7 y 6.8 de "Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones".



PLANTA

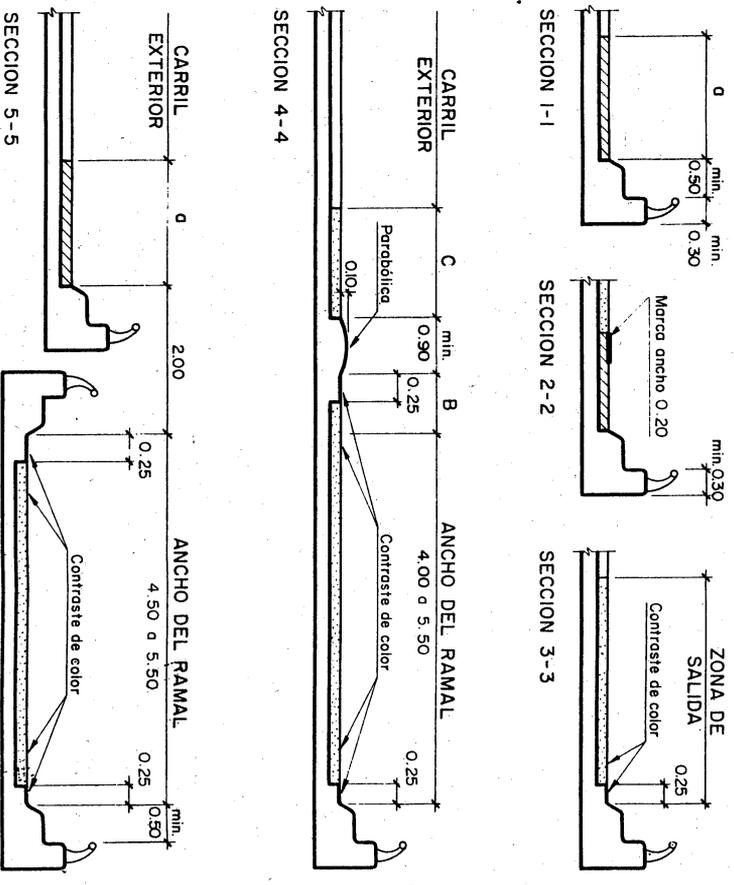
NOTAS GENERALES

LA DISTANCIA MINIMA $l_1 + l_2$ SE UTILIZA SOLAMENTE CON CONDICIONES MUY RESTRINGIDAS.
 LA DISTANCIA MINIMA ENTRE EL BORDE DE LA ESTRUCTURA DEL VIADUCTO O LOS RAMALES Y UNA FACHADA DE UN EDIFICIO DEBE SER DE 4.50 METROS COMO MINIMO SIENDO DESEABLE 6.00 METROS.

VALORES PARA PROYECTAR CONEXION DE LOS RAMALES DE SALIDA

VELOCIDAD ESPECIFICA DE LA CARRETERA	ARCEN	ANCHO $d+200$	DESEABLE			MINIMO			B	C	
			l_1	l_2	k	l_1	l_2	k			
70 * Km/h	NORMAL	2.50	4.50	75.00	30.00	24.00	55.00	27.50	18.00	1.20	1.70
	PARCIAL	1.50	3.50	60.00	27.50	18.00	50.00	22.50	13.50	0.90	1.40
	MINIMO	0.50	2.50	45.00	25.00	12.00	45.00	17.50	9.00	0.60	1.00
80 Km/h	NORMAL	2.50	4.50	85.00	35.00	27.00	65.00	30.00	21.00	1.20	1.70
	PARCIAL	1.50	3.50	72.50	32.50	20.25	55.00	25.00	15.75	0.90	1.40
	MINIMO	0.50	2.50	60.00	30.00	13.50	45.00	20.00	10.50	0.60	1.00
100 Km/h	NORMAL	2.50	4.50	100.00	40.00	36.00	75.00	32.50	24.00	1.20	1.70
	PARCIAL	1.50	3.50	88.00	32.50	27.00	65.00	30.00	18.00	0.90	1.40
	MINIMO	0.50	2.50	80.00	35.00	18.00	55.00	27.50	12.00	0.60	1.00

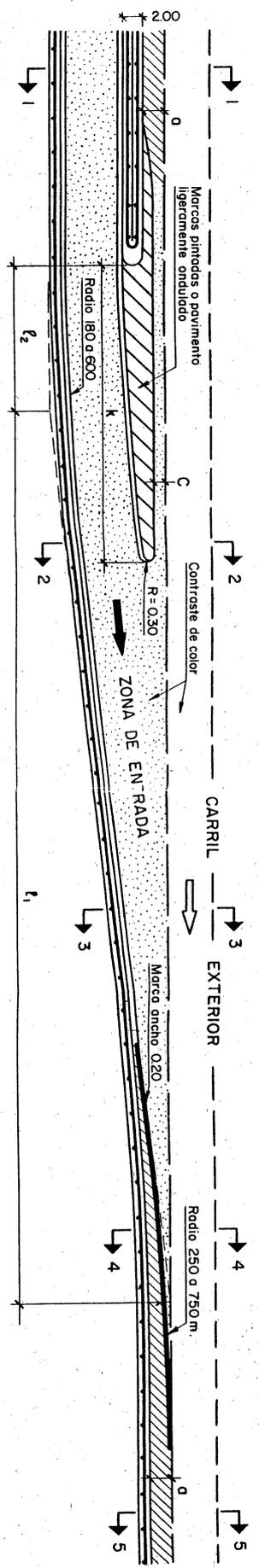
* 70 Km/h Aplicable solamente a los viaductos de calles principales.
 80 y 100 Km/h Aplicable a las autopistas o autovías.



SECCIONES TRANSVERSALES TIPO

CONEXIONES DE LOS RAMALES PARALELOS DE SALIDA DE AUTOPISTAS ELEVADAS

FIGURA I.1



PLANTA

NOTAS GENERALES

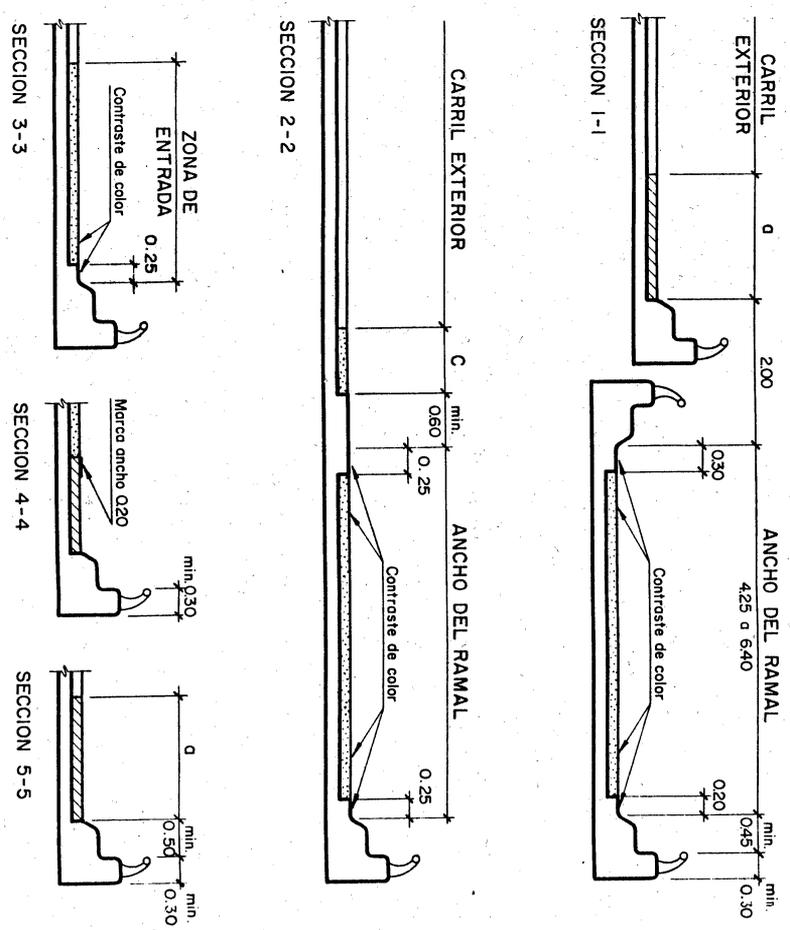
LA DISTANCIA MINIMA f_1 + f_2 SE UTILIZA SOLAMENTE CON CONDICIONES MUY RESTRINGIDAS RAMALES Y UNA FACHADA DE UN EDIFICIO DEBE SER DE 4.50 METROS COMO MINIMO SIENDO DESEABLE 6.00 METROS.

VALORES PARA PROYECTAR CONEXION DE LOS RAMALES DE ENTRADA

VELOCIDAD ESPECIFICA DE LA CARRETERA Km/h	ARCEN	ANCHO m	DESEABLE				MINIMO			C
			f_1	f_2	k	f_1	f_2	k		
70 *	NORMAL	2.50	4.50	9000	15.00	4000	80.00	12.00	30.00	1.20
	PARCIAL	1.50	3.50	85.00	13.50	30.00	75.00	12.00	25.00	0.90
	MINIMO	0.50	2.50	75.00	13.50	25.00	65.00	12.00	20.00	0.50
80	NORMAL	2.50	4.50	150.00	15.00	50.00	90.00	15.00	40.00	1.20
	PARCIAL	1.50	3.50	140.00	15.00	42.50	85.00	13.50	30.00	0.90
	MINIMO	0.50	2.50	120.00	15.00	30.00	75.00	13.50	25.00	0.50
100	NORMAL	2.50	4.50	250.00	15.00	70.00	150.00	15.00	50.00	1.20
	PARCIAL	1.50	3.50	220.00	15.00	60.00	140.00	15.00	42.50	0.90
	MINIMO	0.50	2.50	200.00	15.00	42.50	120.00	15.00	30.00	0.50

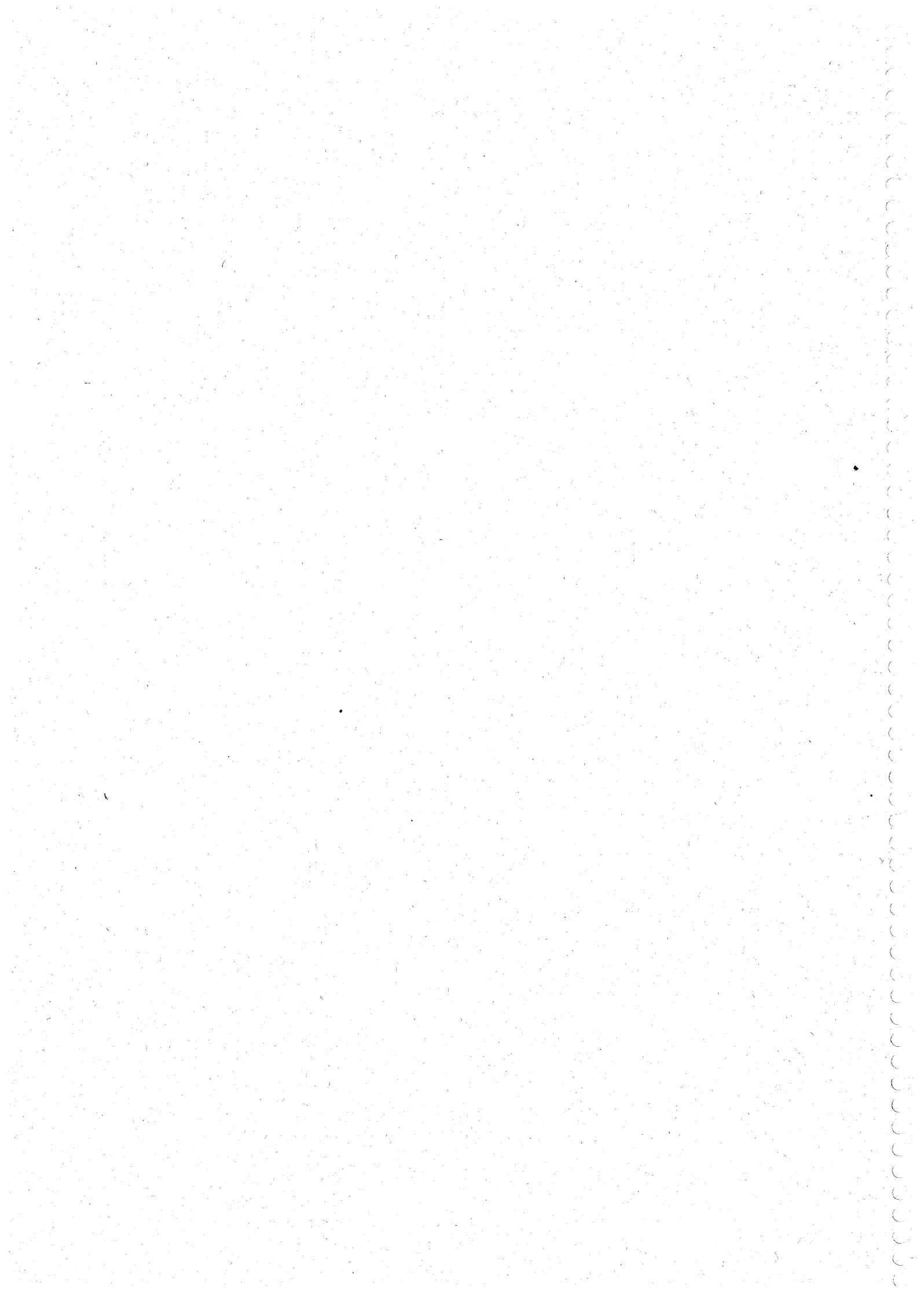
* 70 Km/h Aplicable solamente a las viaductos de calles principales.
80 y 100 Km/h Aplicable a las autopistas o autovias.

SECCIONES TRANSVERSALES TIPO



CONEXIONES DE LOS RAMALES PARALELOS DE ENTRADA EN AUTOPISTAS ELEVADAS

FIGURA 1.2



6. LISTA DE TABLAS

3.1. Niveles de servicio y máximas intensidades de servicio para autopistas y autovías bajo condiciones de circulación ininterrumpida	21
3.2. Niveles de servicio y máximas intensidades de servicio para carreteras de 4 ó más carriles sin dividir y sin controlar accesos, bajo condiciones de circulación ininterrumpida	22
3.3. Niveles de servicio y máximas intensidades de servicio para carreteras de 2 carriles, bajo condiciones de circulación ininterrumpida	23
3.4. Niveles de servicio para arterias y calles urbanas	24
3.5. Relación entre el nivel de servicio de un tramo de trenzado y la máxima intensidad de servicio por carril	27
3.6. Longitudes de tramos fuera del efecto del trenzado	27
3.7. Relación entre el nivel de servicio básico de las carreteras y el nivel de servicio en tramos de trenzado	28
3.8. Efectos del tráfico pesado en la intensidad de servicio de los ramales de enlace	34
3.9. Intensidades de servicio y capacidad en la proximidad de conexiones de ramales	35
4.1. Recomendaciones para el proyecto de autopistas y autovías en zona rural	38
4.2. Recomendaciones para el proyecto de autopistas y autovías en zonas urbanas	48
4.3. Curvas de transición y peraltes para autopistas y autovías	53
4.4. Recomendaciones para el proyecto de carreteras transversales de 2 carriles en las proximidades de un enlace rural	55
4.5. Recomendaciones para el proyecto de calles transversales en las proximidades de un enlace en zona urbana	56
4.6. Recomendaciones para el proyecto de ramales de tipo directo de un enlace	63
4.7. Recomendaciones para el proyecto de ramales de tipo semidirecto y lazos de un enlace	64
4.8. Secciones transversales en curva de ramales, vías C-D y calles de servicio	65
4.9. Curvas de transición y peraltes para ramales de enlace	66
5.1. Ancho en mm. de letras y números del abecedario de carreteras normales	104
5.2. Separación en mm. entre mayúsculas y minúsculas y números (25/18,75 cm.)	105
5.3. Separación en mm. entre mayúsculas y minúsculas y números (30/22,5 cm.)	106
5.4. Separación en mm. entre mayúsculas y minúsculas y números (40/30 cm.)	107
5.5. Separación en mm. entre mayúsculas y minúsculas y números (50/37,5 cm.)	108
5.6. Separación en mm. entre mayúsculas y minúsculas y números (60/45 cm.)	109
5.7. Dimensiones de flechas para señales de orientación	110

7. LISTA DE FIGURAS

2.1. Enlaces tipo trompeta	10
2.2. Enlaces tipo T-Direccional	11
2.3. Enlaces tipo diamante - Clásico	12
2.4. Enlaces tipo diamante. Arreglos para reducir conflictos	13
2.5. Enlaces tipo diamante con estructuras adicionales	14
2.6. Enlaces tipo trébol parcial	15
2.7. Tipos de enlaces simétricos con condiciones de libre circulación	16
3.1. Abaco para la determinación de la longitud necesaria de los tramos de trenzado	26
3.2. Límites de separación entre enlaces	30
3.3. Límites de separación entre enlaces	31
3.4. Disposiciones especiales de los ramales que permiten reducir los límites de separación entre enlaces	32
3.5. Comparación entre los límites de separación entre enlaces mediante disposiciones especiales de los ramales	33
4.1. Visibilidad en curvas horizontales	40
4.2. Secciones transversales tipo de autopistas y autovías Categoría I y II (Rural) y I (Urbana)..	41
4.3. Secciones transversales tipo de autopista y autovías Categoría II B (Urbana)	43
4.4. Secciones transversales tipo de autopistas y autovías. Categoría III (Rural) y II C (Urbana)	45
4.5. Secciones transversales tipo de autopistas y autovías. Categoría III (Urbana)	49
4.6. Secciones transversales tipo de autopistas y autovías. Categoría III (Urbana). Mínimo	51
4.7. Secciones transversales tipo carreteras transversales de 2 carriles	57
4.8. Secciones transversales tipo de vías C-D	58
4.9. Secciones transversales tipo de calles de servicio	59
4.10 Secciones transversales tipo de ramales directos importantes entre autopistas	67
4.11. Secciones transversales tipo de ramales de dos carriles	69
4.12. Secciones transversales tipo de ramales de un carril	71
4.13. Secciones transversales tipo en curva de autopistas y autovías y ramales de enlace	73
4.14. Secciones transversales tipo de túneles	74

	Página
4.15. Conexión del ramal de salida. Categoría I	77
4.16. Conexión del ramal de salida. Categoría II	79
4.17. Conexión del ramal de salida. Categoría III	81
4.18. Conexión del ramal de entrada. Categoría I	83
4.19. Conexión del ramal de entrada. Categoría II	85
4.20. Conexión del ramal de entrada. Categoría III	87
4.21. Transición a ramales de dos carriles	89
4.22. Bifurcaciones de salida y entrada	91
4.23. Vías C-D, ramales direccionales y distancias mínimas entre ramales consecutivos de salida	93
4.24. Vías C-D, ramales direccionales y distancias mínimas entre ramales consecutivos de entrada	95
5.1. Señal AP-1	99
5.2. Señal AP-2	100
5.3. Diseños de carteles para autopistas y autovías	102
5.4. Tipos de señales de orientación. Carteles laterales de preaviso de salida	111
5.5. Tipos de señales de orientación. Carteles laterales de aviso de salida	112
5.6. Tipos de señales de orientación. Carteles laterales varios	113
5.7. Tipos de señales de orientación. Carteles laterales varios	114
5.8. Tipos de señales elevadas	115
5.9. Sistemas de señalización de salidas	116
5.10. Señal A-2a	118
5.11. Ejemplos de señalización de un enlace tipo de trébol de una autopista con una carretera transversal dividida a través del enlace	119
5.12. Ejemplo de señalización de un enlace entre dos autopistas	121
5.13. Marcas viales en las conexiones y bifurcaciones de salida	123
5.14. Marcas viales en las conexiones y bifurcaciones de entrada	125
I. 1. Conexiones de los ramales paralelos de salida de autopistas elevadas	133
I. 2. Conexiones de los ramales paralelos de entrada de autopistas elevadas	135
I. 3. Conexiones de los ramales paralelos de salida o entrada en autopistas elevadas	137