



Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo  
Director General de Carreteras

61.51

Rafael Fernández Sánchez

Madrid, 13 de junio de 1990



ASUNTO: Borrador de Instrucción 3.1-IC /1990 "TRAZADO"

En el momento actual, la normativa sobre trazado que utiliza la Dirección General de Carreteras es la siguiente:

- Instrucción 3.1-IC "Características geométricas. Trazado", aprobada por Orden Ministerial de 23 de abril de 1964.
- Instrucción 3.1-IC "Instrucción de carreteras. Norma complementaria de la 3.1-IC. Trazado de autopistas", aprobada por Orden Ministerial de 12 de marzo de 1976.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones. Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales. Madrid, Enero de 1967.
- Recomendaciones para el proyecto de enlaces. Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales. Madrid, 1968.

Esta normativa ha quedado bastante obsoleta (especialmente las dos Recomendaciones) y no recoge la mayor importancia que se concede ahora a las consideraciones de seguridad del usuario.

Desde 1985 se ha venido trabajando en una reforma y refundición de toda esta normativa, cuyo borrador definitivo es el que se acompaña, y cuya tramitación se ha iniciado ante la Secretaría General Técnica del Departamento.

Mientras dicha tramitación avanza, el contenido del borrador puede y debe ser tenido en cuenta en la redacción de proyectos. Todas las observaciones sobre el mismo deberán ser dirigidas a la Subdirección General adjunta de Construcción y Explotación.

EL DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS

Rafael Fernández Sánchez

CONSULTA EN  
Biblioteca

# INDICE

1	<u>AMBITO DE APLICACION</u> . . . . .	6
2	<u>OBJETIVOS E INTERPRETACION</u> . . . . .	7
3	<u>PLANEAMIENTO</u> . . . . .	8
3.1	<u>Características generales del trazado</u> . . . . .	8
3.1.1	<u>Nuevas carreteras</u> . . . . .	8
3.1.2	<u>Acondicionamiento de carreteras existentes</u> . . . . .	8
3.2	<u>Relación con el terreno</u> . . . . .	9
3.2.1	<u>Relieve</u> . . . . .	9
3.2.2	<u>Estabilidad</u> . . . . .	9
3.3	<u>Clases de carretera</u> . . . . .	10
3.4	<u>Ejecución por fases</u> . . . . .	11
3.4.1	<u>Generalidades</u> . . . . .	11
3.4.2	<u>Previsión de adición de carriles</u> . . . . .	12
3.4.3	<u>Construcción de una sola de las calzadas</u> . . . . .	13
3.4.4	<u>Actuaciones en nudos</u> . . . . .	13
4	<u>VELOCIDAD</u> . . . . .	14
4.1	<u>Velocidad de recorrido</u> . . . . .	14
4.2	<u>Velocidad específica</u> . . . . .	14
4.2.1	<u>Conceptos generales</u> . . . . .	14
4.2.2	<u>Rozamiento transversal movilizado</u> . . . . .	15
4.3	<u>Velocidad de proyecto</u> . . . . .	16
4.3.1	<u>Definición</u> . . . . .	16
4.3.2	<u>Fijación</u> . . . . .	16
4.3.3	<u>Homogeneidad</u> . . . . .	17
4.4	<u>Velocidad máxima</u> . . . . .	18
4.5	<u>Velocidad en rampas</u> . . . . .	20
5	<u>VISIBILIDAD</u> . . . . .	21
5.1	<u>Principios</u> . . . . .	21
5.2	<u>Distancia de visibilidad disponible</u> . . . . .	21
5.2.1	<u>Definición</u> . . . . .	21
5.2.2	<u>Determinación</u> . . . . .	22
5.2.2.1	<u>Generalidades</u> . . . . .	22
5.2.2.2	<u>Visibilidad en curvas en planta</u> . . . . .	22
5.2.2.3	<u>Visibilidad en acuerdos verticales convexos</u> . . . . .	23
5.2.2.4	<u>Visibilidad nocturna en acuerdos verticales cóncavos</u> . . . . .	25
5.3	<u>Distancia de visibilidad necesaria</u> . . . . .	26
5.3.1	<u>Detención ante un obstáculo en la calzada</u> . . . . .	26
5.3.2	<u>Colisión con otras trayectorias de tráfico</u> . . . . .	27
5.3.3	<u>Adelantamiento de vehículos lentos</u> . . . . .	28
5.3.4	<u>Percepción de la presencia de un semáforo o de una divergencia</u> . . . . .	28

6	<u>CRITERIOS GENERALES SOBRE TRAZADO EN PLANTA</u>	29
6.1	<u>Generalidades</u>	29
6.1.1	<u>Relación con el terreno</u>	29
6.1.2	<u>Referencia transversal</u>	30
6.2	<u>Alineaciones rectas</u>	31
6.3	<u>Curvas circulares</u>	31
6.3.1	<u>Peraltes</u>	31
6.3.2	<u>Velocidad específica</u>	33
6.3.3	<u>Radios mínimos de mancha</u>	34
6.3.4	<u>Desarrollo mínimo</u>	34
6.4	<u>Curvas de transición</u>	34
6.4.1	<u>Generalidades</u>	34
6.4.2	<u>Forma</u>	35
6.4.3	<u>Longitud mínima</u>	35
7	<u>CRITERIOS GENERALES SOBRE TRAZADO EN ALZADO</u>	37
7.1	<u>Generalidades</u>	37
7.2	<u>Inclinación de la rasante</u>	37
7.2.1	<u>Inclinación máxima</u>	37
7.2.1.1	<u>Generalidades</u>	37
7.2.1.2	<u>Nuevas carreteras</u>	38
7.2.1.3	<u>Acondicionamiento de carreteras existentes</u>	39
7.2.1.4	<u>Horquillas</u>	39
7.2.1.5	<u>Nudos</u>	39
7.2.1.6	<u>Túneles</u>	39
7.2.1.7	<u>Lechos de frenado</u>	40
7.2.2	<u>Inclinación mínima</u>	40
7.3	<u>Establecimiento de carriles adicionales en rampas</u>	40
7.4	<u>Acuerdos verticales</u>	41
8	<u>CRITERIOS GENERALES SOBRE SECCION TRANSVERSAL</u>	46
8.1	<u>Calzada</u>	46
8.1.1	<u>Número de carriles</u>	46
8.1.1.1	<u>Tramos de carretera</u>	46
8.1.1.2	<u>Nudos</u>	46
8.1.1.3	<u>Carriles auxiliares</u>	47
8.1.1.3.1	<u>Divergencias y convergencias</u>	47
8.1.1.3.2	<u>Intersecciones semaforizadas</u>	48
8.1.1.3.3	<u>Glorietas</u>	49
8.1.1.4	<u>Tramos de trenzado</u>	49
8.1.2	<u>Anchura de carril</u>	49
8.1.2.1	<u>Generalidades</u>	49
8.1.2.2	<u>Anchura</u>	50
8.1.2.3	<u>Relación con la velocidad de recorrido</u>	51
8.1.3	<u>Pendiente transversal</u>	52
8.2	<u>Arcenes y bermas</u>	52
8.2.1	<u>Funciones y anchuras</u>	52
8.2.2	<u>Pendientes transversales</u>	54
8.3	<u>Márgenes de la carretera</u>	54
8.3.1	<u>Berma de seguridad</u>	54
8.3.2	<u>Cunetas</u>	55
8.3.3	<u>Taludes</u>	55
8.3.4	<u>Ventisqueros</u>	56
8.4	<u>Sección transversal en terrenos accidentados o muy accidentados</u>	56

8.5	<u>Sección transversal en obras de paso y túneles</u>	57
8.5.1	<u>Generalidades</u>	57
8.5.2	<u>Sobre viaductos o pasos inferiores</u>	58
8.5.3	<u>Bajo pasos superiores</u>	58
8.5.4	<u>En túneles</u>	58
9	<u>CRITERIOS ESPECIFICOS PARA CARRETERAS CON CALZADAS SEPARADAS</u>	
9.1	<u>Objetivos</u>	60
9.2	<u>Trazado en planta</u>	60
9.3	<u>Trazado en alzado</u>	61
9.3.1	<u>Generalidades</u>	61
9.3.2	<u>Inclinación de la rasante</u>	61
9.3.3	<u>Acuerdos verticales</u>	62
9.4	<u>Sección transversal</u>	62
9.4.1	<u>Calzada</u>	62
9.4.2	<u>Arcén</u>	63
9.4.3	<u>Mediana</u>	63
9.5	<u>Previsión de ampliación del número de carriles</u>	64
9.5.1	<u>A costa de la mediana</u>	64
9.5.3	<u>Por el exterior de la calzada</u>	65
9.6	<u>Nudos y accesos</u>	65
10	<u>CRITERIOS ESPECIFICOS PARA CARRETERAS DE CALZADA UNICA</u>	
10.1	<u>Objetivos</u>	66
10.1.1	<u>Relativos a la seguridad de la circulación</u>	66
10.1.2	<u>Relativos al nivel de servicio</u>	66
10.2	<u>Adelantamiento</u>	66
10.2.1	<u>Generalidades</u>	66
10.2.2	<u>Carriles de adelantamiento</u>	68
10.2.3	<u>Carriles adicionales en rampas</u>	68
10.3	<u>Trazado en planta</u>	69
10.3.1	<u>Radios</u>	69
10.3.2	<u>Horquillas</u>	69
10.3.3	<u>Acondicionamientos</u>	70
10.4	<u>Trazado en alzado</u>	70
10.5	<u>Sección transversal</u>	70
10.6	<u>Nudos</u>	71
10.7	<u>Zonas de servicio</u>	72
11	<u>CRITERIOS ESPECIFICOS DE TRAZADO EN ZONA URBANA</u>	73
12	<u>CALZADAS DE SERVICIO</u>	
12.1	<u>Necesidad</u>	74
12.2	<u>Tipos</u>	74
12.3	<u>Conexiones con la calzada principal</u>	74
12.4	<u>Trazado en planta y alzado</u>	76
12.5	<u>Sección transversal</u>	76

13	<u>ELEMENTOS DE LOS NUDOS</u>	78
13.1	<u>Generalidades</u>	78
13.2	<u>Movimientos de paso</u>	78
13.2.1	<u>Generalidades</u>	78
13.2.2	<u>Cruces a nivel</u>	78
13.2.3	<u>Cruces a distinto nivel</u>	79
13.3	<u>Movimientos de giro</u>	80
13.3.1	<u>Tipos de vía</u>	80
13.3.2	<u>Lado de la divergencia o convergencia</u>	81
13.3.3	<u>Separación de convergencias y divergencias</u>	82
13.3.4	<u>Giros a la derecha</u>	82
13.3.5	<u>Giros a la izquierda</u>	84
13.4	<u>Isletas</u>	85
13.4.1	<u>Generalidades</u>	85
13.4.2	<u>Isletas divisorias</u>	86
13.4.3	<u>Isletas encauzadoras</u>	87
13.4.4	<u>Isletas centrales en glorietas</u>	88
13.5	<u>Carriles de cambio de velocidad y espasa</u>	88
13.5.1	<u>Tipos</u>	88
13.5.2	<u>Número y anchura</u>	89
13.5.3	<u>Longitud</u>	89
13.5.4	<u>Cuñas de transición</u>	91
13.5.5	<u>Nariz y punta</u>	92
13.6	<u>Bifurcaciones y confluencias</u>	92
13.7	<u>Vías colectoras-distribuidoras</u>	92
13.8	<u>Tratamientos de la mediana</u>	93
14	<u>MORFOLOGIA DE LOS NUDOS</u>	94
14.1	<u>Generalidades</u>	94
14.2	<u>Emplazamiento del nudo</u>	94
14.2.1	<u>Planta</u>	94
14.2.2	<u>Alzado</u>	95
14.2.3	<u>Sección transversal</u>	95
14.3	<u>Nudos de tres tramos</u>	95
14.3.1	<u>Generalidades</u>	95
14.3.2	<u>Intersecciones</u>	95
14.3.2.1	<u>Intersecciones en T</u>	95
14.3.2.2	<u>Intersecciones en Y</u>	96
14.3.3	<u>Enlaces de tres tramos</u>	97
14.3.3.1	<u>Con una sola obra de paso</u>	97
14.3.3.2	<u>Con dos obras de paso</u>	98
14.3.3.3	<u>Con tres obras de paso (o una de 2 niveles)</u>	98
14.4	<u>Nudos de cuatro tramos</u>	99
14.4.1	<u>Generalidades</u>	99
14.4.2	<u>Intersecciones</u>	99
14.4.3	<u>Enlaces de cuatro tramos</u>	99
14.4.3.1	<u>Con una sola obra de paso</u>	99
14.4.3.1.1	<u>Generalidades</u>	99
14.4.3.1.2	<u>Tipos</u>	100
14.4.3.2	<u>Con más de una obra de paso</u>	102
14.4.3.2.1	<u>Generalidades</u>	102
14.4.3.2.2	<u>Triángulos modificados</u>	102
14.4.3.2.3	<u>Enlaces de cuatro tramos sin lazos</u>	106
14.5	<u>Nudos de más de cuatro tramos</u>	107

14.6	<u>Intersecciones semaforizadas</u>	107
14.7	<u>Glorietas</u>	108
14.7.1	<u>Generalidades</u>	108
14.7.2	<u>Tipos de glorieta</u>	108
14.7.2.1	<u>Glorieta normal</u>	108
14.7.2.2	<u>Miniglorieta</u>	110
14.7.2.3	<u>Glorieta doble</u>	110
14.7.2.4	<u>Glorieta a distinto nivel</u>	110
14.7.2.5	<u>Glorieta semaforizada</u>	111
14.7.3	<u>Entradas</u>	111
14.7.4	<u>Calzada anular</u>	111
14.7.5	<u>Salidas</u>	112
14.7.6	<u>Carriles segregados para giro a la derecha</u>	112
14.7.7	<u>Pendiente longitudinal</u>	112

## 1 AMBITO DE APLICACION

La presente Instrucción se aplicará a autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras convencionales de la Red estatal, tanto en zona urbana como fuera de poblado.

La presente Instrucción reemplaza a la siguiente normativa:

- Instrucción 3.1-IC "Características geométricas. Trazado", aprobada por Orden Ministerial de 23 de abril de 1964.
- Instrucción 3.1-IC "Instrucción de carreteras. Norma complementaria de la 3.1-IC. Trazado de autopistas", aprobada por Orden Ministerial de 12 de marzo de 1976.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones. Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales. Madrid, Enero de 1967.
- Recomendaciones para el proyecto de enlaces. Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales. Madrid, 1968.

Aunque su ámbito estricto de aplicación sean las carreteras de la Red estatal, constituye una referencia técnica básica para el trazado de las demás vías públicas.

## 2 OBJETIVOS E INTERPRETACION

Los criterios contenidos en la presente Instrucción permitirán alcanzar unos niveles aceptables de seguridad y comodidad del usuario, servicio, rentabilidad, impacto ambiental y conservación, en condiciones medias.

En ciertos entornos -costes elevados, baja intensidad de circulación, problemas medioambientales- y previa autorización expresa de la Dirección General de Carreteras, se podrá justificar la adopción de valores de dichos parámetros, que rebasen los límites contenidos en la presente Instrucción.

En casos dudosos, o para elegir entre soluciones alternativas, se realizarán estudios de rentabilidad, considerando no sólo los costes de construcción y, eventualmente, conservación y rehabilitación, sino sobre todo los asociados a la explotación (costes de usuario).

Se prestará particular atención a la influencia del trazado en la seguridad de la circulación, especialmente en carreteras con calzada única de doble sentido. En relación con ello:

- El tipo de carretera deberá ser claramente identificable por el usuario, de forma que éste pueda prever los movimientos del tráfico en ella. A estos efectos, se distinguirá entre entorno urbano y rústico.
- Se procurará que las consecuencias de las equivocaciones del usuario resulten lo más atenuadas posible.
- Se concederá prioridad a la seguridad de la circulación entre los objetivos de los acondicionamientos de trazado.

### 3 PLANEAMIENTO

#### 3.1 Características generales del trazado

##### 3.1.1 Nuevas carreteras

Si la Orden de estudio no fijara explícitamente las características siguientes:

- Clase de carretera (apartado 3.3), de la que dependerán si la calzada es única o hay dos separadas, y el tratamiento de los nudos y de los accesos.
- Velocidad de proyecto (apartado 4.3), de la que dependerán las dimensiones de sus elementos, su velocidad específica (apartado 4.2) y, por ende, la de recorrido (apartado 4.1), que influirá en el nivel de servicio que proporcione la carretera.
- Número de carriles (apartado 8.1.1).
- Posibilidad de una actuación por etapas (apartado 3.4),

la elección de dichas características se hará a la vista de:

- La planificación, especialmente en relación con la prognosis del tráfico a servir.
- La naturaleza del entorno (urbano o rústico), no sólo según lo defina el correspondiente instrumento de planificación urbanística, sino también como resulte aparente al usuario.
- La relación con el terreno circundante (apartado 3.2).
- Otras características geotécnicas favorables o desfavorables.
- Problemas medioambientales.

##### 3.1.2 Acondicionamiento de carreteras existentes

Si no las fijara explícitamente la Orden de estudio, las características generales se basarán en los mismos criterios que para una carretera nueva (apartado 3.1.1), teniendo en cuenta, además, la situación actual (sobre todo la explotación) y utilizando una gama más amplia de soluciones: ordenación de la circulación, limitación de accesos, ensanche de plataforma, acondicionamiento de trazado, duplicación de calzada, etc. La mejora de las características existentes a los niveles correspondientes a una carretera nueva se podrá considerarse como un objetivo a medio o a largo plazo; no obstante, las actuaciones relacionadas con la seguridad de la circulación se deberán considerar prioritarias y programarse a corto plazo, sin demorarlas por estar previstas otras actuaciones a medio o a largo plazo que las englobarían.

### 3.2 Relación con el terreno

#### 3.2.1 Relieve

A los efectos de la presente Instrucción, se distinguirán los tipos de relieve del terreno natural dados por la Tabla 1, en función la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera:

TABLA 1

RELIEVE	MAXIMA INCLINACION (%)
Llano	5
Ondulado	15
Accidentado	30
Muy accidentado	

#### 3.2.2 Estabilidad

En terrenos con relieve (apartado 3.2.1) accidentado o muy accidentado, o en los valles estrechos por ellos rodeados, la aceptación de características mínimas restringidas, por demás comprensible por el usuario, permitirá acoplarse al terreno más fácilmente. A efectos de la presente Instrucción se diferenciarán las zonas (Fig. 1) siguientes, enumeradas según altitud decreciente:

- A) Zonas glaciales y periglaciales de alta montaña, que quedan fuera del ámbito de la presente Instrucción.
- B) Paredes rocosas, y escarpes formados por los detritos producidos por su meteorización (pedrizas, canchales, suelos eluviales). Se tendrá muy en cuenta la posibilidad de desprendimientos, especialmente al situar obras de paso que pudieran resultar afectadas; se podrá recurrir a técnicas preventivas.
- C) Escarpes erosionados y fondos de antiguos valles. Se tendrá en cuenta la posibilidad de formación de ventisqueros en zonas abiertas no protegidas por arbolado.
- D) Escarpes inestables, con suelos eluviales o coluviales recubriendo rocas meteorizadas que afloran en algunos puntos, y con pedrizas y barrancos. Se tendrá en cuenta que su inestabilidad y erosión se pueden agravar por la

# ZONAS EN TERRENO ACCIDENTADO O MUY ACCIDENTADO

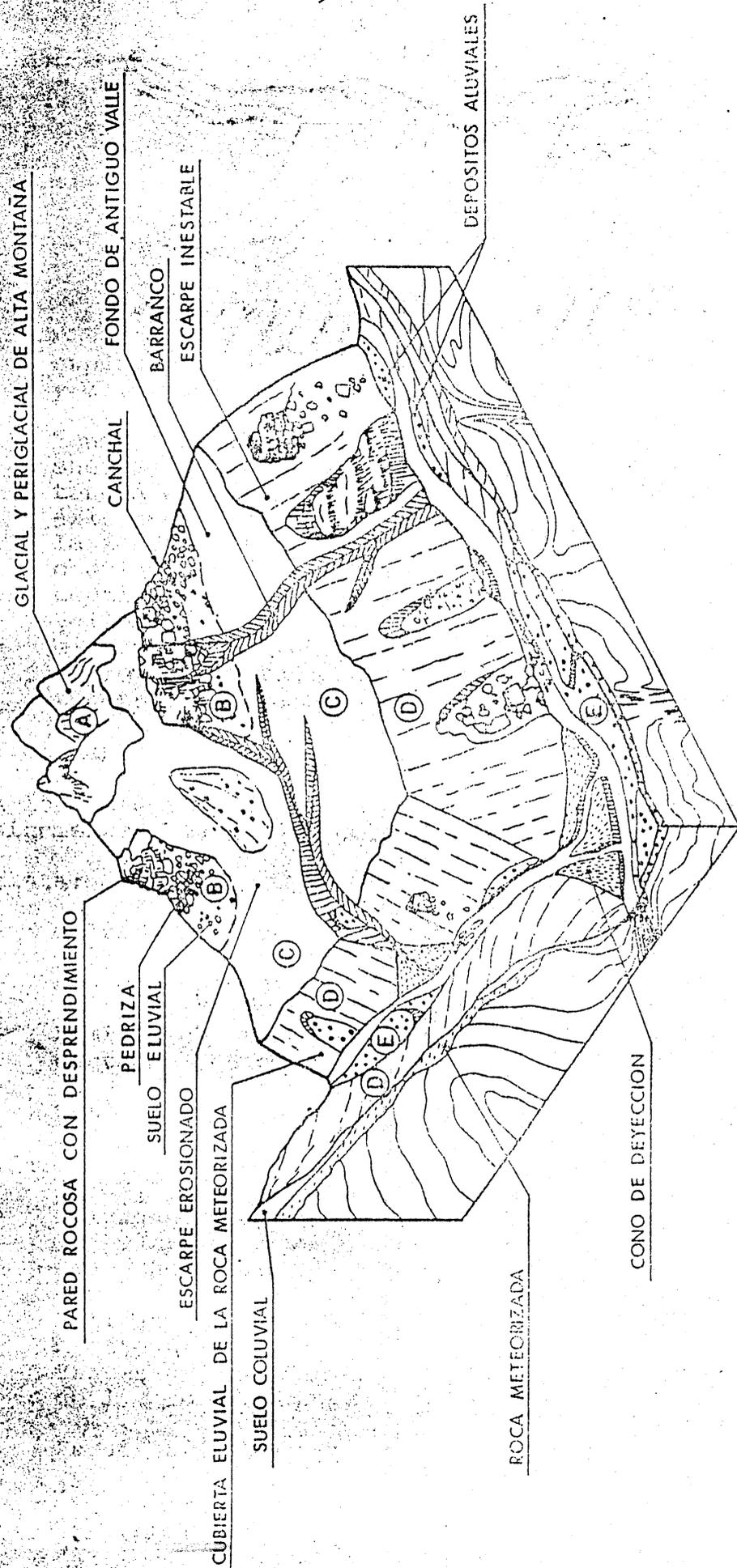


FIG. 1

explanación de la carretera, que aumenta su inclinación y elimina la cubierta vegetal.

- E) Fondos de valles resultantes de la acción fluvial, con suelos aluviáales y roca desnuda en el lecho del río. Se tendrá en cuenta la dificultad de cruzar barrancos y afluentes, con sus depósitos de material erosionado de la zona D. Aunque el relieve sea generalmente llano u ondulado, el trazado se puede ver influenciado por la contigüidad de la montaña. Donde la orientación de los valles sea favorable, la carretera podrá penetrar hasta el corazón de una zona montañosa sin ser por ello una carretera de montaña; si fuera a contrapelo de la estructura de esa zona se podrán presentar problemas.

### 3.3 Clases de carretera

A los efectos de la presente Instrucción, se distinguirán las siguientes clases de carretera:

#### Autopista:

- Calzadas separadas para cada sentido de circulación.
- Sin cruces a nivel: todos los nudos son enlaces.
- Limitación total de accesos: calzadas de servicio conectadas con el tronco sólo a través de los enlaces.
- Uso exclusivo de automóviles.

#### Autovía:

- Calzadas separadas para cada sentido de circulación.
- Sin cruces a nivel: todos los nudos son enlaces.
- Limitación parcial de accesos: calzadas de servicio conectadas con el tronco a través de los enlaces, o a través de entradas o salidas específicas situadas a más de 1,2 km (salidas) ó 1,5 km (entradas) de ellos.
- Puede ser reservada al uso exclusivo de automóviles.

**Vía rápida:**

- Calzada única para ambos sentidos de circulación.
- Sin cruces a nivel: todos los nudos son enlaces.
- Limitación total de accesos: calzadas de servicio conectadas con el tronco sólo a través de los enlaces.
- Uso exclusivo de automóviles.

**Carretera convencional:**

- La que no reúna las características propias de las autopistas, autovías o vías rápidas. En zona urbana se distinguirán, además, los siguientes tipos:

- **Vía arterial:** la que sirve fundamentalmente al tráfico que realiza desplazamientos largos, prestando servicio a las edificaciones contiguas como función secundaria.

- **Calle colectora:** la que canaliza el tráfico hacia otras vías más importantes, sirviendo también para acceso a edificaciones próximas.

- **Calle local:** la que tiene como objetivo principal servir de acceso a las edificaciones contiguas.

El cambio de clase de carretera se realizará donde cambie su funcionalidad -por ejemplo, al paso de zona rústica a urbana, o en un nudo importante- o donde haya una modificación claramente perceptible del entorno -por ejemplo, al pasar a una zona de montaña.

**3.4 Ejecución por fases****3.4.1 Generalidades**

Si una carretera se construyera o acondicionara por fases, una carretera, cada una de ellas deberá ser coherente con las demás, y funcionar correctamente desde el punto de vista de la seguridad de la circulación. Se evitará que las características de una fase dificulten o incluso impidan la construcción o explotación de las siguientes.

Para que en una carretera se pueda contemplar una ejecución por fases, ésta se deberá contemplar dentro del marco del planeamiento del itinerario o corredor al que corresponda. Para ello se deberán analizar, como mínimo, los siguientes aspectos:

Particularidad del cruce en el centro y del itinerario; acceso de población e infraestructura, existencia de obras de infraestructura alternativa o paralela, etc.

Se prevén las obras de infraestructura que existan o previstas en el momento de la ejecución.

Características del tráfico previsible en cada fase.

Características de la zona a ser servida.

Características de la zona de influencia.

Particularidad de la obra y del coste adicional que supone la construcción de las explanaciones y obras de saneamiento.

Características de las obras.

Se deberá tener en cuenta la ampliación del número de carriles de una carretera (apartado 9.5), el número de carriles (apartado 8.1) se podrá referir a un horario de circulación de vehículos, los de circulación de 10. Se deberá tener en cuenta la intensidad de la circulación de vehículos en el momento de la ejecución y la posible ampliación del número de carriles de una carretera.

Características de la intensidad y composición de la circulación en el año de la puesta en servicio estimada.

Se deberá tener en cuenta la intensidad de circulación media anual del T.V. y...

Se deberá tener en cuenta una intensidad horaria igual al 10 % de la velocidad máxima, la cual no deberá rebasar la capacidad de la calzada, tanto a los 10 años (primera fase, sin ampliación) como a los 20 años (ampliada).

Se deberá tener en cuenta la intensidad de la entrada en vigor de la nueva infraestructura de carreteras que se proyecta en el futuro exterior del presente apartado.

En todo caso, en la previsión de ampliación del número de carriles supuestamente en un incremento del presupuesto de la primera fase superior al 30 %, se recibirá autorización de la Dirección General de Carreteras para incluirla en dicha primera fase.

### 3.4.3.3 Construcción de una sola de las calzadas

Si la primera fase de realización de una carretera de calzadas separadas consistiera en la construcción de una sola de éstas, se cumplirán las condiciones siguientes:

- Se deberá poder explotar en doble sentido de circulación durante al menos 10 años, en una hipótesis de crecimiento medio anual del 7 %, sin que una intensidad horaria igual al 10 % de la media diaria rebase la capacidad de la calzada en esas condiciones.
- La calzada no tendrá el trazado propio de una carretera de calzadas separadas, sino el correspondiente a una de calzada única, especialmente en lo relativo a tramos de adelantamiento (apartado 10.1).
- Se evitará, en la primera fase, provocar la sensación de circular por una carretera de calzadas separadas: explanaciones y estructuras correspondientes a la segunda fase, arcenes asimétricos, iniciación de barrotes, etc. Si hubiera pasos superiores con vanos dispuestos para su duplicación, dichos vanos se ocultarán con plantaciones o rellenos provisionales.
- No será luego obligatorio suprimir el bombeo de los tramos rectos para dejar la calzada con una pendiente transversal única. Si se reforzara la calzada, se dispondrá dicha pendiente hacia la mediana, para que el carril exterior reciba un refuerzo adicional por regularización transversal y se pueda disminuir el dimensionamiento de los demás carriles.

### 3.4.4 Actuaciones en nudos

Se considerará como una posibilidad de actuación por fases la relacionada con la construcción diferida de un enlace, sustituido o no en la primera fase por una intersección. Si hubiera que mantener la circulación por ésta durante la construcción del enlace, se evitará situar obras de paso o explanaciones sobre la intersección.

Se podrá admitir un enlace de tres tramos, con una sola obra de paso (apartado 14.3.3.1) y los giros a la izquierda resueltos con 2 lazos ó 2 ramales semidirectos, como primera fase de un trébol completo (apartado 14.4.3.2) o de un diamante (apartado 14.4.3.1.2) si se previera la prolongación de la carretera secundaria a un horizonte (apartado 3.4.2) no superior á 10 años.

Un trébol parcial (apartado 14.4.3.1.2) de dos cuadrantes podrá constituir la primera fase de otro de cuatro cuadrantes, siempre que la obra de paso tenga la anchura suficiente para acomodar los carriles adicionales necesarios.

## 4 VELOCIDAD

### 4.1 Velocidad de recorrido

A efectos de la presente Instrucción, se designará como velocidad de recorrido en una sección  $V_{85}$  al percentil 85 de su distribución espacial, o sea la velocidad que es superada sólo por el 15 % de los vehículos.

La velocidad de recorrido no deberá ser superior a la específica (apartado 4.2) de cada elemento del trazado.

Se considerará que en la velocidad de recorrido influyen principalmente los factores siguientes:

- La sinuosidad del trazado en planta, que homogeneiza la velocidad de recorrido, por lo que recomienda en terrenos de relieve accidentado y muy accidentado (apartado 3.2.1).
- La presencia de rampas fuertes y largas (apartado 4.5).
- La distancia de visibilidad disponible, especialmente para la maniobra de adelantamiento en carreteras de calzada única de dos carriles y doble sentido de circulación.
- La reducción -a veces deliberada- de la anchura de la calzada, que influye en la sensación de riesgo experimentada por el conductor.
- La frecuencia de accesos y nudos, que incorporan a la vía vehículos a velocidades menores de la normal.

En las proximidades de un nudo en el que la ordenación de la circulación (apartado 13.2.2) no obligue a detenerse, la velocidad de recorrido no se deberá ver perturbada por la presencia de aquél, para lo que se deberán disponer los oportunos carriles de cambio de velocidad (apartado 13.5) para acompañarla a la velocidad específica (apartado 4.2) de las vías de giro o ramales; si la ordenación de la circulación obligara a detenerse, se recomienda introducir alternancias de curvaturas decrecientes, que pueden además reducir el esviaje de los cruces.

### 4.2 Velocidad específica

#### 4.2.1 Conceptos generales

Cada elemento del trazado, aisladamente considerado, se caracterizará por una velocidad -denominada específica- definida como la máxima velocidad de recorrido compatible con que el valor de ciertos parámetros, relacionados con la conducción libre (niveles A ó B) y con las percepciones a ella asociadas, no rebase ciertos límites.

En la práctica, se admitirá que la velocidad específica se refiere solamente a:

- La inclinación de las rampas (apartado 7.2.1).
- La anchura de los carriles (apartado 8.1.2.3).
- Sobre todo, el rozamiento transversal movilizado (apartado 4.2.2) en curvas circulares.

El concepto de velocidad específica se tendrá en cuenta a partir de 30 km/h: por debajo de este límite se considerarán exclusivamente las dimensiones y capacidad de giro de los vehículos (apartado 6.3.3), como en ciertos elementos de los nudos (Capítulo 13), o en horquillas de carreteras de montaña.

Ninguna de las velocidades específicas de los elementos del trazado de un tramo podrá ser inferior a su velocidad de proyecto (apartado 4.3).

#### 4.2.2 Rozamiento transversal movilizado

Se admitirá que la curvatura en planta limita la velocidad específica VE (km/h) a través del parámetro adimensional f, relacionado con el radio de curvatura R (m) y del peralte p (también adimensional, en tanto por uno) a través de la fórmula

$$f = \frac{VE^2}{127 * R} - p$$

El parámetro adimensional f representa la parte de la aceleración centrífuga (expresada en tanto por uno de la aceleración de la gravedad, 9,8 m/s<sup>2</sup>) no compensada por el peralte p, y también el coeficiente medio de rozamiento transversal movilizado entre ruedas y pavimento.

El valor de f permite medir la adecuación de la velocidad al trazado de la curva, teniendo en cuenta criterios de seguridad y de comodidad. En la práctica, se admitirá que:

- La mayoría de los conductores -y los vehículos articulados- experimentan dificultades con valores de f mayores de 0,25, lo que permite definir la máxima velocidad a la que una curva de radio R y peralte p dados puede ser recorrida sin riesgo de accidente:

$$V_{max} = [127 * R * (p + 0,25)]^{1/2}$$

- La velocidad específica de una curva se relaciona con un valor máximo recomendado de f que no dé lugar a sensaciones de incomodidad a los ocupantes del vehículo, dado por la tabla 2:

TABLA 2

MAXIMO VALOR RECOMENDADO DEL COEFICIENTE  $f$ 

VELOCIDAD ESPECIFICA (km/h)	$f_{\max}$
30	0,207
40	0,189
50	0,171
60	0,153
70	0,135
80	0,117
90	0,098
100	0,080
110	0,067
120	0,053
130	0,039
140	0,025

#### 4.3 Velocidad de proyecto

##### 4.3.1 Definición

A los efectos de la presente Instrucción, se definirá la velocidad de proyecto como un parámetro al que se refieren las dimensiones de los distintos elementos del trazado de un tramo de carretera homogéneo (apartado 4.3.3).

##### 4.3.2 Fijación

Si la velocidad de proyecto no estuviera explícitamente fijada por la Orden de estudio, su elección se basará en un estudio económico de su repercusión no sólo en los costes de construcción y mantenimiento, sino también en los de explotación (costes de usuario, entre los que se incluirán los relacionados con los accidentes). En dicho estudio se tendrá en cuenta que, desde el punto de vista de la seguridad, no siempre es beneficiosa la adopción de la mayor velocidad posible de proyecto; y que, si bien los conductores aceptan fácilmente limitaciones en su velocidad de recorrido en zonas evidentemente difíciles, en otras que no lo sean suelen rebasar con frecuencia la velocidad específica de sus elementos, especialmente de los del alzado.

En autopistas y autovías fuera de poblado se podrán emplear velocidades de proyecto superiores a 120 km/h sólo en entornos cuya lectura por el usuario favorecería, en todo caso, altas velocidades de recorrido.

Las consideraciones de coste de construcción, especialmente en carreteras de calzada única, limitarán la velocidad de proyecto -fuera de poblado- a valores comprendidos entre 80 (en

terreno accidentado, apartado 3.2.1) y 120 km/h (en terreno llano).

Al ser las velocidades de recorrido generalmente superiores apenas el entorno lo permita, el empleo de valores de la velocidad de proyecto inferiores á 80 km/h fuera de poblado sólo estará justificado para acoplar el trazado a un terreno accidentado o muy accidentado (apartado 3.2.1), especialmente en curvas aisladas. En estos terrenos se podrá no considerar un límite inferior para la velocidad de proyecto, y llegar incluso -en terrenos muy accidentados- a aceptar unas curvas muy características (horquillas) cuyo radio está más relacionado con las dimensiones y capacidad de maniobra de los vehículos (apartado 6.3.3) que con consideraciones dinámicas (apartado 4.2.2).

Las velocidades de proyecto empleadas en vías urbanas podrán ser menores que fuera de poblado, no sólo por consideraciones de coste -especialmente el relacionado con las expropiaciones, tanto más importante cuanto mayor sea aquélla- sino también funcionales: la frecuente gran intensidad de la circulación en ellas -que sólo necesita las velocidades de recorrido asociadas a la capacidad- y la menor distancia entre nudos. Salvo justificación en contrario, los valores a emplear estarán relacionados con la función asignada a la vía urbana en la estructura vial jerarquizada (apartado 3.3):

- Autopistas, autovías y vías rápidas: 80 km/h.
- Vías arteriales: 70 km/h.
- Calles colectoras y residenciales: 60 km/h.

En nudos, únicamente en ramales de enlaces que no crucen a nivel ninguna otra trayectoria, y que vayan a funcionar cerca de su capacidad, estará justificado adoptar velocidades de proyecto del orden de 60 y aun 80 km/h. En los demás casos, se emplearán velocidades de proyecto más bajas, sobre todo donde hubiera limitaciones de espacio o la ordenación de la circulación (apartado 13.2.2) pudiera obligar a la detención.

En vías de servicio (Capítulo 12), la velocidad de proyecto no deberá ser inferior á 60 km/h.

#### 4.3.3 Homogeneidad

Para que un tramo de carretera (con una longitud comprendida entre 2 y 10 km) pueda ser considerado homogéneo en cuanto a velocidad de proyecto, no podrá haber grandes diferencias (más de 30 km/h) entre las velocidades extremas de recorrido de sus elementos. Donde no fuera así, se considerará que se trata de varios tramos contiguos con distintas velocidades de proyecto: y en la transición entre ellos, la diferencia entre dichas velocidades de proyecto no podrá rebasar los 30 km/h, especialmente en los casos siguientes:

- En autopistas, autovías y vías rápidas.

- Al final de pendientes superiores al 3 %.
- En carreteras de calzada única, inmediatamente después de un tramo de adelantamiento (apartado 10.2).
- Al aproximarse a nudos en los que cambie de dirección una proporción apreciable del tráfico total.
- En conexiones de nuevas variantes de trazado o población con la carretera existente.

En caso contrario, se intercalarán entre ambos tramos uno o varios, que cumplan la limitación anterior y proporcionen un adecuado escalonamiento de las velocidades de recorrido. En particular, se cuidarán los siguientes aspectos:

- Después de una alineación recta superior a 1 km ó, aun estando comprendida entre 0,5 km y 1 km, si la pendiente fuera descendente y superior al 3 %, el radio mínimo de la curva circular será de 300 m.
- Después de una alineación recta superior a 0,5 km, el radio mínimo de la curva circular será de 200 m.
- Dos curvas enlazadas no deberán tener radios muy diferentes: el mayor no deberá rebasar 1,5 veces el menor.

#### 4.4 Velocidad máxima

Para comprobar la seguridad de la circulación, se establecerá para cada sentido de circulación un diagrama de la velocidad  $V$  a lo largo del trazado, bien sea por medición o, en su defecto, por aplicación del modelo teórico siguiente:

- a) En curvas circulares,  $V$  será igual a la velocidad máxima  $V_{max}$  de la curva (apartado 4.2.2).
- b) A partir del final de una curva circular, se admitirá una aceleración correspondiente al movimiento de un vehículo de 1100 kg de peso y 100 CV de potencia, capaz de alcanzar en llano una velocidad máxima de 175 km/h y que proporciona un empuje  $e$  (N), para acelerar y vencer la inclinación  $i$  de la rasante, igual a

$$e = \frac{2275 - (V/13)}{0,43 - (V/307)}$$

siendo  $V$  (km/h) la velocidad; lo que (para  $i$  constante) resulta en la siguiente expresión (Fig. 2) para el recorrido  $s$  (m):

PRESTACIONES DE ACELERACION

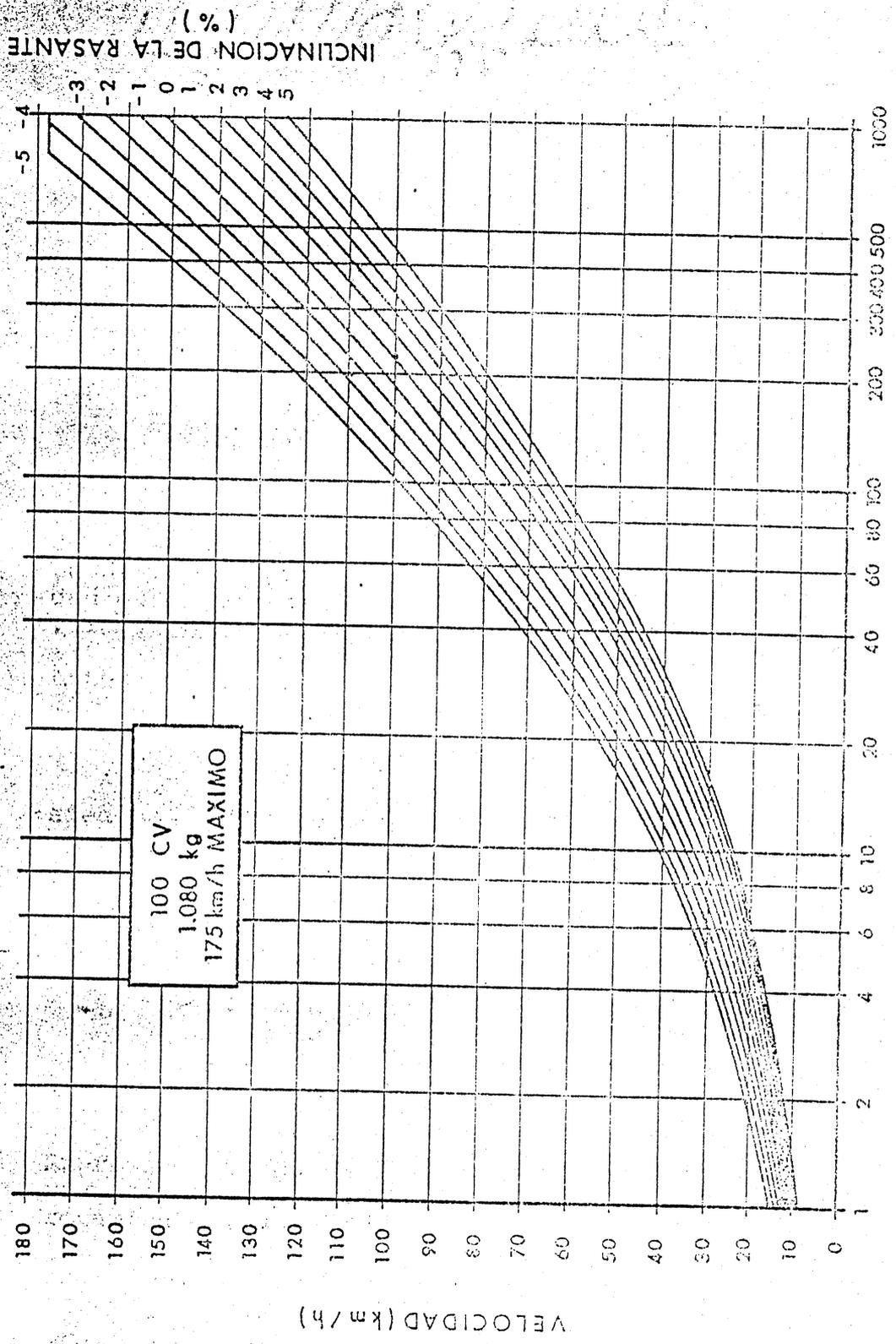


FIG. 2

$$s = \frac{1150 \cdot (1 - 2 \cdot i)}{(1 + 2,65 \cdot i)^3} * \ln \left[ \frac{175 * (1 - 2 \cdot i)}{175 \cdot (1 - 2 \cdot i) - V \cdot (1 + 2,65 \cdot i)} \right] -$$

$$\frac{6,50 \cdot V}{(1 + 2,65 \cdot i)^2} - \frac{V^2}{42 \cdot (1 + 2,65 \cdot i)}$$

Con velocidades bajas se comprobará que, al principio de la aceleración, la combinación de curvatura y peralte no impide que el vehículo desarrolle toda su capacidad de aceleración, por rebasar  $f$  (apartado 4.2.2) el valor 0,25.

- c) Antes de entrar en la siguiente curva circular, se admitirá que  $V$  se reduce según la ley

$$(V/V_0)^2 = N^2 - (N^2 - 1) * (s/d)$$

- siendo:
- $V_0$  la velocidad final.
  - $V$  la velocidad en un punto genérico.
  - $s$  la distancia de ese punto al correspondiente al principio de la deceleración.
  - $N$  la razón entre la velocidad inicial y la final.
  - $d$  la distancia total necesaria para decelerar.

Expresando  $V_0$  en km/h,  $d$  en m, y la inclinación  $i$  de la rasante en %, y admitiendo una deceleración máxima por rozamiento igual a 7 km/h/s, será

$$d = \frac{N^2 - 1}{50,0 + 2,54 \cdot i} * V_0^2$$

#### 4.5 Velocidad en rampas

La inclinación de una rasante ascendente (rampa) indefinida se relacionará con las velocidades finales de recorrido en ella, a través de la tabla 3:

TABLA 3

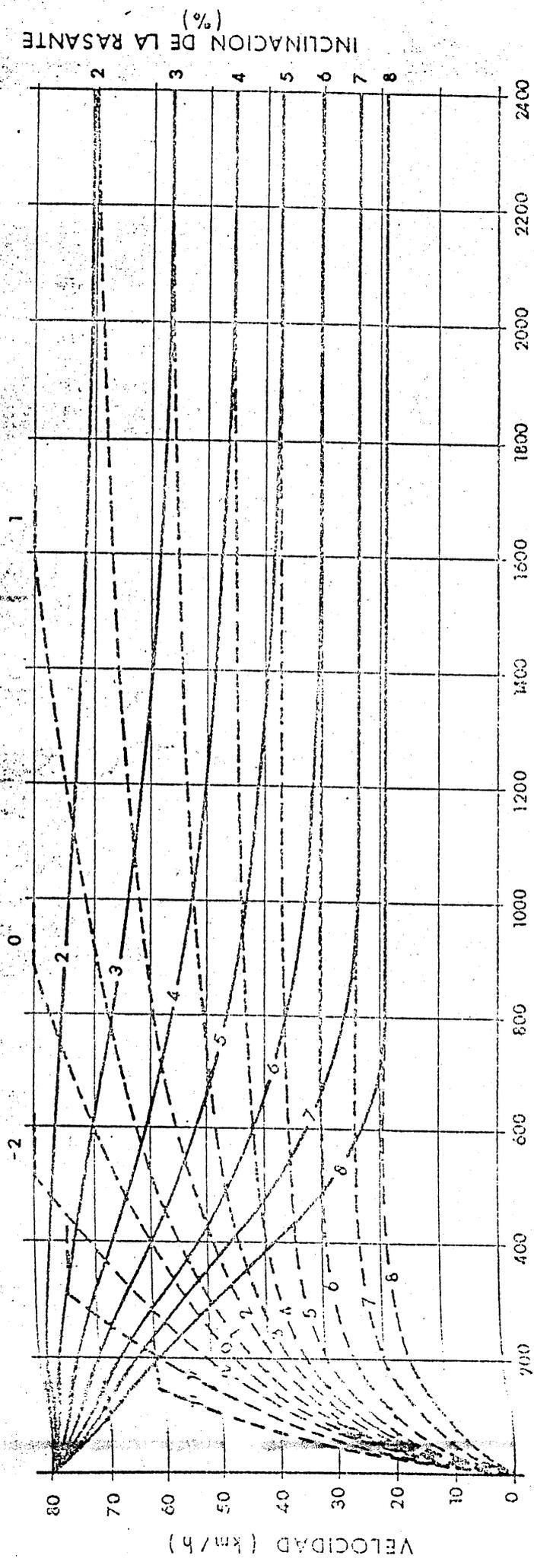
MAXIMAS VELOCIDADES EN RAMPAS

INCLINACION DE LA RAMPA (%)	VELOCIDAD (km/h)	
	COCHES	CAMIONES
4	140	45
5	130	37
6	119	30
7	107	24
8	94	18
9	80	
10	65	
11	49	
12	32	

A los efectos de la presente Instrucción, se admitirá que las variaciones de velocidad de un vehículo pesado de 6 CV/t en una rampa son las representadas en la Fig. 3.

# VELOCIDAD DE VEHICULOS PESADOS EN RAMPA

— DECELERACION  
- - - ACCELERACION



DISTANCIA RECORRIDA (m)

FIG. 3

## 5 VISIBILIDAD

### 5.1 Principios

Se definirá en todo lugar de una carretera una distancia de visibilidad disponible (DVD), medida hacia adelante a lo largo del recorrido (apartado 5.2). Se procurará que las informaciones visuales que el conductor necesite para maniobrar se sitúen a una distancia inferior a la correspondiente a un tiempo de recorrido de 12 s, especialmente al aproximarse a secciones delicadas: salidas, cruces, áreas de servicio o de peaje.

La DVD no deberá ser inferior a la distancia de visibilidad necesaria (DVN) para que determinadas maniobras lícitas se puedan iniciar y, en su caso, completar con seguridad a partir de las velocidades de recorrido (apartado 4.1) reales. En tramos de DVD insuficiente, se recomienda no confiar en la eficacia de las limitaciones de velocidad que se pretendan imponer por medio de señalización.

A efectos de la presente Instrucción, se considerarán las maniobras siguientes:

- Detención ante la presencia de un obstáculo en la calzada (apartado 5.3.1).
- Colisión con otras trayectorias de tráfico: aproximación, cruce y convergencia (apartado 5.3.2).
- Adelantamiento de un vehículo más lento (apartado 5.3.3).
- Percepción de la presencia de un semáforo o de una divergencia (apartado 5.3.4).

### 5.2 Distancia de visibilidad disponible

#### 5.2.1 Definición

La distancia de visibilidad disponible (DVD) se definirá en las condiciones siguientes:

#### - Posición del conductor:

- Altura sobre el pavimento: entre 1,2 m y 2,5 m, según resulte más desfavorable. La segunda cifra se aplicará, generalmente, a las limitaciones de la visibilidad disponible causadas por elementos que pasen sobre la carretera (pasos superiores, pórticos, etc.), y la primera a los demás casos.
- Situación transversal en la calzada: á 1 m del borde izquierdo del carril más desfavorable.

- Características de los faros:
  - Altura sobre el pavimento: 0,75 m.
  - Dirección del haz luminoso: paralela a la rasante y a la trayectoria.
  - Abertura máxima del haz luminoso: 1º por encima del eje, y 3º a cada lado de él.
- Características del objeto visible:
  - Obstáculo, a efectos de la detención: 0,30 m de altura sobre el pavimento, en la posición posible más desfavorable.
  - Vehículo, a efectos de la colisión con otras trayectorias o el adelantamiento: 1,5 m de altura sobre el pavimento, en la posición posible más desfavorable.
  - Semáforo, a efectos de su percepción: 2 m de altura sobre el pavimento, en su posición real.
  - Divergencia, a efectos de su percepción: se referirá a la primera (en el sentido de circulación) marca vial que indique la presencia de la divergencia.

## 5.2.2 Determinación

### 5.2.2.1 Generalidades

La distancia de visibilidad disponible (DVD) se medirá directamente o se estimará analizando sobre plano la planta y el alzado.

Para ello se trazará, desde cada posición del conductor, una visual tangente al elemento limitador de la visibilidad (talud de desmonte, vegetación, edificio, pavimento de un acuerdo convexo, tablero de paso superior, zona iluminada, etc.) que llegue hasta el objeto visible, y se determinará la distancia a éste a lo largo del eje del trazado.

### 5.2.2.2 Visibilidad en curvas en planta

En curvas circulares de longitud suficiente para que tanto el conductor como el objeto visible estén dentro de ellas, la DVD (m) estará dada por la fórmula

$$DVD^2 = 8 \cdot (R+2,5) \cdot (d+2,5)$$



TABLA 5

VALOR ABSOLUTO (m) DEL PARAMETRO  $K_v$   
DE UN ACUERDO VERTICAL CONVEXO  
PARA DISTINTAS VISIBILIDADES DISPONIBLES  
Y MANIOBRA DE ADELANTAMIENTO

DISTANCIA (m) DE VISIBILIDAD DISPONIBLE	DIFERENCIA (%) DE INCLINACIONES DE LA RASANTE							
	1	2	3	4	5	6	7	8
100	-	-	-	-	-	343	660	818
125	-	-	-	-	693	1176	1374	1443
150	-	-	-	771	1693	2009	2088	2090
175	-	-	-	2021	2693	2843	2844	2844
200	-	-	1370	3271	3693	3715	3715	3715
250	-	-	4704	5771	5805	5805	5805	5805
300	-	3084	8037	8271	8359	8359	8359	8359
400	-	13084	14704	14861	14861	14861	14861	14861
500	-	23084	23220	23220	23220	23220	23220	23220

TABLA 6

VALOR ABSOLUTO (m) DEL PARAMETRO  $K_v$   
DE UN ACUERDO VERTICAL CONVEXO  
PARA DISTINTAS VISIBILIDADES DISPONIBLES  
Y PERCEPCION DE SEMAFORO

DISTANCIA (m) DE VISIBILIDAD DISPONIBLE	DIFERENCIA (%) DE INCLINACIONES DE LA RASANTE							
	1	2	3	4	5	6	7	8
100	-	-	-	-	-	-	286	794
125	-	-	-	-	-	668	1001	1240
150	-	-	-	-	961	1501	1715	1786
175	-	-	-	877	1961	2334	2429	2431
200	-	-	-	2127	2961	3167	3175	3175
250	-	-	2670	4627	4961	4962	4962	4962
300	-	-	6004	7127	7145	7145	7145	7145
400	-	8508	12670	12702	12702	12702	12702	12702
500	-	18509	19337	19846	19846	19846	19846	19846

TABLA 7

VALOR ABSOLUTO (m) DEL PARAMETRO  $K_v$   
DE UN ACUERDO VERTICAL CONVEXO  
PARA DISTINTAS VISIBILIDADES DISPONIBLES  
Y PERCEPCION DE DIVERGENCIA

DISTANCIA (m) DE VISIBILIDAD DISPONIBLE	DIFERENCIA (%) DE INCLINACIONES DE LA RASANTE							
	1	2	3	4	5	6	7	8
50	-	-	667	1000	1040	1042	1042	1042
75	-	1500	2333	2344	2344	2344	2344	2344
100	-	4000	4167	4167	4167	4167	4167	4167
125	1000	6500	6510	6510	6510	6510	6510	6510
150	6000	9000	9375	9375	9375	9375	9375	9375
175	11000	11500	12760	12760	12760	12760	12760	12760
200	16000	16667	16667	16667	16667	16667	16667	16667
250	26000	26042	26042	26042	26042	26042	26042	26042
300	36000	37500	37500	37500	37500	37500	37500	37500
400	66667	66667	66667	66667	66667	66667	66667	66667

#### 5.2.2.4 Visibilidad nocturna en acuerdos verticales cóncavos

En acuerdos verticales cóncavos se considerará que la DVD está dada por las tablas 8 y 9, según las condiciones de visibilidad nocturna (apartado 5.2.1) correspondientes a cada maniobra (apartado 5.1).

TABLA 8

VALOR (m) DEL PARAMETRO  $K_v$   
DE UN ACUERDO VERTICAL CONCAVO  
PARA DISTINTAS VISIBILIDADES DISPONIBLES  
Y MANIOBRA DE DETENCION

DISTANCIA (m) DE VISIBILIDAD DISPONIBLE	DIFERENCIA (%) DE INCLINACIONES DE LA RASANTE							
	1	2	3	4	5	6	7	8
50	-	-	394	847	942	945	945	945
75	-	-	1091	1551	1593	1599	1599	1599
100	-	-	1788	2256	2278	2278	2278	2278
125	-	-	2485	2960	2969	2969	2969	2969
150	-	-	3182	3665	3667	3667	3667	3667
175	-	-	3879	4369	4370	4370	4370	4370
200	-	295	4576	5074	5076	5076	5076	5076
250	-	931	5969	6483	6493	6493	6493	6493
300	-	1567	7363	7892	7914	7914	7914	7914

TABLA 9

VALOR (m) DEL PARAMETRO  $K_v$   
DE UN ACUERDO VERTICAL CONCAVO  
PARA DISTINTAS VISIBILIDADES DISPONIBLES  
Y PERCEPCION DE DIVERGENCIA

DISTANCIA (m) DE VISIBILIDAD DISPONIBLE	DIFERENCIA (%) DE INCLINACIONES DE LA RASANTE							
	1	2	3	4	5	6	7	8
50	-	-	-	472	702	765	766	771
75	-	-	424	1176	1352	1356	1366	1366
100	-	-	1121	1881	2004	2004	2004	2004
125	-	-	1818	2585	2654	2665	2665	2665
150	-	-	2515	3290	3305	3341	3341	3341
175	-	-	3212	3994	4026	4026	4026	4026
200	-	-	3909	4699	4717	4717	4717	4717
250	-	-	5303	6107	6112	6112	6112	6112
300	-	67	6697	7517	7518	7518	7518	7518

### 5.3 Distancia de visibilidad necesaria

#### 5.3.1 Detención ante un obstáculo en la calzada

La distancia de visibilidad necesaria DVN (m) se determinará mediante la aplicación de un modelo cinemático compuesto por un movimiento uniforme a la velocidad  $V_{max}$  (apartado 4.4) durante un tiempo de percepción y reacción igual a 2 s, seguido de un movimiento decelerado hasta la detención, en el que la deceleración constante causada por la aplicación de los frenos (a la que se sumará algebraicamente la debida a la inclinación de la rasante) se tomará igual a 10 (km/h)/s (Tabla 10)

TABLA 10

DISTANCIA DE DETENCION (m)  
PARA DETENERSE EN RASANTES UNIFORMES

INCLINACION DE LA RASANTE (%)	VELOCIDAD INICIAL (km/h)								
	50	60	70	80	90	100	110	120	130
-8	76	103	134	168	207	249	295	345	399
-7	74	100	129	162	199	240	284	332	384
-6	72	97	125	157	193	232	271	320	370
-5	70	94	122	153	187	224	265	309	357
-4	68	92	118	148	181	217	257	300	346
-3	67	89	115	144	176	211	249	290	335
-2	65	87	112	140	171	205	242	282	325
-1	64	85	109	137	167	200	235	274	316
0	63	83	107	133	163	194	229	267	307
1	61	82	105	130	159	190	223	260	299
2	60	80	102	127	155	185	218	253	291
3	59	79	100	125	152	181	213	248	284
4	58	77	99	122	149	177	208	242	278

### 5.3.2 Colisión con otras trayectorias de tráfico

Al aproximarse al cruce con otra trayectoria de tráfico (Fig. 4), no se interferirán las visuales que queden dentro del triángulo delimitado por la recta que una las posiciones de dos vehículos que estuvieran a una distancia del borde más próximo de la calzada cruzada, igual a:

- Si la ordenación de la circulación (apartado 13.2.2) no asignara prioridad, o si ésta fuera fija, la distancia necesaria para la detención (apartado 5.3.1).
- Si la ordenación de la circulación se hiciera por prioridad alternativa mediante semáforos, la distancia recorrida durante 3 s a la velocidad de aproximación.

La distancia de visibilidad necesaria para cruzar una calzada o carril se determinará mediante la aplicación de un modelo cinemático compuesto por un movimiento uniformemente acelerado. Salvo justificación en contrario, se considerará que cruza un vehículo articulado de 18 m de longitud, capaz de una aceleración media de 4 (km/h)/s (Tabla 11).

# VISIBILIDAD EN ACCESO A CRUCES

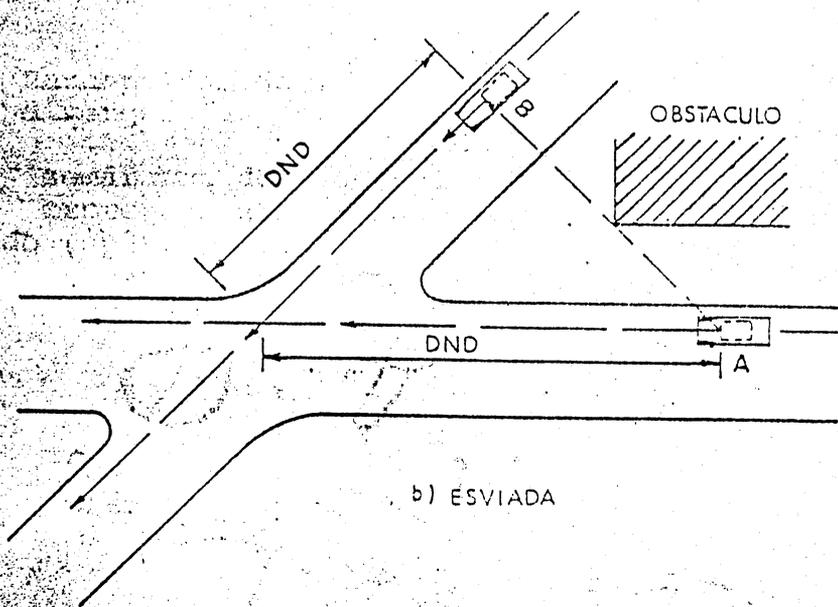
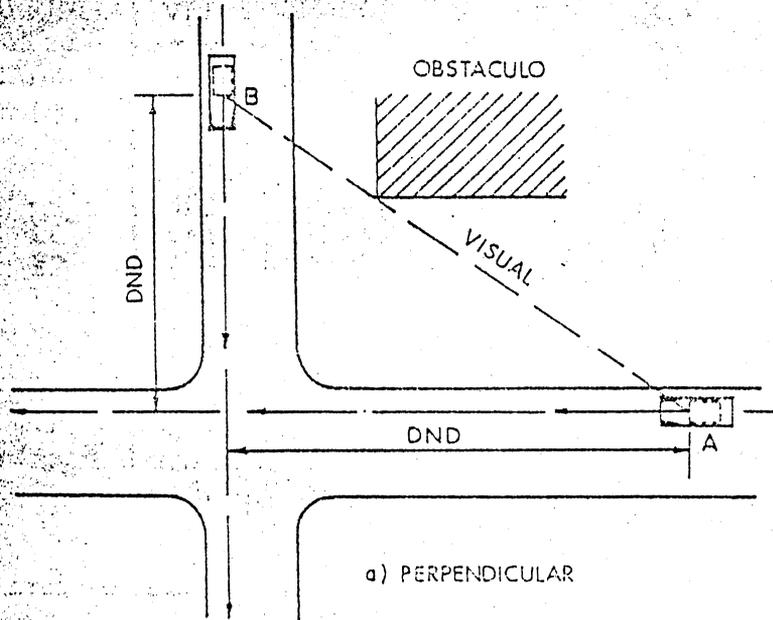


FIG. 4

TABLA 11

## DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE CRUCE (m)

ANCHURA DE LA CALZADA (m)	VELOCIDAD DE RECORRIDO $V_{25}$ (km/h)								
	50	60	70	80	90	100	110	120	130
4	133	159	185	212	238	265	291	318	344
7	138	165	193	221	248	276	303	331	359
10,5	144	173	202	230	259	288	317	345	374
12	146	176	205	234	264	293	322	351	381
14	150	180	210	239	269	299	329	359	389

La distancia de visibilidad necesaria para girar (desde la detención) y converger a velocidad suficiente con el tráfico de paso de una carretera de calzada única con dos carriles y doble sentido de circulación (Fig. 5) se obtendrá aplicando un modelo análogo.

### 5.3.3 Adelantamiento de vehículos lentos

La distancia de visibilidad necesaria para iniciar y completar un adelantamiento en presencia de un vehículo contrario estará dada por la Fig. 6, en función de la velocidad de recorrido  $V_{25}$  (apartado 4.1) y de la inclinación  $i$  de la rasante.

### 5.3.4 Percepción de la presencia de un semáforo o de una divergencia

Los semáforos deberán ser percibidos desde una distancia mínima, expresada en m, igual al doble de la velocidad de recorrido (apartado 4.1) del acceso a ellos, expresada en km/h.

VISIBILIDAD NECESARIA - COLISION CON OTRAS  
TRAYECTORIAS DE TRAFICO

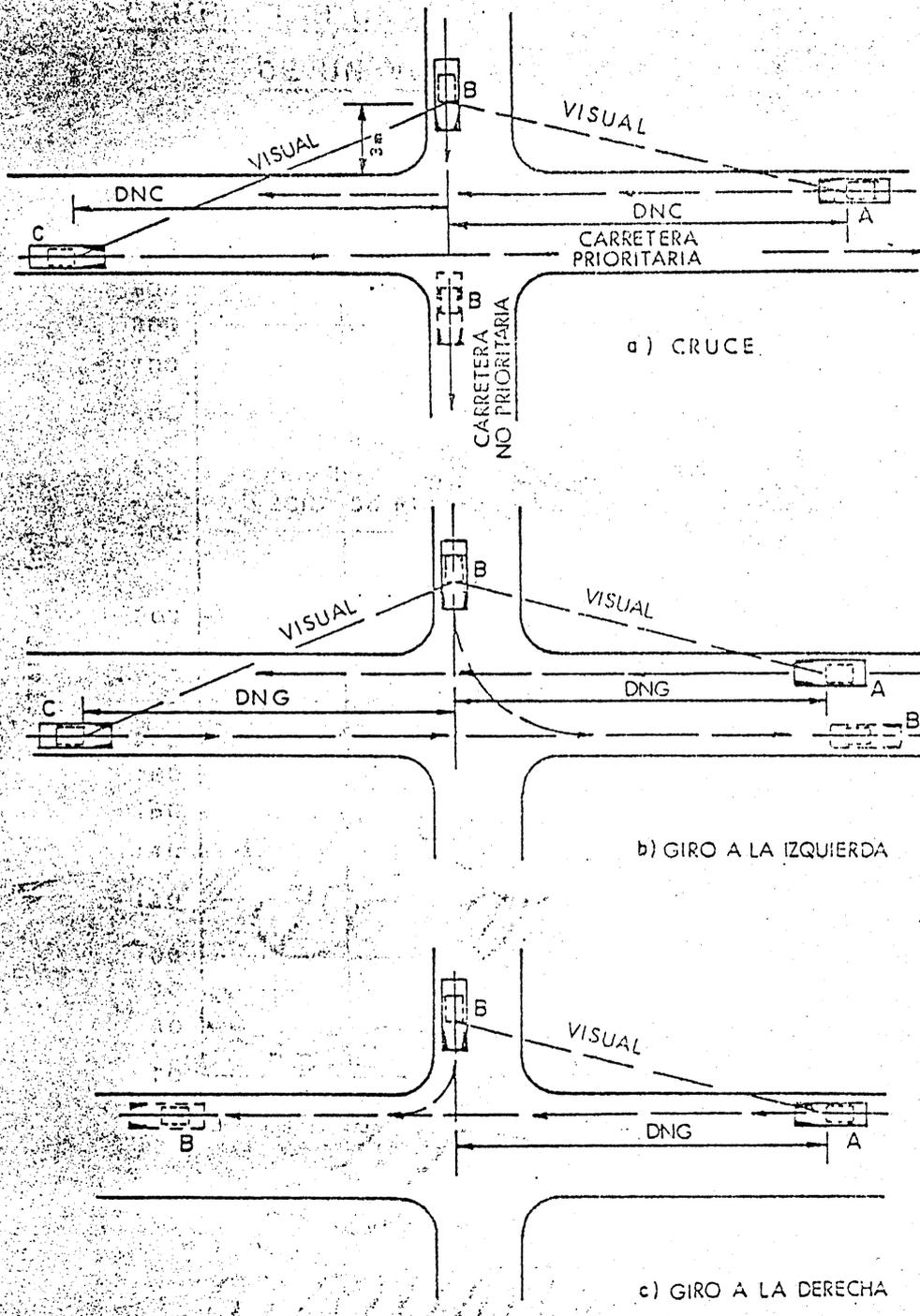


FIG. 5

DISTANCIA DE VISIBILIDAD NECESARIA PARA INICIAR  
Y COMPLETAR UN ADELANTAMIENTO EN PRESENCIA  
DE UN VEHICULO CONTRARIO

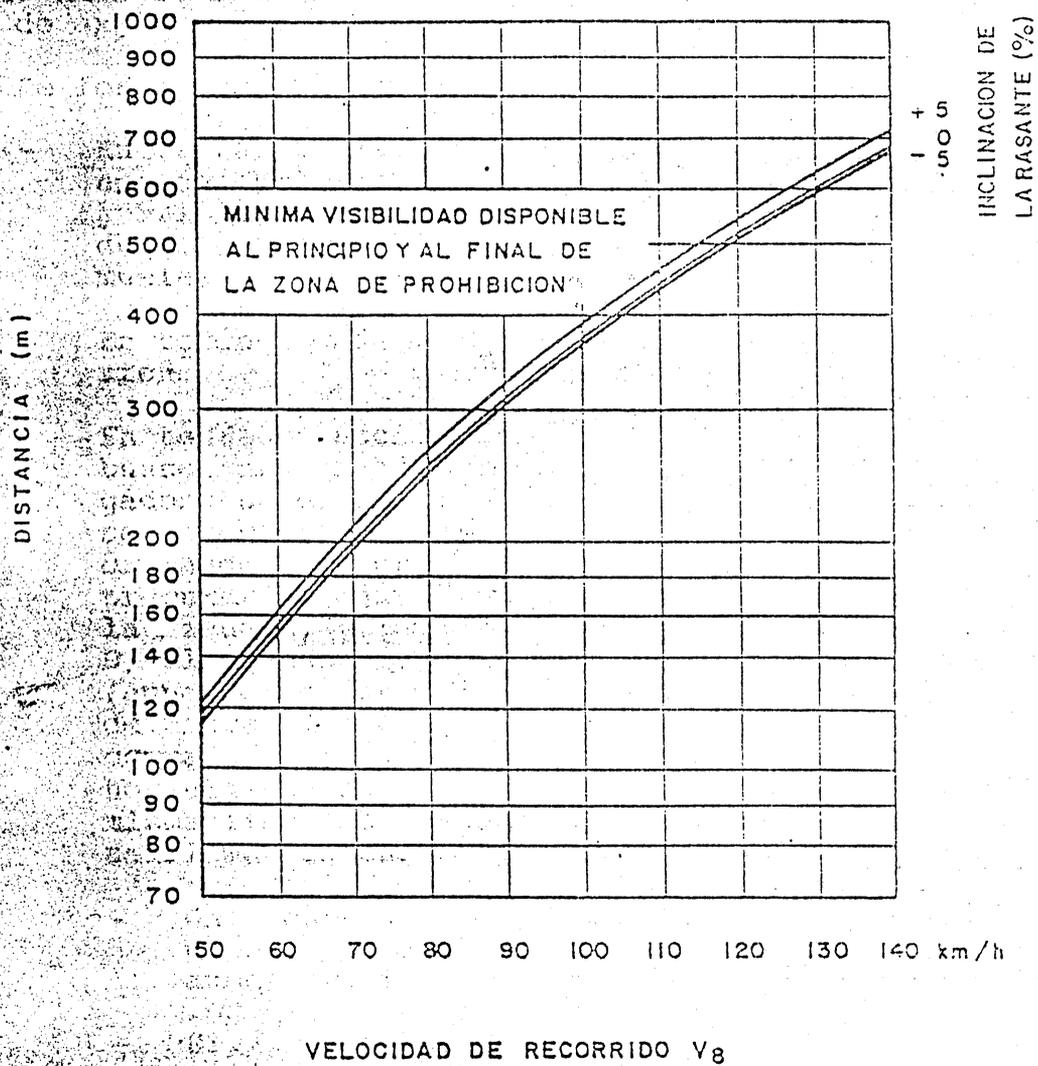


FIG. 6

## 6 CRITERIOS GENERALES SOBRE TRAZADO EN PLANTA

### 6.1 Generalidades

#### 6.1.1 Relación con el terreno

Se tendrá en cuenta que la elección de un trazado en planta y su relación con el relieve del terreno (apartado 3.2.1) condicionan los costes de construcción y conservación, y también los de explotación (costes de usuario).

De forma general, en nuevas carreteras:

- En terreno llano, el trazado no deberá resultar monótono; se prestará especial consideración al drenaje superficial (Instrucción 5.2-IC) y a las consideraciones del apartado 6.2. Si existieran protuberancias -mesas, muelas- el trazado deberá esquivarlas.
- En terreno ondulado, el trazado se deberá ceñir al terreno.
- En terreno accidentado y muy accidentado, mejor que buscar un trazado de mínima longitud entre puntos obligados, se elegirán zonas estables (apartado 3.2.2), que se conectarán a través de corredores también estables y cruzando favorablemente los cauces. Para ello se procurará alojar la mayor parte posible del trazado en la zona C, y reducir al máximo el recorrido en la zona D, eligiendo en ella un corredor de subida estable (aunque sea estrecho), por el que se gane cota a base de sucesivas horquillas (Fig. 7); si la anchura del corredor lo permitiera, se recomienda que las horquillas no estén alineadas y superpuestas en la misma línea de máxima pendiente (Fig. 8). Se tendrá, asimismo, en cuenta que:
  - Un corredor estable alto puede reducir los problemas de drenaje y de cruce de cauces, pero aumentará los de explotación invernal.
  - El emplazamiento de los puentes con frecuencia condiciona el trazado en las zonas D y E.
  - La solana es mejor que la umbría.

En zona E el trazado deberá bordear el río en terraplén, por encima del nivel de avenidas; si la pendiente del cauce fuera excesiva, se podrá recurrir a ganar cota a través de una zona D.

SECCION TRANSVERSAL DE UNA HORQUILLA

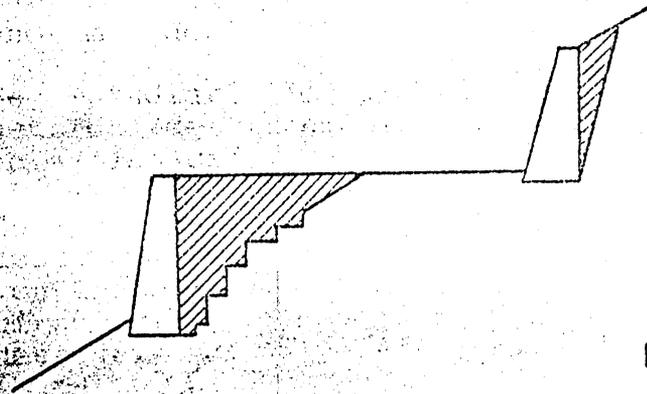


FIG. 7

HORQUILLAS SUPERPUESTAS

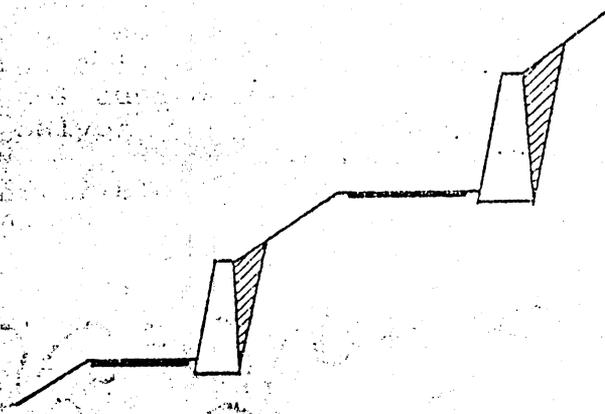


FIG. 8

En carreteras de baja intensidad de circulación en terrenos muy accidentados e inestables:

- Se estudiará la conveniencia de separar ambos sentidos de circulación, para reducir la anchura de la explanación.
- Se evitarán las soluciones cuyo bloqueo por deslizamiento, desprendimiento o formación de ventisqueros pueda llevar al corte total de la circulación, con dificultades de acceso para su despeje.

#### 6.1.2 Referencia transversal

La definición del trazado en planta de un tramo de carretera se referirá a un punto concreto de la sección transversal, que se denominará eje, el cual será (salvo justificación en contrario):

- En carreteras de calzada única sin carriles adicionales, el centro de la calzada.
- En carreteras con calzadas separadas, el centro de la mediana si ésta fuera de anchura constante y, en caso contrario, el borde interior del arcén interior de cada calzada.

En curvas de radio inferior á 200 m, como en la mayoría de las vías de giro o ramales (apartado 13.3.1), se referirá el trazado en planta a la trayectoria -centrada en el carril correspondiente- del centro del eje director de un vehículo-tipo articulado, salvo:

- en vías arteriales y calles colectoras, en las que será un autobús, y
- en calles locales, en las que será un coche.

En la tabla 12 se indican las características geométricas de los vehículos-tipo.

TABLA 12

## CARACTERISTICAS GEOMÉTRICAS (m) DE VEHICULOS-TIPO

VEHICULO-TIPO	BATALLA	ANCHURA	VUELO DELANTERO
Coche	3,10	1,85	1,10
Camión	5,50	2,50	1,50
Autobús	5,85	2,50	2,65
Vehículo articulado*	3,50	2,50	1,50

(\*) Estos datos se refieren al vehículo tractor. El semi-remolque del vehículo articulado tiene la misma anchura que éste; su punto de articulación está situado 0,20 m por delante del eje trasero del tractor, y la distancia entre dicho punto y el eje trasero del semi-remolque es de 6,95 m.

6.2. Alineaciones rectas

Excepto en acondicionamientos de carreteras existentes, para evitar deslumbramientos por el sol se evitarán los rumbos coincidentes con el orto y sobre todo con el ocaso, especialmente en alineaciones muy largas.

En páramos sin arbolado donde fuera posible la formación de ventisqueros, se procurará que el rumbo coincida con la dirección del viento dominante.

6.3. Curvas circulares6.3.1. Peraltes

Se adoptarán los peraltes siguientes:

- En autopistas y autovías, siempre que el radio no rebase 900 m; y en vías rápidas y en carreteras convencionales (estas últimas, fuera de poblado), siempre que el radio no rebase 450 m:
  - 10 % donde no haya problemas de hielo o nieve;
  - 8 % donde los haya.

- En vías urbanas, siempre que el radio no rebase 90 m:

- 5 % como norma general.

- Igual que en una alineación recta, donde la velocidad de proyecto no rebase 40 km/h.

- En nudos:

- 8 % en lazos.

- 5 % en los demás tipos de ramal y en vías de giro canalizadas.

- 3 % en vías de giro sin canalizar.

En todo caso, la línea de máxima pendiente de la calzada (combinación del peralte con la inclinación longitudinal de la rasante) no deberá superar una inclinación del 12 % en vías urbanas, ni del 10 % en los demás casos, ni bajar del 0,5 % en caso alguno.

Los radios superiores a los límites citados se peraltarán con arreglo a la tabla 13:

TABLA 13

RADIOS (m) PARA VALORES DISCRETOS DEL PERALTE

PERALTE (%)	AUTOPISTAS Y AUTOVIAS		VIAS RAPIDAS CARRETERAS CONVENCIONALES FUERA DE POBLADO		VIAS URBANAS
	PROBLEMAS DE HIELO O NIEVE				
	NO	SI	NO	SI	
-2			6 253	6 977	568
-1			5 021	5 304	436
0	8 065	8 065	4 033	4 033	335
1	6 477	6 132	3 239	3 066	258
2	5 202	4 662	2 601	2 331	198
3	4 177	3 544	2 089	1 772	152
4	3 355	2 694	1 677	1 347	117
5	2 694	2 048	1 347	1 024	≤90
6	2 164	1 557	1 082	779	
7	1 738	1 184	869	592	
8	1 395	≤ 900	698	≤ 450	
9	1 121		560		
10	≤ 900		≤ 450		

### 6.3.2 Velocidad específica

Asociando al peralte establecido según el apartado 6.3.1 el máximo coeficiente  $f_{max}$  recomendado correspondiente a cada velocidad específica (apartado 4.2.2), se determinará ésta para cada valor del radio (tabla 14 y Fig. 9):

TABLA 14

RADIOS (m), PARA VALORES DISCRETOS DE LA VELOCIDAD ESPECIFICA

#### A) TRAMOS DE CARRETERA

VELOCIDAD ESPECIFICA (km/h)	AUTOPISTAS Y AUTOVIAS		VIAS RAPIDAS		VIAS URBANAS
			CARRETERAS CONVENCIONALES FUERA DE POBLADO		
	PROBLEMAS DE HIELO O NIEVE				
	NO	SI	NO	SI	
30			23	25	34
40			44	47	67
50			73	78	89
60			112	122	156
70			164	180	
80	233	256	233	256	
90	322	358	322	358	
100	437	492	437	505	
110	572	650	630	743	
120	741	854	958	1 149	
130	986	1 237			
140	1 518	2 041			

#### B) NUDOS

VELOCIDAD ESPECIFICA (km/h)	LAZOS	DEMÁS RAMALES Y VIAS DE GIRO CANALIZADAS	VIAS DE GIRO SIN CANALIZAR
15	-	6,2	6,7
20	-	11,4	12,3
25	16,6	18,5	20,0
30	24,7	27,5	29,8
35	34,7	38,8	42,2
40	46,8	52,6	57,5
45	61,2	69,3	75,9
50	78,4	89,0	97,9

### VELOCIDAD ESPECIFICA ASOCIADA AL RADIO

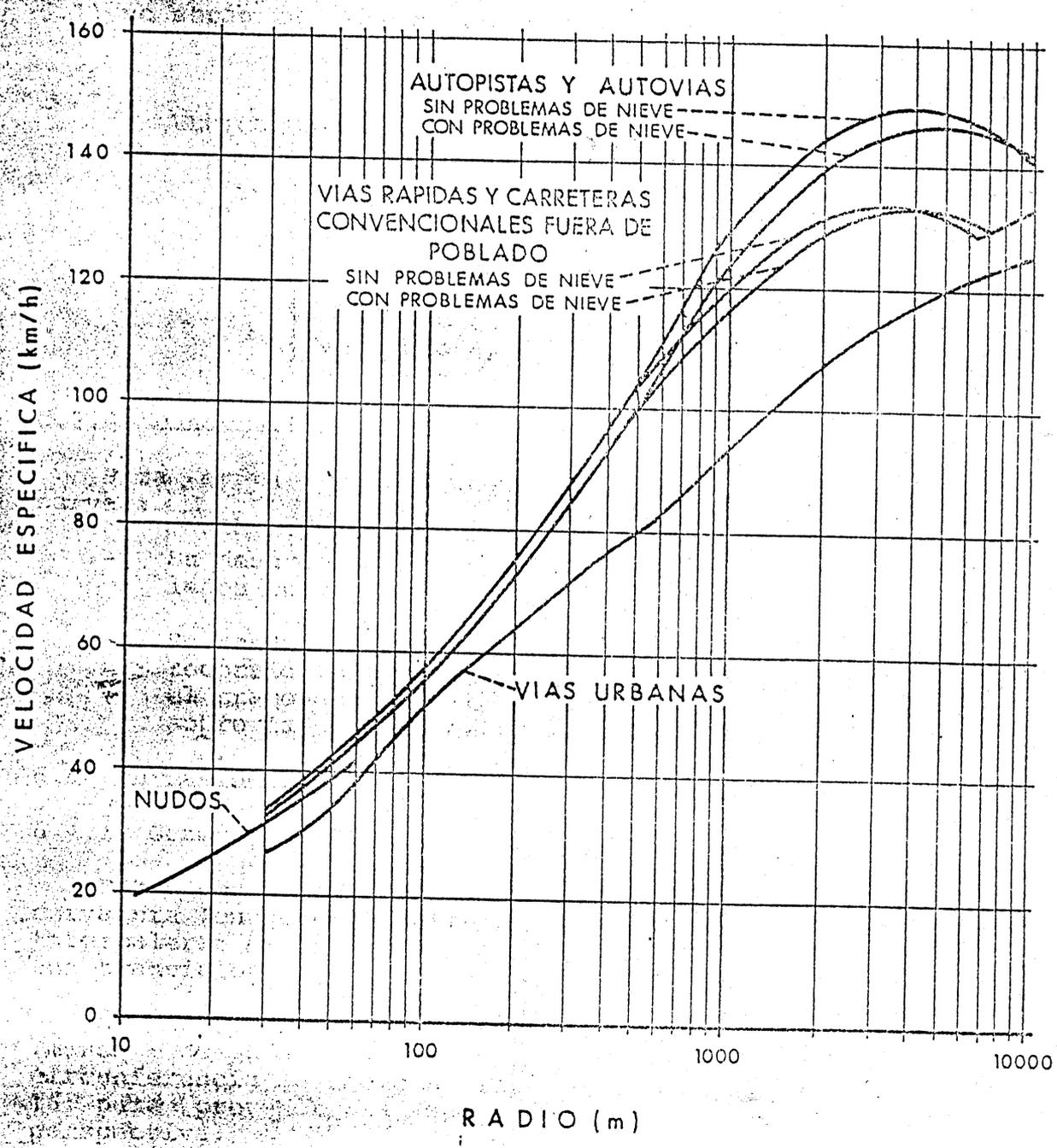


FIG. 9

### 6.3.3 Radios mínimos de maniohra

Los radios de curvatura de la trayectoria -definida por el punto medio del eje director- de un vehículo-tipo (apartado 6.1) no serán inferiores a los que figuran en la tabla 15:

TABLA 15

VEHICULOS-TIPO Y SUS RADIOS MINIMOS DE GIRO (m)

VEHICULO-TIPO	RADIO
Coche	5,00
Camión	10,65
Autobús	11,00
Vehículo articulado	6,55

### 6.3.4 Desarrollo mínimo

Para evitar puntos angulosos en la perspectiva de las curvas:

- Su desarrollo deberá ser tanto mayor cuanto desde más lejos pueda ser contemplada por el conductor.
- Se tendrá en cuenta que, con desarrollos cuyo tiempo de recorrido sea inferior á 1 s, resulta demasiado corto el tramo de peralte constante si no se desborda éste sobre las curvas de transición.

## 6.4 Curvas de transición

### 6.4.1 Generalidades

Entre dos alineaciones de un trazado en planta de diferente curvatura (en general entre una recta y una circunferencia) se intercalarán alineaciones de curvatura variable, que aseguren una transición continua de la curvatura entre sus extremos.

Se exceptuarán las curvas de pequeño desarrollo angular (menos de  $6,3662^\circ$ ), en las que se dispondrá sólo una circunferencia de radio no inferior al mínimo dado por la tabla 16, para prevenir la aparición de puntos angulosos en la perspectiva.

TABLA 16

RADIO MINIMO PARA PEQUEÑOS ANGULOS DE GIRO  
SIN CURVAS DE TRANSICION

ANGULO DE GIRO $\Omega$ ( $^\circ$ )	RADIO MINIMO (m)
	NO ES NECESARIO
0,5556	40 107 $22282/\Omega$
1,1111	20 054 $(25465/\Omega) - 2865$
5,5556	1 719 $9549/\Omega$
6,3662	1 500

En estos casos, un 60 % de la transición del peralte se dispondrá en la alineación recta, y el resto en la curva.

Toda curva de transición deberá coincidir, en sus extremos, con las alineaciones contiguas (rectas o circunferencias) no sólo en posición, sino también en tangencia y en curvatura. El caso de transición entre dos circunferencias del mismo sentido, denominado ovoide, se tratará como una parte de la transición de la circunferencia de radio menor a una alineación recta virtual.

#### 6.4.2 Forma

La ley de curvatura de una curva de transición deberá ser monótona entre las alineaciones rectas contiguas, incluso aunque éstas se redujeran a un punto. No se admitirán curvas de transición compuestas, formadas por tramos sucesivos con distinta ley de curvatura.

Salvo si la razón entre las velocidades en los extremos de una clotoide excediera de 1,4, caso para el que se recomienda emplear otros tipos de curva, se empleará como curva de transición la clotoide.

#### 6.4.3 Longitud mínima (Fig. 10)

El retranqueo de la curva circular no deberá ser inferior a 1 m (recomendable), o a 0,5 m (mínimo). Para la clotoide, esto resultará aproximadamente en

$$L_{\min} = 2*(6*R)^{1/2} \quad (\text{recomendable})$$

$$L_{\min} = 2*(3*R)^{1/2} \quad (\text{mínimo})$$

El desarrollo angular de la curva de transición no deberá ser inferior á 0,05 rad. Para la clotoide, esto resulta en

$$L_{\min} = R/10$$

El citado desarrollo angular tampoco deberá ser inferior a la quinta parte del ángulo total de giro entre alineaciones rectas. Para la clotoide, esto resulta en

$$L_{\min} = \frac{\pi * \Omega}{500} * R$$

En casos especiales, se comprobará que:

- La velocidad de variación del peralte no es superior al 4 %/s.
- La velocidad  $j$  de variación de la aceleración centrífuga no compensada por el peralte no es superior á  $50/V_0$  (m/s<sup>3</sup>) [ $V_0$  en km/h].

### LONGITUD MINIMA DE TRANSICION

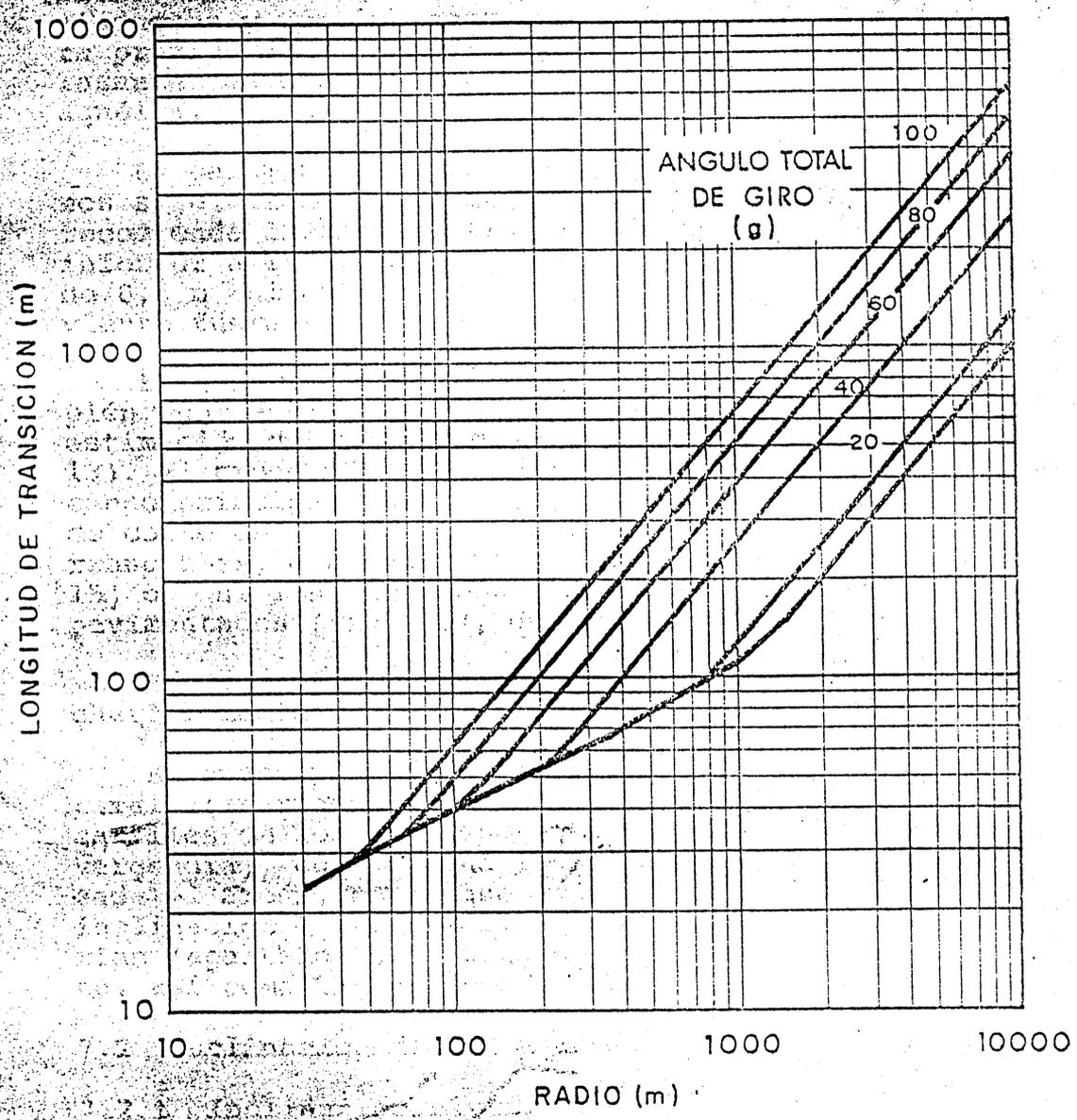


FIG. 10

## 7 CRITERIOS GENERALES SOBRE TRAZADO EN ALZADO

### 7.1 Generalidades

En nuevas carreteras, se procurará ceñir la rasante al terreno de forma que se minimice el coste de las explanaciones, viaductos y túneles necesarios. Donde la capa freática estuviera próxima a la superficie del terreno natural, se dispondrá la rasante de manera que la explanada diste suficientemente de aquélla.

En páramos sin arbolado donde se pudieran formar ventisqueros si el viento dominante fuera transversal a la carretera, se recomienda llevar el trazado en terraplén, con una altura no inferior a la profundidad media de la nieve, más un resguardo de 0,5 m si durante más de 15 días al mes la velocidad del viento fuera superior a 40 km/h.

En zona E (apartado 3.2.2) el trazado deberá ir en terraplén por encima del nivel de avenidas (Figs. 11 y 12), cuya estimación deberá ser muy cuidadosa en cañones estrechos (Fig. 13). El cruce de los conos de deyección de los afluentes al cauce principal (Fig. 14) deberá tener en cuenta la posibilidad de corte de la carretera por los acarreo de estos cauces torrenciales, debiendo preverse -en su caso- obras de paso (Fig. 15) o, si los acarreo fueran muy intensos, colocar badenes pavimentados (Fig. 16), de más fácil limpieza.

En acondicionamientos de carreteras, se procurará aprovechar al máximo el afirmado existente.

En nudos, el perfil longitudinal de una vía de giro o de un ramal (apartado 13.3.1) estará condicionado por el de los carriles de los que separe en sus extremos (divergencia y convergencia), con los que compartirá una zona de plataforma (calzada + arcén) en la que no podrán variarse ni la cota ni la inclinación transversal. En cruces a nivel con otras trayectorias (apartado 13.2) se deberán respetar su cota y su pendiente, así como los gálibos en aquéllas que se crucen a desnivel.

### 7.2 Inclinación de la rasante

#### 7.2.1 Inclinación máxima

##### 7.2.1.1 Generalidades

En rasantes con gran inclinación longitudinal y longitud apreciable se considerarán tanto la reducción de la velocidad de los vehículos al subir (sobre todo de los pesados, con la consiguiente disminución del nivel de servicio y aumento de los costes de explotación), como las mayores distancias necesarias para frenar cuesta abajo o acelerar cuesta arriba (con la consiguiente incidencia en la seguridad de la circulación).

Se podrá considerar que la disminución del nivel de servicio tiene menos importancia en terrenos con relieve (apartado 3.2.1) accidentado o muy accidentado, si la proporción de vehí-

ALZADO EN ZONA JUNTO A UN CAUCE

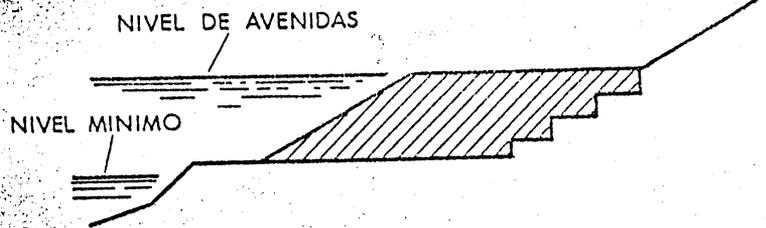


FIG. 11

ALZADO EN UNA GARGANTA



FIG. 12

ALZADO EN UN CAUCE ENCAÑONADO

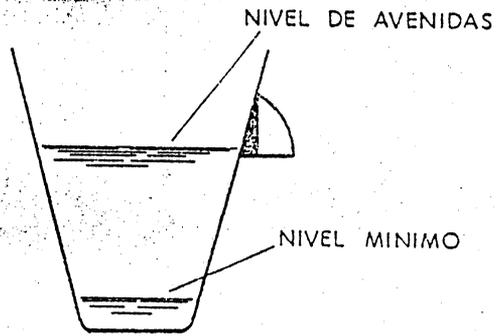


FIG. 13

CAUCE DE UN AFLUENTE CON CAUDAL PERMANENTE

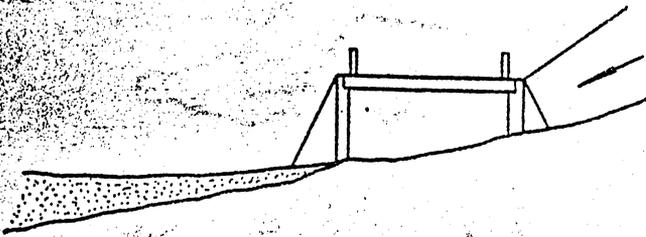


FIG. 14

# CAUCE DE AFLUENTES - OBRA DE PASO

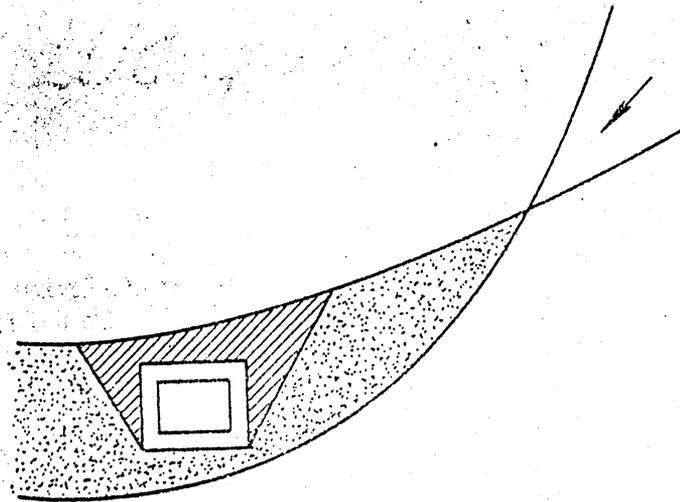


FIG. 15

# CRUCE DE AFLUENTES - BADEN PAVIMENTADO

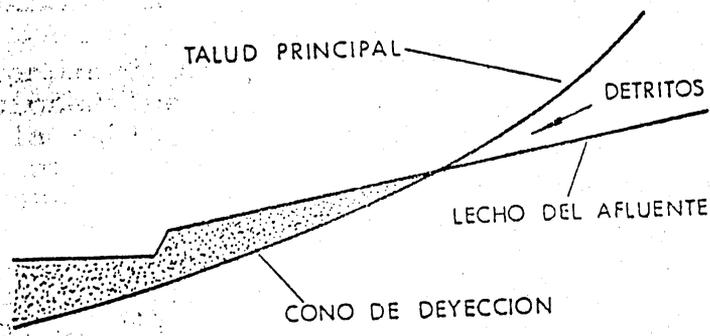


FIG. 16

culos pesados no fuera alta y se pudiera paliar dicho efecto disponiendo un carril adicional (apartado 10.2.3).

#### 7.2.1.2 Nuevas carreteras

Salvo en enlaces, o donde la inclinación de las rampas no exceda de los límites que figuran en la tabla 17, se analizarán las repercusiones económicas de adoptar un cierto límite de inclinación -y, eventualmente, disponer un carril adicional (apartado 7.3)- tanto en los costes de construcción y conservación como en el de explotación (costes de usuario).

TABLA 17

MAXIMA INCLINACION (%) DE RAMPAS  
EN NUEVAS CARRETERAS  
SIN NECESIDAD DE ESTUDIO ECONOMICO

TERRENO	IMD (HORIZONTE)		
	250	500	
Llano	5	4	3
Ondulado	6	5	4
Accidentado	7	6	5
Muy accidentado	8	7	6

NOTA: En rampas de menos de 250 m de longitud (entre secciones con rasante horizontal) los límites de la tabla 17 podrán aumentarse en 1 punto porcentual, siempre que la IMD no sea superior a 1 000.

Se recomienda no disponer rampas de más de 3 km de longitud con inclinación superior a los límites de la tabla 18, aunque estuvieran dotadas de carril adicional (apartado 10.2.3).

TABLA 18

MAXIMA INCLINACION DE RAMPAS LARGAS  
EN NUEVAS CARRETERAS

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	INCLINACION MAXIMA (%)
140	3
120	4
100	5
80	6

NOTA: En terreno accidentado o muy accidentado (apartado 3.2.1) los límites de la tabla 18 podrán aumentarse en 1 punto porcentual en rampas de 600 m de longitud máxima, y en 2 puntos (sin rebasar el 7 %) si dicha longitud no excediera de 300 m.

Donde fueran frecuentes nieve o hielo no se rebasará una inclinación de la rasante del 10 %.

#### 7.2.1.3 Acondicionamiento de carreteras existentes

En acondicionamientos de carreteras existentes con mantenimiento de la circulación, se podrá justificar la no aplicación de las limitaciones del apartado 7.2.1.2.

#### 7.2.1.4 Horquillas

En horquillas, la inclinación máxima se referirá al borde interior de la calzada; y se recomienda reducir en ellas la inclinación de la rasante, para evitar una disminución adicional de la velocidad de recorrido.

#### 7.2.1.5 Nudos

En nudos, la inclinación máxima de la rasante podrá alcanzar valores del 8, 10 y aun 12 %, sobre todo en longitudes cortas.

#### 7.2.1.6 Túneles

En rampa, la inclinación de la rasante no deberá rebasar el 3 %, salvo que se justifique la adecuación de la ventilación.

### 7.2.1.7 Lechos de frenado

En pendientes descendentes de longitud superior á 1 km y cuya inclinación rebase los límites de la tabla 19:

- Se estudiará la conveniencia de disponer un lecho de frenado para vehículos pesados cuyos frenos no funcionen correctamente.
- Se evitarán disminuciones transitorias de la pendiente, que puedan dar la falsa impresión de un remonte.

TABLA 19

LIMITE INFERIOR DEL ESTUDIO DE UN LECHO DE FRENADO  
EN PENDIENTES DE MAS DE 1 km

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	INCLINACION MAXIMA (%)
140	4
120	5
100	6
80	7

NOTA: En terreno accidentado o muy accidentado (apartado 3.2.1) los límites de la tabla 19 podrán aumentarse en 1 punto porcentual en pendientes de 600 m de longitud máxima.

### 7.2.2 Inclinación mínima

Se evitarán rasantes con muy escasa inclinación, sobre todo donde coincidan con poca pendiente transversal (curvas en S). En todo caso, la línea de máxima pendiente de la calzada no podrá tener una inclinación inferior al 0,5 %.

### 7.3 Establecimiento de carriles adicionales en rampas

Salvo en terrenos muy accidentados (apartado 3.2.1), en los que se recomienda disponerlos donde haya ocasión para ello, el establecimiento de carriles adicionales en rampas fuertes (apartado 10.2.3) se basará en un análisis del nivel de servicio, en principio de forma genérica en función del relieve del terreno (apartado 3.2.1) y, si fuera preciso, de forma específica para rampas concretas donde la inclinación rebase los límites de la tabla 18. En este último caso, el análisis se atenderá a los criterios siguientes:

a) Condiciones simultáneas necesarias para implantar un carril adicional en rampa:

- Intensidad mínima de vehículos que suben: 200 veh/h.
- Intensidad mínima de vehículos lentos que suben: 20 veh/h.
- Velocidad final de un camión de 6 CV/t en la rampa (apartado 4.5): inferior al 40 % de la de los coches en carreteras con calzadas separadas, o al 50 % en carreteras de calzada única.

b) Condiciones aisladas suficientes para implantar un carril adicional en rampa:

- Nivel de servicio en la rampa: E ó F.

- Nivel de servicio en la rampa: inferior en más de un nivel al del tramo de aproximación a ella.

- Velocidad de un camión de 6 CV/t en la rampa: inferior a 40 km/h.

#### 7.4 Acuerdos verticales

Salvo justificación en contrario, los acuerdos verticales serán parabólicos, y en ellos la inclinación de la rasante variará linealmente con el recorrido en planta. A los efectos de la presente Instrucción, se definirá como parámetro  $K_v$  de un acuerdo vertical a una longitud igual a 100 veces el recorrido (en planta) necesario para que la inclinación de la rasante varíe en un 1 %.

Los parámetros mínimos de acuerdos verticales -convexos y cóncavos- proporcionarán la visibilidad necesaria (apartado 5.2) para efectuar las siguientes maniobras:

- A) Detención ante un obstáculo en la calzada (apartado 5.3.1): en todo lugar de cualquier clase de carretera (Tablas 19 y 21).
- B) Colisión con otras trayectorias de tráfico (apartado 5.3.2): en todas las trayectorias en nudos de la red viaria que converjan o sean cruzadas con prioridad fija por otras.
- C) Adelantamiento de vehículos (apartado 5.3.3): en todos los tramos de carreteras de calzada única con un solo carril para el sentido considerado, en los que no esté prohibida dicha maniobra.
- D) Percepción de la presencia de un semáforo o de una divergencia (apartado 5.3.4): en los tramos de aproximación a dichas circunstancias.

TABLA 19

MINIMO VALOR ABSOLUTO DEL PARAMETRO  $K_v$  (m)  
PARA DETENERSE EN ACUERDOS CONVEXOS

INCLINACION INICIAL DE LA RASANTE (%)	VELOCIDAD INICIAL (km/h)								
	50	60	70	80	90	100	110	120	130
-4	1123	1906	3044	4632	6779	9602	13232	17810	23491
-3	1065	1804	2876	4370	6386	9033	12434	16718	22033
-2	1012	1712	2725	4135	6033	8524	11720	15742	20724
-1	965	1629	2589	3922	5716	8066	11077	14863	19550
0	922	1554	2466	3730	5428	7651	10495	14069	18488
1	882	1485	2353	3555	5167	7274	9968	13349	17526
2	846	1423	2251	3396	4929	6930	9487	12693	16651
3	813	1365	2157	3250	4711	6616	9048	12093	15851
4	783	1313	2071	3116	4511	6328	8645	11545	15119
5	755	1264	1991	2992	4327	6064	8275	11041	14446
6	729	1219	1918	2878	4157	5819	7934	10576	13827
7	705	1177	1850	2773	4000	5594	7618	10147	13255
8	683	1139	1787	2675	3855	5385	7327	9750	12727

NOTA: Estos parámetros mínimos corresponden a acuerdos en los que la diferencia de inclinaciones de la rasante entre sus extremos resulte superior a la dada por la tabla 20 13; en caso contrario, deberá comprobarse la distancia de visibilidad disponible y compararla con la necesaria para la detención.

TABLA 20

MINIMA DIFERENCIA (%) ENTRE LAS INCLINACIONES  
DE LAS RASANTES EXTREMAS DE ACUERDOS CONVEXOS  
PARA QUE SE APLIQUE LA TABLA 19

INCLINACION INICIAL DE LA RASANTE (%)	VELOCIDAD INICIAL (km/h)								
	50	60	70	80	90	100	110	120	130
-4	11,39	8,75	6,92	5,61	4,64	3,90	3,32	2,86	2,49
-3	11,70	8,99	7,12	5,78	4,78	4,02	3,42	2,95	2,57
-2	12,00	9,23	7,31	5,94	4,92	4,14	3,53	3,04	2,65
-1	12,29	9,46	7,50	6,10	5,05	4,25	3,63	3,13	2,73
0	12,58	9,69	7,69	6,25	5,18	4,37	3,73	3,22	2,81
1	12,86	9,91	7,87	6,40	5,31	4,48	3,82	3,30	2,88
2	13,13	10,12	8,05	6,55	5,44	4,59	3,92	3,39	2,96
3	13,39	10,34	8,22	6,70	5,56	4,69	4,01	3,47	3,03
4	13,65	10,54	8,36	6,84	5,69	4,80	4,11	3,55	3,11
5	13,90	10,74	8,56	6,98	5,80	4,90	4,20	3,63	3,18
6	14,14	10,94	8,72	7,12	5,92	5,01	4,29	3,71	3,25
7	14,38	11,13	8,88	7,25	6,04	5,11	4,37	3,79	3,32
8	14,61	11,31	9,03	7,38	6,15	5,20	4,46	3,87	3,38

TABLA 21

MINIMO VALOR DEL PARAMETRO  $K_v$  (m)  
PARA DETENERSE EN ACUERDOS CONCAVOS

INCLINACION INICIAL DE LA RASANTE (%)	VELOCIDAD INICIAL (km/h)								
	50	60	70	80	90	100	110	120	130
-8	1447	2114	2894	3784	4781	5884	7092	8405	9821
-7	1401	2043	2795	3651	4611	5673	6835	8097	9459
-6	1358	1979	2704	3530	4456	5479	6599	7815	9126
-5	1319	1919	2620	3419	4313	5301	6382	7555	8820
-4	1283	1864	2543	3317	4182	5137	6182	7316	8533
-3	1249	1814	2472	3222	4060	4985	5997	7094	8276
-2	1219	1767	2406	3133	3946	4844	5825	6888	8033
-1	1190	1723	2345	3051	3841	4713	5664	6696	7807
0	1163	1682	2287	2975	3743	4590	5515	6517	7596
1	1138	1644	2234	2903	3651	4475	5375	6350	7399
2	1115	1609	2184	2836	3565	4368	5244	6193	7214
3	1093	1575	2137	2774	3484	4263	5121	6045	7040
4	1087	1544	2092	2714	3408	4172	5005	5907	6876

NOTA: Estos parámetros mínimos corresponden a acuerdos en los que la diferencia de inclinaciones de la rasante entre sus extremos resulte superior a la dada por la tabla 15; en caso contrario, deberá comprobarse la distancia de visibilidad disponible y compararla con la necesaria para la detención.

TABLA 22

MINIMA DIFERENCIA (%) ENTRE LAS INCLINACIONES  
DE LAS RASANTES EXTREMAS DE ACUERDOS CONCAVOS  
PARA QUE SE APLIQUE LA TABLA 21

INCLINACION INICIAL DE LA RASANTE (%)	VELOCIDAD INICIAL (km/h)								
	50	60	70	80	90	100	110	120	130
-8	4,79	4,45	4,23	4,07	3,97	3,88	3,82	3,77	3,74
-7	4,82	4,47	4,25	4,09	3,98	3,90	3,83	3,78	3,74
-6	4,86	4,50	4,27	4,11	4,00	3,91	3,84	3,79	3,75
-5	4,89	4,53	4,29	4,13	4,01	3,92	3,86	3,80	3,76
-4	4,92	4,55	4,31	4,14	4,02	3,94	3,87	3,81	3,77
-3	4,95	4,57	4,33	4,16	4,04	3,95	3,88	3,82	3,78
-2	4,97	4,60	4,35	4,18	4,05	3,96	3,89	3,83	3,79
-1	5,00	4,62	4,37	4,19	4,07	3,97	3,90	3,84	3,79
0	5,03	4,64	4,39	4,21	4,08	3,98	3,91	3,85	3,80
1	5,05	4,66	4,40	4,22	4,09	3,99	3,92	3,86	3,81
2	5,08	4,68	4,42	4,24	4,11	4,00	3,93	3,87	3,82
3	5,10	4,70	4,44	4,25	4,12	4,02	3,94	3,87	3,82
4	5,13	4,72	4,46	4,27	4,13	4,03	3,95	3,88	3,83

Se recomienda que el valor absoluto del parámetro  $K_v$  de un acuerdo vertical no sea inferior a 940 m en uno convexo, ni a 820 m en uno cóncavo.

En ramales de enlaces se dotará a los acuerdos verticales convexos -con preferencia sobre los cóncavos- de un parámetro del mayor valor absoluto posible, aun reduciendo a un punto las rasantes uniformes. En pasos inferiores se deberá cuidar de que el acuerdo cóncavo tenga suficiente dimensión como para que el tablero de la estructura no impida la visibilidad necesaria.

El desarrollo de un acuerdo vertical será superior al correspondiente a un tiempo de recorrido de 4 segundos a la velocidad de recorrido (apartado 4.1).

## 8 CRITERIOS GENERALES SOBRE SECCION TRANSVERSAL

### 8.1 Calzada

#### 8.1.1 Número de carriles

##### 8.1.1.1 Tramos de carretera

Si el número de carriles de un tramo de carretera no estuviera explícitamente fijado en la Orden de estudio, su elección se basará en:

- Las estimaciones de la intensidad de la circulación a un horizonte dado (apartado 3.4.2).
- El nivel de servicio deseado, relacionado con que en el año no se rebase la capacidad de la carretera durante más de un cierto número de horas al año.
- La optimización de los costes de construcción, conservación y explotación (costes de usuario).

En carreteras de baja intensidad de circulación en terrenos muy accidentados (apartado 3.2.1) e inestables (apartado 3.2.2) se estudiará la posibilidad de disponer un solo carril, con zonas de cruce.

Donde hubiera más de un carril para un sentido de circulación, cualquier reducción se hará empezando por el situado más a la izquierda, y nunca más de uno a la vez: la distancia mínima entre el final de una reducción y el principio de la siguiente, expresada en m, no deberá ser inferior a la velocidad de recorrido (apartado 4.1), expresada en km/h.

##### 8.1.1.2 Nudos

Los carriles reservados al tráfico de paso serán continuos, y claramente identificables por los conductores; su número no podrá ser reducido más que después de una bifurcación (apartado 13.6) en la que una disminución significativa de la intensidad de la circulación (por ejemplo, porque hayan salido dos carriles) así lo justifique. La reducción no podrá ser superior a 1 unidad.

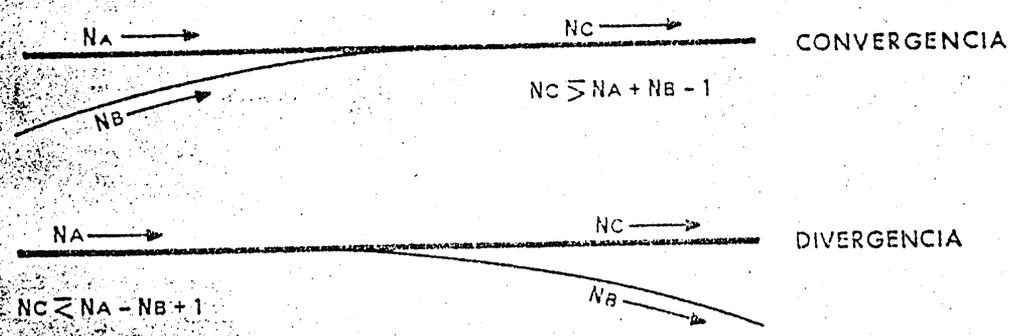
El número de carriles después de una convergencia será igual, o inferior en 1 unidad, a la suma del número de carriles que converjan (Fig. 17).

El número de carriles después de una divergencia debe ser igual, o preferiblemente superior en 1 unidad, a la diferencia entre el número de carriles antes de la divergencia y el número de carriles que han divergido (Fig. 17).

Las vías de giro y los ramales de enlace fuera de poblado tendrán un solo carril; sólo en ramales en zona urbana y con elevadas intensidades de circulación se podrá justificar el

# EQUILIBRIO DEL NUMERO TOTAL DE CARRILES

## REGLA GENERAL



## EJEMPLOS

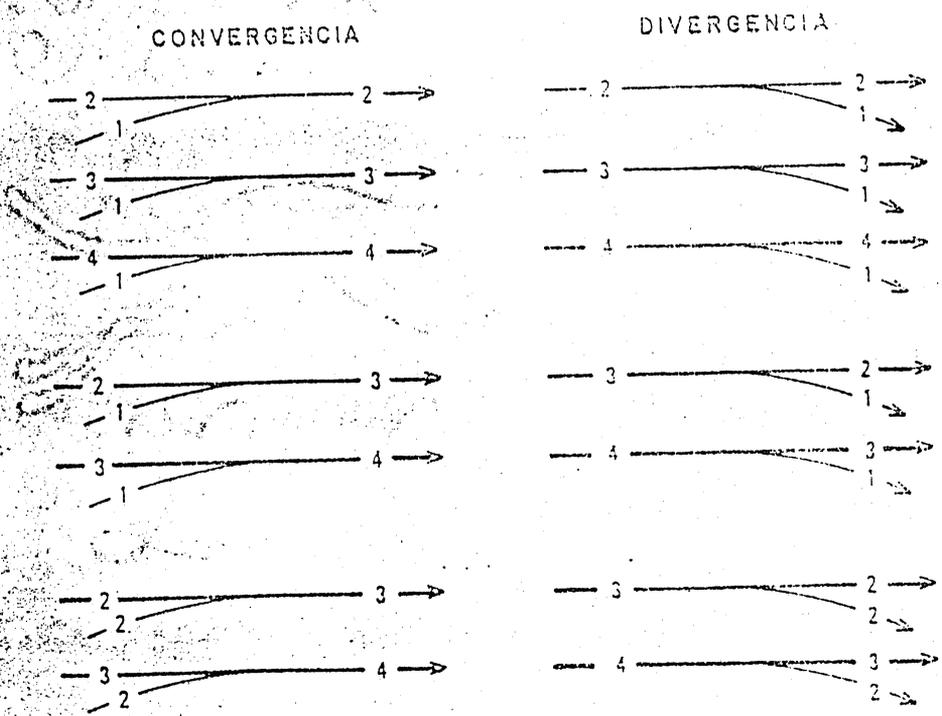


FIG. 17

empleo de dos carriles, resolviendo adecuadamente las bifurcaciones y, sobre todo, las confluencias (apartado 13.6) en sus extremos.

En glorietas, cada salida no podrá tener un número de carriles inferior al que tuviera para ese sentido el tramo al que acceda.

### 8.1.1.3 Carriles auxiliares

#### 8.1.1.3.1 Divergencias y convergencias

Donde, para respetar las reglas de continuidad de carriles de paso y equilibrio del número total de carriles (Figs. 18 y 19) expuestas en el apartado 8.1.1.2, se añadiera un carril auxiliar (Fig. 20) a un tramo de carretera se observarán, además, las siguientes:

- Antes de una divergencia, el carril auxiliar se prolongará en el carril de deceleración, de forma que la longitud (apartado 13.5.3) conjunta de ambos no sea inferior á:

- 450 m para velocidades de proyecto (apartado 4.3) inferiores á 120 km/h.

- 500 m para velocidades de proyecto iguales o superiores á 120 km/h.

Después de una convergencia, el carril auxiliar deberá tener una longitud mínima de 400 m, la cual podrá ser justificadamente aumentada si se diera alguna de las circunstancias siguientes:

- Elevada intensidad de circulación aportada por la entrada.

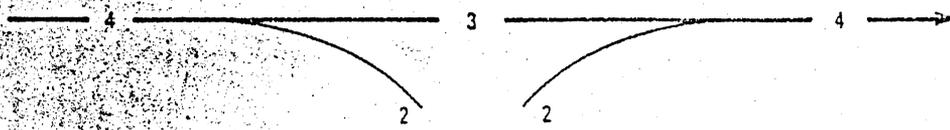
- Elevada proporción de vehículos pesados.

- Rasante en rampa.

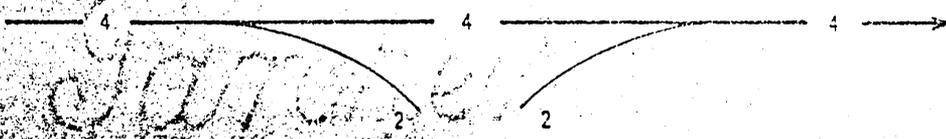
- Final del carril auxiliar coincidente con un acuerdo vertical convexo.

Las salidas con dos carriles precisarán, en general, de un carril auxiliar (Fig. 20bis)

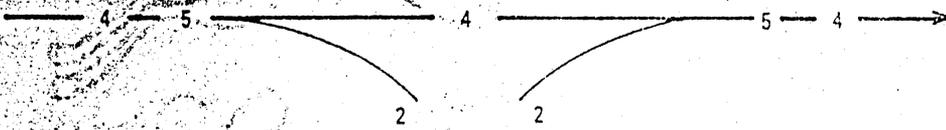
EJEMPLOS DE CONTINUIDAD DE LOS CARRILES DE PASO Y EQUILIBRIO DEL NUMERO TOTAL DE CARRILES



Equilibrio del numero total  
Falta de continuidad de los carriles de paso



Continuidad de los carriles de paso  
Falta de equilibrio del numero total



Continuidad de los carriles de paso  
Equilibrio del numero total

FIG. 13

EJEMPLOS DE CONTINUIDAD DE LOS CARRILES DE PASO (CON EQUILIBRIO)

FIG. 19

Continuidad de los carriles de paso

Continuidad de los carriles de paso

Solo es continuo uno de los tres carriles de paso

Se restablece la continuidad de los carriles de paso

CARRILES AUXILIARES

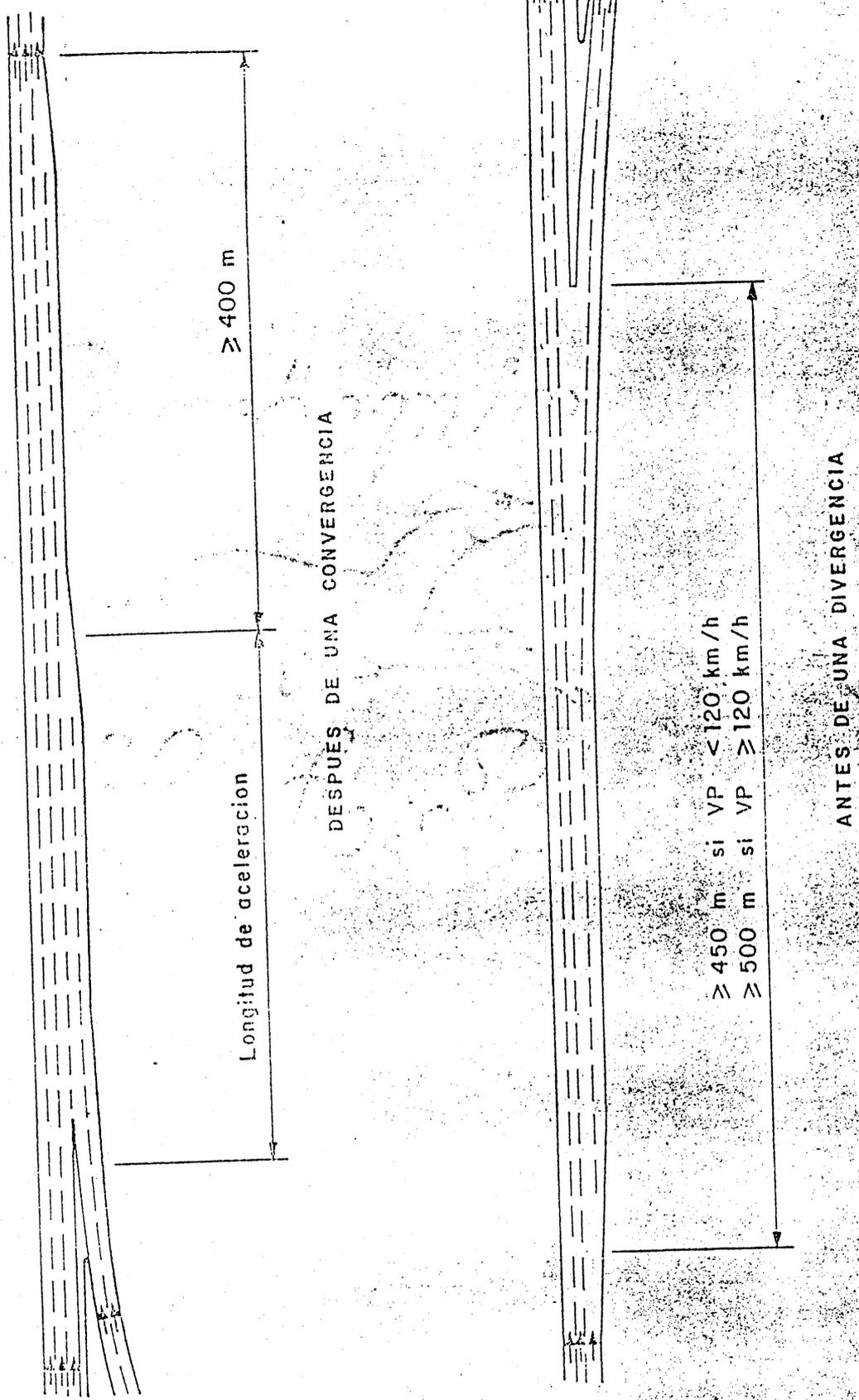
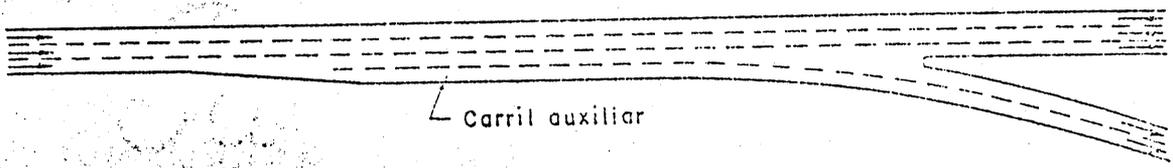
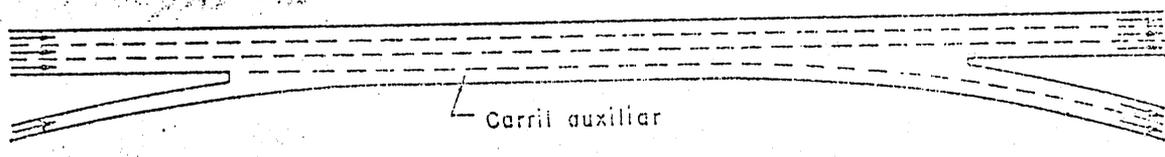


FIG. 20

SALIDAS DE DOS CARRILES CON CARRIL AUXILIAR



a) AÑADIDO ANTES DE LA SALIDA



b) ARRASTRADO DESDE LA ENTRADA ANTERIOR

FIG. 20 Bis

### 8.1.1.3.2 Intersecciones semaforizadas

Los accesos a intersecciones semaforizadas, con isletas divisorias para alojar en ellas a los semáforos, deberán tener un total de más de 4 carriles. Se podrán disponer carriles auxiliares para los movimientos de giro, especialmente a la izquierda, si dichos giros los efectuaran más de 2 vehículos por ciclo, y frecuentemente combinados con fases especiales para ellos (apartado 14.6).

Se recomienda disponer carriles auxiliares para los movimientos de paso, conforme a las reglas siguientes:

- Tanto al principio como al final del carril auxiliar, se dispondrán cuñas triangulares de transición, de una longitud no inferior a la dada por la tabla 23.
- Antes de la línea de detención del semáforo, la longitud del carril auxiliar no será inferior a la dada por la tabla 23, ni a la dada por el nomograma de la Fig. 21. La suma de esta longitud y de la correspondiente a la cuña de transición no podrá ser inferior a 60 m.
- Más allá de la línea de detención del semáforo, la longitud del carril auxiliar no será inferior a la dada por la tabla 23, ni (expresada en m) a 3,5 veces la duración de la fase verde para el paso (expresada en s). La suma de esta longitud y de la correspondiente a la cuña de transición no podrá ser inferior a 90 m.

TABLA 23

LONGITUD (m) MINIMA DE  
CARRILES AUXILIARES DE PASO EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS

VELOCIDAD DE RECORRIDO (km/h)	ANTES DE LA		DESPUES DE LA	
	LINEA DE DETENCION			
	CUÑA	CARRIL	CARRIL	CUÑA
50	40	30	40	50
60	50	40	60	60
70	60	50	110	70
80	70	60	160	80
90	75	70	230	95
100	80	80	300	100

# CARRILES AUXILIARES DE PASO EN INTERSECCIONES

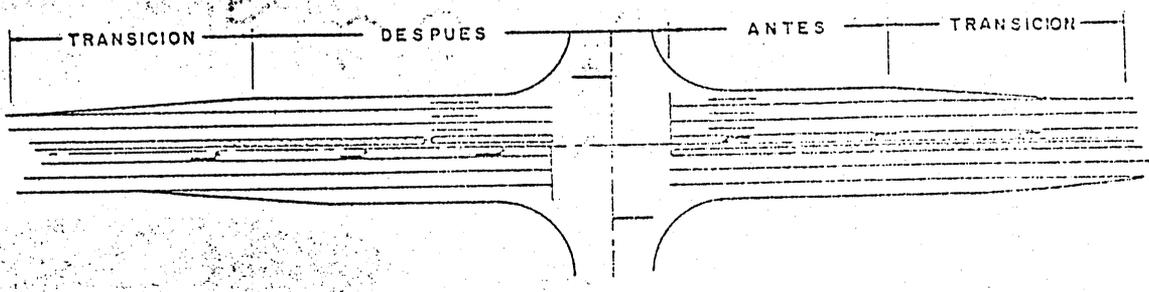
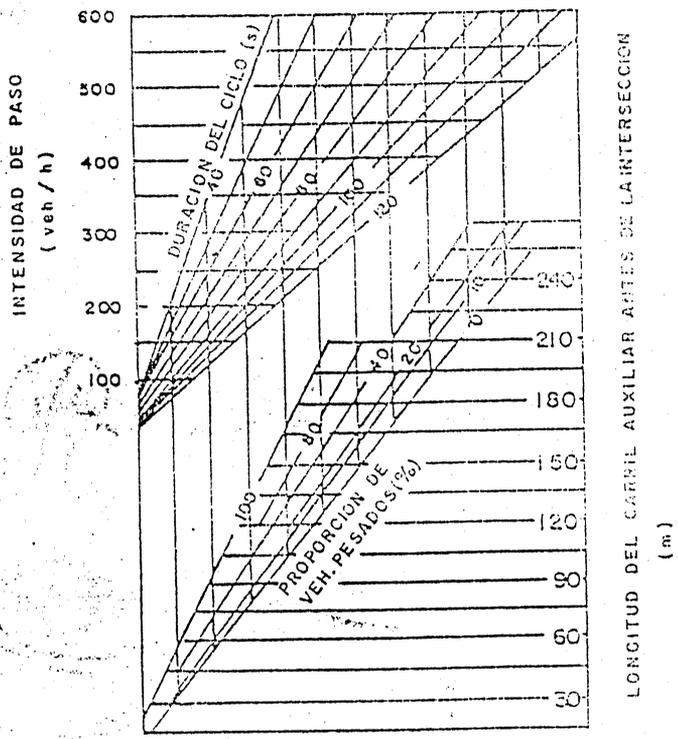


FIG. 21

### 8.1.1.3.3 Glorietas

En entradas, se recomienda añadir al menos 1 carril auxiliar (incluso si la intensidad de la circulación fuera baja), pero no más de 2 y sin rebasar un total de 4. Estos carriles auxiliares no tendrán una longitud inferior a 5 m en zona urbana, ni a 25 m fuera de poblado, y deberán alcanzar una anchura mínima de 2 m a partir de la mitad de dicha longitud. Se evitará añadirlos por la izquierda por medio de curvas en S.

En salidas, se recomienda disponer un carril auxiliar, el cual se cerrará por la derecha con un bisel de 50 a 75 m y, donde la salida estuviera en rampa, se prolongará para mejorar la incorporación de vehículos lentos.

### 8.1.1.4 Tramos de trenzado

Donde hubiera dos convergencias o divergencias consecutivas, o una divergencia estuviera situada después de una convergencia, y la distancia entre la "punta" de unas y la "nariz" de otras (apartado 13.5.5) fuera inferior a 800 m fuera de poblado, o 600 m en zona urbana, se estudiará la conveniencia de adoptar una o varias de las siguientes medidas (Fig. 22):

- Eliminar una o más de las convergencias o divergencias, resolviendo de otra manera el movimiento de giro que las origina.
- Aumentar la distancia entre la "nariz" y la "punta".
- Disponer uno o más carriles adicionales de trenzado.
- Disponer una vía colectora-distribuidora (apartado 13.8).
- Cruzar a distinto nivel la entrada con la salida.

### 8.1.2 Anchura de carril

#### 8.1.2.1 Generalidades

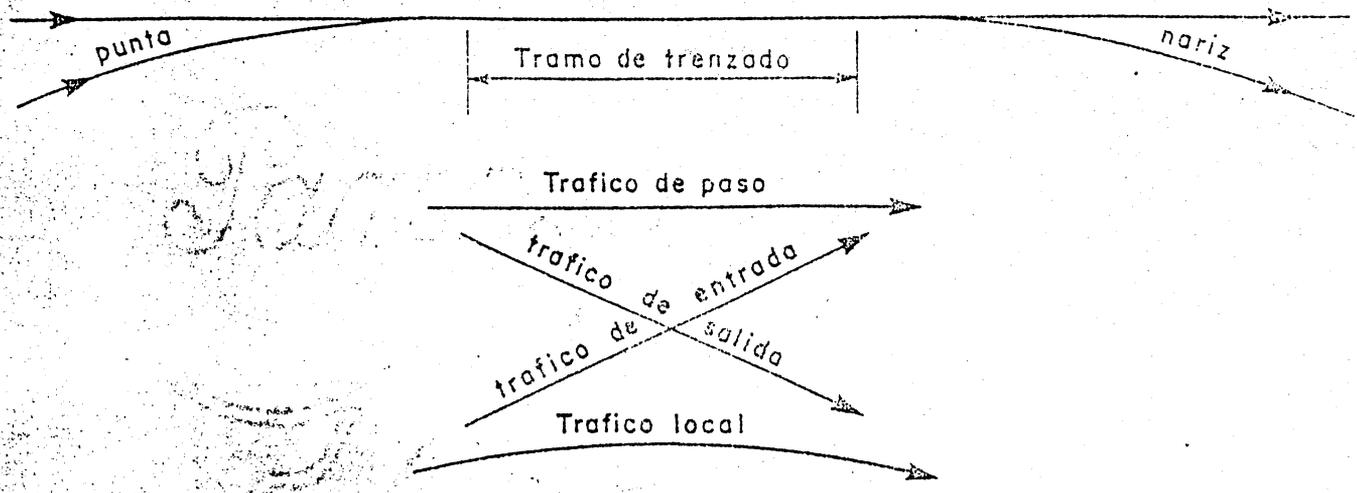
La calzada no comprenderá las marcas viales que delimiten su borde.

El cierre de un carril se hará disminuyendo linealmente su anchura, en una longitud no inferior a dicha anchura multiplicada por  $V_{85}/1,6$ , siendo  $V_{85}$  (km/h) la velocidad de recorrido (apartado 4.1).

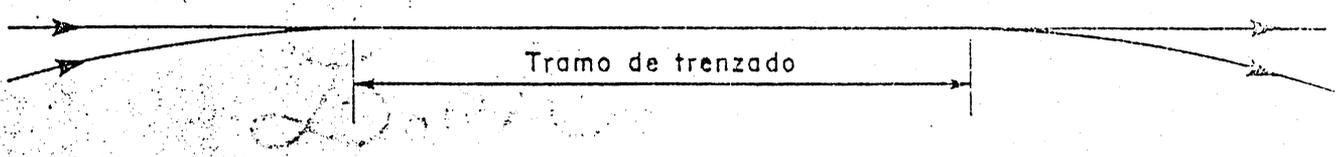
Al restablecer la continuidad de carreteras intercepuadas por otra nueva, su sección transversal deberá atenerse a la existente, a no ser que hubiera un programa aprobado para su ampliación.

# TRAMOS DE TRENZADO

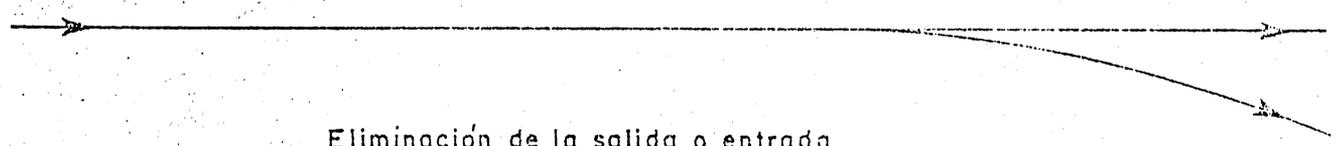
## PROBLEMA



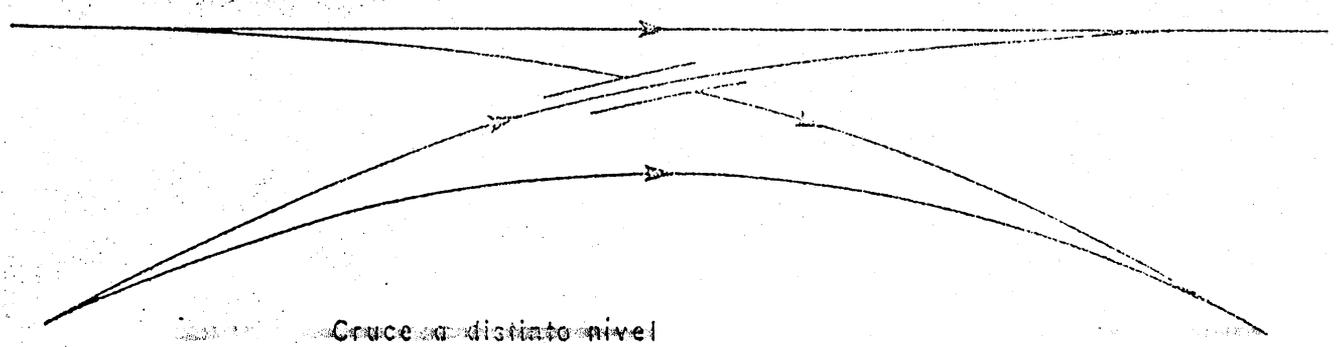
## SOLUCIONES



Aumento del número de carriles o de la longitud del tramo de trenzado



Eliminación de la salida o entrada



Cruce a distinto nivel

FIG. 22

Al acondicionar carreteras existentes, no se ensanchará la calzada sin haber analizado y, en su caso, corregido las características del trazado en planta o en alzado susceptibles de causar una accidentalidad anormalmente elevada.

#### 8.1.2.2 Anchura

La anchura de los carriles en una misma sección transversal será igual para todos ellos (excepto los reservados a bicicletas y los de estacionamiento) y, si no estuviera explícitamente fijada en la Orden de estudio, su elección se basará en las consideraciones siguientes:

- a) En ningún caso se emplearán carriles de más de 3,75 m ni de menos de 2,50 m de anchura.
- b) Fuera de poblado la anchura de los carriles será de 3,50 m, con las excepciones siguientes:
  - En autopistas con velocidad de proyecto (apartado 4.3) superior á 100 km/h se podrán emplear carriles de 3,75 m de anchura donde, en todo caso, el entorno favorezca velocidades de recorrido (apartado 4.1) elevadas.
  - En carreteras convencionales donde predomine el tráfico local sobre el de larga distancia, y se den las circunstancias de la tabla 24, se podrá reducir la anchura de los carriles hasta los límites indicados en dicha tabla.

TABLA 24

ANCHURA (m) MINIMA  
DE CARRILES EN CARRETERAS CONVENCIONALES

RELIEVE DEL TERRENO	IMD ESTIMADA A UN HORIZONTE DE 20 AÑOS	PROPORCION (%) DE CAMIONES	ANCHURA (m) MINIMA DE CARRIL
Llano u ondulado	< 3 000	< 15	3,00
Accidentado o muy accidentado	< 6 000	< 10	
	< 1 500	< 5	2,75
	< 500	0	2,50

- c) En zona urbana, la anchura de los carriles será de 3,00 m, con las excepciones siguientes:
- En autopistas, autovías y vías rápidas se emplearán carriles de 3,50 m de anchura.
  - En calles residenciales con más de 2 carriles de circulación por sentido se podrá reducir la anchura de los carriles hasta 2,75 m y, si no sirvieran a más de 200 viviendas, hasta 2,50 m.
  - Los carriles de estacionamiento en línea tendrán una anchura comprendidas entre 2,0 (para coches) y 2,5 m (para camiones). Las demás modalidades de estacionamiento serán objeto de estudio especial.
- d) En nudos, la anchura de las vías de giro y los ramales de enlace estará condicionada por las necesidades de ocupación de espacio del vehículo-tipo (apartado 6.1), de forma que éste deje un resguardo mínimo (a cada borde del carril) de 25 cm en zona urbana, y de 50 cm fuera de poblado.
- e) En curvas de radio inferior á 200 m se aumentará la anchura de cada carril de la calzada, de forma que el vehículo-tipo (apartado 6.1) deje un resguardo mínimo (a cada borde del carril) de 25 cm en zona urbana, y de 50 cm fuera de poblado.

### 8.1.2.3 Relación con la velocidad de recorrido

Fuera de poblado, donde la anchura de los carriles no supere 3,50 m se considerará que la velocidad de recorrido (apartado) no rebasará los límites de la tabla 25.

TABLA 25

MAXIMA VELOCIDAD DE RECORRIDO  
PARA CALZADAS DE ANCHURA LIMITADA EN RECTA

ANCHURA DE LA CALZADA (m)		VELOCIDAD MAXIMA (km/h)
1 CARRIL	2 CARRILES	
3,40	6,75	70
3,30	6,50	60
3,20	6,25	50
3,00	6,00	40

### 8.1.3 Pendiente transversal

La pendiente transversal de la calzada en alineaciones rectas, salvo justificación en contrario, será del 2 %: en curvas circulares será igual al peralte (apartado 6.3.1). La transición entre ambos valores se realizará normalmente a lo largo de la curva de transición, de forma que la inclinación de la línea de máxima pendiente no resulte inferior al 0,5 %.

Donde la calzada tenga pendiente transversal a dos aguas en alineaciones rectas, el desvanecimiento de este bombeo se hará en la propia alineación recta, en una longitud no inferior al cuádruple de la anchura de la calzada.

## 8.2 Arcenes y bermas

### 8.2.1 Funciones y anchuras

Fuera de poblado, el arcén (pavimentado y capaz de soportar un cierto tráfico pesado) contiguo a la calzada y, en su caso, la berma (sin pavimentar, pero en ciertos casos afirmada) exterior al arcén, podrán cumplir varias funciones. Si no estuvieran explícitamente fijadas en la Orden de estudio, su elección se basará en las consideraciones siguientes:

- a) Sobreancho para alojar la marca vial de borde de calzada. Requiere un arcén de 25 cm de anchura mínima a cada lado de la calzada.
- b) Mejora del nivel de servicio por alejamiento de obstáculos. Requiere una anchura conjunta de arcén más berma no inferior a 1,50 m.
- c) Resguardo para aminorar la gravedad de los accidentes por salidas de la calzada. Tanto en nuevas carreteras como al acondicionar carreteras existentes, se dará prioridad a su constitución, que -por el contrario- no se exigirá en túneles y estructuras. Dentro de la berma se suprimirá o protegerá con barrera de seguridad todo obstáculo agresivo (talud inclinado, arista sin redondear, cuneta profunda, zanja, árbol de más de 15 cm de diámetro, poste de líneas eléctricas o de comunicaciones, arqueta saliente, imposta de obras de drenaje, etc.). Salvo en terreno accidentado o muy accidentado (apartado 3.2.1), este resguardo no será inferior a 4 m, ni rebasará 10 m, en ambos casos medidos desde el borde de la calzada. Cada perfil transversal deberá ser analizado, disponiendo el máximo resguardo posible.
- d) ~~Resguardo para adelantamientos fallidos en tramos de carretera de calzada única.~~ Requiere un arcén de una anchura mínima de 2,00 m (recomendable 2,50 m).

- e) Estacionamiento ocasional de vehículos averiados o detenidos momentáneamente. Sin ocupar la calzada, requiere una anchura conjunta de arcén y berma (afirmada) no inferior a 2,50 m si la velocidad de proyecto no excede de 100 km/h, y de 3,00 m en caso contrario. Si la velocidad de proyecto no excediera de 80 km/h, se podrá admitir la ocupación de parte de la calzada, y la suma de la anchura de los carriles destinados al sentido propio y las de arcén y berma (afirmada) deberá ser igual a tantas veces 2,75 m como carriles hubiera, menos una.
- f) Circulación lenta en carretera convencional fuera de poblado:
- Tractores, cosechadoras, vehículos de reparto o de recogida de basuras. Requiere un arcén de una anchura mínima de 2,00 m. Si la intensidad de circulación de estos vehículos fuera elevada y también lo fuera la velocidad de proyecto de la carretera, se dispondrá una calzada de servicio (Capítulo 12).
  - Bicicletas. Requiere un arcén de una anchura mínima de 1,75 m, cuidadosamente pavimentado. Donde la intensidad de la circulación de bicicletas rebase 500 ud/h, se dispondrá para ellas un carril especial.
- g) Circulación reservada a vehículos de servicio (policía, ambulancias) en situaciones de congestión. Requiere un arcén de una anchura mínima de 2,50 m. Se tendrá en cuenta que resulta difícil impedir su utilización por los demás vehículos.
- h) Colocación (en la berma) de señales o carteles, barreras de seguridad deformables, e incluso de ciertos servicios (postes SOS, canalizaciones telefónicas).
- i) Almacenamiento de la nieve removida, en secciones en desmonte de carreteras con problemas de vialidad invernal. Requiere una anchura conjunta (arcén más berma más cuneta) mínima de 3 m.
- j) Posibilidad de adelantar a un vehículo-tipo (apartado 6.1) momentáneamente detenido en vías de giro de intersecciones y ramales de enlace de un solo carril, dejando un resguardo entre vehículos igual a 50 cm en zona urbana, y a 100 cm fuera de poblado. De la anchura necesaria se descontará la de la calzada, disponiendo del resto 50 cm a la izquierda y lo demás a la derecha. ~~En ramales con curvas muy largas, que inciten al conductor a trazarlas por su parte interior invadiendo el arcén, se recomienda invertir esta disposición, y colocar un bordillo montable a 50 cm del borde interior de la calzada.~~

En carreteras de baja intensidad de circulación en terrenos muy accidentados (apartado 3.2.1) e inestables (apartado 3.2.2), para reducir la anchura de la explanación, la necesidad de estas funciones deberá ser cuidadosamente valorada. En general, se considerará que bastan 0,5 m de arcén; esta dimensión se aumentará si hubiera que almacenar nieve (lado del monte) o que anclar barreras de seguridad (lado del valle).

Las variaciones de la anchura del arcén se realizarán, preferentemente, en las curvas en planta, y no rebasará 1 m por cada 15 m de recorrido.

Se recomienda establecer un contraste de textura o color entre la calzada y el arcén, o disponer elementos (tales como captafaros o pequeños resaltos) que avisen a los conductores de que abandonan la calzada.

### 8.2.2 Pendientes transversales

Se limitará la diferencia entre las pendientes transversales de calzada, arcén y berma, según la tabla 25. Se recomienda que dicha diferencia sea nula, sobre todo en el exterior de curvas.

TABLA 26

MAXIMA DIFERENCIA DE PENDIENTE TRANSVERSAL  
ENTRE CALZADA Y ARCÉN, O ENTRE ARCÉN Y BERMA

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	MAXIMA DIFERENCIA (%)
> 110	5
100	6
80	7

Se limitará la pendiente transversal de la berma a 1/6, y se suavizarán sus aristas de forma que el cambio de dicha pendiente no rebase un 10 % por cada metro de anchura.

### 8.3 Márgenes de la carretera

#### 8.3.1 Berma de seguridad

Más allá del arcén y, en su caso, de la berma, se dispondrá la mayor cantidad económicamente posible de espacio cuya inclinación no sea superior a 1/6, cuyas aristas se suavicen de forma que el cambio de inclinación no rebase un 10 % por cada metro de distancia transversal, y desprovisto de obstáculos agresivos (apartado 3.2.1 c).

# TALUDES MAXIMOS PARA SEGURIDAD EN CUNETAS

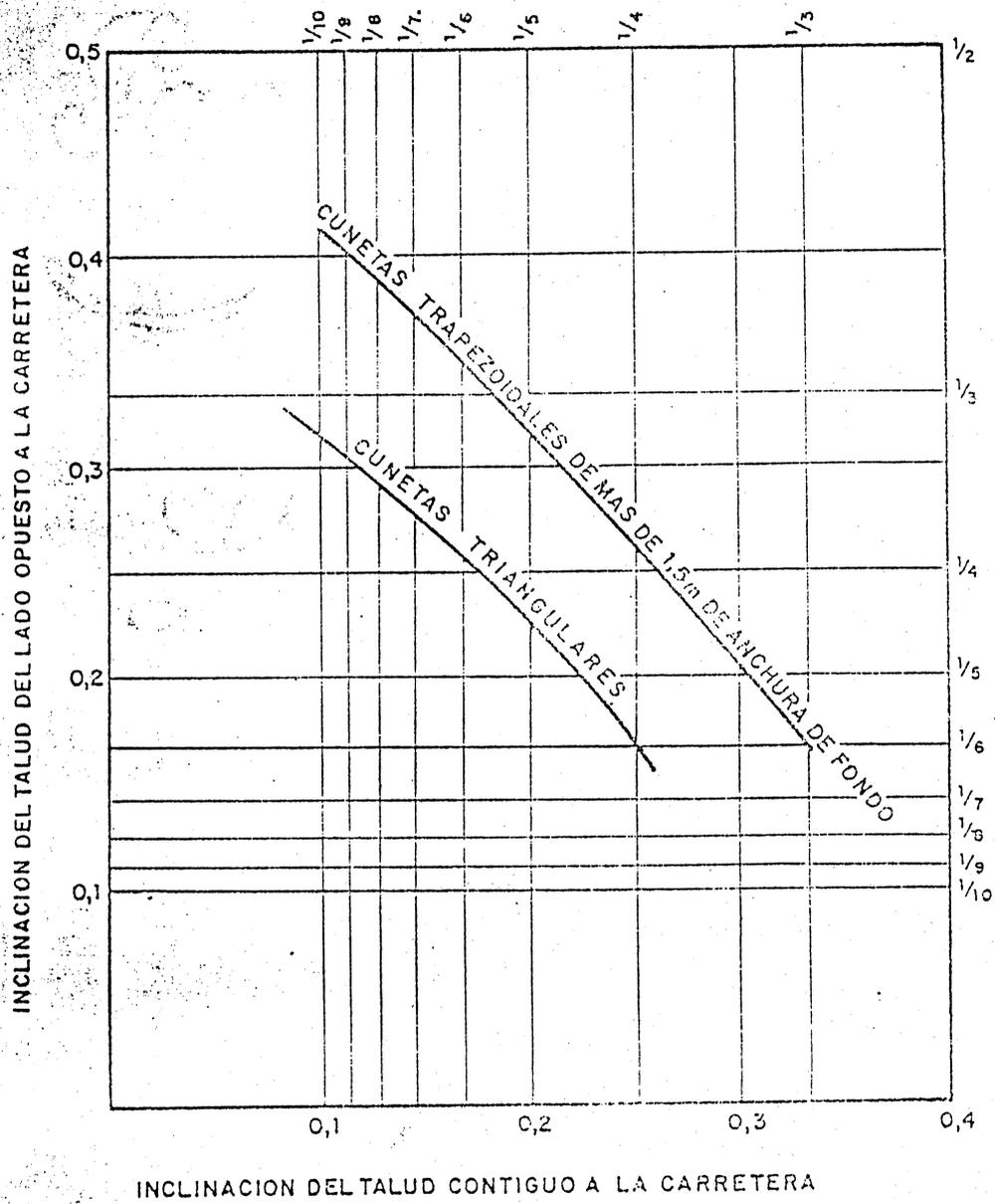


FIG. 23

### 8.3.2 Cunetas

Las características geométricas de las cunetas deberán ser compatibles con la seguridad de la circulación. Para ello:

- Se recomienda que, donde sus cajeros no cumplan las condiciones exigidas a la berma de seguridad (apartado 8.3.1), su inclinación no rebase la indicada en la Fig. 23.
- Donde su anchura fuera reducida, se dotarán de tapas pisables, se sustituirán por caces que desagüen a colectores, o se protegerán mediante barreras de seguridad.

### 8.3.3 Taludes

Salvo justificación en contrario, la inclinación de los taludes exteriores en tierra (tanto de desmote como de terraplén) no podrá ser superior a los límites de la tabla 27:

TABLA 27

#### INCLINACION MAXIMA DE TALUDES EXTERIORES EN TIERRA

ALTURA DEL TALUD (m)	TERRENO		
	LLANO - ONDULADO	ACCIDENTADO	MUY ACCIDENTADO
1,2	1 / 6	1 / 4	1 / 4
3,0	1 / 4	1 / 3	1 / 2
4,5	1 / 3	2 / 5	4 / 7
6,0	1 / 2	1 / 2	2 / 3
	1 / 2	2 / 3	2 / 3

La inclinación de los taludes de los pedraplenes no podrá ser superior a 1/1.

Donde no haya problemas de inestabilidad (apartado 3.2.2), se estudiará:

- Con inclinaciones del terreno natural superiores a 3/5, la conveniencia de implantar muros de sostenimiento.
- Con inclinaciones superiores a 1/1, la estabilidad de los taludes de desmote en roca.

### 8.3.4 Ventisqueros

En páramos sin arbolado donde se puedan formar ventisqueros si el viento dominante es transversal a la carretera, se recomienda:

- Evitar obstáculos (p.ej. vegetación) a barlovento, cuya distancia sea inferior a 5 ó 6 veces su altura.
- Redondear las aristas de terraplén con un radio no inferior al doble de su altura. Aun en estas condiciones, no se podrán disponer taludes de inclinación superior a 1/2 (recomendable 2/13) a sotavento, ni a 1/4 a barlovento.
- En secciones a media ladera, dejar horizontal la plataforma hasta llegar al talud del lado del valle, y redondear su arista.
- En desmontes de menos de 8 m de altura, donde el viento dominante sople cuesta arriba, tratar el talud de barlovento como en el caso del terraplén, y disponer junto al de sotavento una cuneta (apartado 8.3.2) de anchura suficiente (mínimo 3 m) para almacenar nieve. Donde sople cuesta abajo, la máxima diferencia de inclinación entre el talud natural y una línea que una su coronación (incluido el espesor de la nieve) y el borde más cercano de la plataforma no deberá rebasar 2/13.

Donde no sean frecuentes las nevadas, bastará con dotar a los desmontes de cunetas amplias (apartado 8.3.2), y limpiarlas después de cada nevada.

### 8.4 Sección transversal en terrenos accidentados o muy accidentados

En terrenos accidentados o muy accidentados en zona B (apartado 3.2.2) en roca, o en cauces encañonados en zona E, se recomienda:

- Llevar toda la sección en desmonte (Fig. 24), siguiendo una dirección favorable de diaclasado.
- En paredes de roca muy verticales, formar un semitúnel (Fig. 25) cuyo voladizo se apeará dejando pilares sin excavar en la propia roca, o por medio de soportes estructurales.
- Cruzar los espolones rocosos con túneles cortos.
- Cruzar los barrancos mediante obras de paso, sostenimiento, o ambas.
- Cruzar las pedrizas por su pie; a no ser que fueran muy inclinadas, en cuyo caso, si cruzarlas por su pie

SECCION TRANSVERSAL TODA EN DESMONTE EN ROCA

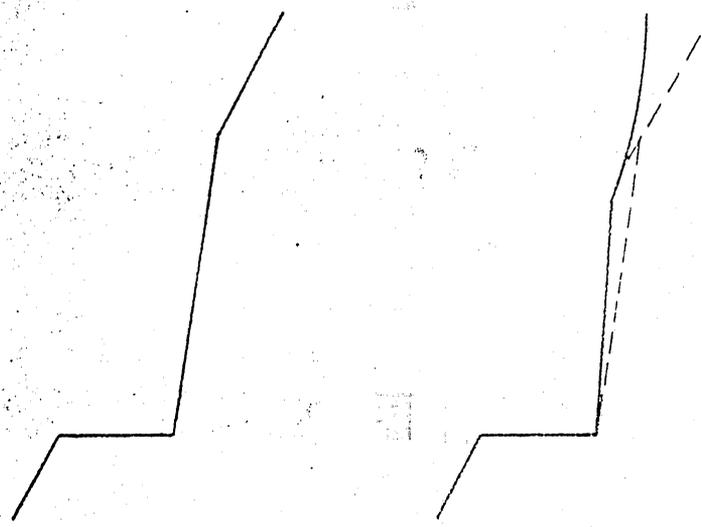


FIG. 24

*Handwritten text, possibly "Sondaje"*

SECCION TRANSVERSAL EN PAREDES DE ROCA MUY VERTICALES

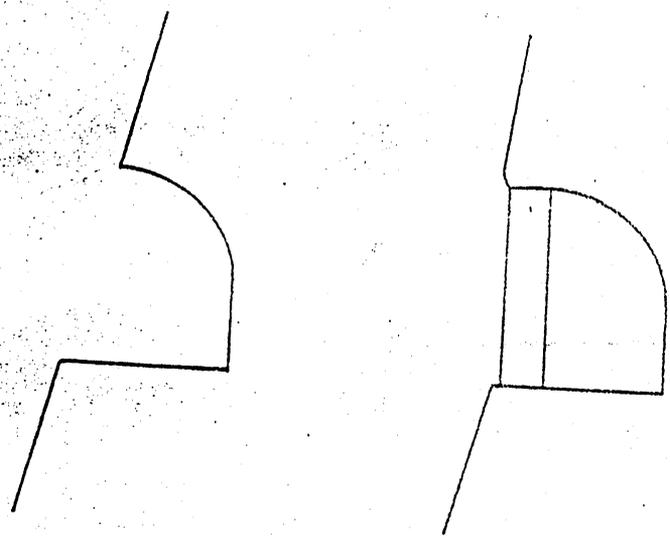


FIG. 25

CRUCE DE PEDRIZAS

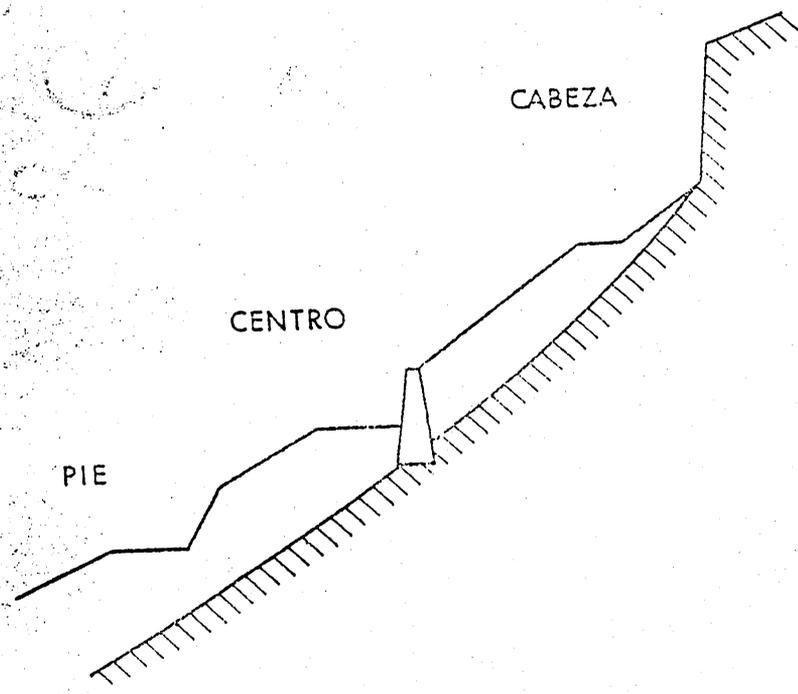


FIG. 26

podiera afectar a su estabilidad, el cruce por su cabeza puede interesar a un menor espesor de la pedriza (Fig. 26).

En terrenos accidentados o muy accidentados en zona D (apartado 3.2.2), se recomienda:

- Que los taludes de desmote y terraplén no sean altos, para reducir la perturbación del equilibrio de la ladera.
- Aprovechar todo lo posible los afloramientos de roca sana.
- Sostener los desmontes (Fig. 27), mejor que los terraplenes.
- Cruzar los barrancos en erosión por los puntos más estables de su perfil longitudinal, generalmente situados en su parte superior.
- Cruzar los deslizamientos, fósiles o activos (Fig. 28), en terraplén por su pie, en desmote por su cabeza, o a media ladera por su zona central neutra, a fin de minimizar la perturbación (Fig. 29).
- Extremar las medidas de drenaje superficial y profundo.

## 8.5 Sección transversal en obras de paso y túneles

### 8.5.1 Generalidades

En obras de paso o túneles, se podrá reducir la anchura de los elementos de la sección transversal (o incluso anularla) excepto de los de la calzada. Las reducciones de anchura se realizarán a razón de más de 40 m de recorrido por cada metro de anchura.

Se tendrán en cuenta las exigencias derivadas de la posibilidad de ampliación de la calzada (apartado 9.5):

- En viaductos y pasos inferiores, la anchura del tablero (entre barreras de seguridad) permitirá añadir un carril, incluso reduciendo o aun suprimiendo los arcones. Como alternativa, se podrá proyectar un tipo de estructura que se pueda ensanchar (por ejemplo añadiendo más vigas, siempre que se prevea la continuidad del forjado): en todo caso, se dispondrán inicialmente los cimientos y alzados definitivos.
- En pasos superiores se dispondrán los apoyos de forma que se pueda añadir un carril sin tener que alterarlos. Si los estribos se cimentaran directamente sobre el terraplén de acceso, podrá ser necesario disponer un muro de pie para liberar sitio para el carril adicional.

SECCION TRANSVERSAL EN TERRENOS ACCIDENTADOS O MUY ACCIDENTADOS EN ZONA D (SOSTENIMIENTO DE DESMONTES)

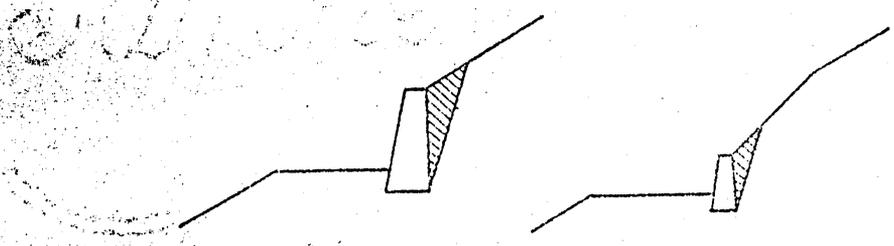


FIG. 27

CRUCE DE ZONAS INESTABLES

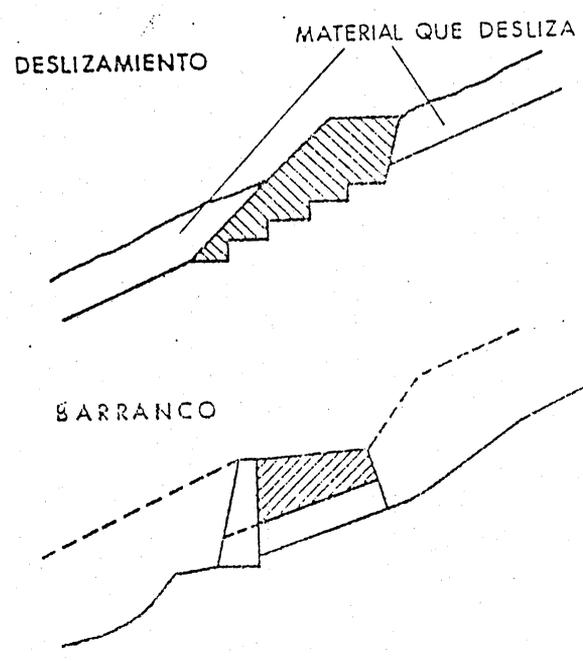


FIG. 28

CRUCE DE UN DESLIZAMIENTO

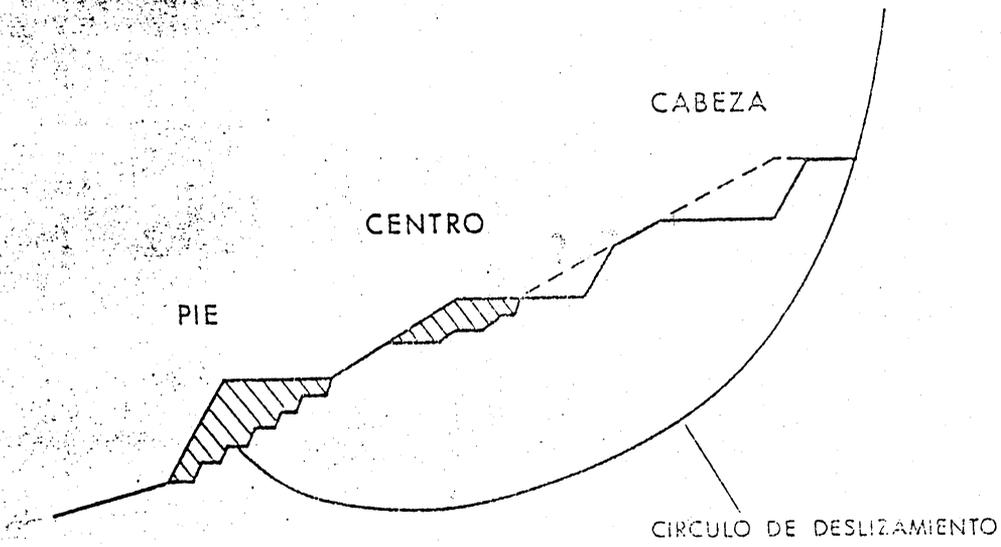


FIG. 29

### 8.5.2 Sobre viaductos o pasos inferiores

La anchura del arcén, para una longitud total:

- Inferior á 30 m, no se reducirá.
- Comprendida entre 30 y 100 m, se podrá reducir hasta 2,00 m.
- Superior á 100 m, se podrá reducir hasta 0,75 m (recomendable) ó 0,50 m (mínimo absoluto), según la importancia de su función y la singularidad de la obra de paso.

Se podrán reducir y aun suprimir las bermas.

Sólo se podrán disponer aceras en zona urbana, y únicamente donde el tránsito de peatones así lo justifique. Se considerará la conveniencia de disponer una sola acera más ancha, en lugar de dos más estrechas. En ningún caso se dispondrán aceras sólo para servicio.

En el borde de la parte del tablero correspondiente al tráfico rodado se dispondrán siempre barreras que, salvo justificación en contrario, serán rígidas (si no lo fueran, deberá preverse el espacio necesario para su deformación), y se preverá su continuidad con las correspondientes a los accesos a la obra de paso. No se admitirán barandillas no protegidas por una barrera.

### 8.5.3 Bajo pasos superiores

No se reducirá la anchura de los arcenes, pero se podrán reducir y aun suprimir las bermas.

Las pilas o estribos situados a menos de 10 m del borde de la calzada se protegerán mediante barreras que, salvo justificación, serán rígidas (si no lo fueran, deberá preverse el espacio necesario para su deformación).

El gálibo vertical en cualquier punto de la plataforma no será inferior á 5,00 m, salvo en pasarelas, banderolas o pórticos metálicos, en los que no será inferior á 5,50 m. Cualquier excepción deberá ser expresamente autorizada por la Dirección General de Carreteras.

### 8.5.4 En túneles

Con plataforma de 12,00 m se considerará posible la ampliación á 3 carriles, reduciendo la anchura de los arcenes á 0,75 m.

El gálibo no deberá ser inferior á 4,75 m en ningún punto de la plataforma ampliada, excepto en sus 75 cm exteriores (los futuros arcenes), en los que podrá reducirse linealmente á 4,50

m. Se tendrá en cuenta la presencia de dispositivos de señalización, iluminación y ventilación.

## 9 CRITERIOS ESPECIFICOS PARA CARRETERAS CON CALZADAS SEPARADAS

### 9.1 Objetivos

El objetivo principal del trazado de estas carreteras será lograr que la velocidad de recorrido (apartado 4.1) no sea inferior a la de proyecto (apartado 4.3), cuando el nivel de servicio no sea peor que el C.

### 9.2 Trazado en planta

Salvo en terreno llano (apartado 3.2.1), en tramos a media ladera se recomienda establecer un trazado en planta independiente para cada una de las calzadas.

Para atravesar una divisoria o un bosque, se recomienda el empleo de alineaciones curvas, mejor que de rectas, para mantener un fondo continuo en el paisaje.

Se prestará especial atención a la coordinación de los trazados en planta y alzado, a fin de lograr una perspectiva armónica. Se procurará que las curvas en planta, especialmente con radios inferiores a 2 000 m, coincidan con acuerdos verticales, especialmente si el valor absoluto del parámetro de éstos fuera inferior a 15 000 m.

Se evitará el empleo de:

- Angulos inferiores a  $6,5^\circ$  (apartado 6.4.1) entre alineaciones rectas consecutivas.
- Alineaciones rectas con tiempo de recorrido superior a 75 s a la velocidad de recorrido (apartado 4.1). Se sustituirán por curvas de radio superior a 5 000 m.
- Alineaciones circulares con tiempo de recorrido superior a 30 s ó inferior a 5 s a la velocidad de recorrido (apartado 4.1).
- Curvas en S unidas por una alineación recta cuyo tiempo de recorrido resulte inferior a 5 s a la velocidad de recorrido (apartado 4.1). Se alargarán las curvas de transición hasta anular la recta.
- Curvas en S enlazadas de longitud muy diferente.
- Curvas del mismo sentido unidas por una alineación recta cuyo tiempo de recorrido resulte inferior a 10 s a la velocidad de recorrido (apartado 4.1). Se unirán por una única curva de transición, modificando sus radios si fuera preciso.

Se recomienda el empleo de curvas cuyo radio sea superior al triple del correspondiente (apartado 6.3.2) a que su

velocidad específica (apartado 4.2) sea igual a la velocidad de proyecto (apartado 4.3), especialmente:

- Después de una larga pendiente descendente.
- Antes de llegar a un enlace, área de servicio o de peaje.
- Donde haya problemas de hielo o nieve.

Las curvas cuyo radio fuera inferior á 1,5 veces el correspondiente (apartado 6.3.2) a que su velocidad específica (apartado 4.2) sea igual a la velocidad de proyecto (apartado 4.3) sólo se podrán usar donde no hubiera alternativa económica, y deberán estar precedidas de curvas de radio mayor, que aseguren una adecuada transición de velocidad (apartado 4.3.3).

### 9.3 Trazado en alzado

#### 9.3.1 Generalidades

No se subordinará el trazado en alzado a las obras de paso.

En terreno llano u ondulado (apartado 3.2.1) se recomienda que la rasante vaya en ligero terraplén, mejor que en ligero desmonte.

Salvo en terreno llano (apartado 3.2.1), en tramos a media ladera se recomienda establecer un trazado en alzado independiente para cada una de las calzadas.

Las autovías y carreteras convencionales de calzadas separadas se ceñirán al terreno, sin romper el natural con grandes desmontes o terraplenes.

#### 9.3.2 Inclinación de la rasante

La inclinación mínima de la rasante no será inferior al 0,2 %, salvo donde la inclinación transversal de la calzada fuera inferior al 0,5 %, en las que no será inferior al 0,5 %.

Se evitará:

- Situar enlaces y áreas de descanso, servicio o peaje en pendientes descendentes prolongadas (más de 40 m de desnivel)
- Intercalar, entre dos tramos descendentes muy inclinados, unos hectómetros con menor inclinación.
- Hacer coincidir rasantes poco inclinadas con zonas de reducida inclinación transversal (apartado 8.1.3).

### 9.3.3 Acuerdos verticales

Se evitará el empleo de acuerdos verticales

- Que no coincidan con curvas.
- Convexos de parámetro mínimo que coincidan con curvas de radio mínimo.
- Cóncavos que coincidan con curvas y
  - Que sean más cortos que ellas.
  - Cuyo parámetro sea inferior al séxtuplo del radio de aquéllas.

Se recomienda que el desarrollo mínimo de un acuerdo vertical cóncavo se asocie a la distancia desde la cual pueda ser percibido, haciéndolo tanto mayor cuanto mayor sea dicha distancia, y coordinando con el trazado en planta, a fin de evitar defectos en la perspectiva (tales como inflexiones o puntos angulosos).

En autopistas, se evitará el empleo de sucesiones de acuerdos verticales del mismo signo (todos convexos o todos cóncavos) separados por cortas rasantes uniformes.

## 9.4 Sección transversal

### 9.4.1 Calzada

Se estudiará la necesidad de disponer un carril adicional para circulación rápida (norma 8.2-IC, ejemplo E-6) en rampas (apartado 7.3). Este carril adicional no perderá su anchura completa antes de la sección en la que un camión de 6 CV/t haya recuperado una velocidad igual al 85 % de la velocidad de recorrido  $V_{85}$  (apartado 4.1); de lo contrario, se prolongará el carril adicional.

No se dispondrán más de cuatro carriles por calzada. Si la intensidad de la circulación requiriera más de cuatro carriles, se dispondrán dos calzadas separadas para cada sentido de circulación, una central y otra lateral, esta última conectada con el resto de la red viaria a través de enlaces. La calzada central se conectará sólo con la lateral (Fig. ..); aunque excepcionalmente y para movimientos de gran intensidad, se podrá conectar directamente la calzada central a una autopista o autovía.

### 9.4.2 Arcén

Fuera de poblado, la anchura del arcén se ajustará a la tabla 28:

TABLA 28

ANCHURA (m) DE ARCENES  
FUERA DE POBLADO

ANCHURA (m)	ARCÉN INTERIOR	ARCÉN EXTERIOR
Mínima	0,50	2,00 *
Recomendable	1,00	2,50

NOTA (\*): Se dispondrán al menos 30 m de arcén de 2,50 m de anchura junto a los postes SOS.

La anchura del arcén exterior se podrá reducir en 0,50 m, sin bajar de 2,00 m, donde haya carriles auxiliares (apartado 8.1.1.3) o adicionales para circulación rápida (apartado 9.4.2).

En terreno muy accidentado se podrá, previa justificación, reducir aún más la anchura del arcén exterior, evitando en todo caso las comprendidas entre 1 y 2 m, salvo en tramos aislados de pequeña longitud. Junto a postes SOS se dispondrán al menos 30 m de arcén de 2,50 m de anchura.

### 9.4.3 Mediana

A efectos de la presente Instrucción, se distinguirán las siguientes anchuras de mediana:

- Estricta, correspondiente a una distancia entre bordes de calzadas no superior á 3 m. La mediana irá pavimentada prolongando la plataforma.
- Intermedia, correspondiente a una distancia entre bordes de calzadas comprendida entre 3 y 10 m. La mediana se tratará como una berma de seguridad (apartado 8.3.1).
- Amplia, correspondiente a una distancia entre bordes de calzadas superior á 10 m. La mediana se tratará como una margen (apartado 8.3).

En tramos con mediana estricta, se recomienda intercalar un mínimo de un 20 % de su longitud con una distancia entre bordes de calzada no inferior á 5 m, agrupándolo en sub-tramos de 2 á 4 km de longitud.

Las variaciones de la anchura de la mediana, entre tramos que la tengan constante, se realizarán preferentemente en las

curvas en planta, a razón de más de 40 m de recorrido por cada metro de anchura.

Se dispondrán barreras de seguridad para evitar el cruce de la mediana, salvo donde la distancia entre bordes de calzada sea superior á 10 m.

Se recomienda dotar a las medianas de dispositivos que eviten el deslumbramiento nocturno por los faros de los vehículos que circulen en sentido contrario: plantaciones o pantallas.

Se dispondrán cruces de mediana a intervalos no superiores á 2 km, dimensionados para una velocidad no inferior en más de 20 km/h a la de proyecto (apartado 4.3). En medianas dotadas de barrera de seguridad, se mantendrá la continuidad de ésta - aunque fuera desmontable- a través del cruce; en las demás, se cerrará el cruce mediante un dispositivo eficaz y no peligroso para la circulación.

En carreteras convencionales de calzadas separadas, se evitará que el aspecto de la mediana pueda ser confundido con el correspondiente a una autopista o autovía. Al construir una carretera de calzada única y doble sentido de circulación como primera fase de otra de calzadas separadas (apartado 3.4.3), el futuro arcén interior y parte de la futura mediana se harán iguales que el arcén y la berma de la otra margen.

## 9.5 Previsión de ampliación del número de carriles

### 9.5.1 A costa de la mediana

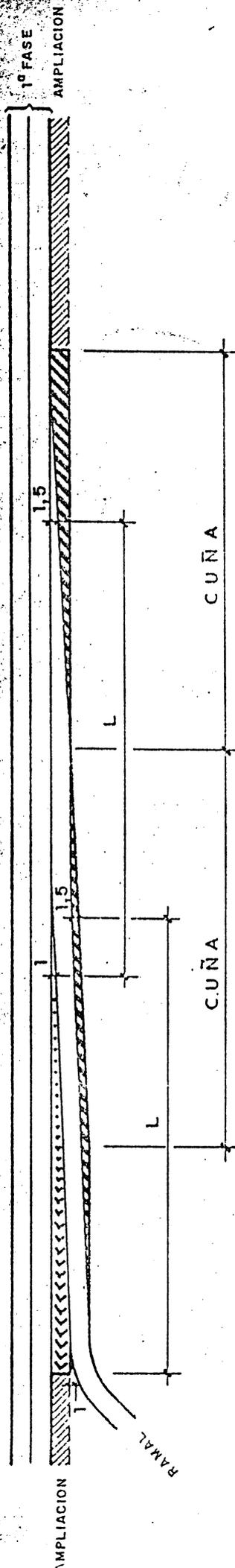
La distancia entre bordes interiores de calzada no podrá ser inferior á 10 m, más la anchura de las pilas de pasos superiores, donde las hubiera.

Se considerarán como ventajas que, en la segunda fase

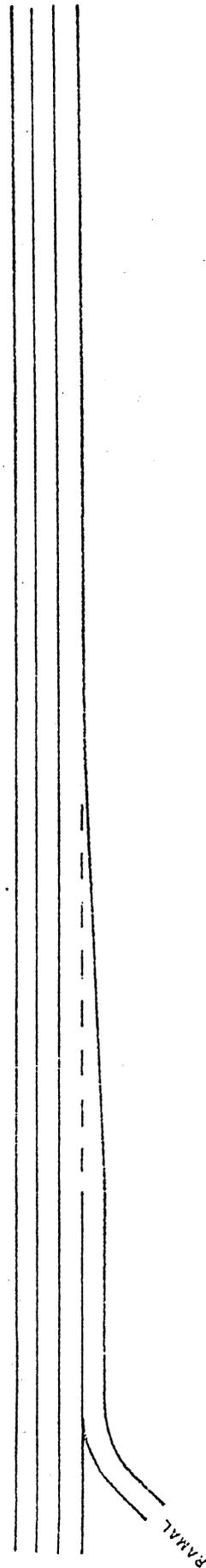
- No se precisará expropiar más terreno.
- No se precisará remodelar los ramales de los enlaces.
- El dimensionamiento estructural del carril que se añada será menor.
- No se precisará modificar los pasos superiores, siempre que no haya pilas en el ensanche: para lo cual en la primera fase se tendrá en cuenta el espacio necesario, incluyendo -en su caso- barreras o atenuadores.

ENTRADA PREVISTA PARA AMPLIACION  
DE UN CARRIL POR FUERA

SIN AMPLIAR



AMPLIADO



64a

FIG. 30



Se considerarán como desventajas que

- Donde ambas calzadas estuvieran al mismo nivel, el volumen de las explanaciones en la primera fase será mayor.
- En la segunda fase, los accesos a la zona de obras se sitúan a la izquierda.

### 9.5.3 Por el exterior de la calzada

Se considerará como ventaja que, en la segunda fase, los accesos a la zona de obras se sitúan a la derecha.

Se considerarán como desventajas que, en la segunda fase

- Habrá que demoler o, al menos, acondicionar el arcén exterior.
- El dimensionamiento estructural del carril que se añada será mayor.

Los ramales de enlaces y las salidas o entradas específicas, así como sus carriles de cambio de velocidad, se construirán en su posición definitiva en la fase inicial: para lo cual se recomienda construir un tramo del carril que se añadirá (Figs. 30 y 31).

### 9.6 Nudos y accesos

El número y momento de construcción de los enlaces de un itinerario deberán ser considerados en el marco conjunto de la planificación, a fin de optimizarlos.

Únicamente si la IMD a un horizonte (apartado 3.4.2) de 20 años no rebasara 15.000 vehículos, y se planteara una carretera convencional con calzadas separadas como alternativa a una vía rápida, se podrán admitir intersecciones y accesos no limitados.

Salvo justificación en contrario, la separación entre enlaces de una autopista, autovía o vía rápida estará comprendida entre 3 y 8 km fuera de poblado, y entre 2 y 3 km en zona urbana.

No se recomienda el empleo de glorietas en carreteras de calzadas separadas de más de dos carriles por sentido, salvo donde se pretenda precisamente interrumpir su continuidad. En este caso, la presencia de la glorieta deberá resultar muy evidente, y se deberá cuidar especialmente la transición de velocidad de recorrido (apartado 4.1) en sus accesos. Se podrá destacar la proximidad de la glorieta cerrando el carril situado más a la izquierda en el acceso.

## 10 CRITERIOS ESPECIFICOS PARA CARRETERAS DE CALZADA UNICA

### 10.1 Objetivos

#### 10.1.1 Relativos a la seguridad de la circulación

Se evitará (en nuevas carreteras) o eliminará (en carreteras existentes) todo elemento cuyas características lo hicieran peligroso y, especialmente, toda curva cuya velocidad específica (apartados 4.2 y 6.3.2) sea inferior en más de 30 km/h a la máxima de recorrido (apartado 4.1) alcanzable en la alineación recta anterior.

En terrenos con relieve accidentado o muy accidentado (apartado 3.2.1), se recomienda que la velocidad de recorrido (apartado 4.1) sea constante y no muy elevada, para lo que se procurará que el trazado sea sinuoso, sin deterioro de la visibilidad disponible (apartado 5.2), hacia cuyo aumento deberán tender las mejoras de la carretera, mejor que hacia un aumento de la velocidad de recorrido.

#### 10.1.2 Relativos al nivel de servicio

Se procurará que la mayoría de los vehículos se pueda desplazar con las mínimas interferencias con otros más lentos (apartado 10.2).

Los nudos (generalmente intersecciones) deberán poder funcionar en un nivel de servicio E bajo las intensidades de circulación que correspondan a un nivel de servicio C ó D en el tronco de la carretera.

### 10.2 Adelantamiento

#### 10.2.1 Generalidades

Especialmente en terreno llano (apartado 3.2.1) o con rasantes descendentes, deberá haber tramos -claramente identificables por el usuario- en los que se pueda adelantar a vehículos lentos, siempre que el nivel de servicio no sea peor que el C. Este requisito primará sobre el de coordinación entre el trazado en planta y en alzado. Su proporción (por cada 2 km) no será inferior a la fijada por la tabla 29 en función de la intensidad media diaria (IMD) de la circulación estimada a un horizonte (apartado 3.4.2) de 20 años:

TABLA 29

IMD EN AÑO HORIZONTE	PROPORCION (%) MINIMA CON POSIBILIDAD DE ADELANTAR
	15
10 000	30
15 000	40

NOTA: Si la longitud de un tramo fuera inferior a 2 km, se estudiará conjuntamente con parte de los tramos contiguos hasta alcanzar dicha longitud: si aun así las posibilidades de adelantamiento fueran inferiores a las dadas por la tabla 29, se dotará al tramo de al menos una oportunidad para el adelantamiento.

Las mejoras por encima de los mínimos de la tabla 29 se justificarán mediante un estudio económico que incluya los costes de explotación (costes de usuario). Tales mejoras podrán consistir en:

- a) La reducción del número de intersecciones, por cierre, desvío o su transformación en glorietas o enlaces.
- b) La modificación del trazado en planta, para obtener alineaciones rectas más largas.
- c) La duplicación de la calzada en ciertos tramos.
- d) En terreno llano (apartado 3.2.1), el establecimiento de carriles de adelantamiento (apartado 10.2.2) donde la proporción de vehículos que circulen en caravana supere el 60 %.
- e) En rampas, el establecimiento de carriles adicionales para circulación lenta o, mejor, rápida (apartado 10.2.3). En terrenos muy accidentados (apartado 3.2.1), se dispondrán en todo lugar en el que las condiciones del terreno lo permitan, aunque resulten cortos.

El nivel de servicio mínimo a obtener será el C, el cual se podrá rebajar al D sólo si resultaran necesarias inversiones muy cuantiosas.

Los tramos donde no se pueda adelantar deberán ser claramente identificables por el usuario, y la longitud de cada uno no exceder de 1,5 km (recomendable) ó 3 km (máximo absoluto).

### 10.2.2 Carriles de adelantamiento

Los carriles de adelantamiento no podrán coincidir con puntos singulares del trazado (nudos, travesías, curvas difíciles, pendientes), y se evitarán en ellos los accesos. Tampoco podrá haber coincidencia entre carriles de adelantamiento para uno y otro sentido.

La longitud de un carril de adelantamiento (sin incluir las transiciones en sus extremos) deberá estar comprendida entre 900 y 1500 m, y la separación mínima entre dos contiguos para el mismo sentido se atenderá a la tabla 30:

TABLA 30

DISTANCIA MINIMA  
ENTRE DOS CARRILES DE ADELANTAMIENTO  
CORRESPONDIENTES AL MISMO SENTIDO

TRAFICO EQUIVALENTE (veh.lig./h)	400		300	
	DISTANCIA MINIMA (km)	5	10	15

Su inicio y, sobre todo, su final se atenderán a lo especificado en la norma 8.2-IC (ejemplos E-4 [derecha] y E-6), y cumplirán las siguientes condiciones, lo que podrá llevar a reconsiderar su ubicación (norma 8.2-IC, ejemplos E-4, E-5 y E-6):

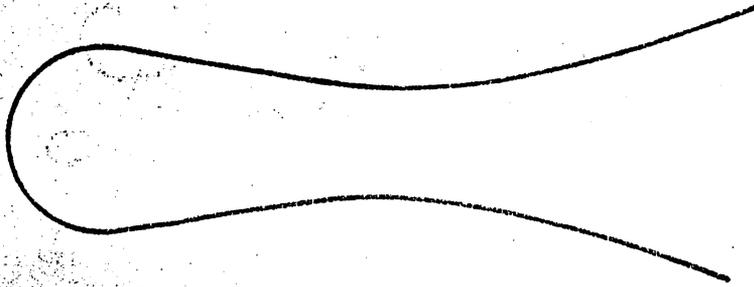
- No alcanzar su anchura completa donde esté prohibido el adelantamiento, sino antes.
- No hacer la transición final donde esté prohibido el adelantamiento, sino más allá.

### 10.2.3 Carriles adicionales en rampas

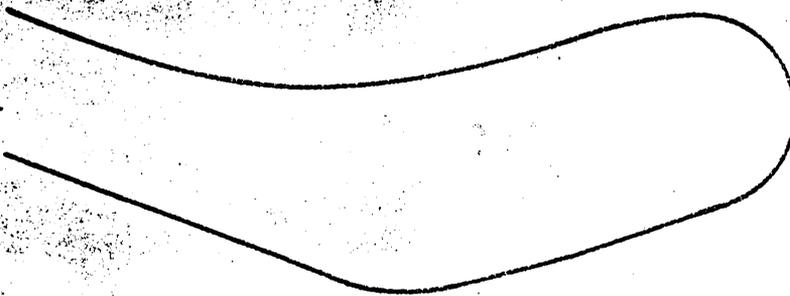
Su inicio y, sobre todo, su final se atenderán a lo especificado en la norma 8.2-IC (ejemplos E-4 [derecha] y E-6), y cumplirán las siguientes condiciones, lo que podrá llevar a reconsiderar su ubicación (norma 8.2-IC, ejemplos E-4, E-5 y E-6):

- No alcanzar su anchura completa donde esté prohibido el adelantamiento, sino antes.
- No alcanzar su anchura completa más allá de donde la velocidad (apartado 4.5) de un camión de 6 CV/t sea inferior á 50 km/h.

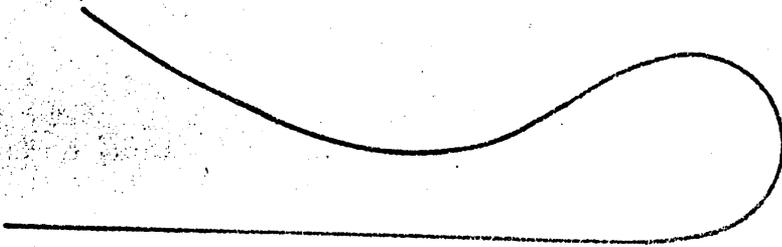
HORQUILLAS



2 CURVAS CONTIGUAS CONTRARIAS



1 CURVA CONTIGUA CONTRARIA



FALTA 1 CURVA CONTIGUA

- No perder su anchura completa antes de que un camión de 6 CV/t haya recuperado (apartado 4.5) una velocidad igual al 85 % de la velocidad de recorrido  $V_{85}$  (apartado 4.1).
- No hacer la transición final donde esté prohibido el adelantamiento, sino más allá.

Si no se cumplieran las dos últimas condiciones se prolongará el carril adicional, y se recomienda señalar el carril situado más a la izquierda como para circulación rápida (norma 8.2-IC, ejemplo E-6).

### 10.3 Trazado en planta

#### 10.3.1 Radios

Considerando como mínimo el radio cuya velocidad específica (apartado 4.2) sea igual a la velocidad de proyecto (apartado 4.3):

- En curvas a derechas en el sentido de recorrido considerado, el radio deberá ser superior al mínimo, entre 20 veces (en condiciones desfavorables, como rasante horizontal y poca visibilidad) y 8 veces (en condiciones favorables, como rasante descendiente y amplia visibilidad).
- Donde no se pueda adelantar, el radio deberá ser inferior al triple del mínimo.
- Se recomienda evitar el empleo de curvas de radio intermedio entre los límites citados (3 y 8 á 20 veces el radio mínimo).

Si se proyectase una carretera con calzada única como primera fase de otra con calzadas separadas (apartado 3.4.3), su trazado no se podrá basar en largas alineaciones de curvatura variable, coordinadas con el trazado en alzado, ya que entonces no se obtendría una suficiente proporción de tramos de adelantamiento para una explotación en doble sentido durante la primera fase: se deberán, por el contrario, observar los principios del presente apartado, comprobando además que no se producen puntos angulosos en la perspectiva.

#### 10.3.2 Horquillas

Se recomienda flanquear las horquillas con otras curvas (una de las cuales podrá incluso desaparecer) de velocidad específica hasta un 50 % mayor que la de aquéllas, y cuyo sentido de curvatura podrá ser contrario en ambas al de la horquilla, o ser el mismo en una de ellas (Fig. 32).

### 10.3.3 Acondicionamientos

Al acondicionar carreteras existentes, se prestará especial atención a:

- Las variaciones de la velocidad de proyecto (apartado 4.3) entre tramos contiguos, en especial las curvas de radio inferior á 150 m al final de alineaciones rectas superiores á 0,5 km.
- La uniformidad de la variación de la curvatura, evitando las circulares policéntricas.
- Las longitudes mínimas de alineación recta entre curvas contiguas del mismo o contrario sentido.
- La accidentalidad del tramo, especialmente la relacionada con curvas cuyo radio sea del orden de 250 m.

### 10.4 Trazado en alzado

A no ser que la visibilidad disponible resulte superior a la necesaria para iniciar y completar un adelantamiento en presencia de un vehículo que circule en sentido contrario (apartado 5.3.3), se recomienda no dar a un acuerdo vertical convexo una longitud muy superior a la que proporcione la visibilidad necesaria para detenerse ante un obstáculo en la calzada (apartado 5.3.1).

### 10.5 Sección transversal

Se recomienda mantener la continuidad de la sección transversal (con la excepción de carriles auxiliares o adicionales) a lo largo de un mismo itinerario con similares intensidades de circulación. Se evitarán transiciones frecuentes de tramos con calzadas separadas a otros con calzada única y, en todo caso, se observarán las siguientes reglas:

- La longitud de un tramo con calzada única dentro de un itinerario con calzadas separadas (o viceversa, de un tramo con calzadas separadas dentro de un itinerario con calzada única) no será inferior á 3 km (mínimo absoluto 2 km). En el primer kilómetro se evitarán accesos y nudos.
- Para evitar toda ilusión de continuidad del tramo con calzadas separadas, el principio del tramo con calzada única no podrá ir acompañado de las explanaciones correspondientes a aquél.
- El paso de calzadas separadas a calzada única se hará, en todo caso, cerrando los carriles de una de aquéllas a partir del situado más a la izquierda, antes de que se termine la mediana.

- Si la intensidad de la circulación fuera menor que en los tramos contiguos (y éstos tuvieran calzadas separadas), al proyectar con calzada única una variante de población, se marcará claramente la transición en los nudos extremos de la variante.
- El cambio de funcionalidad se podrá destacar por medio de una glorieta (apartado 14.7) si su implantación no revistiera peligro para la circulación.

La anchura de la plataforma de carreteras convencionales fuera de poblado se distribuirá entre calzada y arcenes según la tabla 31:

TABLA 31

DISTRIBUCION DE LA PLATAFORMA ENTRE CALZADA Y ARCENES  
EN CARRETERAS CONVENCIONALES DE CALZADA UNICA FUERA DE POBLADO

PLATAFORMA (m)	CALZADA (m)	ARCÉN (m)
< 6,50	resto	0,50
6,50	5,50	0,50
7,00	5,50	0,75
7,50	5,50	1,00
8,00	6,00	1,00
8,50	6,00	1,25
9,00	6,00	1,50
9,50	6,50	1,50
10,00	7,00	1,50
10,50	7,00	1,75
11,00	7,00	2,00
12,00	7,00	2,50

NOTA: No se dispondrán arcenes de menos de 1 m en trazados nuevos.

Salvo en zona urbana (Capítulo 11), se recomienda no proyectar nuevas carreteras con 4 carriles.

#### 10.6 Nudos

Se considerará que la presencia de una intersección provista de isletas divisorias (apartado 13.4.2), o la de una glorieta (apartado 14.7), impide el adelantamiento a partir de una distancia a ella igual a la cuarta parte de la visibilidad necesaria (apartado 5.3.4). Se recomienda disponerlas donde no se pueda adelantar, mejor que donde sí se pueda.

Los cruces de ganado (cañadas) y, en ciertos casos, los de carreteras secundarias se resolverán preferentemente con un paso inferior, si la topografía fuera favorable. Se recomienda no emplear pasos superiores, ya que su presencia perceptible (y

la de sus explicaciones) puede dar la impresión de que se está en otra clase de carretera, en la que no sea de esperar tráfico en sentido contrario por la misma calzada.

Se considerará que el tipo de enlace más recomendable entre carreteras con calzada única es un trébol parcial, situado en el cuadrante que haga que los giros más intensos sean a la derecha hacia la carretera principal, y a la izquierda desde ésta (con un carril central de espera o, si las intensidades fueran elevadas, con una glorieta).

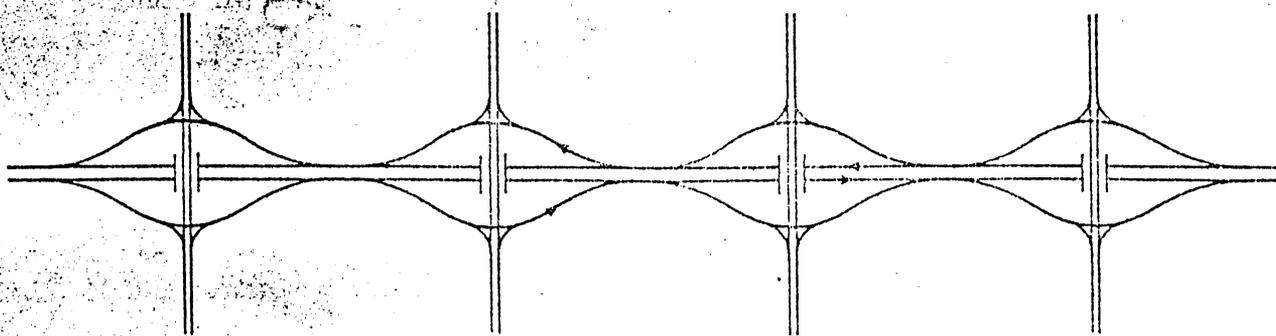
Se tendrá en cuenta que los carriles de aceleración pueden crear problemas en la convergencia a un solo carril, y dar la impresión de que se está en otra clase de carretera.

#### 10.7 Zonas de servicio

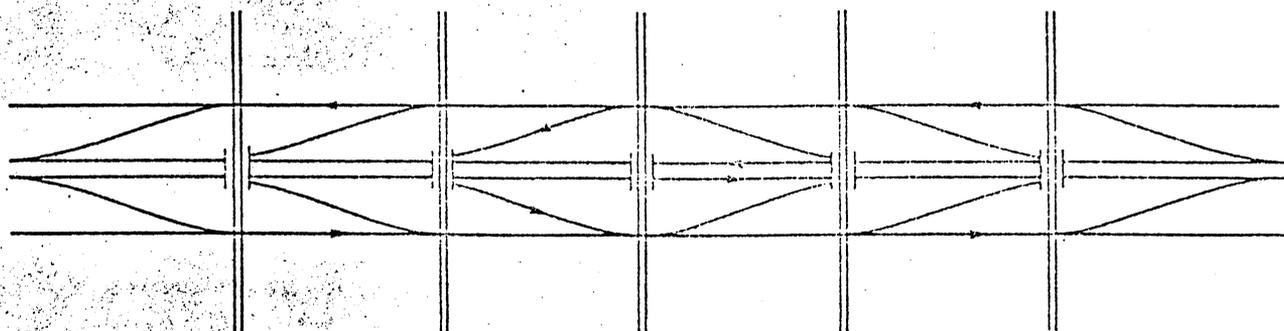
No se permitirá girar a la izquierda (cruzando la trayectoria del tráfico que circule en sentido opuesto) para acceder a una zona de servicio, excepto si la IMD a un horizonte (apartado 3.4.2) de 10 años fuera menor de 5000 y sólo si se dispusiera un carril central de espera, precedido de otro de deceleración (apartado 13.5).

Los accesos a y desde el carril contiguo deberán ir provistos, en todo caso, de carriles de cambio de velocidad (apartado 13.5).

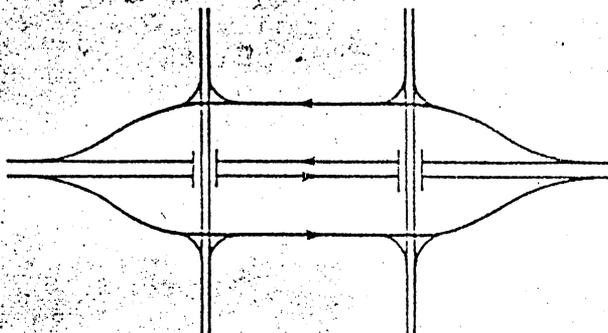
SEPARACION ENTRE ENLACES EN ZONA URBANA



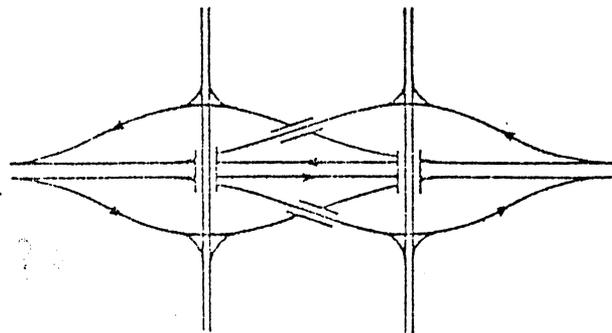
SEPARACION 2 - 3 km



SEPARACION < 2 km  
RAMALES SERIADOS A VIAS  
COLECTORAS - DISTRIBUIDORAS



SEPARACION < 2 km  
ENLACE PARTIDO CON VIAS  
COLECTORAS - DISTRIBUIDORAS



SEPARACION < 2 km  
ENLACE PARTIDO CON RAMALES  
CRUZADOS A DISTINTO NIVEL

## 11 CRITERIOS ESPECIFICOS DE TRAZADO EN ZONA URBANA

Los estándares urbanos sólo serán empleados donde el entorno sea claramente percibido como urbano (travesías o calles), y no donde su amplitud se preste a confusiones (parques y otras zonas de recreo, terrenos aún no urbanizados, etc.), salvo que se trate de tramos muy cortos.

Se tendrán en cuenta:

- La dificultad de aplicar reglas tan claras como fuera de poblado.
- La necesidad de acoplamiento a un tejido urbano preexistente.
- Las limitaciones de espacio.
- La menor velocidad de recorrido asociada a la frecuente congestión de la circulación, que resulta en una menor gravedad de los accidentes aun a pesar de unas características más restringidas.

Para marcar la transición de una zona urbana o semiurbana a otra fuera de poblado, se recomienda el empleo de glorietas (apartado 14.7).

En carreteras convencionales en zona urbana no se dispondrán, salvo justificación, arcenes ni bermas, sino carriles especiales (reservados a transporte público, a bicicletas, a estacionamiento, etc.) y aceras.

La ordenación de la circulación en las intersecciones se basará, preferentemente, en una prioridad alternativa por medio de semáforos; incluso las glorietas podrán llegar a semaforizarse en ciertos momentos, para reducir la congestión de alguno de sus accesos.

Salvo justificación en contrario, la separación entre los enlaces de una autopista, autovía o vía rápida deberá estar comprendida entre 2 y 3 km (Fig. 33).

## 12 CALZADAS DE SERVICIO

### 12.1 Necesidad

En autopistas, autovías o vías rápidas, y en carreteras convencionales que vayan a transformarse en una de aquéllas a un horizonte (apartado 3.4.2) de 10 años, se dispondrán calzadas de servicio que aseguren la ordenación de los accesos y la continuidad del itinerario para los vehículos cuya circulación por la calzada principal estuviera prohibida (tractores y maquinaria agrícola, ciclomotores, etc.).

### 12.2 Tipos

Las calzadas de servicio se clasificarán en dos tipos, según su funcionalidad:

- Caminos agrícolas, destinados fundamentalmente para acceso a fincas rústicas, y cuyo tráfico predominante es de tractores y maquinaria agrícola.
- Vías de servicio, que sirven de acceso a zonas de servicio, a instalaciones auxiliares de la carretera, a edificios, o a pequeños núcleos poblacionales. Su tráfico predominante es de coches y furgonetas.

### 12.3 Conexiones con la calzada principal

La conexión de las calzadas de servicio con la calzada principal se hará:

#### a) En un enlace:

- En autopistas y vías rápidas.
- En autovías:
  - Siempre para caminos agrícolas.
  - Preferentemente para vías de servicio.

Se evitará conectar en los ramales del enlace, integrando en él la calzada de servicio como un tramo más.

b) Sólo en el caso de vías de servicio en autovías, por medio de una salida o entrada específicas (Fig. 34); para que pueda ejercitarse esta opción se deberán dar simultáneamente las tres circunstancias siguientes:

I) Que el enlace diste del acceso a los edificios o instalaciones:

- En una salida de la calzada principal, más de 1,2 km (medidos entre las secciones de transición en las que la anchura del carril de cambio de velocidad alcance 1,5 m).
- En una entrada a la calzada principal, más de 1,5 km (medidos entre las secciones de transición en las que la anchura del carril de cambio de velocidad alcance 1,5 m).

II) Que la conexión de la salida o entrada con la vía de servicio diste del acceso a los edificios o zona de servicio más de 250 m.

III) Que la vía de servicio sea de sentido único.

Al transformar una carretera convencional en autovía, sólo se podrán disponer salidas o entradas específicas (Fig. 34) para reordenar accesos a instalaciones

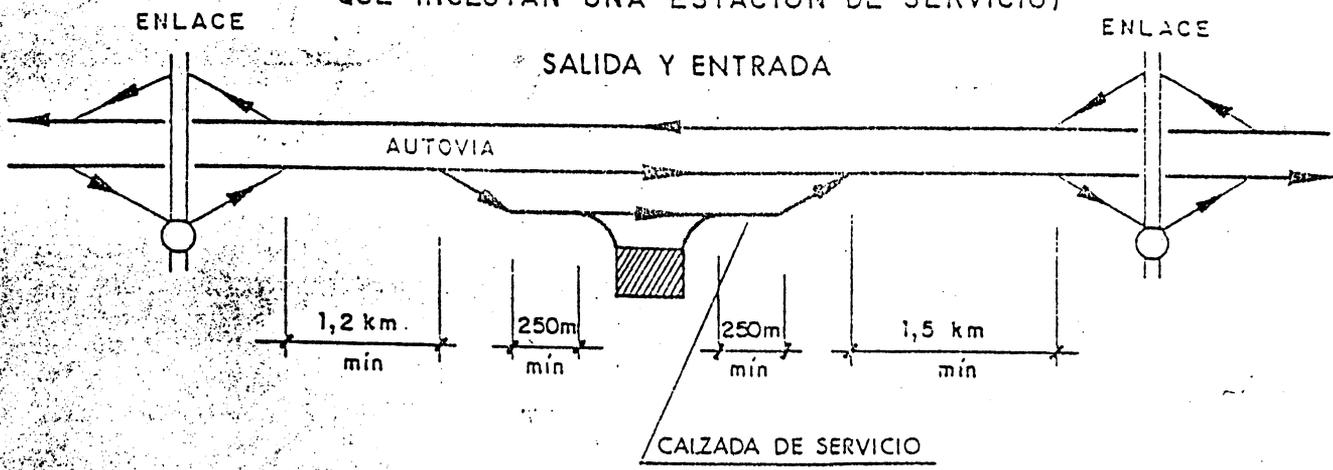
- que incluyan una estación de servicio,
- existentes en septiembre de 1989, y
- que no se puedan conectar en los enlaces contiguos.

Para las instalaciones que se pretendan instalar con posterioridad, se elegirá preferentemente la conexión en los enlaces contiguos; aunque se podrá disponer, si se dieran las circunstancias oportunas, una salida o una entrada (Fig. 34) específicas, con la otra conexión en un enlace.

Donde hubiera una distancia inferior a 1,2 km (medida entre las secciones de transición en las que la anchura del carril de cambio de velocidad alcance 1,5 m) entre una salida específica de la calzada principal (correspondiente a una vía de servicio) y la siguiente salida (correspondiente a un enlace) o entre una entrada a la calzada principal (correspondiente a un enlace) y la siguiente entrada específica (correspondiente a una vía de servicio), se suprimirán la salida o entrada correspondientes al enlace. Los correspondientes movimientos se realizarán a través de la vía de servicio (de sentido único) y su salida o entrada específicas.

### CONEXION ESPECIFICA

(ZONAS DE SERVICIO EXISTENTES  
• QUE INCLUYAN UNA ESTACION DE SERVICIO)



### CONEXION ESPECIFICA

(ZONAS DE SERVICIO NUEVAS  
QUE INCLUYAN UNA ESTACION DE SERVICIO)

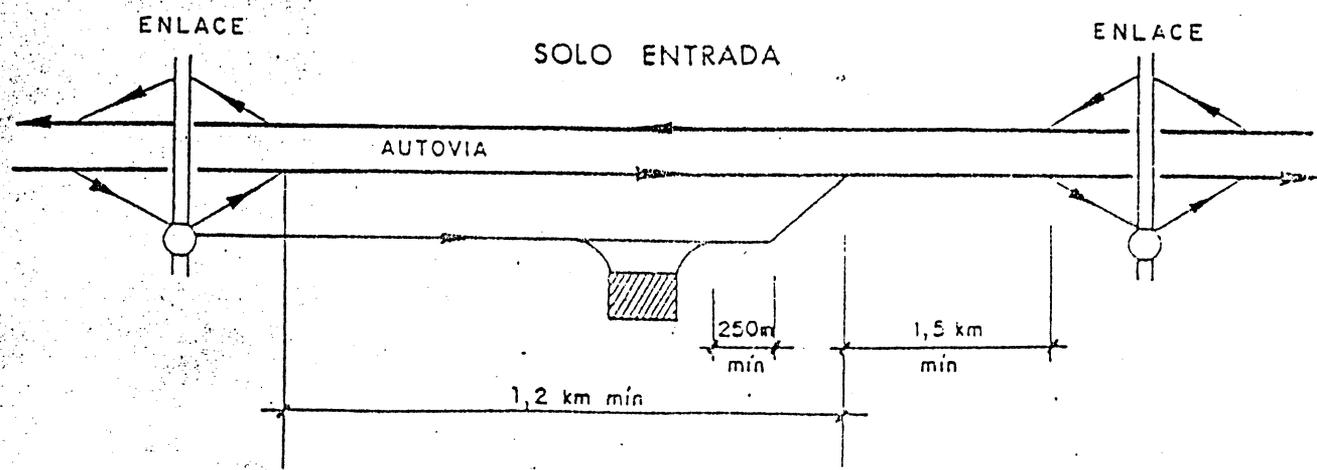
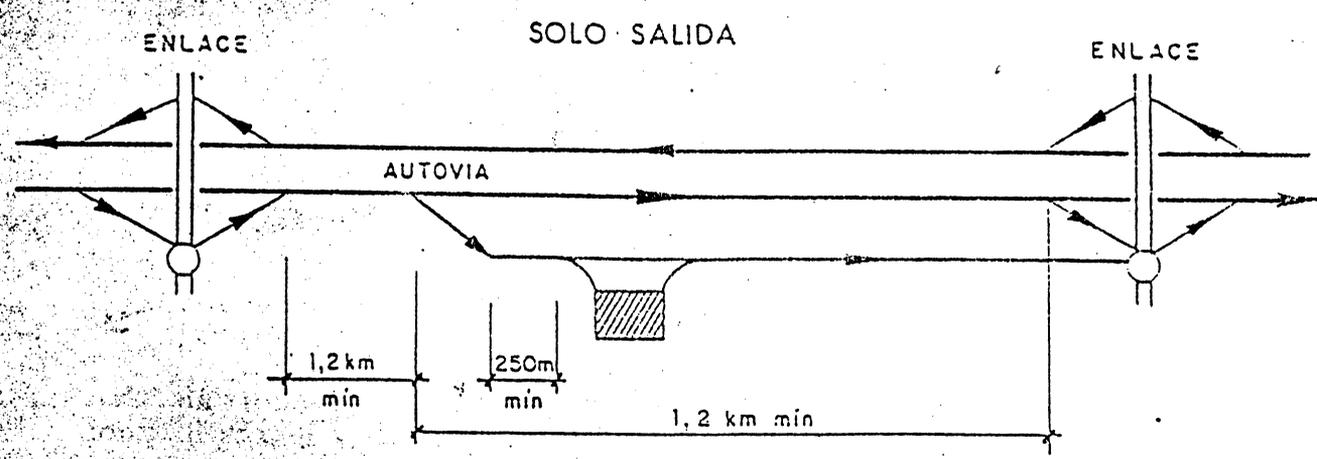


FIG. 34

#### 12.4 Trazado en planta y alzado

Las calzadas de servicio -tanto en planta como en alzado- discurrirán aproximadamente paralelo al de la calzada principal contigua, salvo que otras consideraciones aconsejen desvincularlas de las explanaciones de ésta y ceñirlas más al terreno colindante. Se considerará el aprovechamiento de caminos existentes, aunque no inmediatos a la calzada principal (Fig. 35), siempre que no se dejen predios sin acceso.

Las características del trazado no serán inferiores a las siguientes:

- Caminos agrícolas: radio mínimo 25 m  
inclinación máxima de la rasante 20 %.
- Vías de servicio: radio mínimo 50 m  
inclinación máxima de la rasante 10 %.

Donde haya especiales restricciones de espacio entre edificaciones o zonas de servicio existentes y la calzada principal, la de servicio podrá discurrir por detrás de dichos edificios o zonas (Fig. 36), siempre que estos últimos se aislen de la calzada principal por una barrera rígida.

#### 12.5 Sección transversal

Los caminos agrícolas tendrán, salvo justificación, una plataforma de 5 m sin arcenes, y podrán ser de doble sentido de circulación.

Las vías de servicio serán de sentido único, y se considerará suficiente una calzada de 5 m de anchura, con arcenes de 1 m a cada lado. Donde la presencia de vehículos estacionados fuera frecuente o prolongada, se podrán adoptar otras medidas:

- Ensanchar el arcén derecho a 2 m.
- Establecer un carril de estacionamiento -generalmente en línea- reduciendo a 4 m la parte de calzada reservada al paso.

Sólo excepcionalmente podrán las vías de servicio ser de doble sentido de circulación. En este caso, tendrán una plataforma de 7 m con calzada de 6 m.

La franja comprendida entre una calzada de servicio y la principal deberá tener en cuenta las eventuales necesidades de ampliación de carriles (apartados 3.4.2 y 9.5), y se tratará como una mediana (apartado 9.4.3). Donde las calzadas de servicio discurran contiguas a la principal y no sean de

UTILIZACION DE CAMINOS EXISTENTES

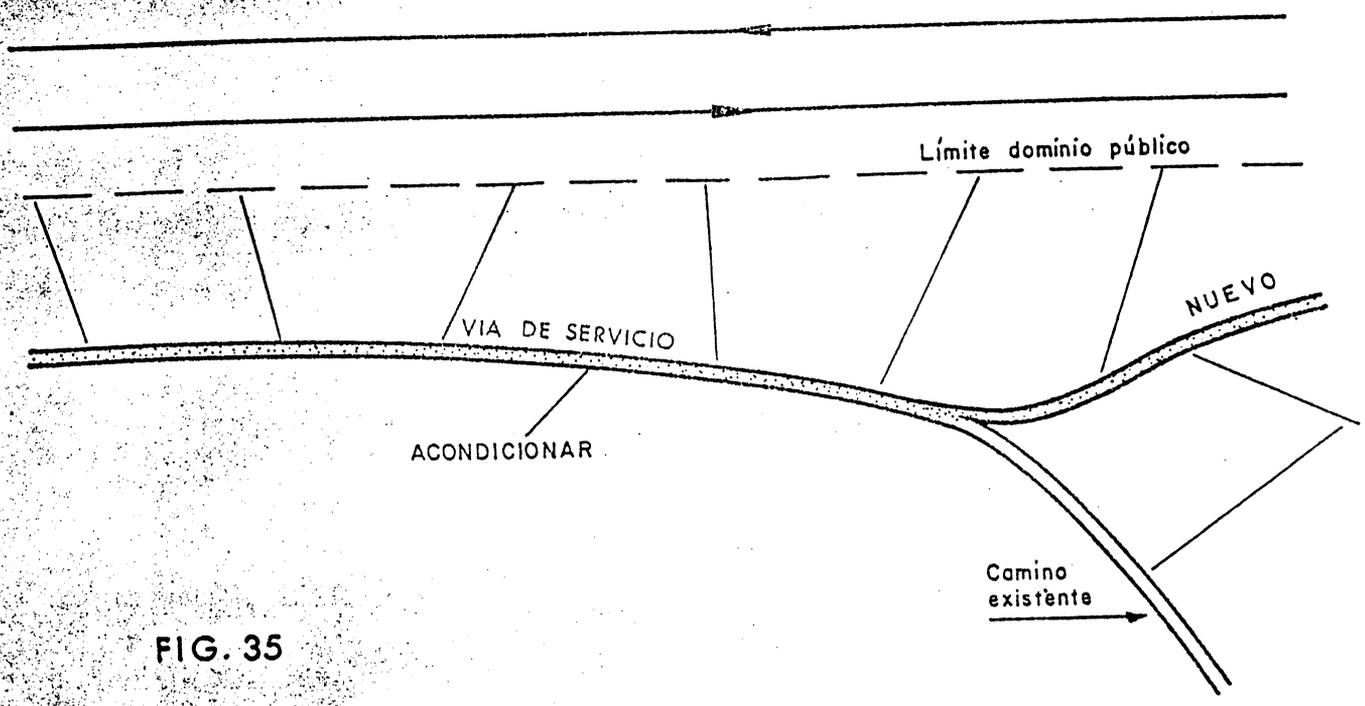


FIG. 35

PASO POR DETRAS DE INSTALACIONES EXISTENTES

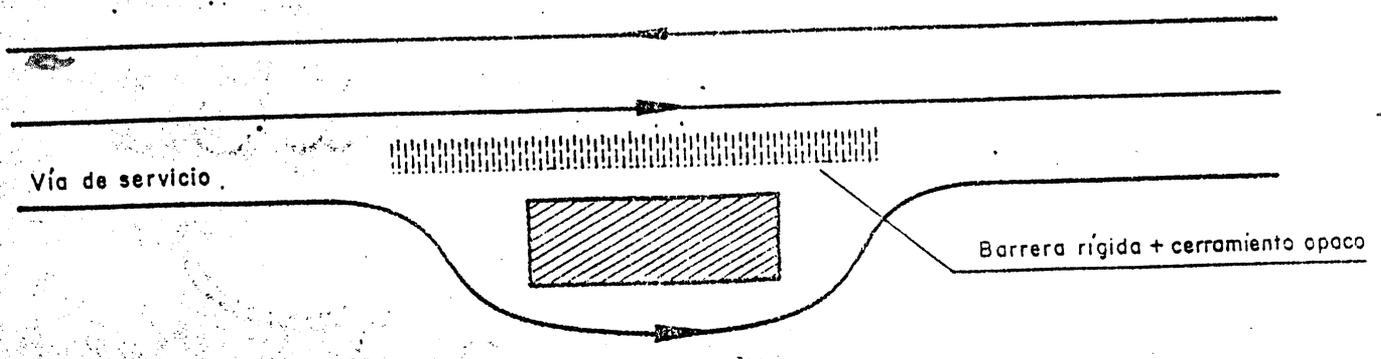


FIG. 36

sentido único, se dispondrá entre ellas una pantalla antideslumbrante, la cual podrá consistir en un seto vegetal.

## 13 ELEMENTOS DE LOS NUDOS

### 13.1 Generalidades

Los elementos de un nudo deberán facilitar las trayectorias permitidas (paso, giro a la derecha o giro a la izquierda) para cada tramo que acceda a aquél, de forma adecuada a las intensidades de circulación esperadas y a las velocidades previstas para cada trayectoria.

### 13.2 Movimientos de paso

#### 13.2.1 Generalidades

La continuidad y claridad de los movimientos de paso -y de la aneja denominación de las carreteras- podrá llevar, en ciertos casos, a modificar la implantación de los tramos de acceso (Fig. 37) o, incluso, la morfología del nudo (Fig. 38).

#### 13.2.2 Cruces a nivel

Se atravesará(n) la(s) otra(s) trayectoria(s) con la anchura de calzada necesaria (apartado 8.1.1.2). En carreteras con calzadas separadas, el cruce se podrá hacer en dos fases.

El ángulo de corte de las trayectorias podrá favorecer al movimiento de mayor intensidad, siempre que esté comprendido entre  $80^\circ$  y  $120^\circ$ ; se recomienda que sea próximo a los  $100^\circ$ . Se modificará localmente -si fuera preciso- el trazado de al menos una de las trayectorias (Fig. 39).

La visibilidad disponible no será inferior a la necesaria para el cruce (apartado 5.3.2).

La ordenación de la circulación se podrá realizar:

- a) Sin fijar prioridad. Únicamente será admisible donde concurren todas las circunstancias siguientes:
  - Suma de todas las IMD que se crucen, inferior á 1.000.
  - En nudos existentes, número anual de colisiones laterales inferior á 2.
- b) Por prioridad fija, designando la trayectoria prioritaria por medio de señales. Para los vehículos no prioritarios, se podrá limitar la ordenación a la cesión del paso (en lugar de la detención obligatoria) únicamente donde concurren todas las circunstancias siguientes:
  - Suma de todas las IMD que se crucen, inferior á 1.500.

ADAPTACION DE LAS TRAYECTORIAS A LA IMPORTANCIA RELATIVA DEL TRAFICO

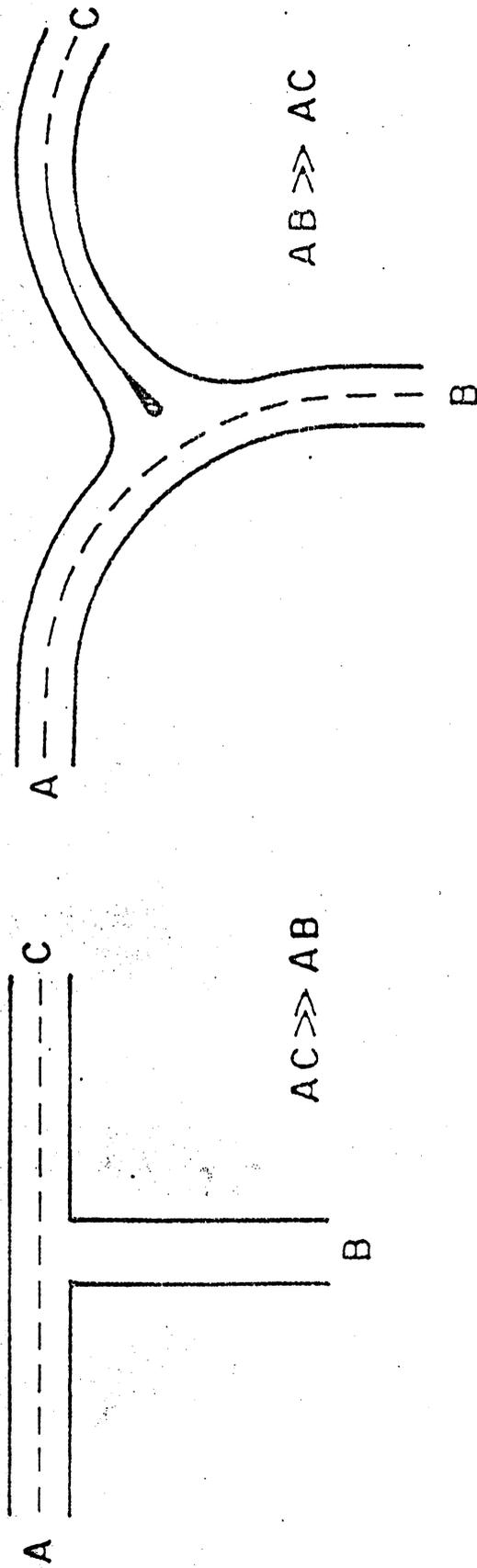


FIG. 37

73a

CONTINUIDAD DE ITINERARIOS

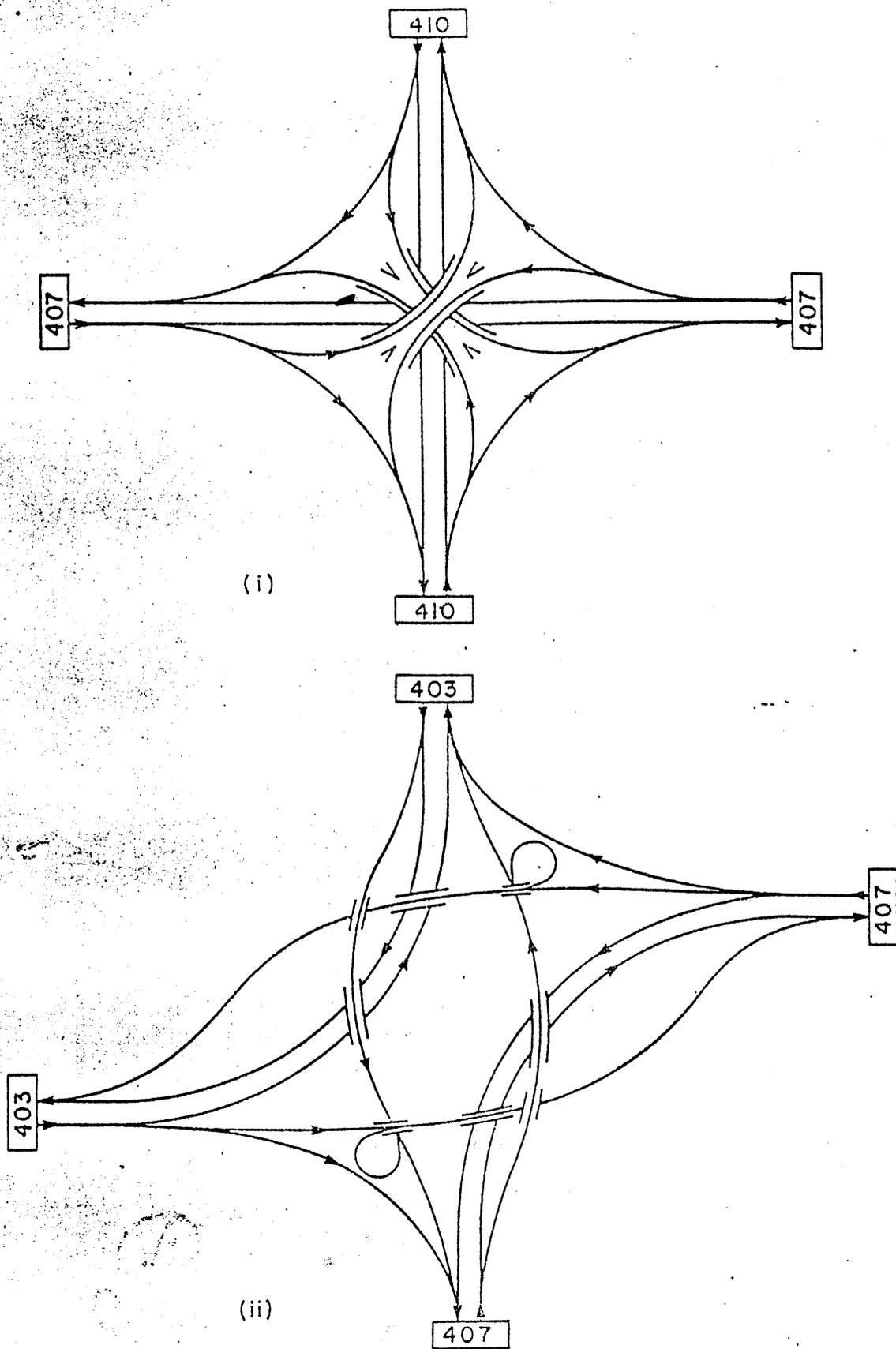


FIG. 38

ANGULO DE CRUCE

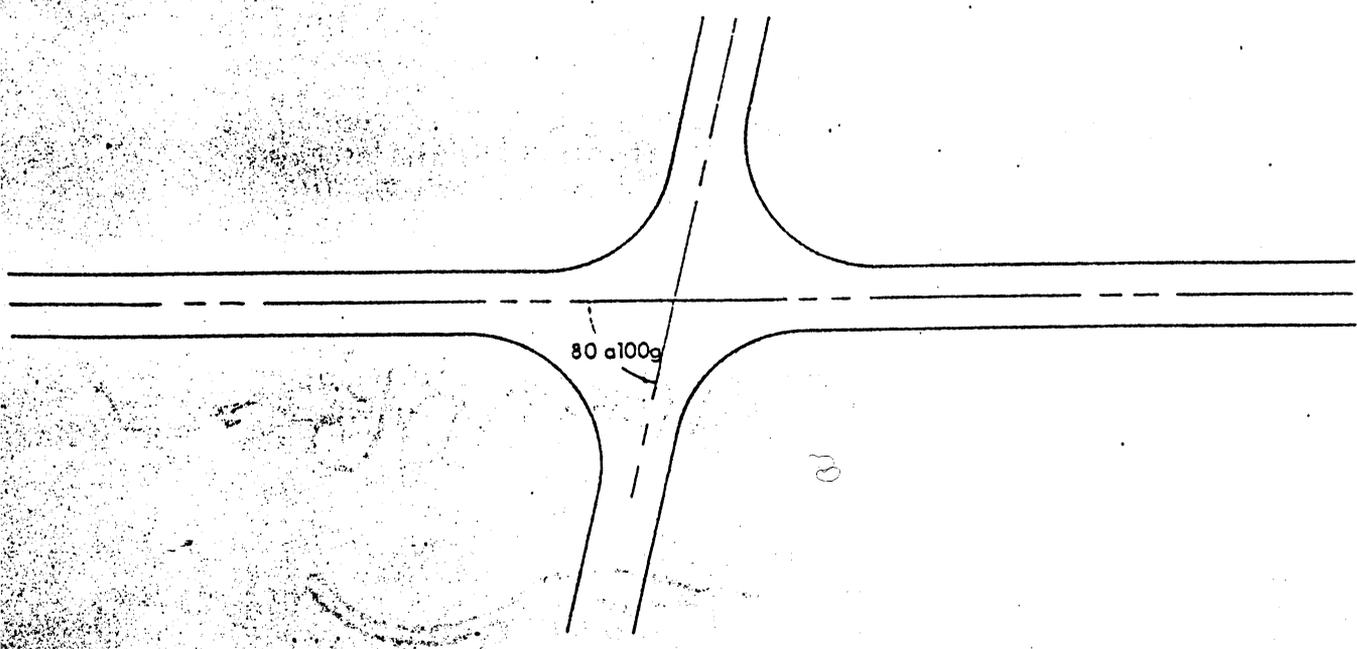


FIG. 39

- Velocidad de aproximación no superior á 20 km/h en zona urbana, ni á 40 km/h fuera de poblado.
  - En nudos existentes, número anual de colisiones laterales inferior á 3.
- c) Por prioridad alternativa, designando la trayectoria prioritaria por medio de semáforos. Se evitará emplear este método fuera de poblado.

Para intensidades superiores a las compatibles con estas ordenaciones, se transformará la intersección en una glorieta (apartado 14.7) o se realizará el cruce a distinto nivel (apartado 13.2.3).

### 13.2.3 Cruces a distinto nivel

Para situar la obra de paso se tendrán en cuenta las consideraciones siguientes:

- El gálibo vertical no será inferior al prescrito en el apartado 8.5.3.
- Se recomienda ceñirse al terreno, para reducir el volumen de las explanaciones y evitar problemas de drenaje superficial.
- Se recomienda que las trayectorias que requieran estructuras de menor coste pasen sobre las demás.
- Si una de las trayectorias que se cruzan pudiera considerarse secundaria, se recomienda que sea ésta la que pase por encima:
  - La presencia del enlace será mejor percibida en la carretera principal, al ver el paso superior.
  - Si la carretera principal estuviera en desmonte, la transmisión de ruido a las zonas colindantes será menor.
  - La visibilidad de las salidas, normalmente situadas antes del paso superior, será mejor y, al estar en rampa, se ayudará a la deceleración y se disminuirá el ruido producido por el tráfico pesado.
  - La visibilidad de las entradas, normalmente situadas después del paso superior, será también mejor y, al estar en pendiente, se ayudará a la aceleración y se disminuirá el ruido producido por el tráfico pesado.
  - La transformación de la intersección en enlace es más fácil.

### 13.3 Movimientos de giro

#### 13.3.1 Tipos de vía

Los movimientos de giro se podrán alojar en:

- Vías de giro: con radios reducidos, de forma que se realicen a una velocidad inferior á 30 km/h, y en su trazado en planta influyan exclusivamente consideraciones sobre el espacio ocupado (apartado 6.3.3):
  - Sin canalizar, si el giro se realizase sin que la calzada para él necesaria se despegue de la zona de cruce de las trayectorias de paso.
  - Canalizadas por una isleta, si se produjera el despegue.
- Ramales, para velocidades superiores normalmente asociadas a los enlaces, teniendo en cuenta consideraciones dinámicas (apartados 4.2.2, 6.3 y 6.4).
- Bifurcaciones y confluencias (apartado 13.6), si la intensidad de giro fuera comparable a la de paso o incluso mayor que ella.

Los movimientos de giro podrán estar provistos de carriles de cambio de velocidad (apartado 13.5) y tratamientos de mediana (apartado 13.7).

La elección de un tipo de vía de giro o ramal deberá tener en cuenta:

- Las intensidades horarias de paso y giro en el acceso considerado. Las vías de giro sin canalizar sólo podrán emplearse para menos de 60 veh/h.
- La velocidad a la que desee que se realice el giro.
- El espacio disponible.
- El número de cuadrantes ocupados.
- El desarrollo angular.
- El número de alternancias de curvatura.

### 13.3.2 Lado de la divergencia o convergencia

Las divergencias y convergencias se realizarán, normalmente, por la derecha del movimiento de paso o de mayor intensidad.

Se podrán admitir divergencias por la izquierda sólo en los casos siguientes:

- Para girar a la izquierda en intersecciones con muy baja intensidad de circulación.
- Para girar a la izquierda en intersecciones en las que la circulación estuviera ordenada por prioridad alternativa mediante semáforos (apartado 13.2.2), si se hubieran previsto una fase (apartado 14.6) o un carril (apartado 8.1.1.3.2) especiales para ese giro.
- En las demás intersecciones fuera de poblado, si la salida estuviera dotada de un carril de deceleración y, en su caso, espera (apartado 13.5) para los vehículos que fueran a girar a la izquierda.
- En bifurcaciones (apartado 13.6) en zona urbana.

Se podrá admitir convergencias por la izquierda sólo en los casos siguientes:

- Para girar a la izquierda en intersecciones en las que la circulación estuviera ordenada (apartado 13.2.2) por prioridad fija y la IMD total fuera inferior a 8 000 vehículos.
- Para girar a la izquierda en intersecciones en las que la circulación estuviera ordenada (apartado 13.2.2) por prioridad alternativa mediante semáforos.
- En confluencias (apartado 13.6) fuera de poblado.

En autopistas, autovías y vías rápidas se evitará el empleo de entradas y salidas por la izquierda, salvo exhaustiva justificación en contrario. Se exceptuarán las conexiones entre calzadas centrales y laterales (apartado 9.4.1).

### 13.3.3 Separación de convergencias y divergencias

Dentro de un nudo, o en nudos relativamente próximos entre sí, se procurará que las divergencias correspondientes a una trayectoria de paso estén antes (en el sentido de recorrido) que las convergencias. Con la disposición inversa se tomarán medidas para facilitar los movimientos de trenzado (apartado 8.1.1.4).

En enlaces, se recomienda que las salidas estén antes de la obra de paso, mejor que después de ella (apartado 13.2.3, Fig. 40); además, de esta forma el tablero de la obra de paso resultará menor, al no tener que alojar los carriles de cambio de velocidad. Para facilitar o mejorar la implantación de entradas o salidas, se podrá recurrir a:

- Ensanchar la mediana.
- Transponer las calzadas mediante dos obras de paso muy oblicuas.
- Superponer las calzadas en una estructura muy larga, sólo justificada en enlaces en zona urbana donde hubiera graves problemas de espacio, y cuyo aspecto se deberá estudiar cuidadosamente si fuera elevada.

En autopistas, autovías y vías rápidas, las distancias mínimas entre salidas o entradas sucesivas se atenderán a la Fig. 41. Se procurará unificar salidas o entradas sucesivas (Fig. 42) mediante una vía colectora-distribuidora (apartado 13.7).

### 13.3.4 Giros a la derecha

Para girar a la derecha se emplearán exclusivamente (apartado 13.3.1) vías de giro (sin canalizar o canalizadas), o ramales directos (Fig. 43), excepto en enlaces de cuatro tramos en los que se admitieran cruces a nivel en ambas carreteras (apartado 14.4.3.1), en los que se podrán emplear ramales semidirectos en tréboles parciales, o incluso lazos (Fig. 44), con objeto de compartir entradas o salidas.

COHERENCIA DE LAS SALIDAS

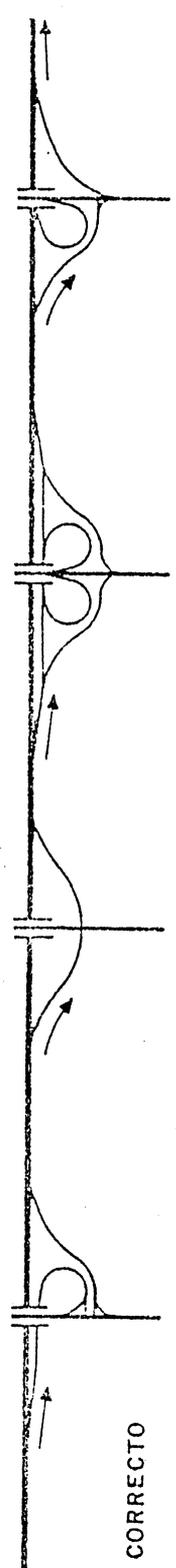
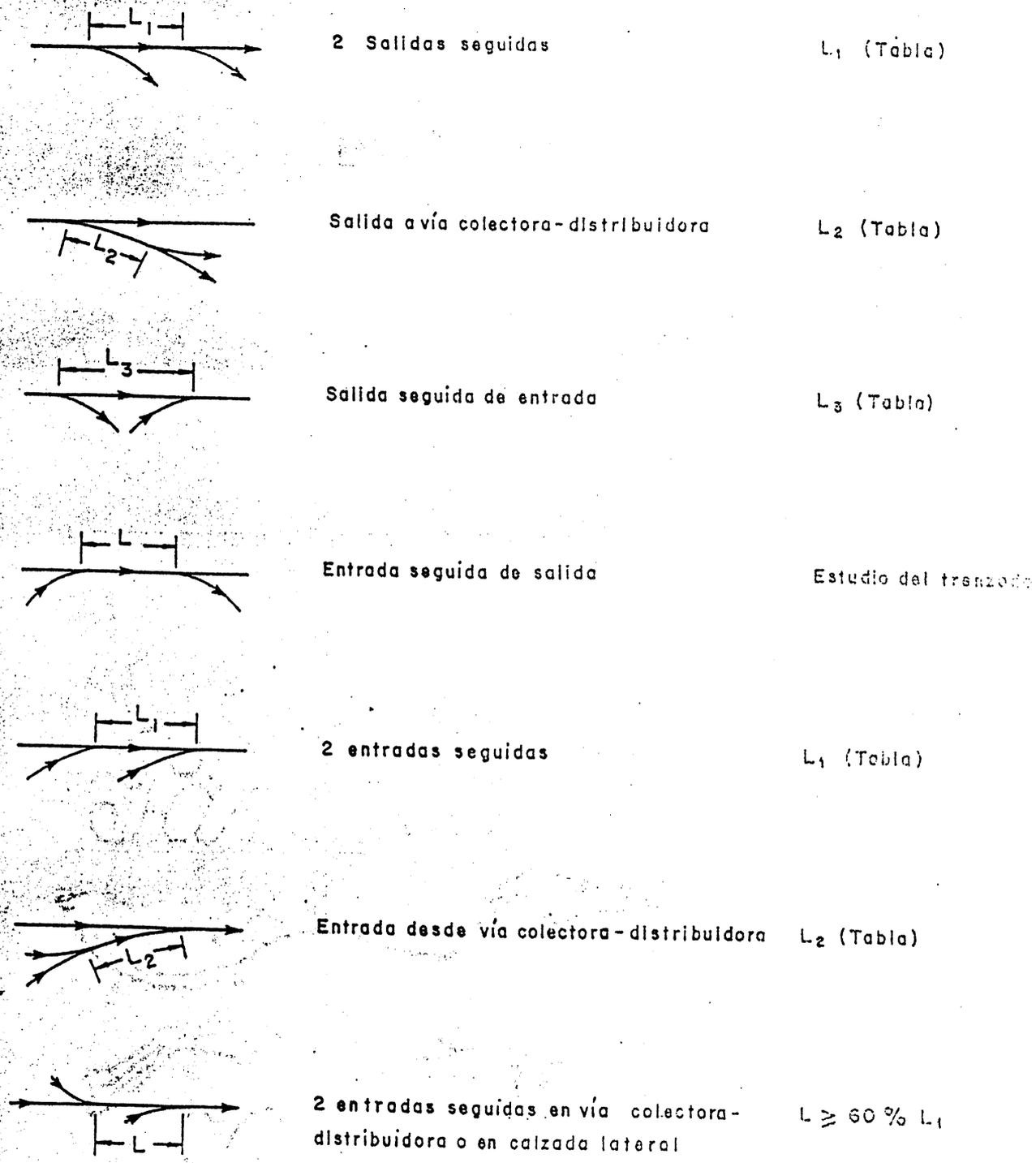


FIG. 40

SEPARACION DE ENTRADAS O SALIDAS



VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	80	90	100	110	120
$L_1$ (m)	250	275	300	325	350
$L_2$ (m)	200	225	250	275	300
$L_3$ (m)	150	150	150	175	200

FIG. 41

ENTRADAS SUCESIVAS

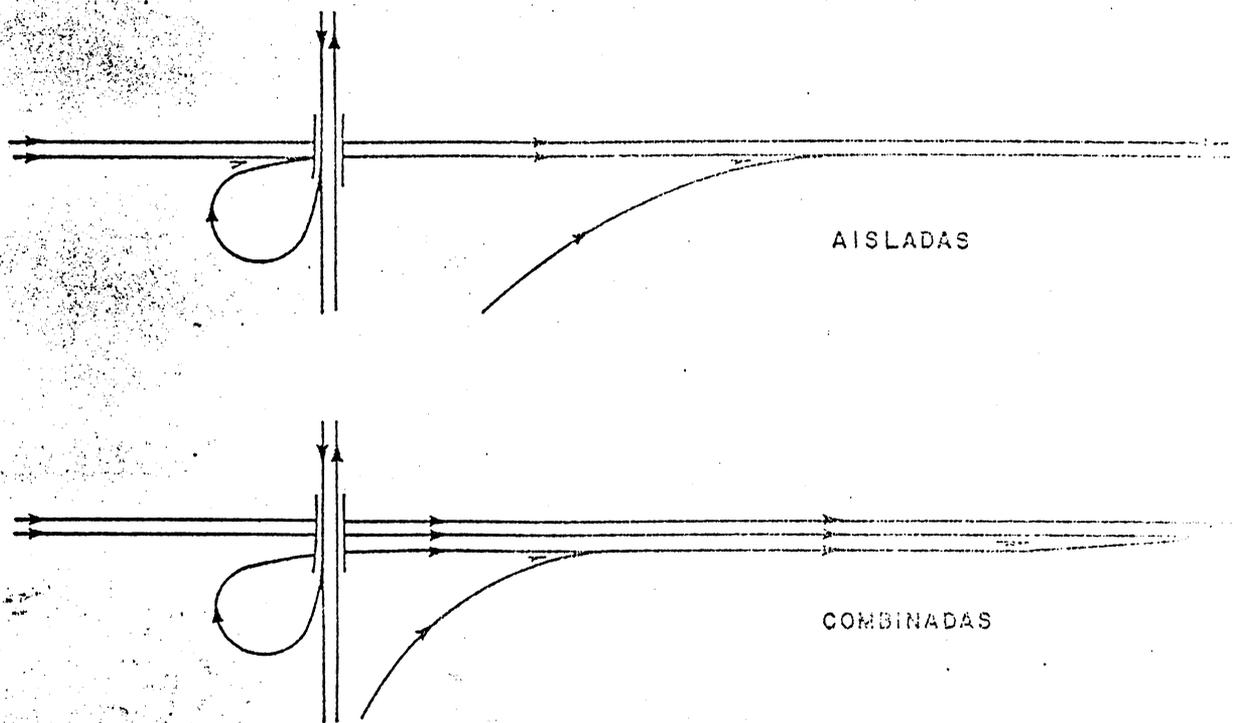


FIG. 42

RAMAL DIRECTO PARA GIRAR A LA DERECHA

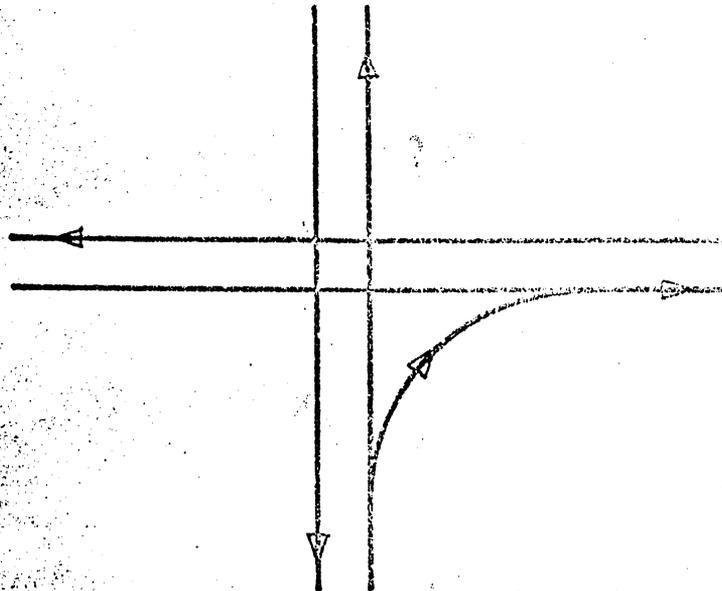


FIG. 43

RAMALES SEMIDIRECTOS Y LAZO PARA GIRAR A LA DERECHA

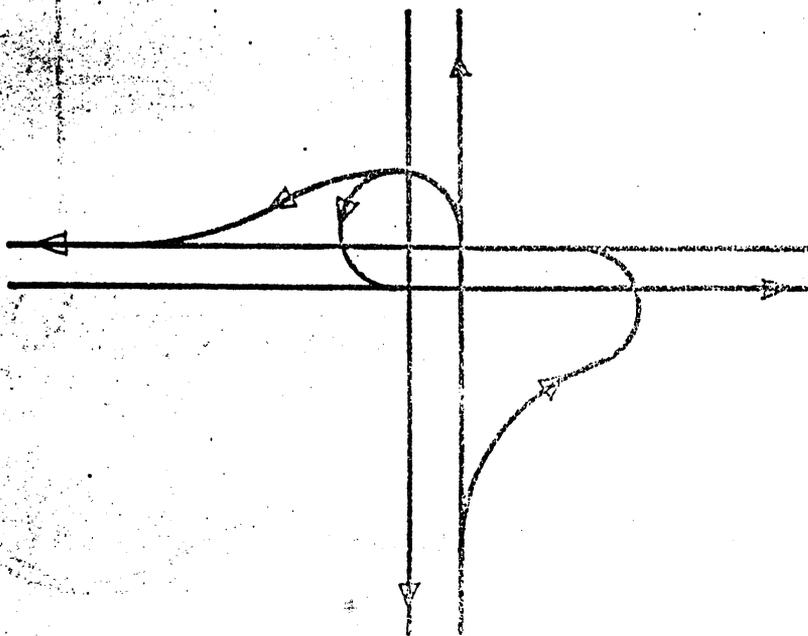


FIG. 44

25: Su definición responderá a las características de la tabla

TABLA 25  
CARACTERISTICAS DE GIROS A LA DERECHA

CARACTERISTICA	TIPO DE VIA DE GIRO O RAMAL		
	DIRECTO	SEMIDIRECTO	LAZO
DIVERGENCIA Y CONVERGENCIA (1)	D, D	I, D ó D, I	I, I
CRUCES	0	1 (2)	2
CUADRANTES OCUPADOS	1	1	1
DESARROLLO ANGULAR (3)	1	1	3
ALTERNANCIAS DE CURVATURA	0 ó 2	1	0

- NOTAS: (1) D, por la derecha; I, por la izquierda.  
 (2) Bastante oblicuo a no ser que se ensanche la mediana de la carretera atravesada.  
 (3) Aproximado, en ángulos rectos.  
 (4) En cuadrantes que incluyan un lazo y donde se disponga de poco espacio, el ramal directo se podrá ceñir al lazo, presentando entonces 2 alternancias (Fig. 45).

RAMAL DIRECTO PARA GIRAR A LA DERECHA CENIDO A UN LAZO

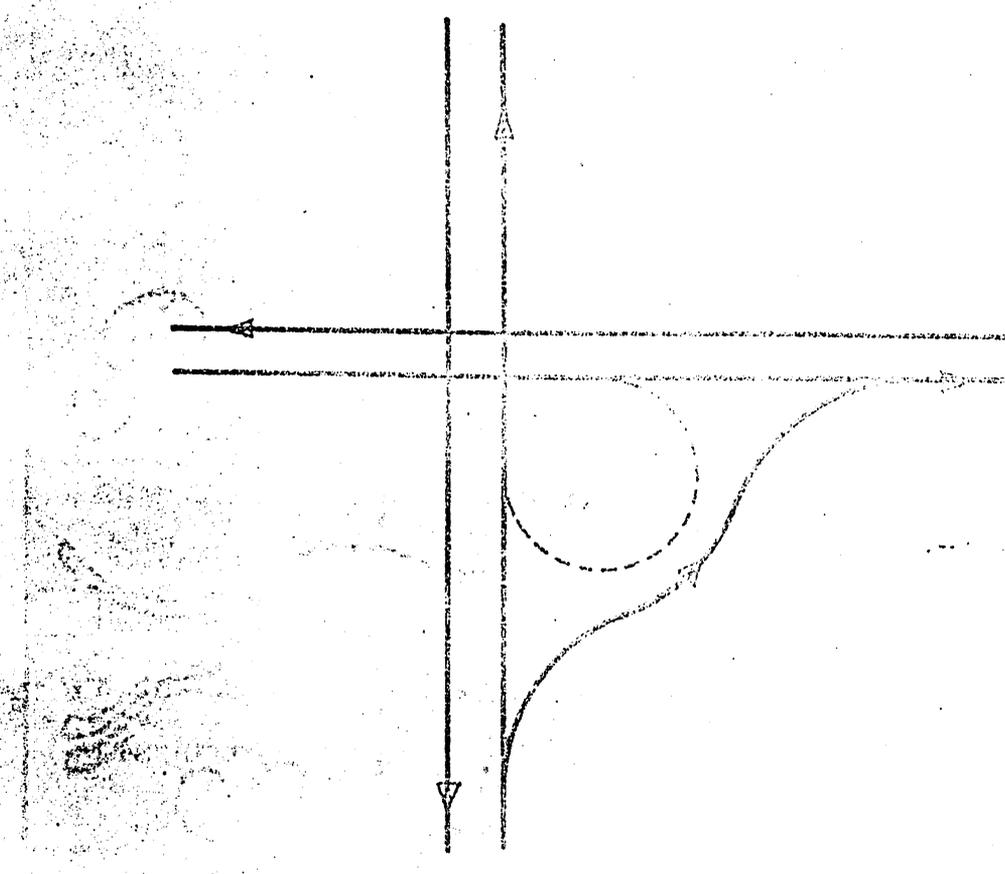


FIG. 45

### 13.3.5 Giros a la izquierda

A los efectos del apartado 13.3.3, se distinguirá entre vías de giro y ramales que diverjan y converjan exclusivamente por la derecha (tabla 26, Fig. 46), y aquéllos en los que al menos una (convergencia o divergencia) se realice por la izquierda (tabla 27, Fig. 47).

TABLA 26

#### CARACTERÍSTICAS DE GIROS A LA IZQUIERDA CON DIVERGENCIA Y CONVERGENCIA POR LA DERECHA

CARACTERÍSTICA	TIPO DE VIA DE GIRO O RAMAL			
	LAZO	CIRCULO	ASA	
			INTERIOR	EXTERIOR
CRUCES	0	4	2	4
CUADRANTES OCUPADOS	1	3	2	3
DESARROLLO ANGULAR (*)	3	1	1	1
ALTERNANCIAS DE CURVATURA	0	2	2	2

NOTA: (\*) Aproximado, en ángulos rectos.

Los extremos de los lazos (a derechos) regularizán carriles de cambio de velocidad (apartado 13.5), y se tendrá en cuenta la reducción de visibilidad que pueda causar la obra de paso. Si las carreteras conectadas fueran de distinta importancia, se recomienda que el lazo corresponda a la salida de la secundaria y a la entrada en la principal, mejor que a lo contrario.

Al emplear círculos o asas exteriores, se tendrá en cuenta su largo desarrollo, y que los cruces de éstas con las trayectorias de paso resultan bastante oblicuos.

RAMALES PARA GIRAR A LA IZQUIERDA CON  
DIVERGENCIAS Y CONVERGENCIAS POR LA DERECHA

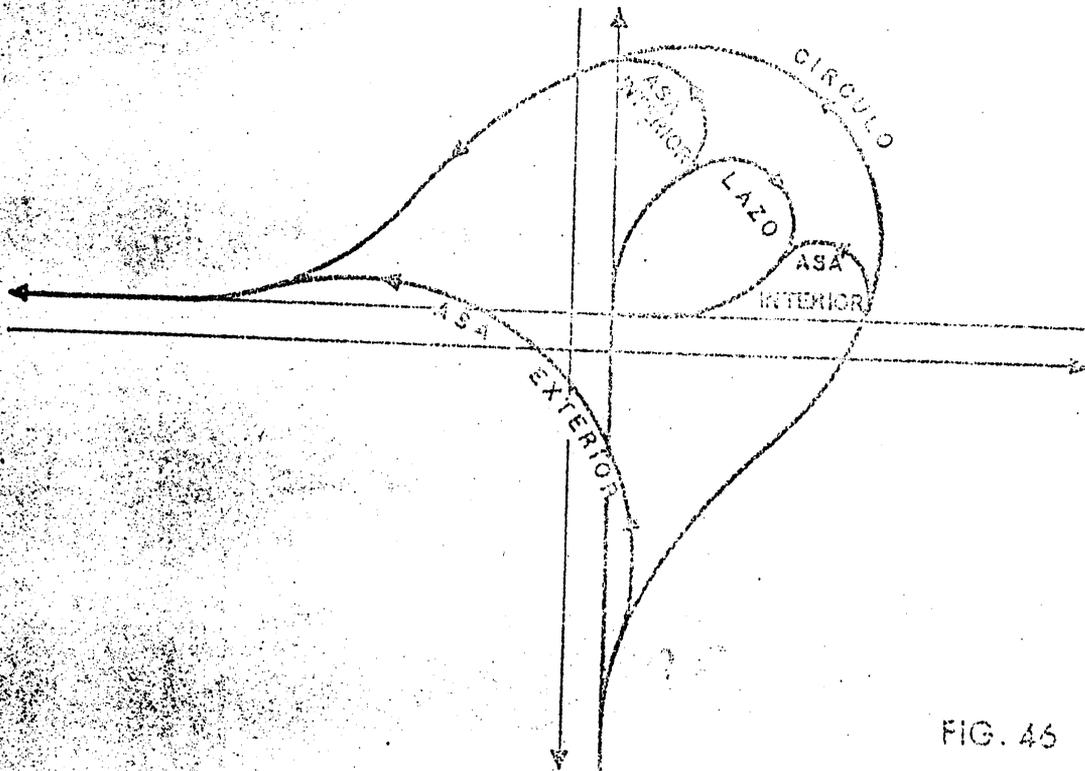


FIG. 46

RAMALES PARA GIRAR A LA IZQUIERDA CON  
AL MENOS UNA CONVERGENCIA O DIVERGENCIA POR LA  
IZQUIERDA

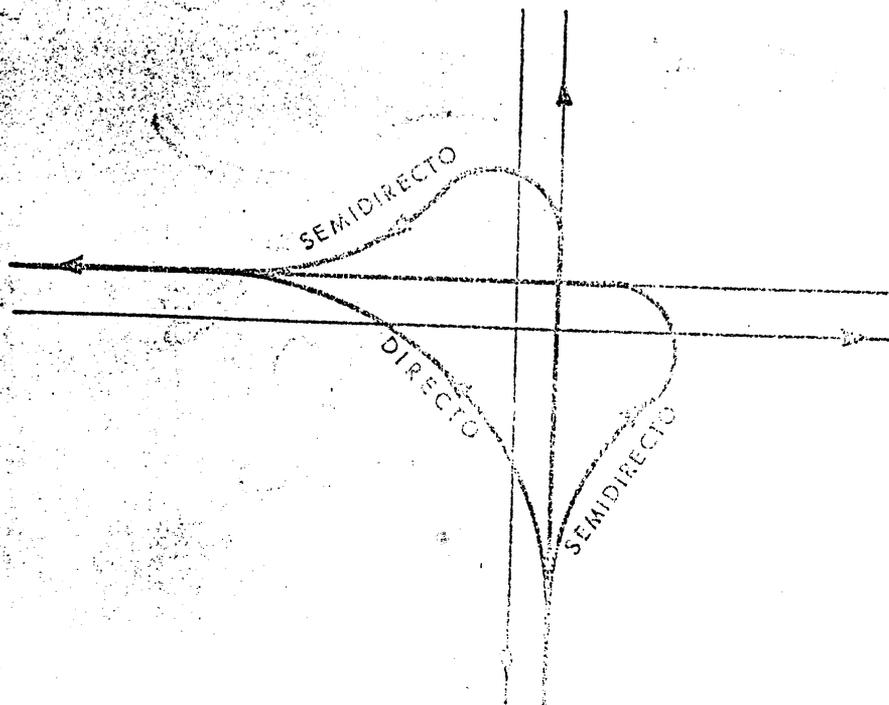


FIG. 47

TABLA 27

CARACTERISTICAS DE GIROS A LA IZQUIERDA  
CON AL MENOS UNA CONVERGENCIA O DIVERGENCIA POR LA IZQUIERDA.

CARACTERISTICA	TIPO DE VIA DE GIRO O RAMAL	
	DIRECTO	SEMIDIRECTO
DIVERGENCIA Y CONVERGENCIA (1)	I, I	I, D ó D, I
CRUCES	1 ó 2	1 (2)
CUADRANTES OCUPADOS	1	1
DESARROLLO ANGULAR (3)	1	1
ALTERNANCIAS DE CURVATURA	0	1

- NOTAS: (1) D, por la derecha; I, por la izquierda.  
 (2) Bastante oblicuo, a no ser que se ensanche la mediana de la carretera atravesada.  
 (3) Aproximado, en ángulos rectos.

#### 13.4 Isletas

##### 13.4.1 Generalidades

Se emplearán isletas para:

- Obtener una disposición adecuada de las zonas de conflicto, así como una separación conveniente entre ellas.
- Delimitar el área que no deba ser pisada por los vehículos.
- Encauzar las trayectorias de los vehículos.
- Impedir los movimientos prohibidos.
- En su caso, proteger a vehículos o peatones que esperan cruzar una trayectoria, o a elementos de ordenación de la circulación (señales, semáforos).

El número de isletas no podrá ser superior al triple del número de tramos que accedan al nudo.

Para la materialización de las isletas se podrán emplear:

- Marcas viales para las muy pequeñas, o como aviso de la presencia de los demás tipos de materialización. Se recomienda complementarlas con captafaros.
- Bordillos, que deberán ser siempre montables y se retranquearán al menos 50 cm del borde de la calzada..
- Grandes espacios entre ramales, que se podrán ajardinar.

Junto a isletas pintadas o materializadas con bordillos no se dispondrá arcén (salvo, por razones de continuidad, a lo largo de los movimientos de paso).

Donde resulte inevitable disponer isletas en o junto a alineaciones curvas, el radio de sus lados será tanto mayor cuanto mayor sea la intensidad de circulación junto a ellos.

#### 13.4.2 Isletas divisorias

Se definirán como isletas divisorias a las que separen trayectorias -generalmente de sentidos opuestos- aproximadamente paralelas, estableciendo una mediana localizada.

Se evitará introducir isletas divisorias donde la visibilidad sea restringida, en acuerdos verticales convexos o al principio de curvas en planta. Para ello se prolongará la isleta de forma que sea visible por los conductores que se aproximen a ella. Tampoco se podrá ver perturbada la trayectoria del vehículo por la aparición -a su izquierda- de una isleta divisoria (Fig. 48).

Si la isleta divisoria fuera corta su forma será de lágrima, y se inscribirá en un triángulo de las siguientes características (Fig. 49):

- Uno de los ángulos se situará sobre una paralela a la alineación correspondiente al pie de la T, a 1 m a la izquierda según el sentido de acercamiento al nudo. Su abertura máxima será de 30°.
- Los otros dos ángulos se situarán sobre el borde más próximo de la calzada correspondiente al trazo de la T, y el que se encuentre primero al circular junto a dicho borde distará, del punto de corte de éste con la alineación correspondiente al pie de la T, una distancia mitad que el que se encuentre después.

ISLETAS DIVISORIAS EN VIAS SIN MEDIANA

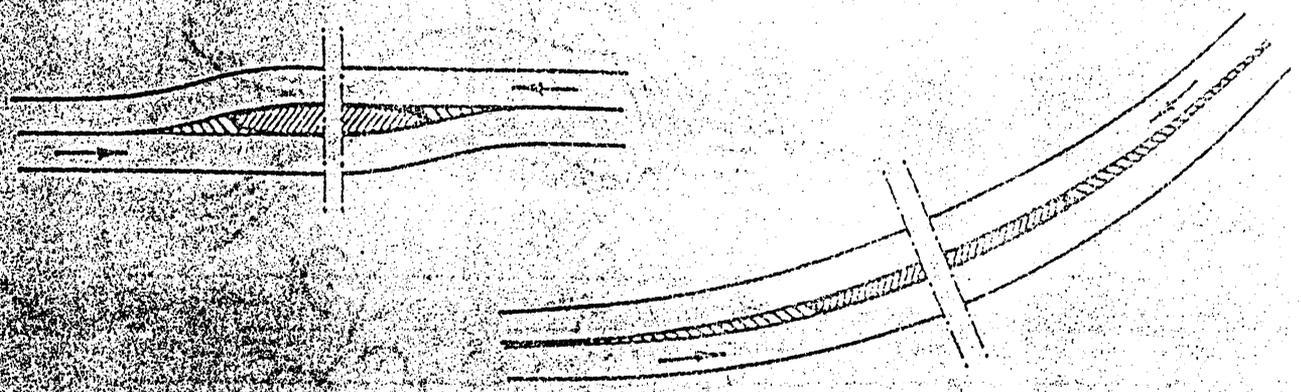


FIG. 48

LAGRIMA

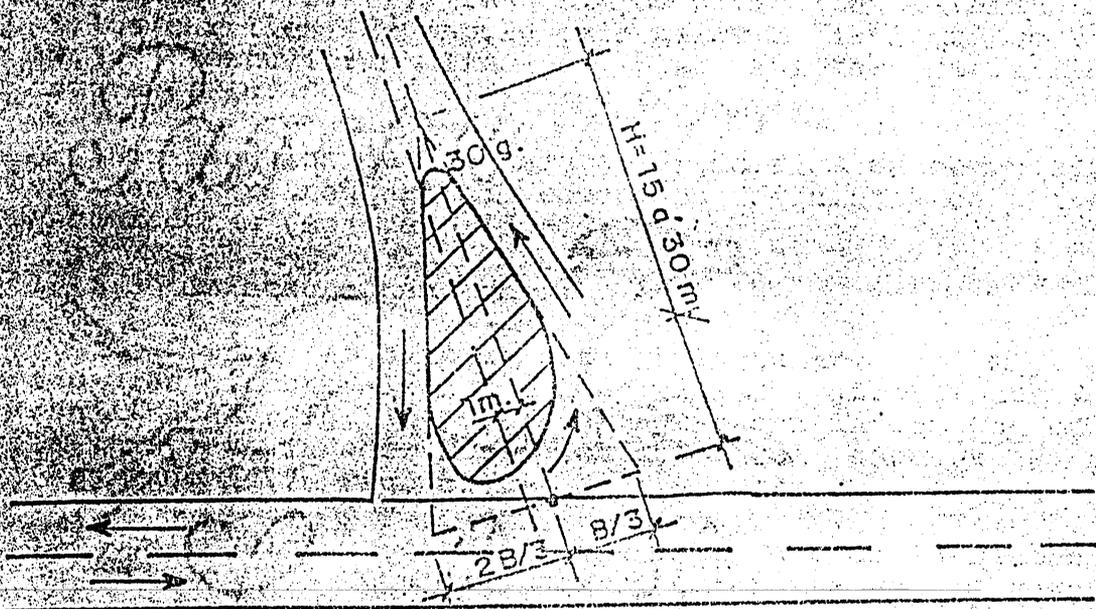


FIG. 49

La altura del triángulo opuesta al borde de la calzada correspondiente al trazo de la T, estará comprendida entre 5 y 30 m.

En accesos a intersecciones semaforizadas, se podrán disponer isletas divisorias para alojar en ellas los semáforos (apartado 8.1.1.3.2). Se recomienda que dichas isletas tengan una longitud de 30 m (mínimo absoluto 15 m), y una anchura mínima de 1 m. Donde hubiera un carril de recuperación (apartado 14.2.2.1), las isletas divisorias estarán alineadas; si los carriles de espera para girar a la izquierda (apartado 14.3.2) estuvieran alineados, las isletas divisorias no lo estarán (Fig. 50), y viceversa (Fig. 51).

Los ángulos de las isletas divisorias se redondearán y, en su caso, retranquearán como las esquinas de las isletas encauzadoras (apartado 13.4.3).

#### 13.4.3 Isletas encauzadoras

De forma aproximadamente triangular, se emplearán para encauzar giros a la derecha en vías de giro (apartado 13.3.1) canalizadas (Fig. 52), y para lograr una inflexión adecuada de la trayectoria de los vehículos en accesos a glorietas (apartado 14.7, Fig. 53).

Los ángulos de las isletas encauzadoras se redondearán con un radio de 0,5 m y, si correspondieran a una divergencia, se retranquearán (adicionalmente al retranqueo normal, apartado 13.4.2) parabólicamente en 30 m, con un mínimo (expresado en m) igual a la cincuentaava parte de la mayor velocidad de recorrido (expresada en km/h) de los vehículos que pasen junto al ángulo. Los ángulos correspondientes a convergencias se dispondrán de forma que orienten aproximadamente paralelas a las trayectorias que convergen.

En intersecciones en las que se hubiera corregido un esviaje (apartados 14.2.2.1 y 14.3.2) remodelando la carretera secundaria (Fig. 54), el ángulo correspondiente a la convergencia en dicha carretera deberá evitar la entrada a contramano en la vía de giro. Para ello se recomienda disponerlo en el tramo recto contiguo a la intersección o, donde no hubiera espacio, al principio de la curva.

ISLETAS DIVISORIAS DESPLAZADAS

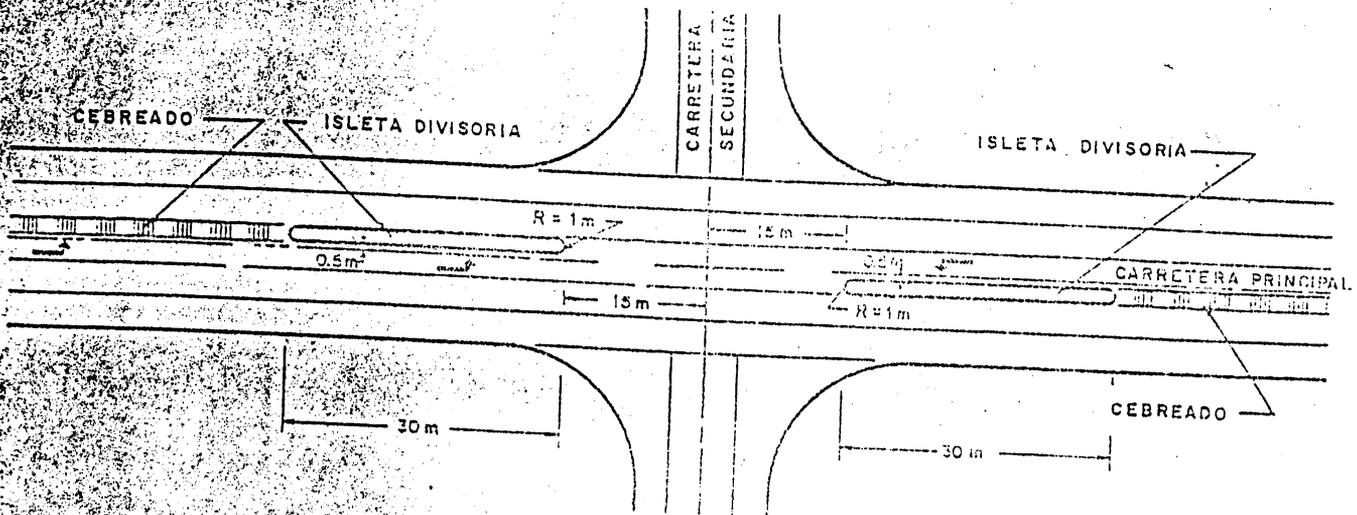


FIG. 50

ISLETAS DIVISORIAS ALINEADAS

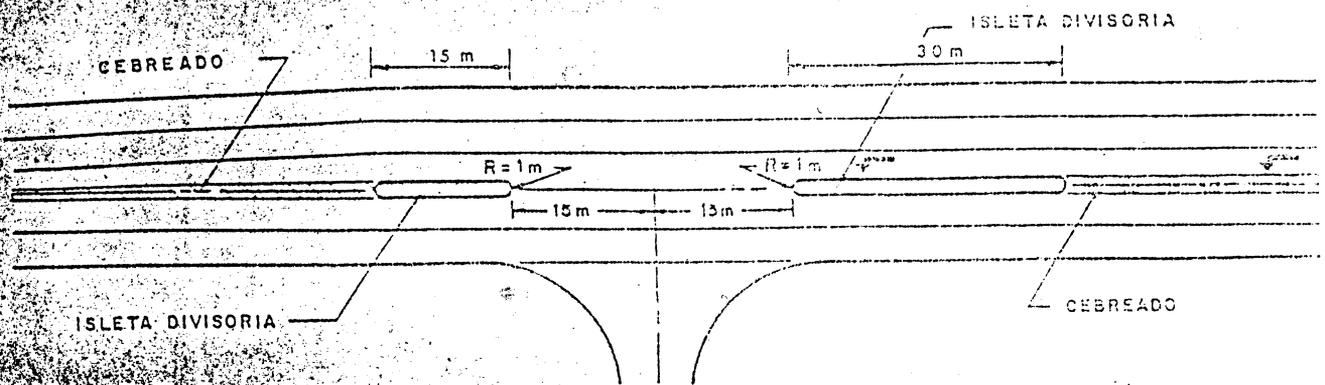


FIG. 51

ISLETA DE ENCAUZAMIENTO

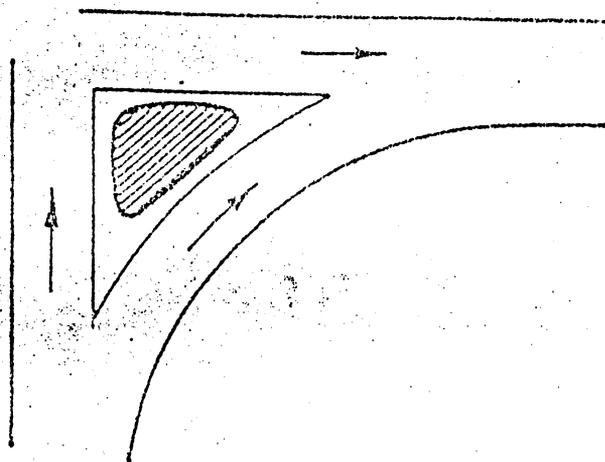


FIG. 52

ISLETAS ENCAUZADORAS EN UNA GLORIETA NORMAL

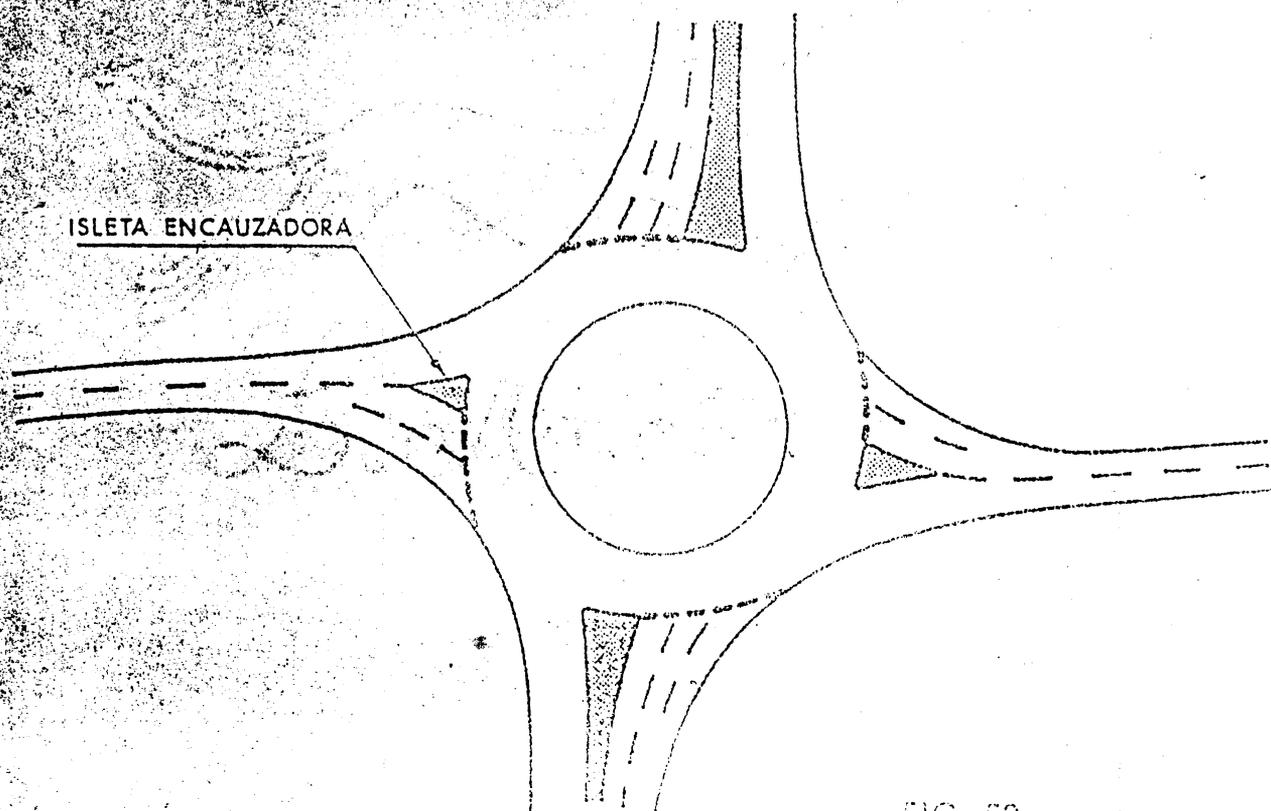
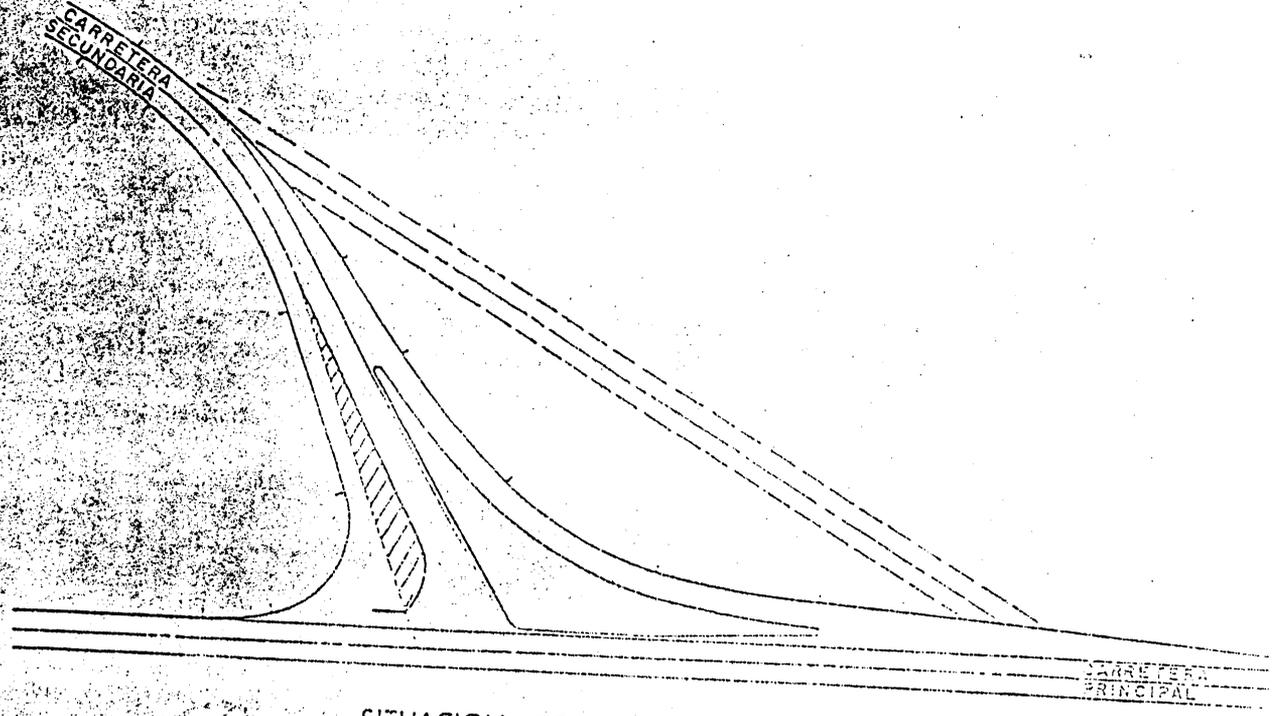
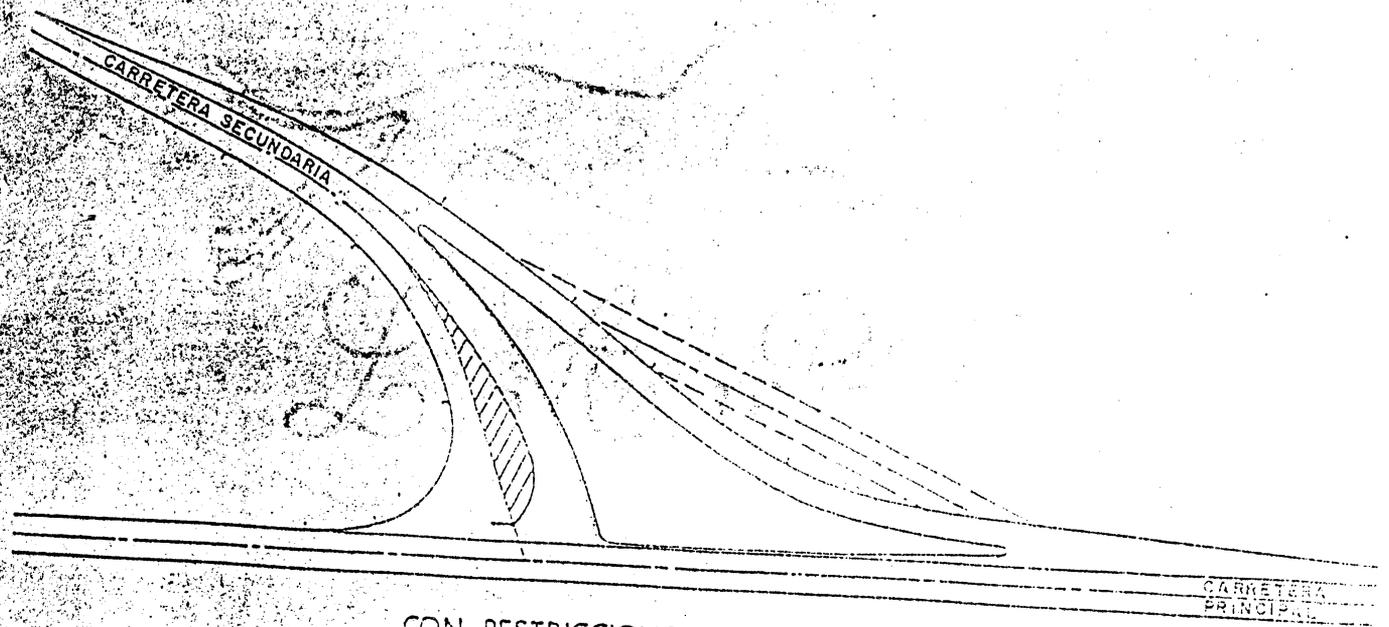


FIG. 53

SITUACION DE LA "NARIZ" EN LA CARRETERA SECUNDARIA



SITUACION RECOMENDABLE



CON RESTRICCIONES DE ESPACIO

FIG. 54

#### 13.4.4 Isletas centrales en glorietas

En glorietas normales (apartado 14.7.1), la isleta estará dotada de un bordillo montable. En miniglorietas toda la superficie se abombará (hasta 12 cm en el centro), se pintará de blanco y se rodeará de captafaros.

En glorietas normales, se evitará que el diámetro exterior de la calzada anular sea superior a 60 m o inferior a 40 m; si resultara inferior a 28 m, se dispondrá una miniglorieta.

Se recomienda que la isleta sea circular y, si fuera elíptica, su excentricidad no será inferior a 0,75. Se evitará el empleo de isletas que presentan ángulos (Fig. 55), ni aun redondeados.

#### 13.5 Carriles de cambio de velocidad y espera

##### 13.5.1 Tipos

Donde la velocidad de recorrido (apartado 4.1) no supere 60 km/h, para facilitar la divergencia en giros a la derecha bastará añadir a la calzada una cuña triangular de 60 m de longitud hasta que la separación al borde de la calzada de paso sea de 3,5 m (Fig. 56).

Si la velocidad de recorrido (apartado 4.1) sea superior a 60 km/h (para giros a la derecha), o donde las intensidades de circulación (tanto de paso como de cualquier giro) sean superiores a 200 veh/h, se dispondrá un carril especial para que la velocidad cambie del valor en la trayectoria de paso a la específica de la vía de giro, ramal o calzada de servicio, y viceversa.

En convergencias, el carril será de aceleración, mientras que en divergencias será de deceleración, eventualmente terminado -para giros a la izquierda- en un carril de espera para alojar a los que esperen cruzar el tráfico de paso que circule en sentido opuesto sin interferir con el que circule en el propio. Este carril de espera tendrá una longitud mínima de 15 m, y se dispondrá a partir de un estudio de tráfico o, en carreteras existentes, donde hubiera tres o más accidentes anuales con víctimas relacionados con giros a la izquierda.

Los carriles de cambio de velocidad (Fig. 58) serán, generalmente, de forma paralela, (que adosa un carril auxiliar a la calzada principal, con una transición en su extremo contiguo a ésta). Únicamente se podrán emplear carriles de forma directa (en la que el carril de cambio de velocidad sale tangente al borde de la calzada principal, o formando con él un ángulo cuya cotangente no rebase 35) para los de deceleración para giro a la derecha, cuya distancia L (apartado 13.5.2.2) resulte inferior a 180 m.

EJEMPLO DE ISLETA CENTRAL INCORRECTA  
EN UN GLORIETA

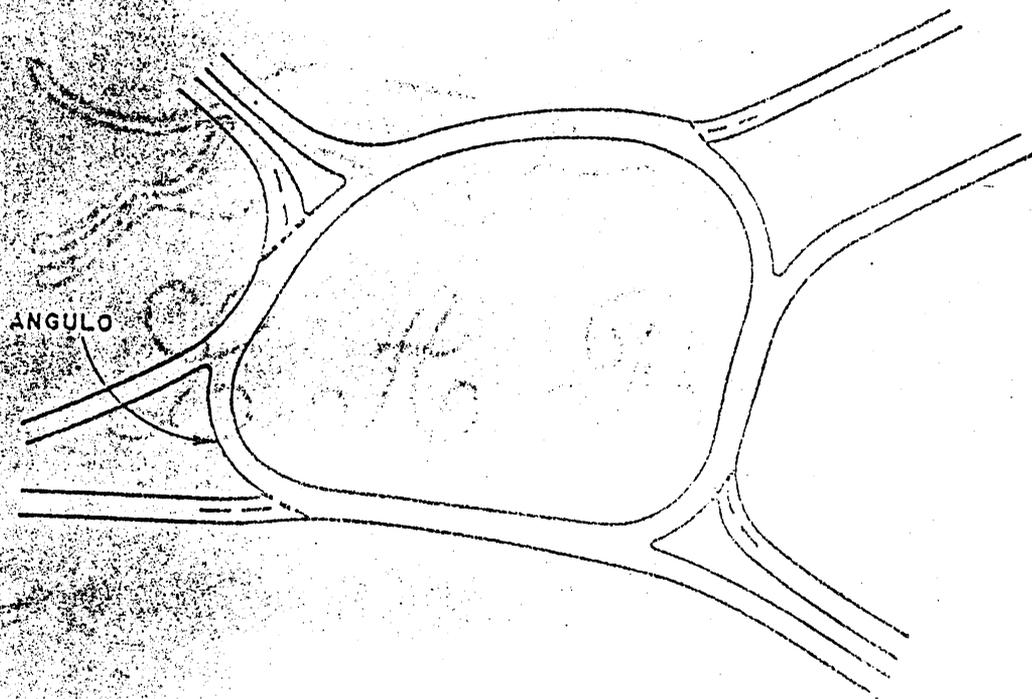
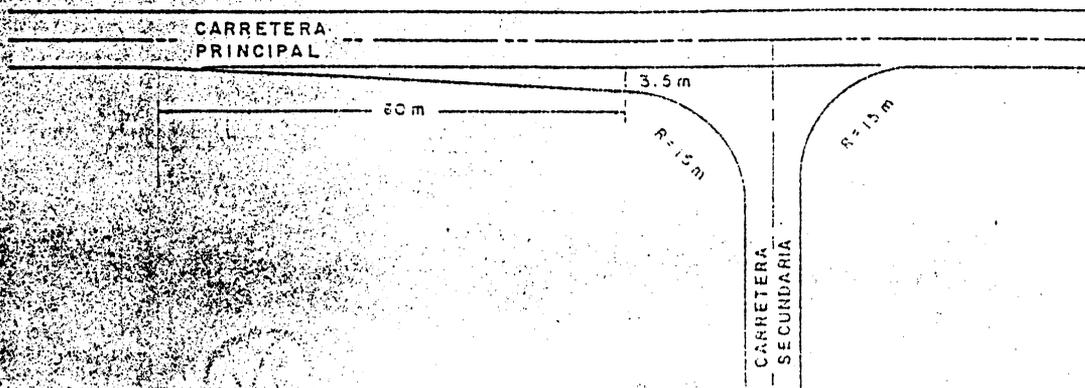


FIG. 55

# CUÑAS DE TRANSICION PARA GIROS A LA DERECHA



$V_{PI} \leq 60 \text{ km/h.}$

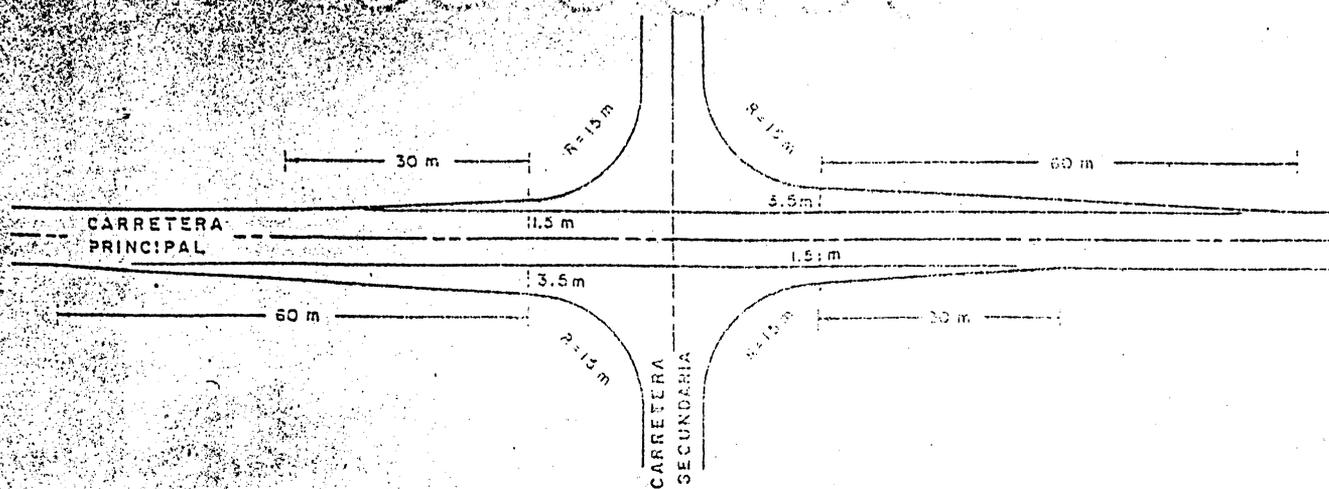
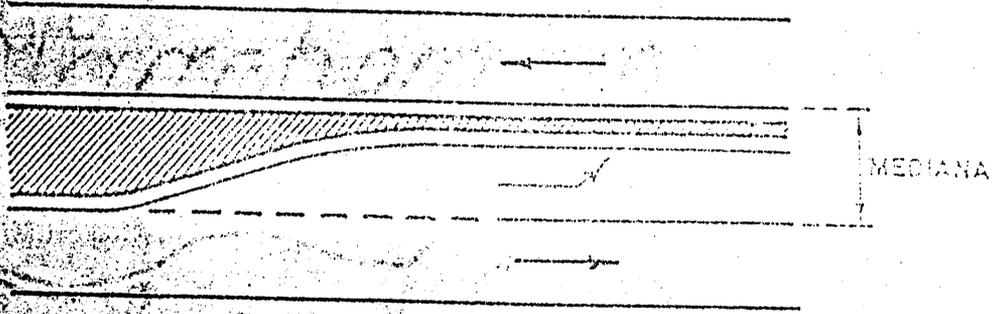


FIG. 56

CARRIL DE DECELERACION Y ESPERA EN MEDIANA

N.º acc. vict.  $\geq 3$  a $\acute{u}$ os.



$L \geq 15$  m.

FIG. 57

CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD

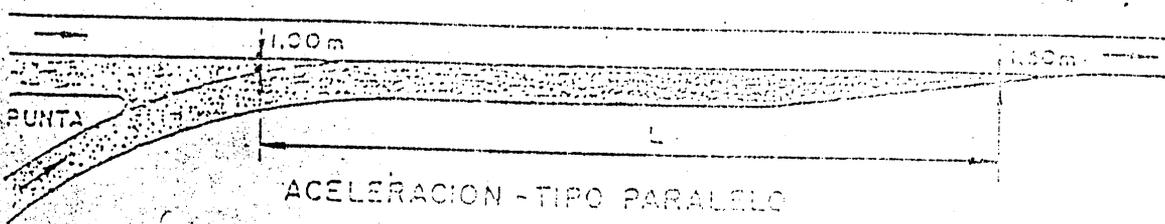
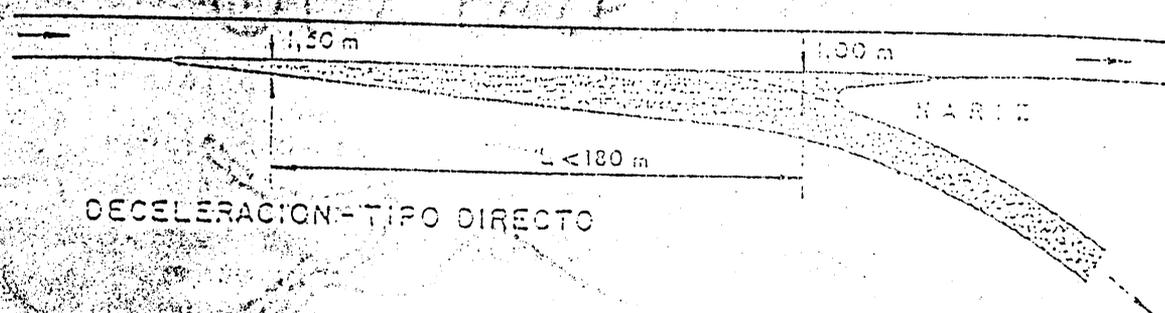
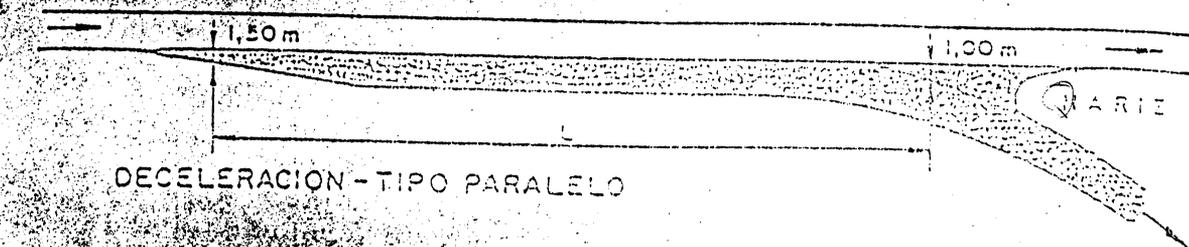


FIG. 58

CARRIL

### 13.5.2 Número y anchura

Los carriles de deceleración serán únicos a no ser que, una vez rebasada la nariz (apartado 13.5.5), la vía a la que accedan se bifurcase (por ejemplo, en una vía colectora-distribuidora y en un ramal para giro), en cuyo caso se podrá estudiar la bifurcación de la calzada principal (apartado 13.6).

Excepto en la confluencia (apartado 13.5) entre dos carreteras, los carriles de aceleración serán únicos y, si la vía de la que procedan tuviera dos carriles, uno de ellos (el situado más a la izquierda según el sentido de circulación) deberá quedar cerrado (apartado 8.1.2.1) a una distancia (expresada en m) de la "punta" (apartado 13.5.5), igual a la velocidad de recorrido (apartado 4.1), expresada en km/h.

Los carriles de tipo paralelo tendrán la misma anchura que los de la calzada principal, mientras no diverjan de ésta (apartado 8.1.2.2); los de tipo directo se dimensionarán igual que una vía de giro o un ramal, a partir de la trayectoria del vehículo-tipo (apartado 6.1.2).

### 13.5.3 Longitud

Para determinar la distancia  $L$  (Fig. ..) necesaria para el cambio de velocidad, se podrán aplicar las tablas 28 y 29, salvo casos especiales en los que se aplicarán:

- el modelo de deceleración del apartado 5.3.1, con deceleración media por rozamiento de 7 (km/h)/s; ó
- el modelo de aceleración del apartado 4.4 (coche-tipo de 100 CV).



TABLA 29

DISTANCIA L DE ACELERACION (m)

VELOCIDAD INICIAL V <sub>a</sub> (km/h)	INCLINACION i DE LA RASANTE (%)												
	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
VELOCIDAD DE PROYECTO = 120 km/h													
0	268	282	298	316	336	360	388	421	461	510	576	*	*
40	252	266	281	299	319	342	369	402	441	491	555	*	*
60	226	239	254	271	290	312	338	369	407	455	517	*	*
VELOCIDAD DE PROYECTO = 100 km/h ó menor													
0	200	200	200	200	200	200	210	222	237	254	273	297	326
40	200	200	200	200	200	200	200	204	218	234	253	276	304
60	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	216	237	264

NOTA: (\*) con esa rampa no se puede alcanzar esa velocidad

En carreteras de calzada única y doble sentido de circulación, no se podrá terminar un carril de aceleración en correspondencia con una prohibición del adelantamiento para ese sentido.

13.5.4 Cuñas de transición

En el extremo de un carril paralelo de cambio de velocidad, se dispondrá una cuña triangular de transición lineal a su anchura definitiva, cuya longitud será igual a la dada por la tabla 30 en función de la velocidad VP de proyecto (apartado 4.3).

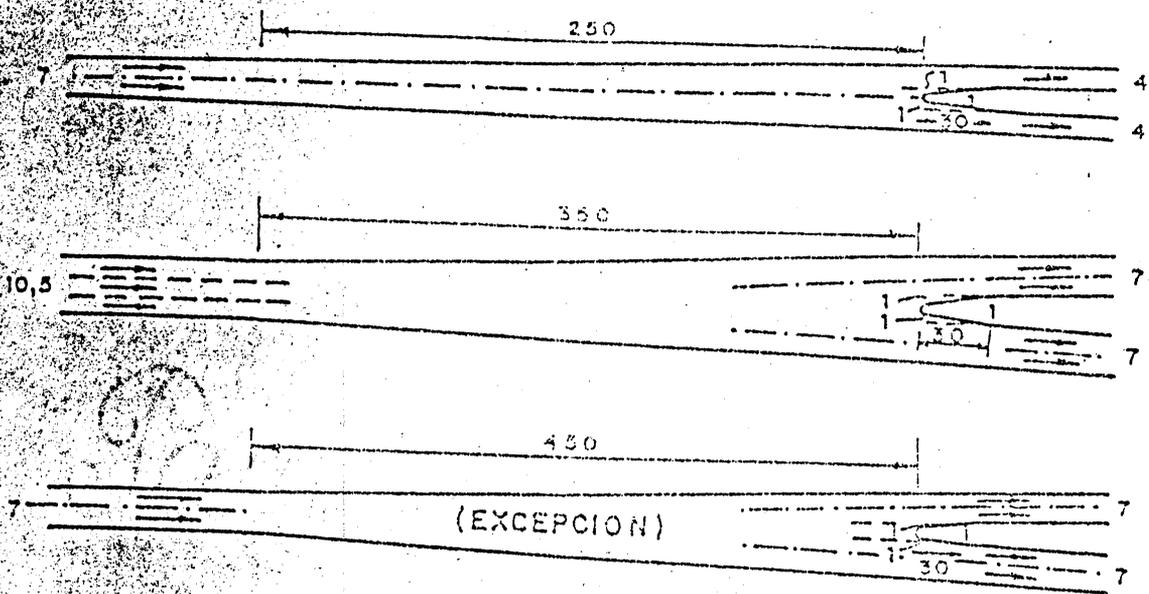
TABLA 30

LONGITUD (m) DE LA CUÑA TRIANGULAR DE TRANSICION

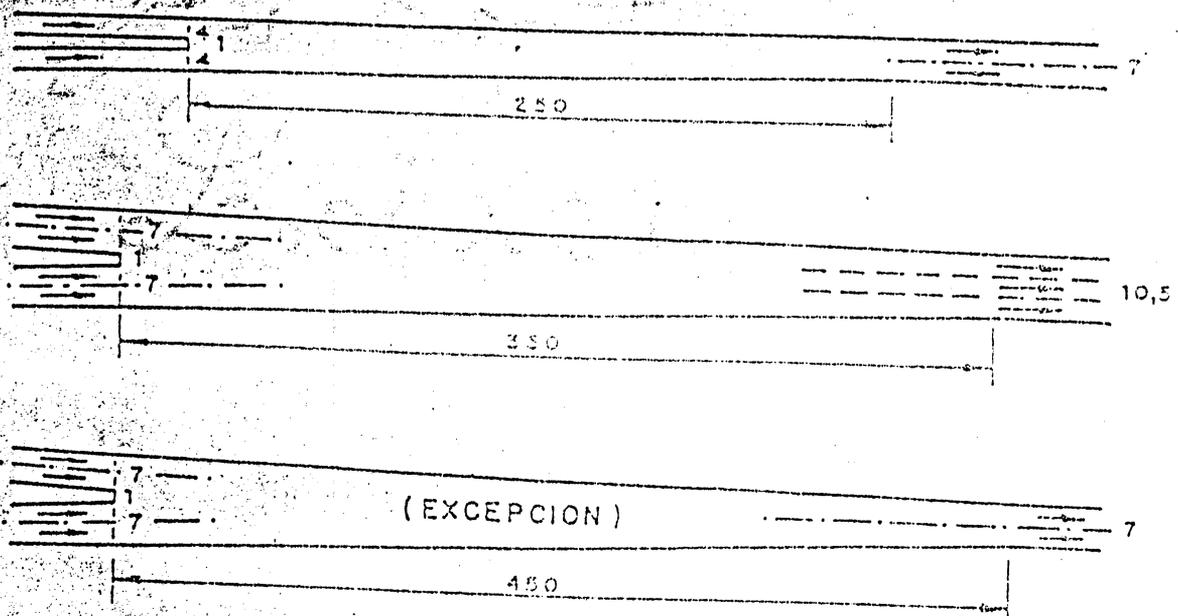
VP (km/h)	DECELERACION	ACELERACION
60	70	133
80	82	167
100	100	175
120	117	175

# EJEMPLOS DE BIFURCACIONES Y CONFLUENCIAS

## BIFURCACIONES



## CONFLUENCIAS



Cotas en m

FIG. 59

VIA COLECTORA - DISTRIBUIDORA

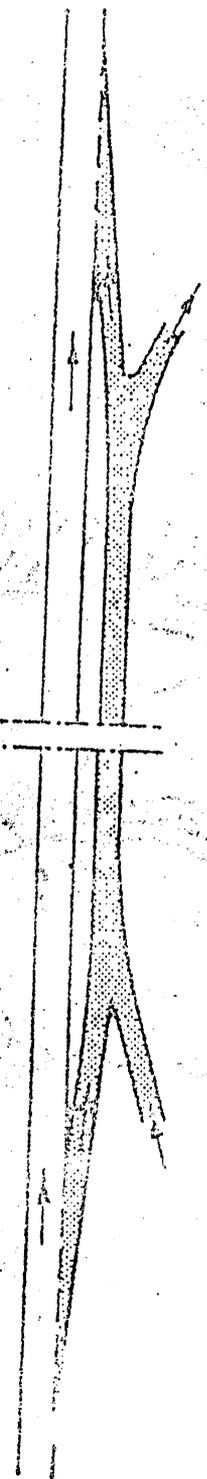


FIG. 60

### 13.5.5 Nariz y punta

Detrás de la nariz, situada donde divergen la calzada principal y una vía de giro, un ramal o un acceso a una calzada de servicio (1 m entre bordes de calzada), no podrá haber obstáculos tales como desniveles, bordillos, cunetas, arquetas, señales, pilas de obras de paso, etc.; y los que resulten inevitables, deberán estar adecuadamente protegidos contra impactos, por medio de barreras de seguridad o atenuadores.

Se recomienda no disponer la nariz correspondiente a una divergencia por la izquierda en prolongación de una alineación recta del carril del que se diverja. En todo caso, las curvas de pequeño desarrollo angular que se introduzcan deberán tener en cuenta las prescripciones del apartado 6.4.1.

En la punta, situada donde converjan una vía de giro, un ramal o un acceso desde una calzada de servicio (1 m entre bordes de calzada), ambas plataformas deberán estar al mismo nivel; y se dotará a la punta de un bordillo encauzador.

### 13.6 Bifurcaciones y confluencias

Si las intensidades de giro fueran comparables a las de paso, las divergencias se plantearán como bifurcaciones, y las convergencias, como confluencias (Fig. 59). En estos casos:

- Se dispondrá de la longitud suficiente para maniobras de trenzado.
- Las velocidades de recorrido (apartado 4.1) de las vías que confluyan o diverjan deberán ser aproximadamente iguales.
- La cotangente del ángulo entre los bordes de calzada no será inferior a 50 para una bifurcación, ni a 65 para una confluencia.

### 13.7 Vías colectoras-distribuidoras

Las vías colectoras-distribuidoras (Fig. 60) deberán:

- Ser paralelas a la calzada principal.
- Tener una salida y una entrada debidamente dispuestas y separadas (apartado 13.3.2 y 13.3.3).
- Tener sentido único de circulación.

### 13.8 Tratamientos de la mediana

Se tendrá en cuenta que una mediana, aun limitada a la zona del nudo:

- Separa ambos sentidos de circulación.
- Permite el cruce a nivel en dos fases.
- Facilita el establecimiento de carriles de deceleración y espera para girar a nivel a la izquierda.

En enlaces, y previa justificación, para mejorar la implantación de entradas o salidas se podrá recurrir (Fig. ..) a:

- Ensanchar la mediana.
- Transponer las calzadas mediante dos obras de paso muy oblicuas.
- Superponer las calzadas mediante una estructura muy larga, sólo justificable en zona urbana donde haya graves problemas de espacio, y cuyo aspecto deberá ser muy cuidado si fuera elevada.

## 14 MORFOLOGIA DE LOS NUDOS

### 14.1 Generalidades

Para elegir el nudo más adecuado en cada caso concreto, se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- El número de tramos de carretera que reúne el nudo.
- La disposición espacial de los tramos de carretera que reúne el nudo.
- La importancia relativa (medida por la intensidad de la circulación) de los tramos de carretera que reúne el nudo.
- Sobre todo en zona urbana y semiurbana, las variaciones de las intensidades de circulación a lo largo del día, semana o mes, que puedan dar lugar a distintas situaciones.
- La importancia relativa entre las intensidades de giro y de paso en cada tramo de acceso.
- La ordenación dada a los cruces (apartado 13.2).
- El tratamiento dado a los giros a la izquierda (apartado 13.3.5).
- En enlaces, el número de obras de paso.
- El aspecto del nudo, evitando que en la perspectiva vista por los conductores aparezcan defectos, tales como inversiones de curvatura y puntos angulosos, que les puedan confundir.

Planteamientos parecidos deberán dar origen a soluciones similares, con configuraciones de uso frecuente de las que se recomienda no apartarse.

La prohibición o supresión de algunos giros (especialmente a la izquierda) simplificará el nudo. Sin embargo, para todo movimiento posible lo deberá ser también el inverso.

### 14.2 Emplazamiento del nudo

#### 14.2.1 Planta

Se recomienda que las alineaciones de los tramos sean rectas y que, de resultar inevitable que un nudo se sitúe en curva, el radio de ésta no sea inferior a 300 m no la velocidad de proyecto no rebase 80 km/h, ni a 300 m en caso contrario.

Si una carretera secundaria, después de una alineación recta muy larga, cortara a otra principal y la ordenación del cruce (apartado 13.2.2) pudiera implicar la detención de los

vehículos que por aquélla transitaran, se recomienda introducir una curva o serie de curvas de radios decrecientes antes de la intersección, para advertir a los conductores de la proximidad de ésta.

#### 14.2.2 Alzado

Se recomienda situar los nudos en tramos de rasante uniforme o en acuerdos cóncavos, y evitar los convexos, sobre todo para las divergencias (apartado 5.3.4). En trayectorias prioritarias la inclinación de la rasante deberá ser lo más reducida posible, sobre todo donde haya carriles de espera (apartado 13.5), y en todo caso no superior al 3 %. En trayectorias no prioritarias que crucen a otra principal:

- La rasante (Fig. 61) deberá estar en rampa del 0,5 al 2 % hasta una distancia mínima de 25 m del borde de la calzada.
- Si la rasante bajara rápidamente al alejarse del cruce y la intensidad de la circulación fuera baja, se podrá reducir la distancia anterior hasta un mínimo de 5 m.
- El parámetro de los acuerdos verticales no podrá ser inferior á 400 m.

#### 14.2.3 Sección transversal

Se ajustarán las secciones transversales en las zonas de cruce de trayectorias, manteniendo la continuidad de una de ellas (la principal, Fig. 62) o modificando ambas (Fig. 63); en ningún caso podrá haber quiebros superiores al 4 % (Fig. 64). Se tendrá en cuenta el drenaje superficial de dichas zonas.

### 14.3 Nudos de tres tramos

#### 14.3.1 Generalidades

Si uno de los tramos fuera más importante que los otros dos, se tratará el nudo como la bifurcación (apartado 13.7) de una carretera principal en dos secundarias (apartados 14.3.2.2 y 14.3.3.3).

Los giros a la derecha se resolverán, salvo justificación, mediante vías de giro o ramales directos (apartado 13.3.4).

#### 14.3.2 Intersecciones

##### 14.3.2.1 Intersecciones en T

Si dos de los tramos constituyeran una carretera principal, con la que se conecta una secundaria formada por el tercero, se tendrá una intersección en T. En la Fig. 65 se muestran los campos de aplicación aproximados de las siguientes intersecciones en T:

### TRAZADO EN ALZADO DE LA CARRETERA SECUNDARIA JUNTO A UN CRUCE

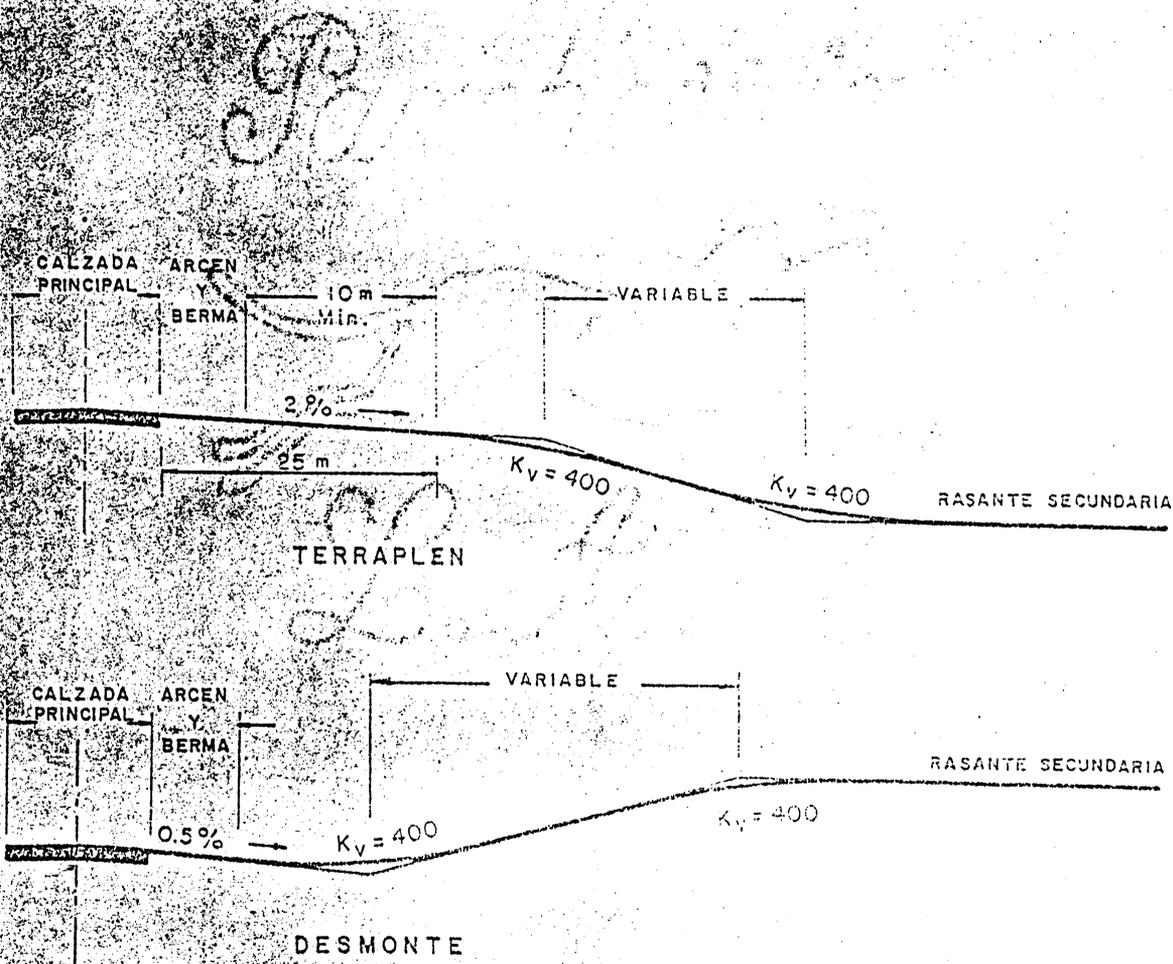
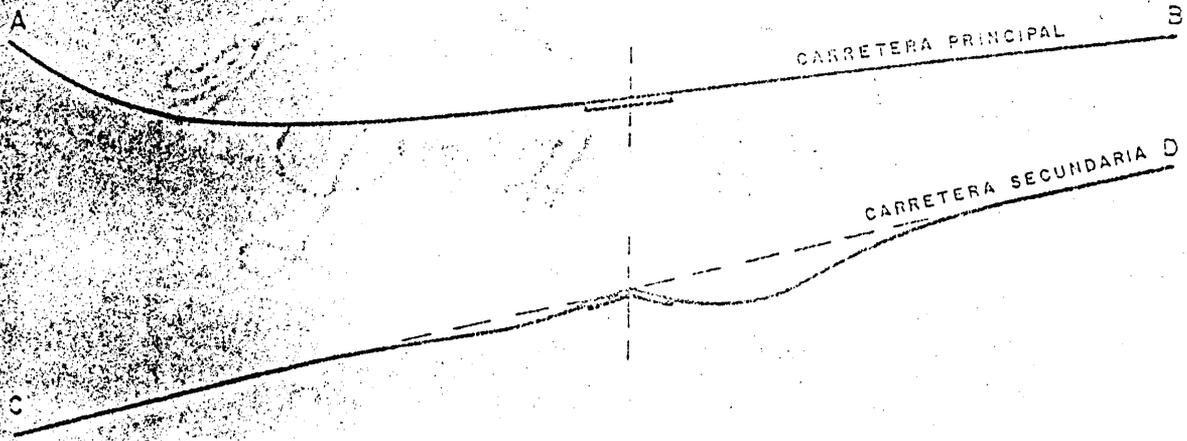


FIG. 61

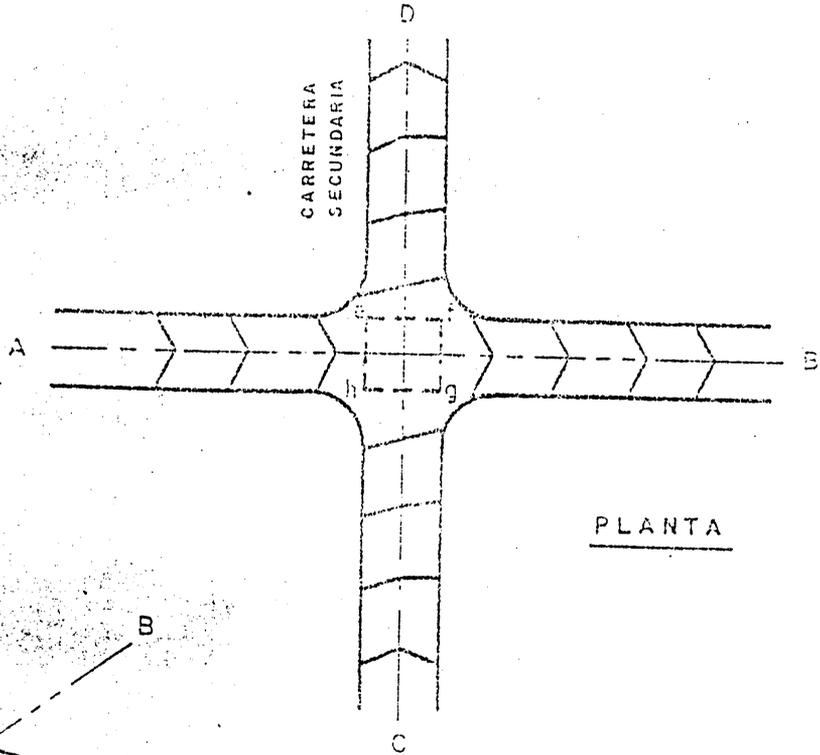
REAJUSTE DEL ALZADO DE LA CARRETERA SECUNDARIA

PERFILES LONGITUDINALES

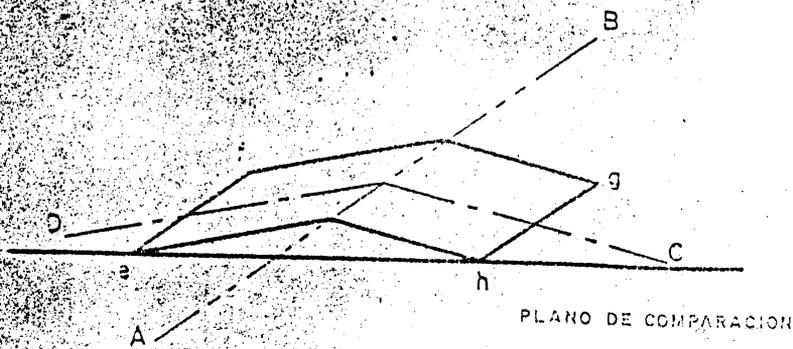
(eje)



CARRETERA PRINCIPAL



PLANTA



PLANO DE COMPARACION

FIG. 62

REAJUSTE DEL ALZADO DE LA CARRETERA SECUNDARIA

355

*Sanchez*

PERFILES LONGITUDINALES

(eje)

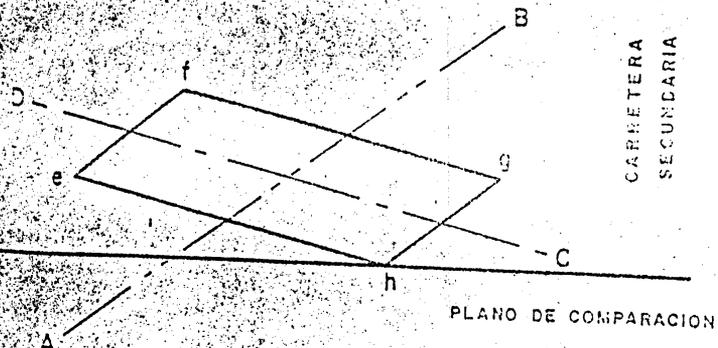
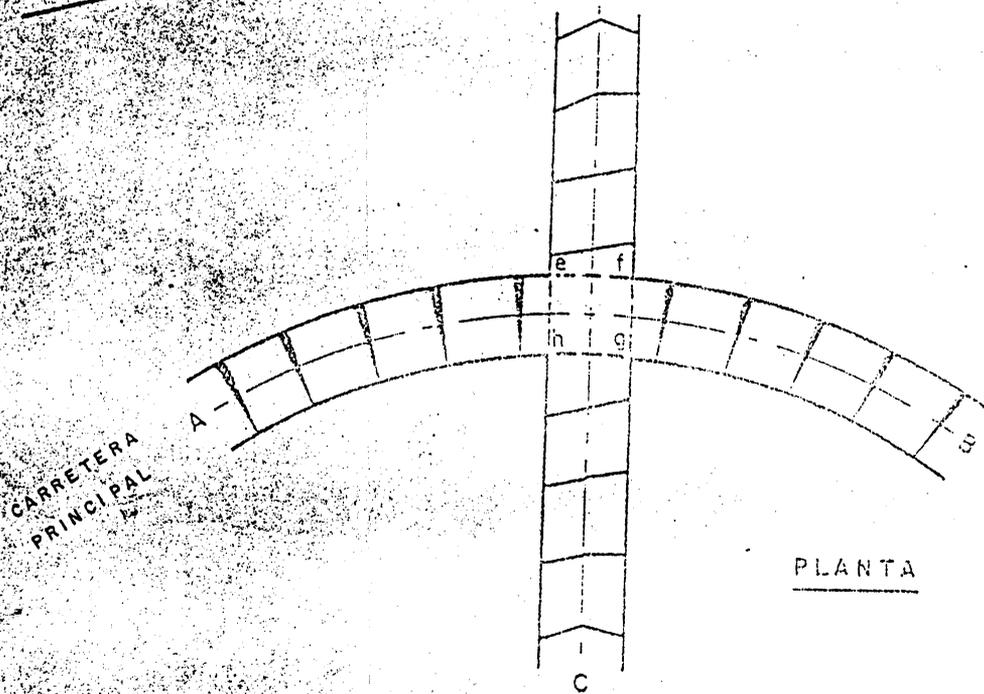
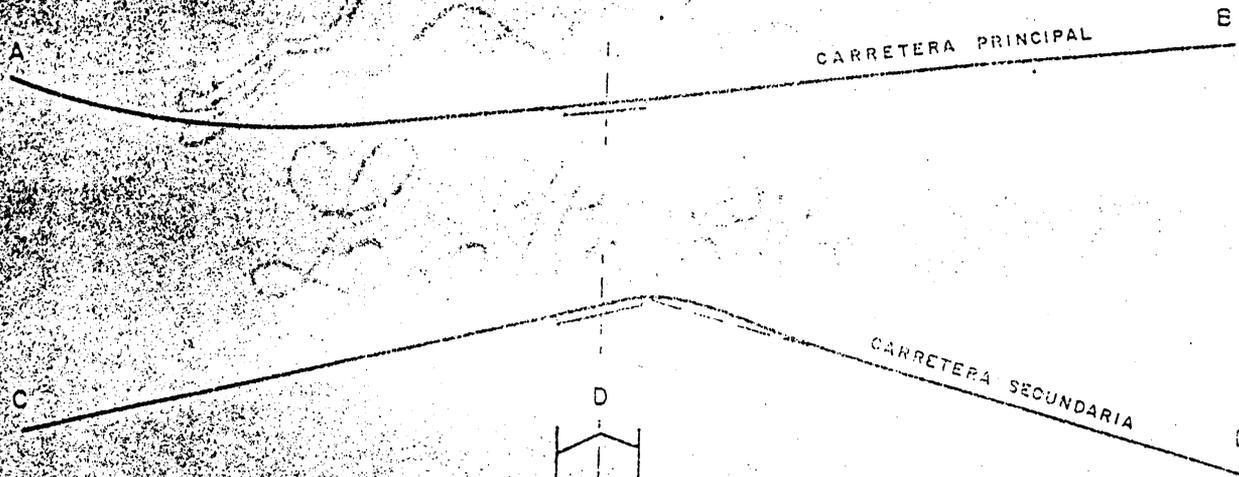
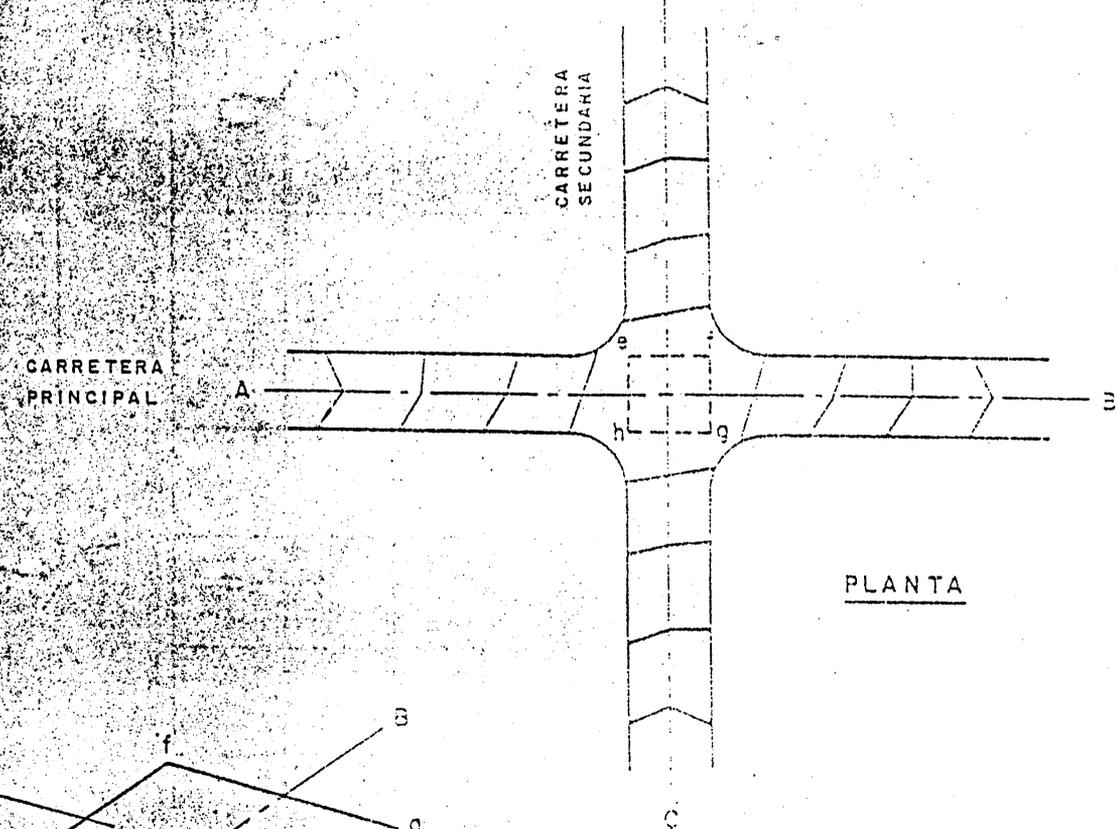
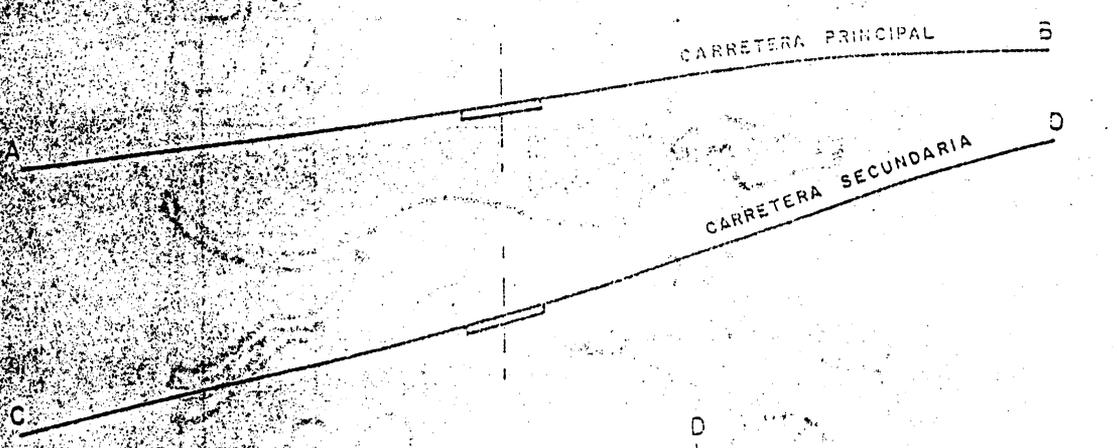


FIG. 63

# REAJUSTE DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES

## PERFILES LONGITUDINALES (eje)



## PLANTA

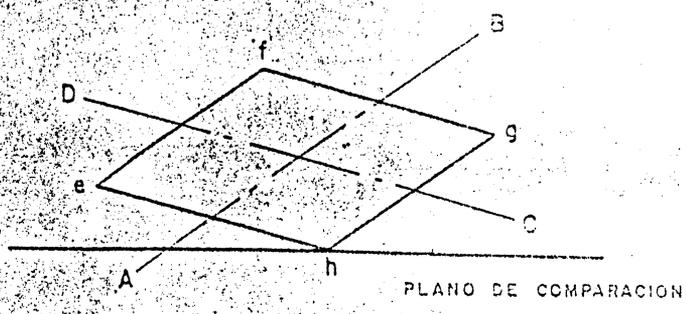
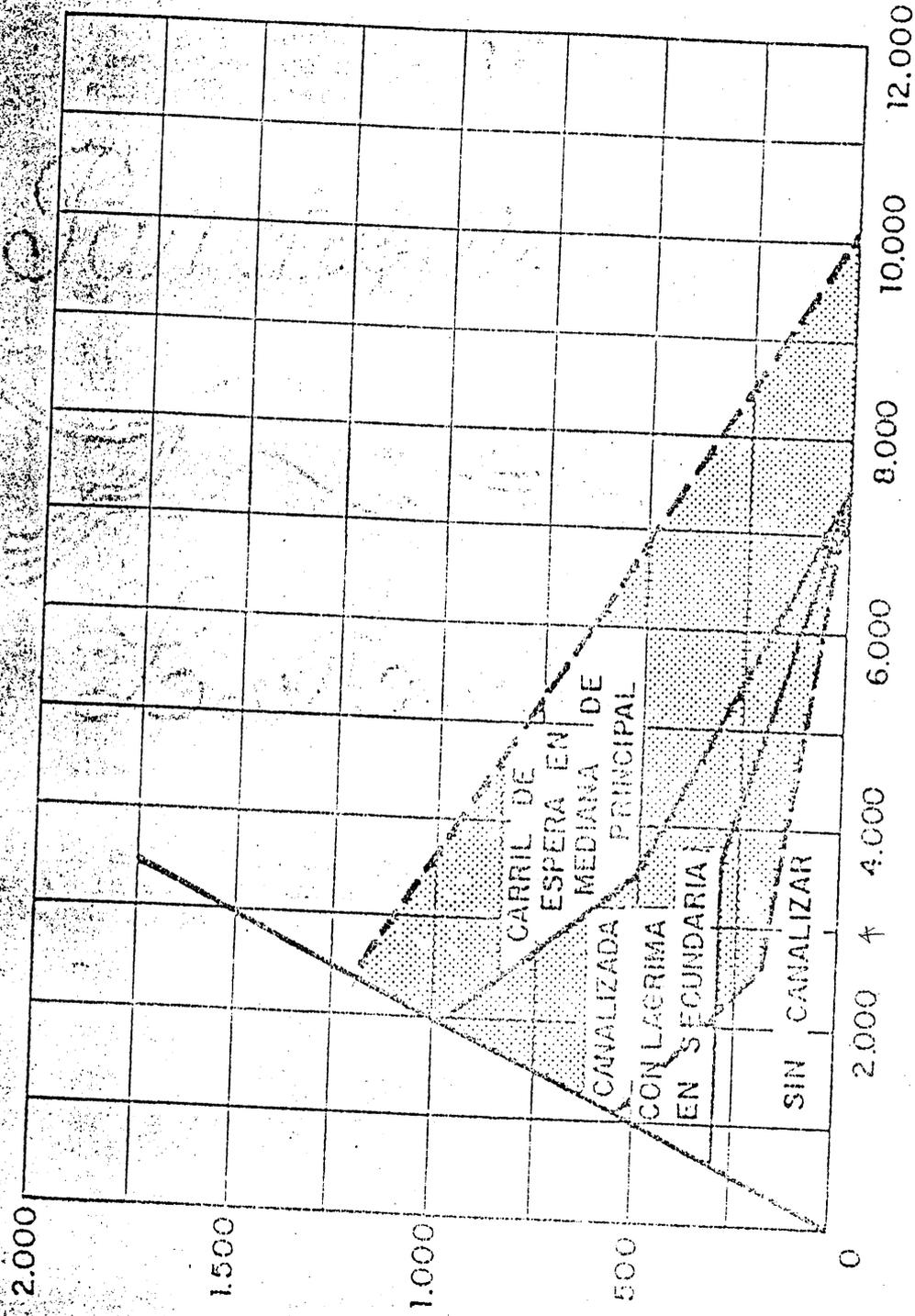


FIG. 64

INTERSECCIONES EN T



IMD QUE ACCEDE AL NUDO POR LA CARRETERA SECUNDARIA

IMD EN LA CARRETERA PRINCIPAL

FIG. 65

- La T sin canalizar (Fig. 66), en la que los giros a la izquierda se realizan mediante vías de giro directas sin canalizar. Se recomienda implantar una isleta divisoria en forma de lágrima (apartado 13.4.2 y Fig. 67) en el pie de la T. Con velocidades de recorrido (apartado 4.1) superiores a 80 km/h para los movimientos de paso e intensidades de giro superiores a 60 veh/h, se recomienda disponer carriles de deceleración, de espera, o ambas cosas (Apartado 13.5, Fig. 68).
- El "cayado" o "raqueta" (Fig. 69), que utiliza una vía de giro semidirecta canalizada. Esta solución estará limitada a intensidades relativamente bajas, o a intersecciones semaforizadas.
- Donde la carretera principal esté provista de una mediana -o de una isleta divisoria- se dispondrá (Fig. 70), para el giro a la izquierda desde la carretera principal, una vía de giro directa, normalmente canalizada por una lágrima (apartado 13.4.2) en la carretera secundaria, a partir de un carril de espera (apartado 13.5) precedido de un carril de deceleración. Más allá del giro, se aprovechará la mediana para alojar en ella una zona de recuperación para el giro a la izquierda desde la carretera secundaria; no suele haber sitio suficiente para un carril de aceleración.

Si la alineación del pie de la T formara un ángulo menor de 80° con la alineación del trazo de la misma (Fig. 71, a), se remodelará la primera de manera que:

- Dicho ángulo esté comprendido entre 80 y 100°. La adopción de esta sola medida (Fig. 71, b) no será suficiente.
- Se disponga de una recta mínima de 25 m antes de la vía de giro (Fig. 71, c), precedida de una curva de un radio comprendido entre 45 y 80 m.
- Se evite la percepción del tramo abandonado del pie de la T, por medio de explanaciones o plantaciones.

#### 14.3.2.2 Intersecciones en Y

Se recomienda remodelar las intersecciones en Y, asociadas a la bifurcación de una carretera (el pie de la Y), a una verdadera intersección en T; si ello no fuera posible, se cuidarán los siguientes aspectos (Fig. 72):

- El cruce situado en el corazón de la Y se hará lo más perpendicular posible, mediante isletas encauradoras.

INTERSECCION EN T SIN CANALIZAR

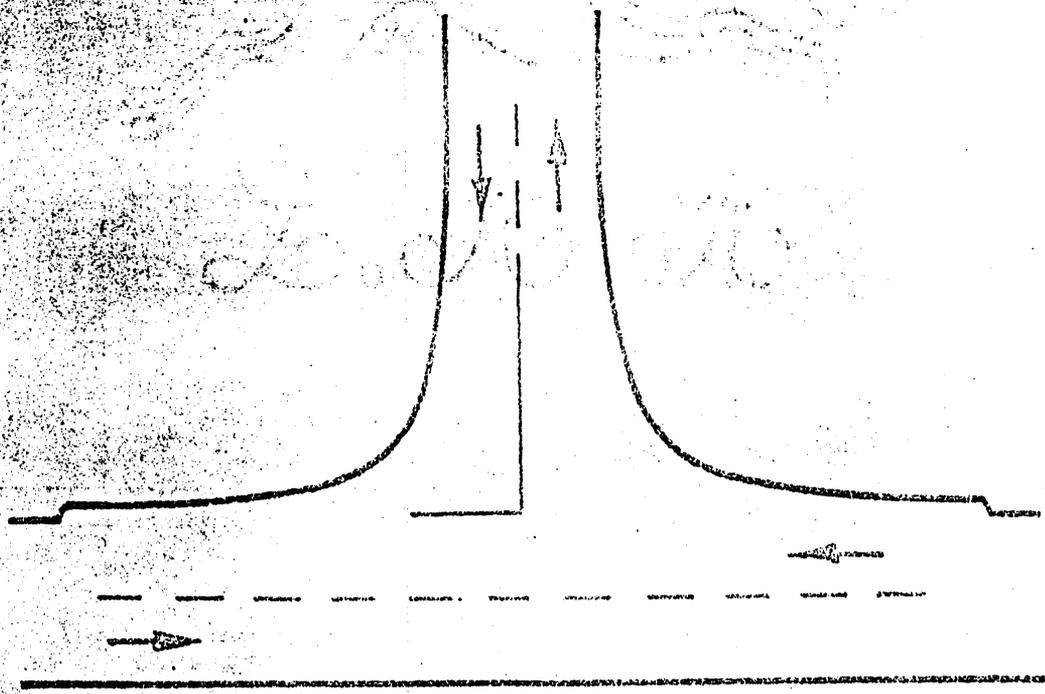


FIG. 66

INTERSECCION EN T CANALIZADA CON LAGRIMA

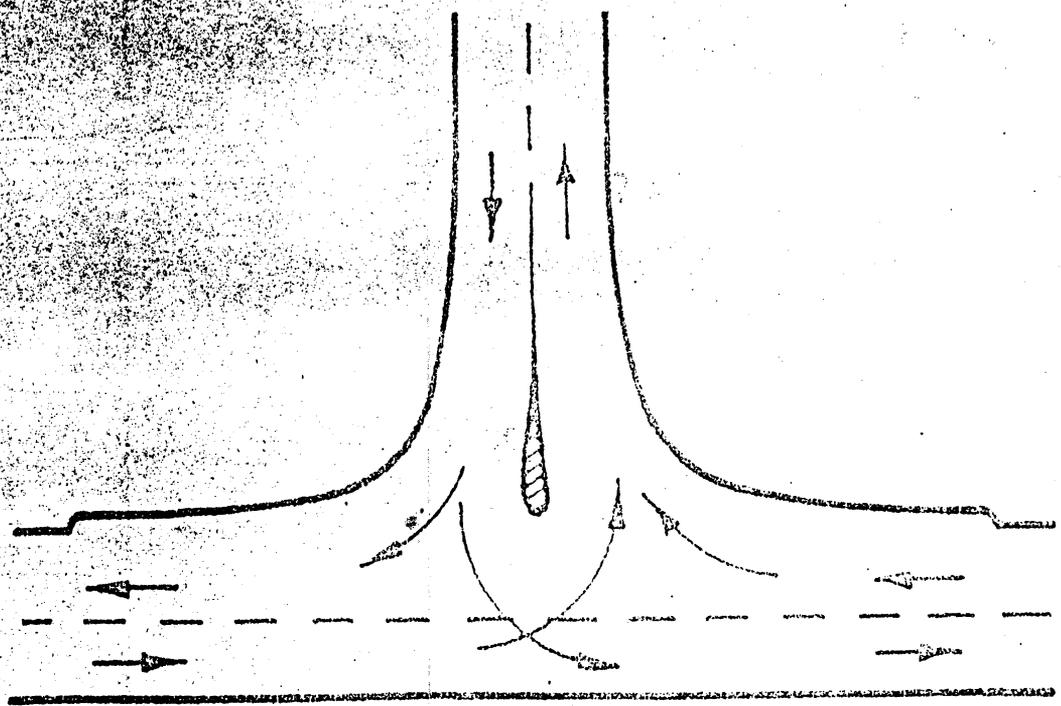
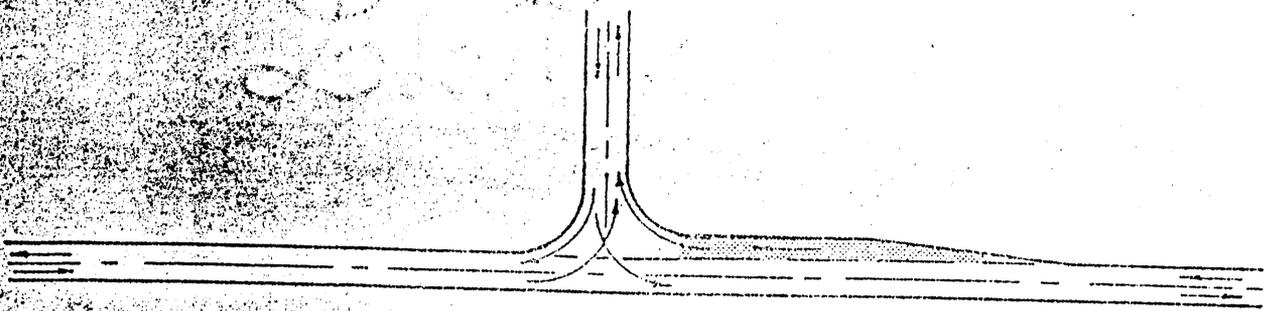
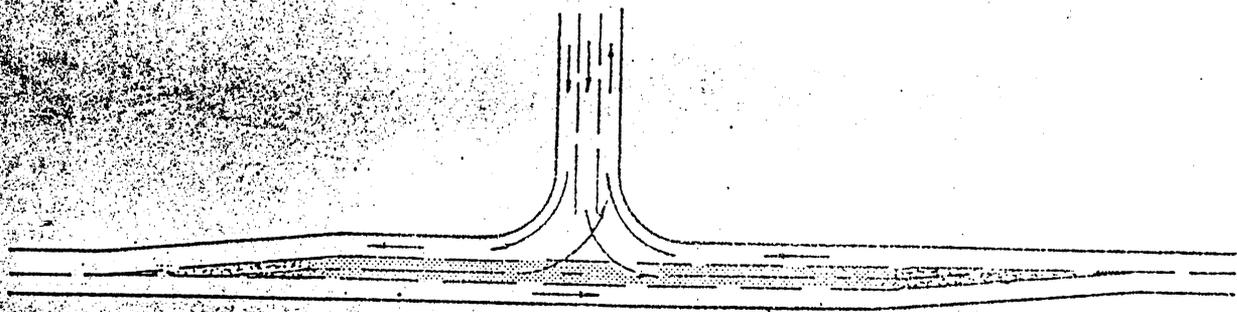


FIG. 67

INTERSECCIONES EN T SIN CANALIZAR  
CON CARRILES AUXILIARES



(a) GIRO A LA DERECHA



(b) GIRO A LA IZQUIERDA

FIG. 68

INTERSECCION EN T CON CAYADO (CANALIZACION COMPLETA)

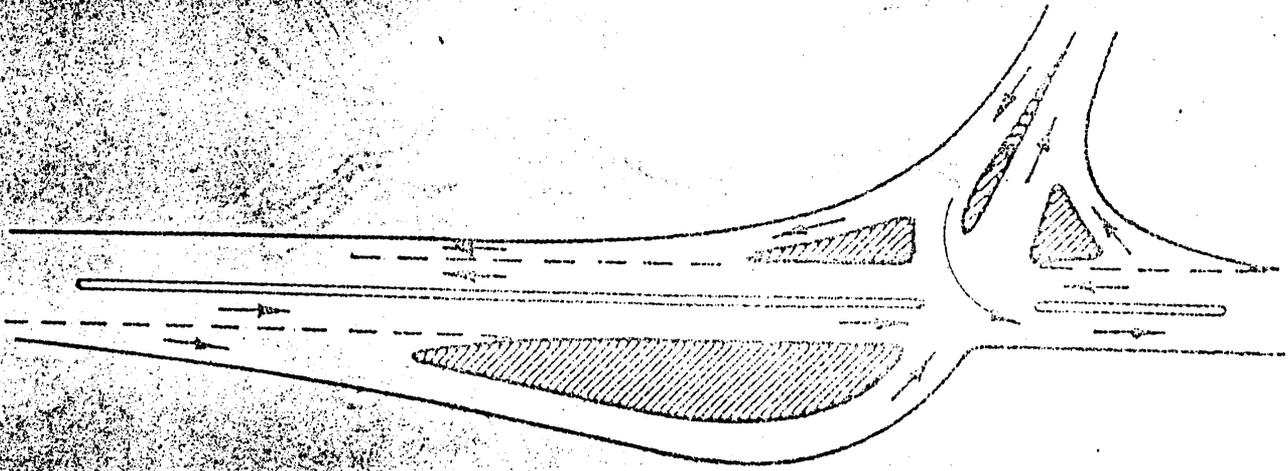


FIG. 69

INTERSECCION EN T CON CARRIL DE ESPERA EN MEDIANA

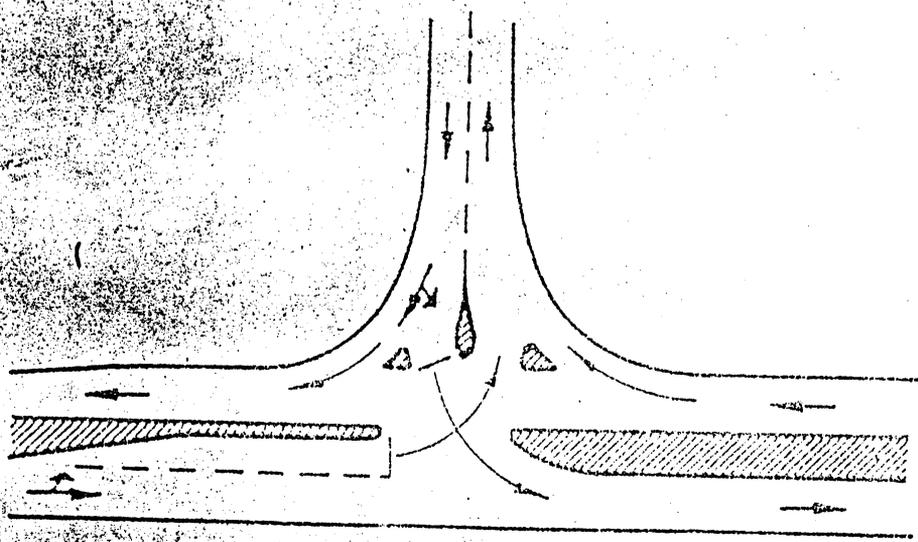
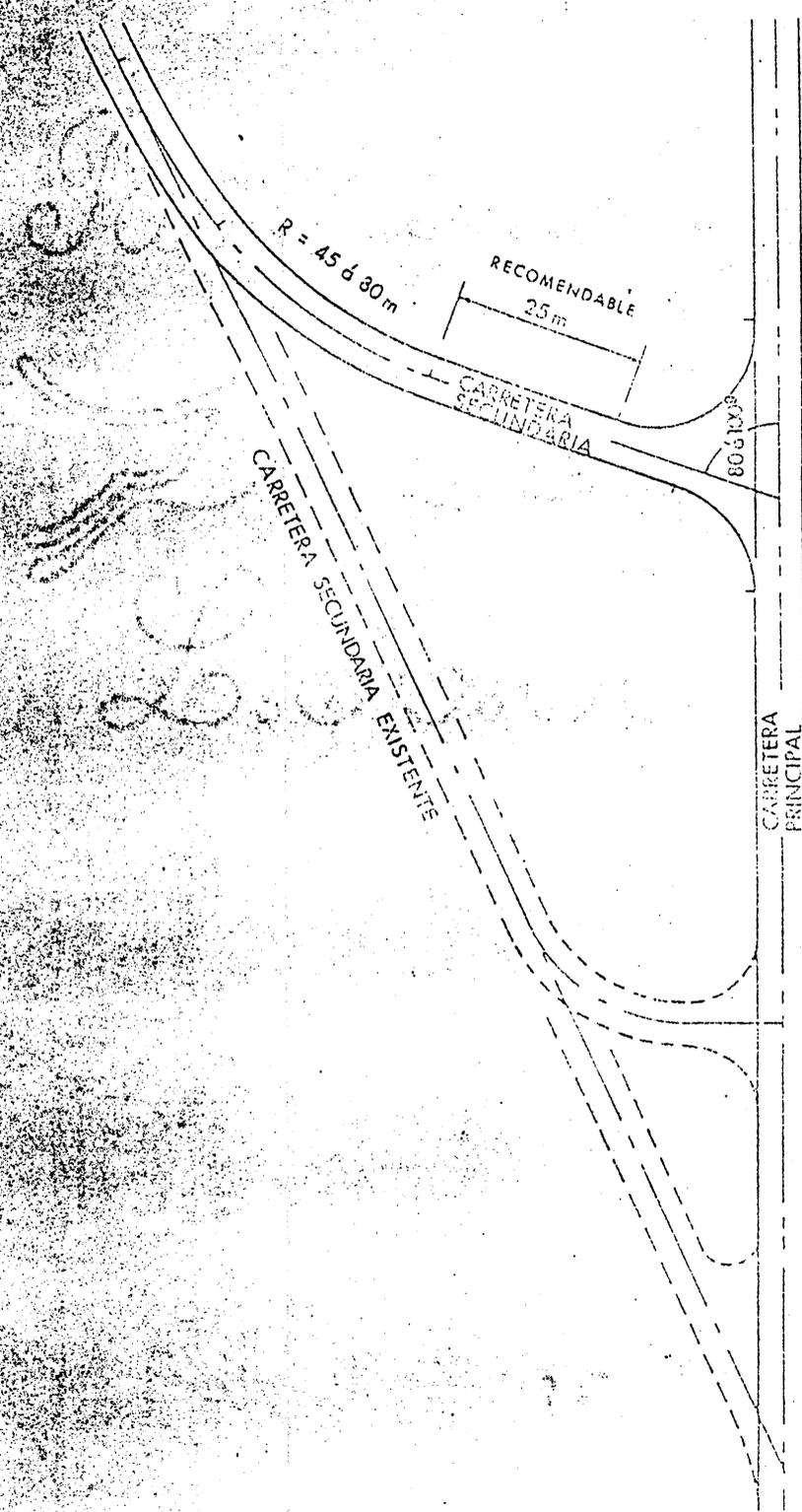


FIG. 70

MODIFICACION DEL TRAZADO DE LA CARRETERA  
SECUNDARIA EN UNA INTERSECCION EN T ESVIADA



CASO (c)

CASO (b)

CASO (a)

FIG. 71

INTERSECCION EN Y

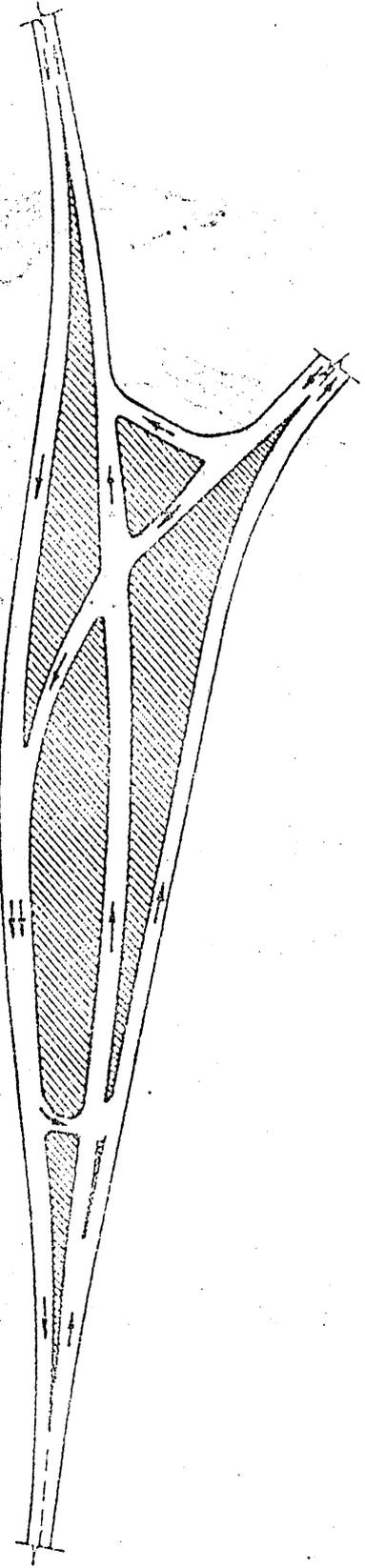


FIG. 72

353

- La convergencia de las dos trayectorias que desde los brazos de la Y van hacia su pie:
  - Si una de ellas debiera ceder el paso a la otra, el trazado deberá resultar muy claro.
  - Si se planteara como confluencia (apartado 13.7), se deberá disponer del espacio necesario.
- El giro a la izquierda entre los dos brazos de la Y (que se realizará en dos fases):
  - Su trenzado con las trayectorias citadas en el párrafo anterior.
  - Su radio, que suele ser pequeño.

#### 14.3.3 Enlaces de tres tramos

##### 14.3.3.1 Con una sola obra de paso

Se caracterizarán por el ramal empleado en los giros a la izquierda:

##### 1 semidirecto + 1 lazo (Trompeta):

Se distinguirán dos tipos (Fig. 73), según el giro a la izquierda al que se asigne el lazo (preferiblemente el de menor intensidad de circulación) y consecuentemente dónde se sitúe éste (normalmente en el cuadrante de ángulo agudo): antes de la obra de paso o después de ella.

Se recomienda dejar una distancia mínima de 30 m (mínimo absoluto 30 m) entre la obra de paso y la nariz o punta).

##### 2 lazos (Fig. 74):

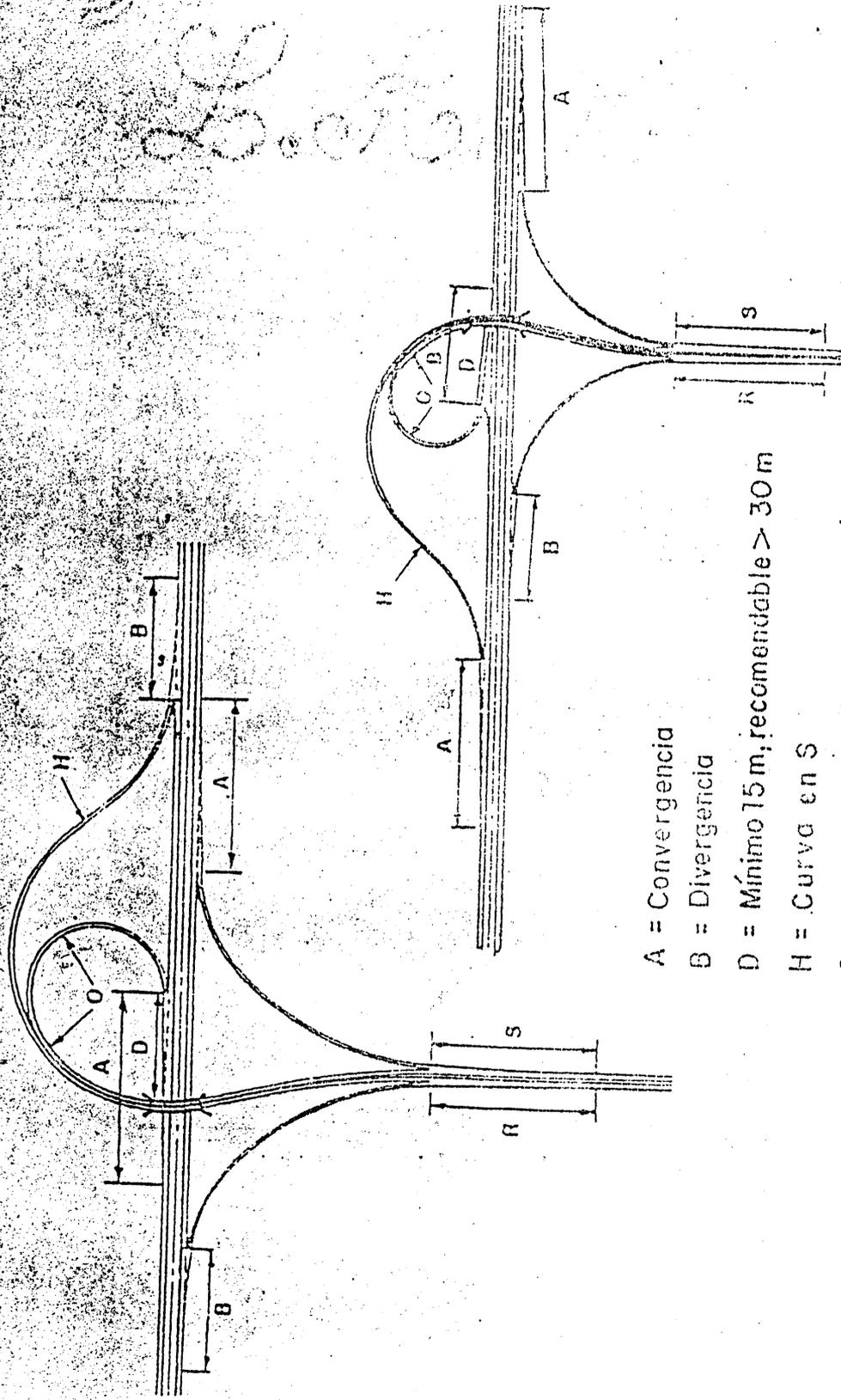
Únicamente se podrá admitir como primera fase de un trébol completo (apartado 14.4.3.2) si se previera la prolongación de la carretera secundaria a un horizonte (apartado 3.4.2) no superior a 10 años.

Se estudiará el trenzado que se produce en la carretera principal por estar la salida después de la entrada (apartado 8.1.1.4).

##### 2 semidirectos (Fig. 75):

Únicamente se podrá admitir como primera fase de un diamante (apartado 14.4.3.1.1) si se previera la prolongación de la carretera secundaria a un horizonte (apartado 3.4.2) no superior a 10 años.

# ENLACES EN TROMPETA



- A = Convergencia
- B = Divergencia
- D = Mínimo 15 m, recomendable > 30 m
- H = Curva en S
- O = Curva ovoide
- R = Confluencia
- S = Bifurcación

FIG. 73

97a

PRIMERA FASE DE UN TREBOL COMPLETO

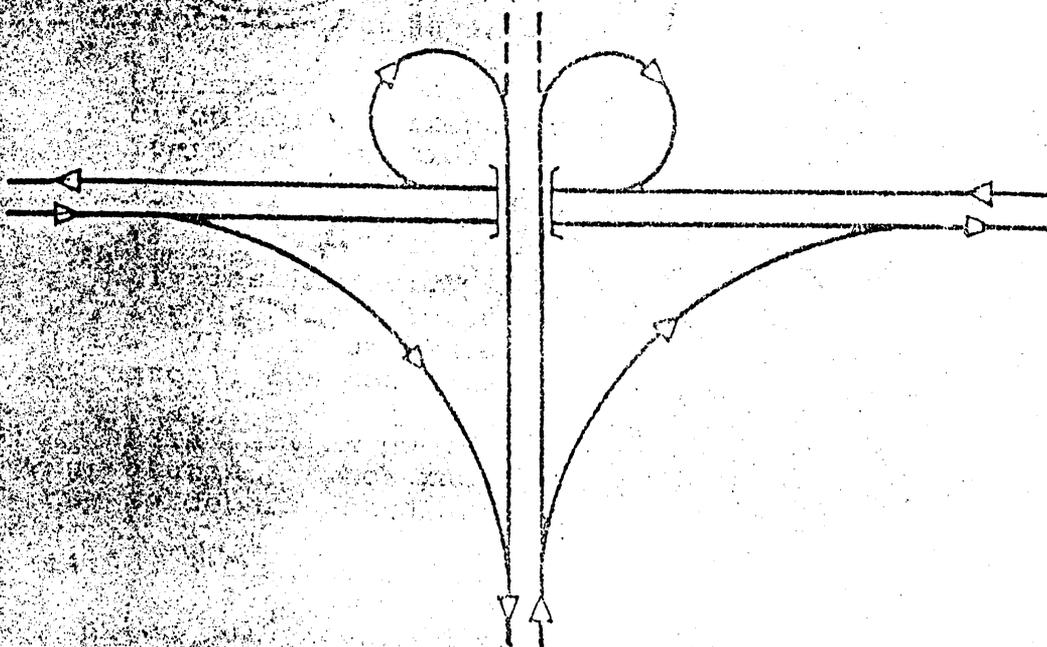


FIG. 74

PRIMERA FASE DE UN DIAMANTE

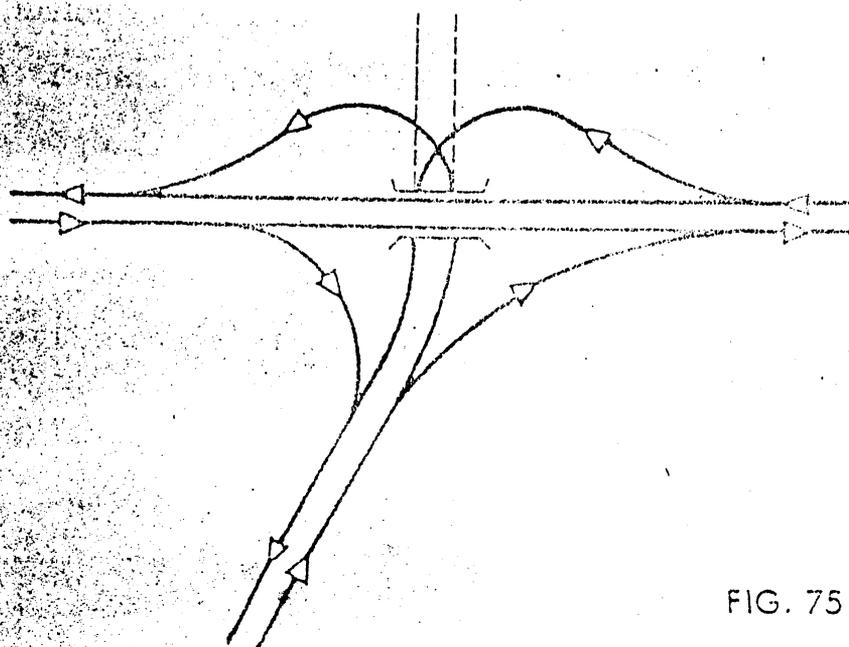


FIG. 75

### 1 directo + ensanche de mediana + 1 lazo (Fig. 76):

Únicamente se podrá admitir si una de las intensidades de circulación correspondientes a los dos giros a la izquierda fuera muy reducida.

#### 14.3.3.2 Con dos obras de paso

Si las intensidades de los giros a la izquierda fueran mayores que las que puede acomodar un lazo, se podrá recurrir (Fig. 77) a un enlace semidireccional (dos ramales semidirectos), con dos obras de paso bastante separadas.

Para evitar que el semidirecto interior presente fuertes curvaturas, ambos ramales podrán tener un trozo común, en el que se deberá estudiar el trenzado (apartado 8.1.1.4, Fig. 78).

#### 14.3.3.3 Con tres obras de paso (o una de 3 niveles).

Los enlaces semidireccionales (apartado 14.3.3.2) se podrán hacer más compactos resolviendo el cruce de los dos ramales semidirectos mediante una tercera obra de paso (algo esviada), o reuniendo las tres estructuras en una sola de 3 niveles (Fig. 79).

Si las intensidades de giro a la izquierda fueran comparables a las de paso o a las de giro a la derecha, se tratarán los correspondientes giros como bifurcaciones (apartado 13.7) y se resolverán mediante ramales directos, dando lugar a un enlace direccional, que requerirá tres obras de paso o una sola de 3 niveles (Fig. 80).

### 14.4 Nudos de cuatro tramos

#### 14.4.1 Generalidades

La mayoría de los principios expuestos para nudos de tres tramos (apartado 14.3) se considerarán trasladables, "mutatis mutandis", a los de cuatro.

Se tendrá en cuenta el que dos tramos (generalmente opuestos) se pudieran considerar que forman una carretera secundaria frente a los otros dos (que formarían la carretera principal).

#### 14.4.2 Intersecciones

Se considerarán los siguientes tipos de intersección:

- La cruz sin canalizar (Fig. 81), sólo compatible con intensidades muy bajas de circulación, tanto en los movimientos de paso como en los giros a la izquierda, que se realizarán mediante vías de giro directas sin canalizar. Se recomienda implantar una isleta divisoria en forma de lágrima (apartado 13.4.2, Fig. 82) en la carretera secundaria, y que la carretera secundaria

LAZO EN ENSANCHE DE MEDIANA

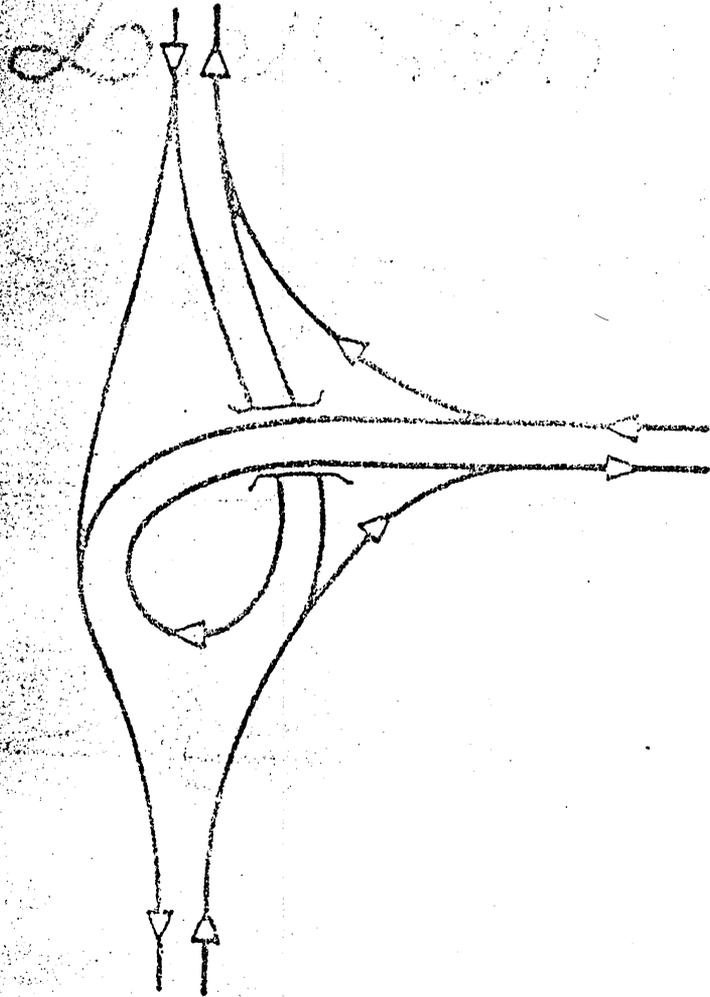


FIG. 76

ENLACE SEMIDIRECCIONAL DE TRES TRAMOS

856

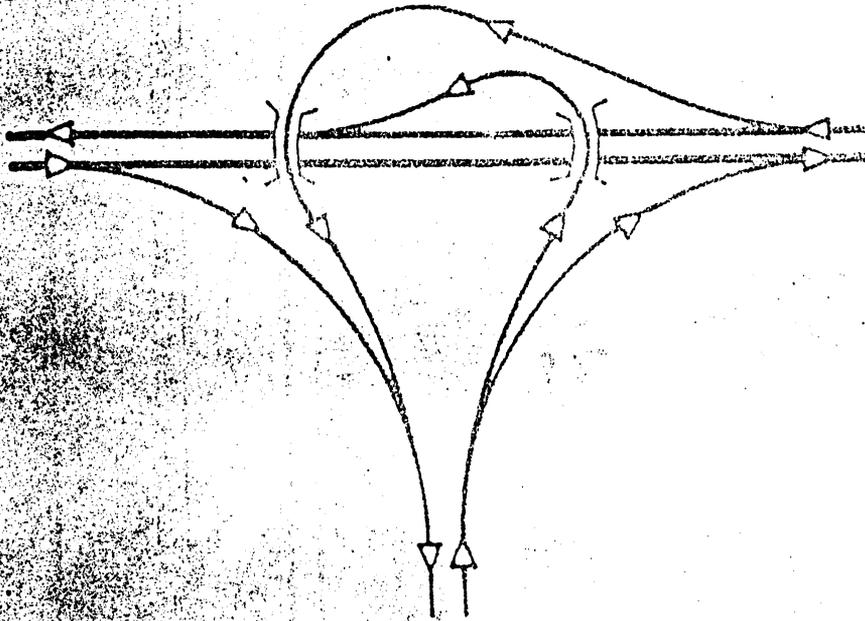


FIG. 77

ENLACE SEMIDIRECCIONAL DE TRES TRAMOS CON TRENZADO

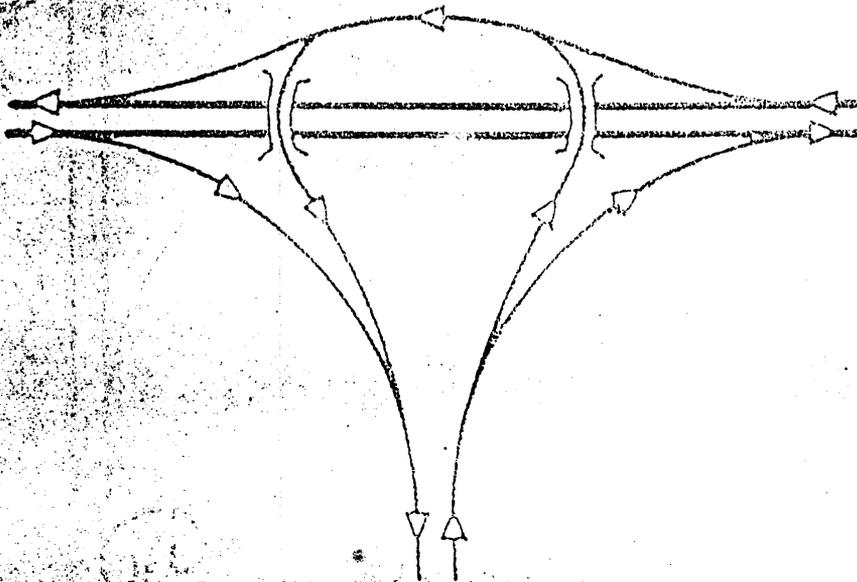


FIG. 78

ENLACES SEMIDIRECCIONALES DE TRES TRAMOS

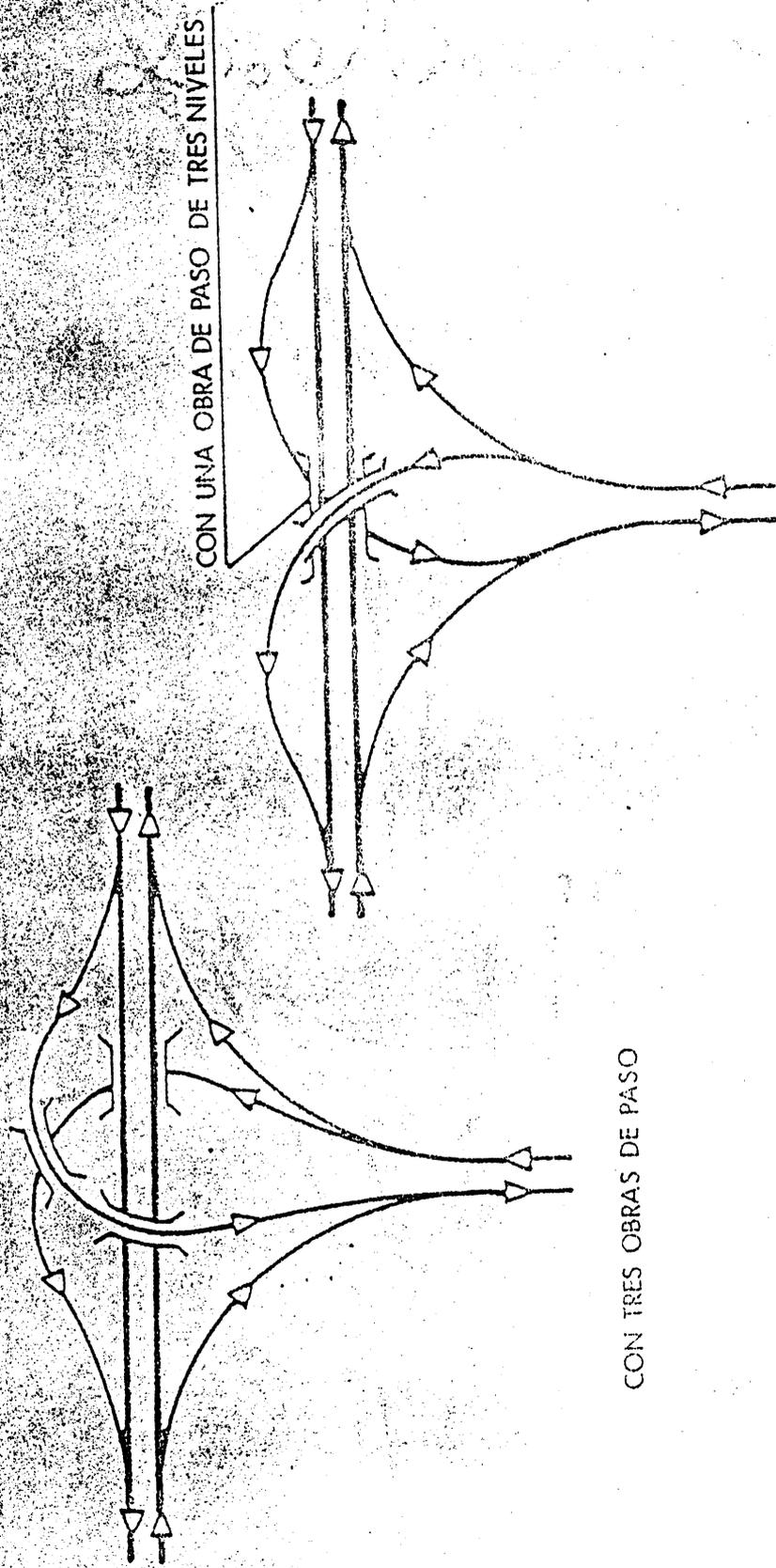
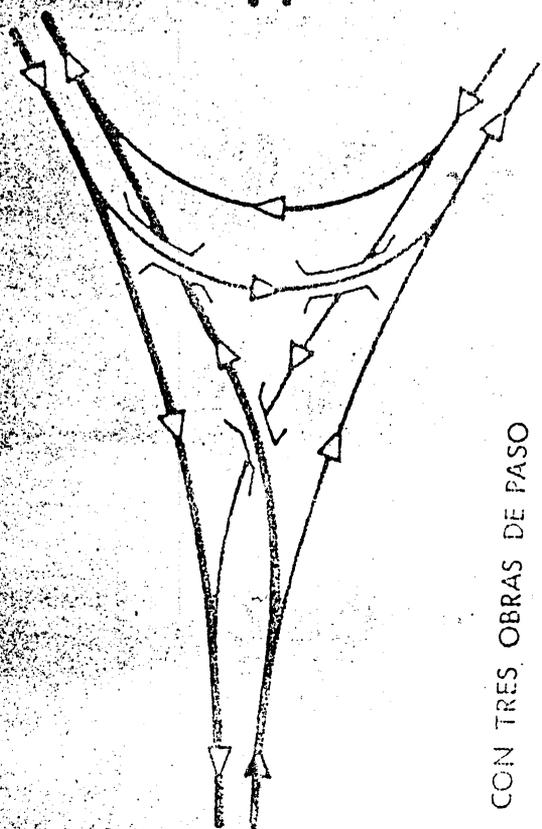
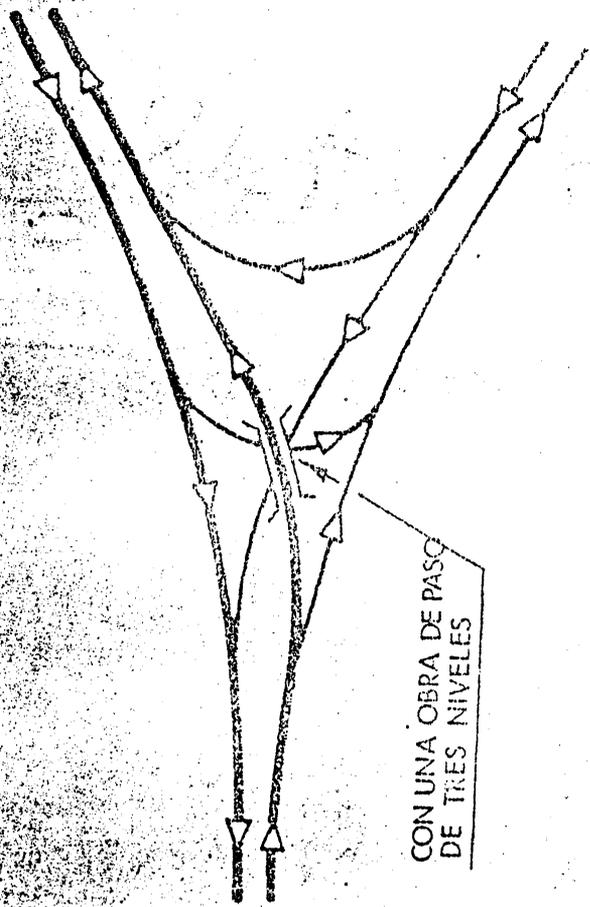


FIG. 79

ENLACES DIRECCIONALES DE TRES TRAMOS



CON TRES OBRAS DE PASO



CON UNA OBRA DE PASO DE TRES NIVELES

FIG. 80

INTERSECCION EN CRUZ SIN CANALIZAR

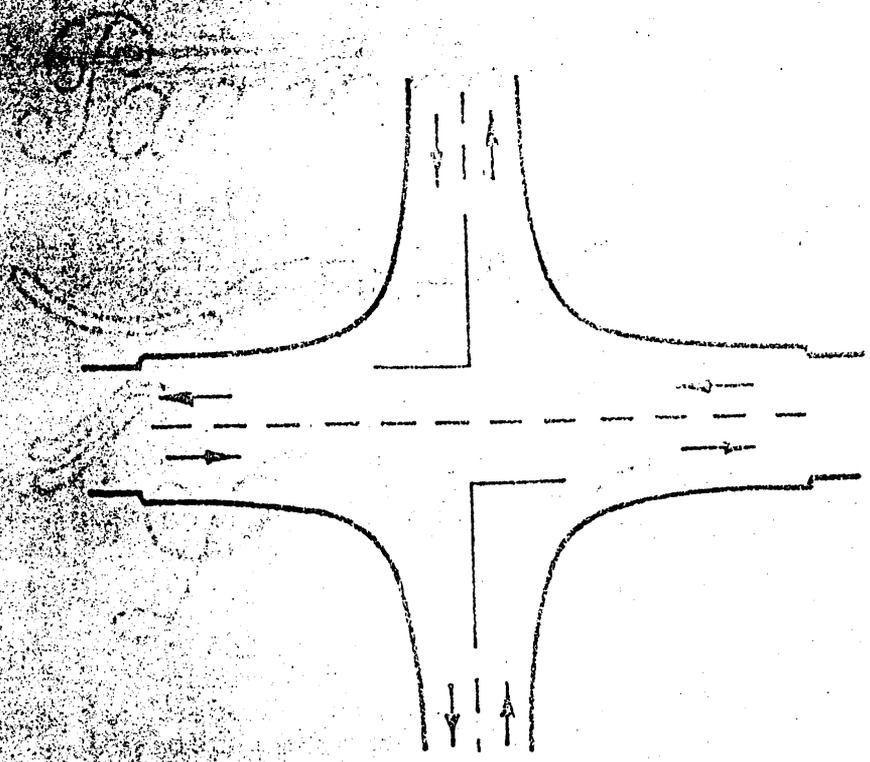


FIG. 81

INTERSECCION EN CRUZ CON LAGRIMAS EN LA CARRETERA SECUNDARIA

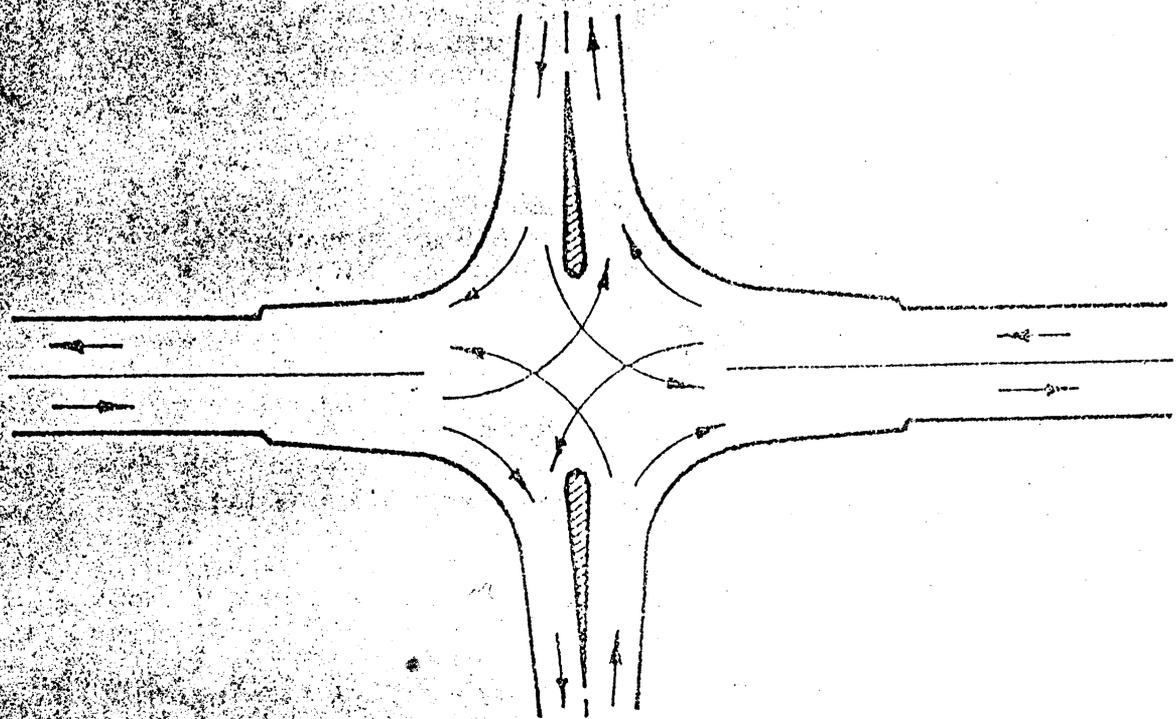


FIG. 82

corte a la principal bajo el mismo ángulo a ambos lados de ésta (Figs. 83 y 84).

- La "glorieta partida", que utiliza vías de giro semi-directa (Fig. 85). Esta solución estará limitada a intensidades relativamente bajas, o a intersecciones semaforizadas.
- Donde la carretera principal esté provista de una mediana -o de una isleta divisoria- se dispondrán (Fig. 86), para los giros a la izquierda desde la carretera principal, sendas vías de giro directas, normalmente canalizadas por una lágrima (apartado 13.4.2) en la carretera secundaria, a partir de sendos carriles de espera (apartado 13.5), precedidos de carriles de deceleración, alineados o no. Si estuvieran alineados, los giros a la izquierda adoptarán la ordenación denominada indonesia (cada vehículo deja a estribor al opuesto sin cruzarlo); esta disposición sólo se podrá adoptar:
  - En zona urbana.
  - Fuera de poblado:
    - En intersecciones semaforizadas.
    - Donde la visibilidad del tráfico que circule en sentido opuesto sea reducida.
- Si ambas carreteras fueran de importancia comparable se podrá extender el tratamiento anterior a los cuatro accesos (Fig. 87), pero sólo si se semaforizase la intersección (apartado 14.6).
- Si en zona urbana uno de los giros a la izquierda fuera muy predominante, se recomienda resolverlo mediante una vía de giro separada de la zona de cruce de las dos carreteras (Fig. 88).

#### 14.4.3 Enlaces de cuatro tramos

##### 14.4.3.1 Con una sola obra de paso

##### 14.4.3.1.1 Generalidades

Corresponderá la obra de paso al cruce de las dos carreteras, y podrá tener dos tableros independientes si la carretera soportada por ellos tuviera calzadas separadas.

En el caso excepcional de que en ambas carreteras que se crucen se pudieran admitir cruces a nivel para algunos giros, se tendrá un enlace en trébol parcial muy compacto (Fig. 89), que ocupará un solo cuadrante con un ramal de doble sentido que conectará con ambas carreteras mediante sendas intersecciones en T; tanto los giros a la izquierda como los giros a la

REMODELACION DE UNA INTERSECCION EN CRUZ ESVIADA  
MANTENIENDO EL PUNTO DE CRUCE

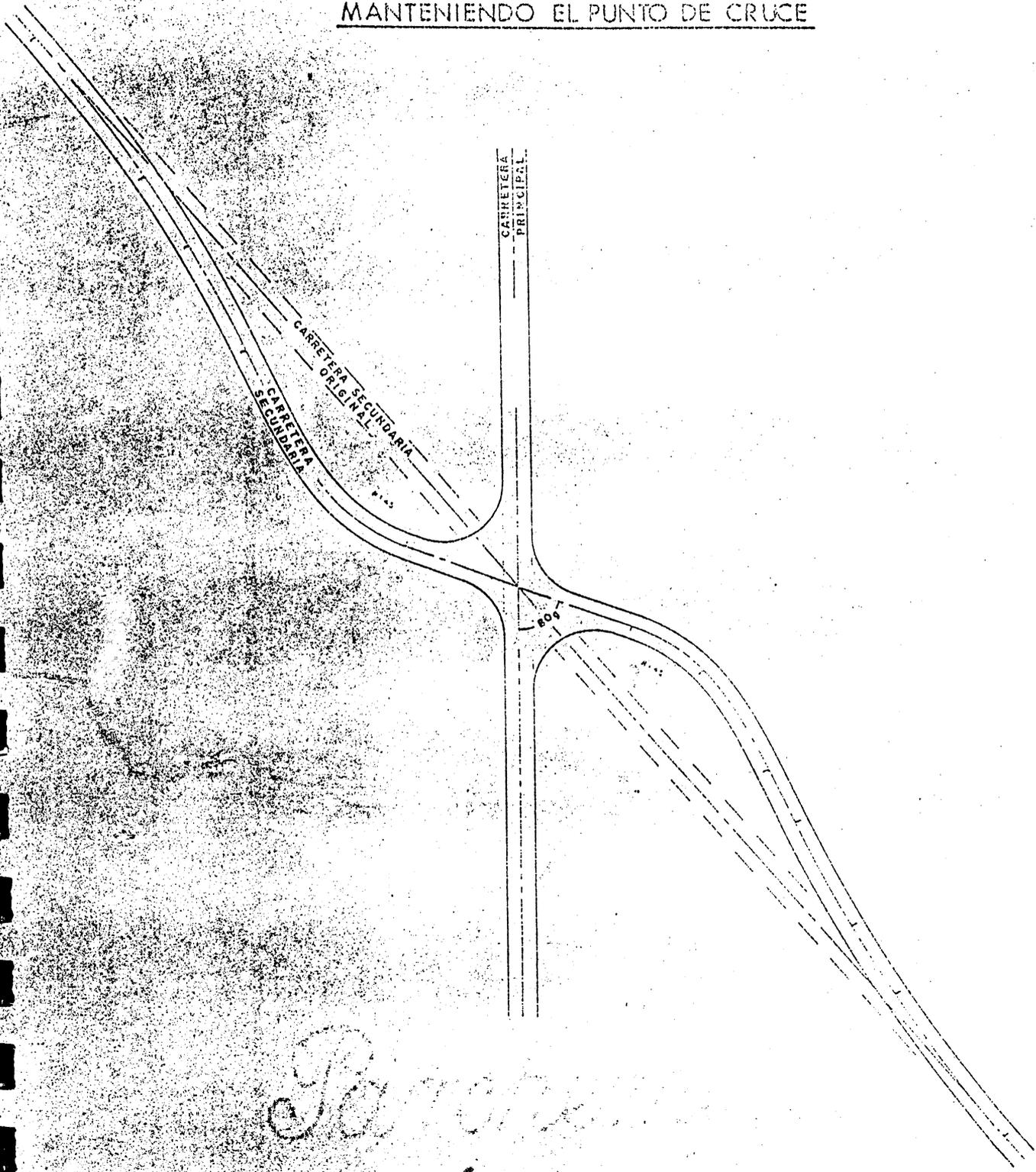


FIG. 83

REMDELACION DE UNA INTERSECCION EN CRUZ  
ESVIADA DESPLAZANDO EL PUNTO DE CRUCE

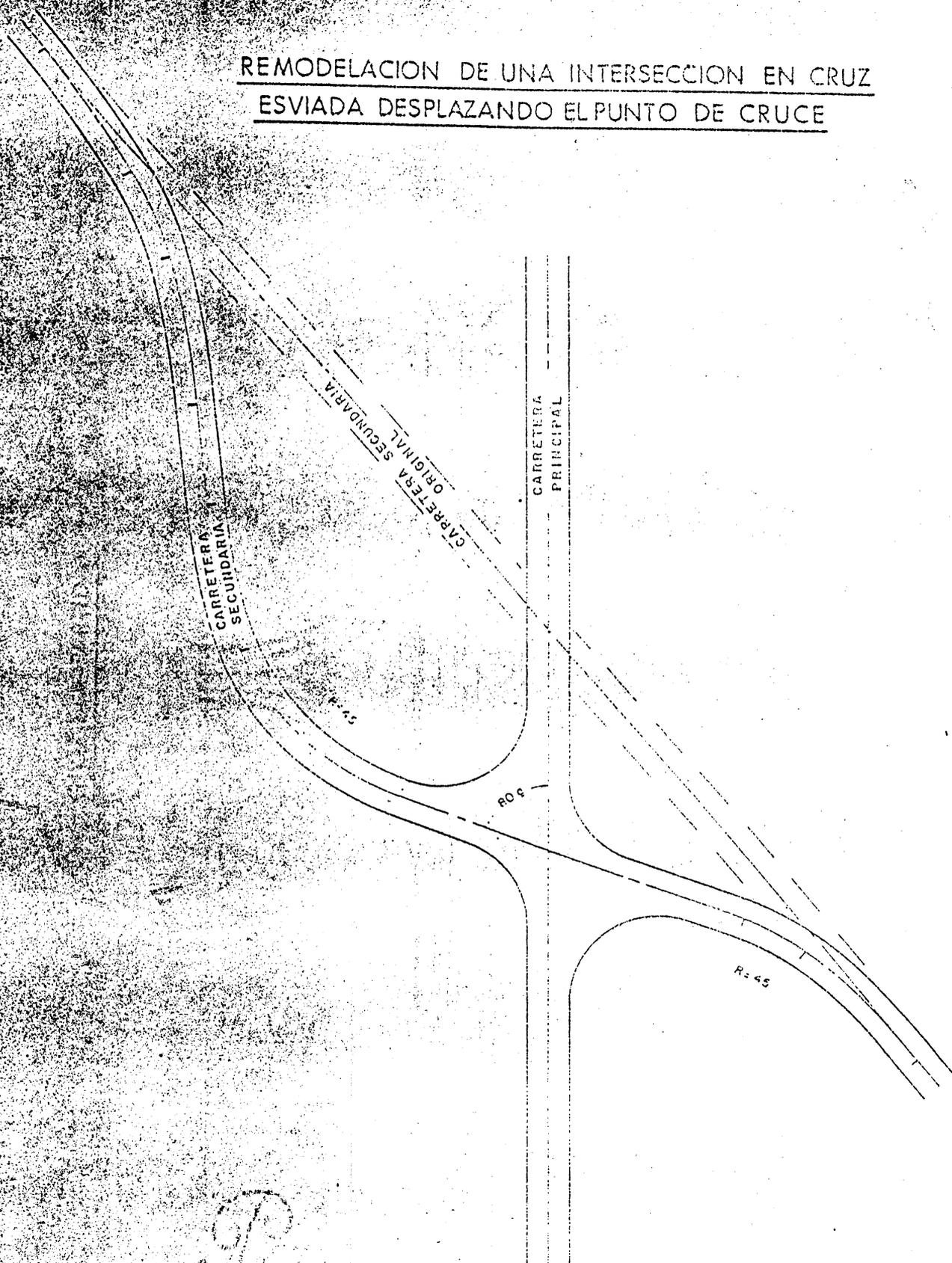


FIG. 84

GLORIETA PARTIDA

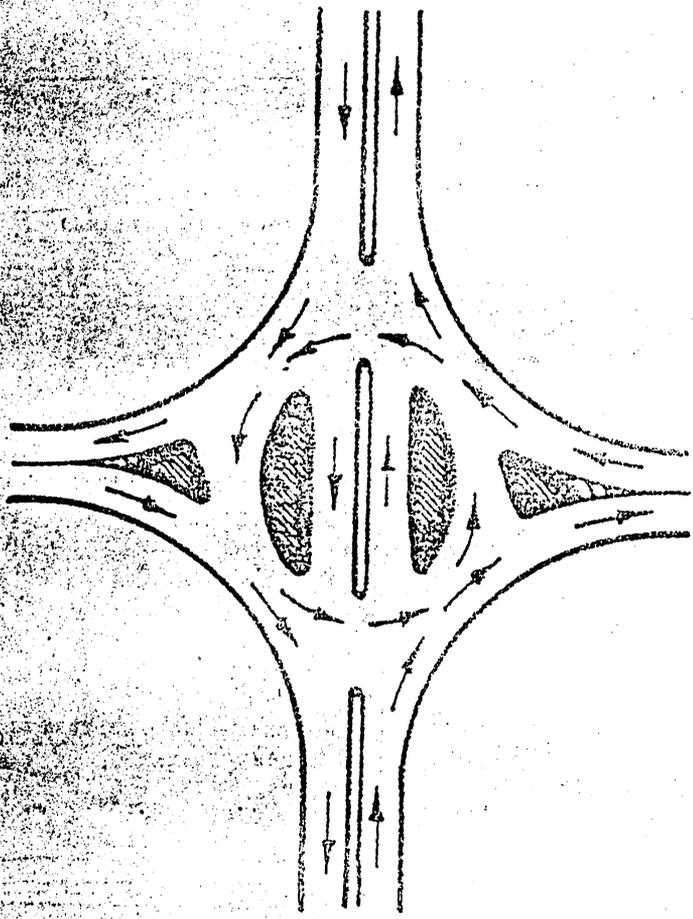
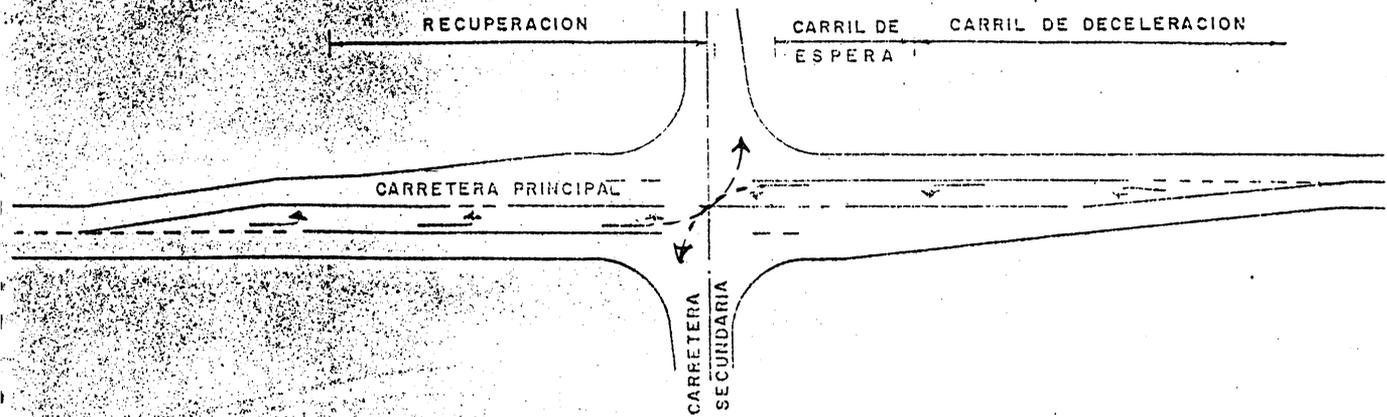


FIG. 85

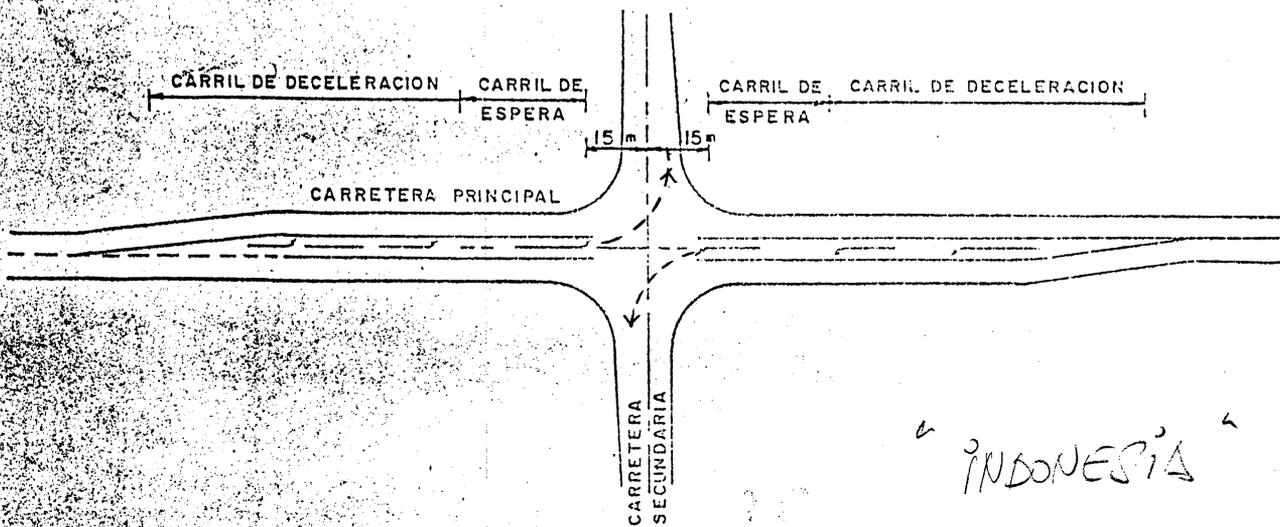
990

93 d

CARRILES PARA GIRO A LA IZQUIERDA EN CARRETERAS  
CONVENCIONALES CON CALZADA UNICA DE DOS  
CARRILES



(a) CARRILES ADYACENTES



(b) CARRILES ALINEADOS

INDONESIA

INTERSECCION EN CRUZ CON CARRILES  
DE ESPERA EN LAS DOS CARRETERAS

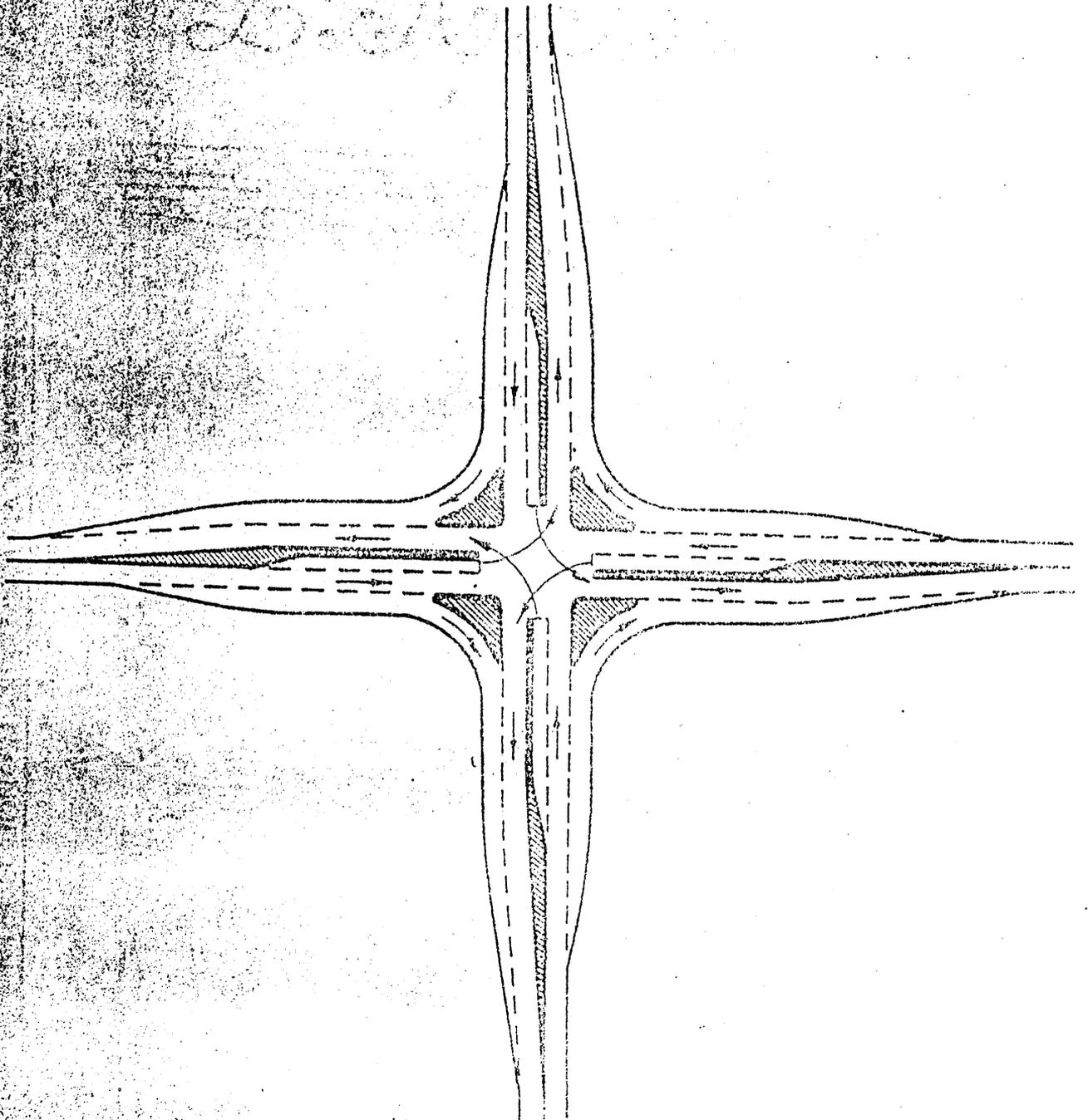


FIG. 87

INTERSECCION EN CRUZ CON UNA VIA DE GIRO SEPARADA

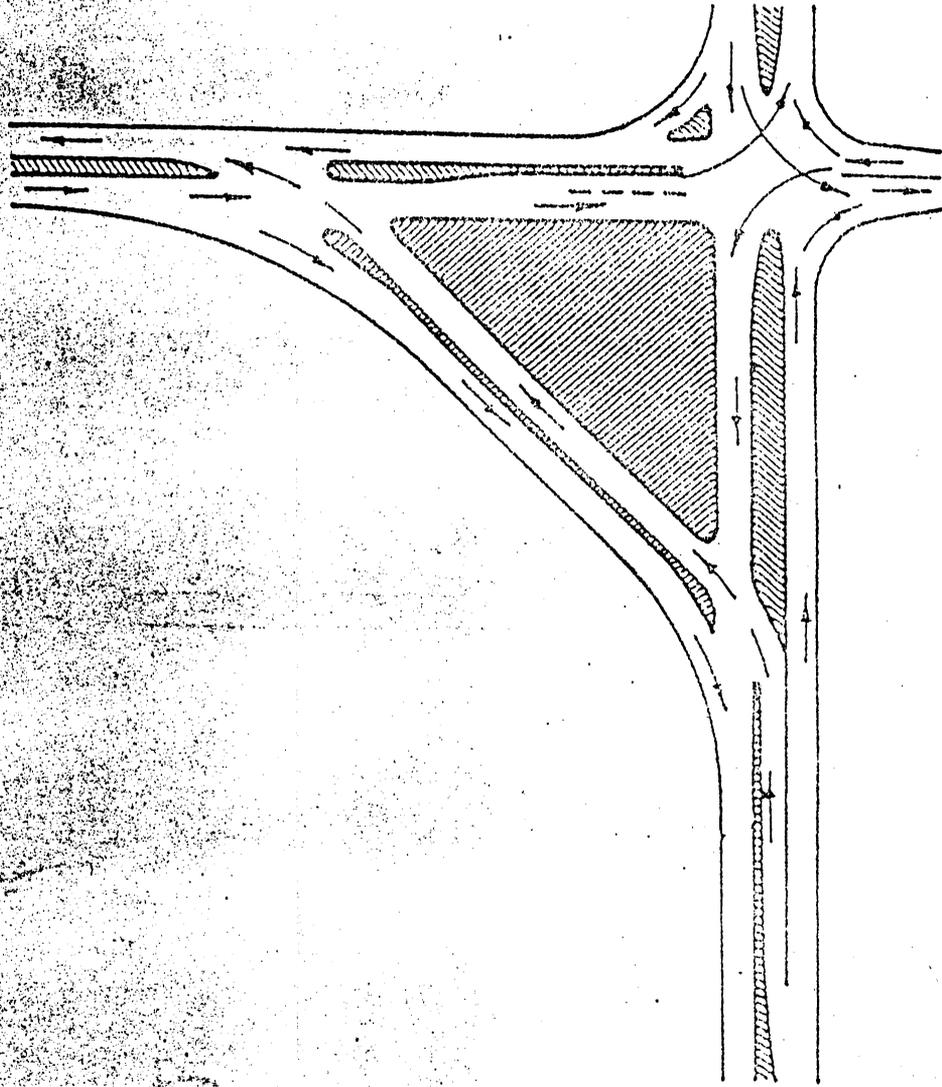


FIG. 88

ENLACE ENTRE DOS CARRETERAS DE CALZADA UNICA

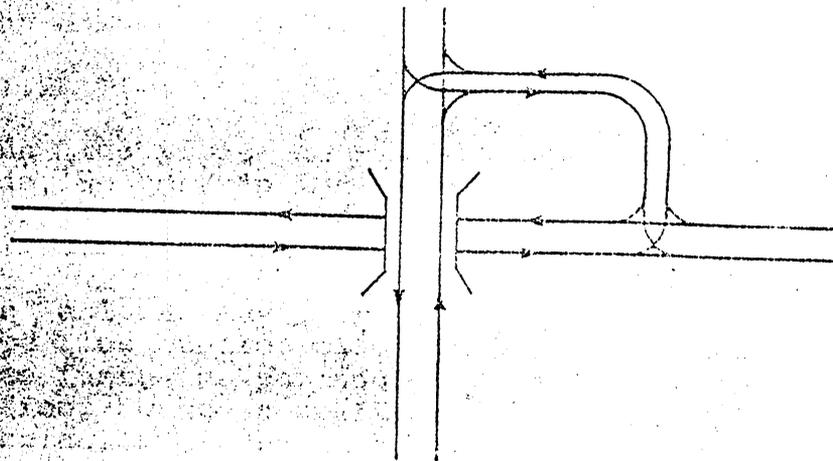


FIG. 89

*Sanchez*

derecha se resolverán mediante 1 lazo, 2 semidirectos y 1 directo.

Si una de las carreteras que se crucen pudiera ser considerada como secundaria, y se pudieran admitir en ella cruces a nivel para algunos giros, según que todos los giros a la izquierda crucen alguna otra trayectoria -con la consiguiente detención- o alguno no tenga cruces, se tendrán enlaces en diamante o en trébol parcial. Si la IMD total de la carretera fuera superior a 1 000, se recomienda disponer en ella carriles de espera para los giros a la izquierda desde ella y, en su caso, carriles auxiliares de paso (apartado 8.1.1.3.2).

Si ambas carreteras fueran de análoga importancia, y en ninguna de ellas se pudieran admitir cruces para girar, se tendrá un enlace en trébol completo.

#### 14.4.3.1.2 Tipos

Según los tipos de ramal empleados para los giros a la izquierda, se tendrán los siguientes tipos de enlace:

##### 4 semidirectos (diamante):

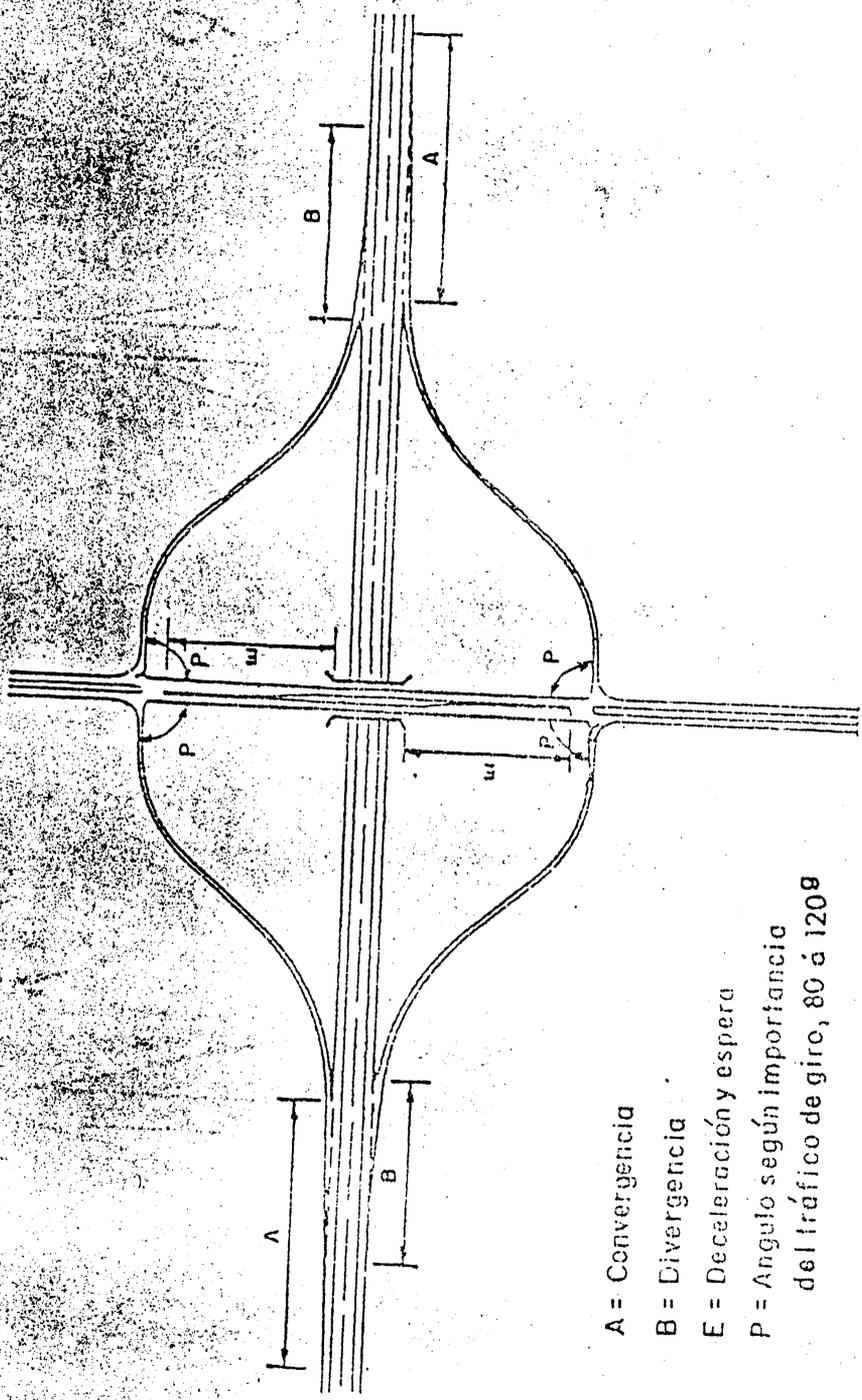
Este enlace, muy versátil y compacto (Fig. 90) -aunque ocupe los cuatro cuadrantes- se podrá aplicar tanto al cruce fuera de poblado con carreteras secundarias de poco tráfico, como a tráficos intensos en zona urbana, con circulación discontinua y, a veces, vías secundarias de sentido único (diamante partido, Fig. 91, con una estructura adicional aunque de menor anchura).

Las salidas y entradas (únicas) de la carretera principal son compartidas por los giros a la izquierda y los giros a la derecha, y su implantación (apartados 13.3.2 y 13.3.3) es favorable: por la derecha, la salida antes de la obra de paso y la entrada después de ella.

La ordenación de la circulación en las dos parejas enfrentadas de intersecciones en T de la carretera secundaria se podrá hacer por prioridad fija o, con mayores intensidades de circulación (que pudieran provocar retenciones que alcanzaran la salida de la carretera principal) disponiendo dos carriles para girar a la izquierda, u ordenándolas en glorieta (apartado 14.7.2) o mediante semáforos (apartado 14.6), siempre que tengan la longitud necesaria para almacenar los vehículos que esperan; también se canalizarán de forma que se evite una entrada a contramano en la carretera principal.

Las posibilidades de ampliación son reducidas.

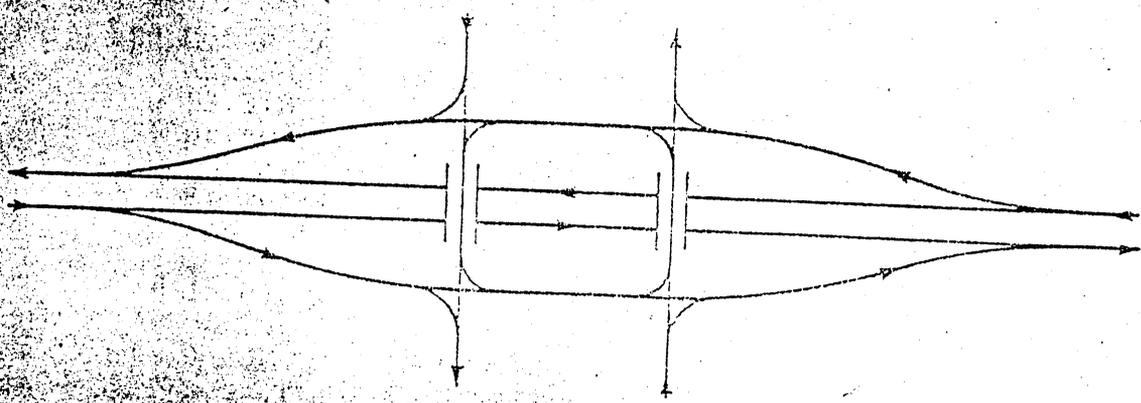
DIAMANTE



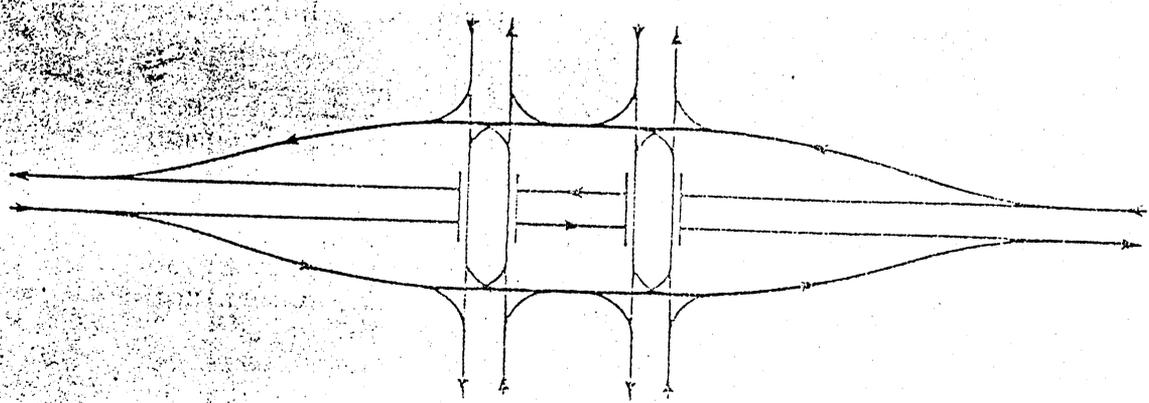
- A = Convergencia
- B = Divergencia
- E = Deceleración y espera
- P = Angulo según importancia del tráfico de giro, 80 ó 120°

FIG. 90

DIAMANTES PARTIDOS



CARRETERAS SECUNDARIAS DE SENTIDO UNICO



CARRETERAS SECUNDARIAS DE DOBLE SENTIDO

FIG. 91

## 2 semidirectos + 2 lazos (trébol parcial):

Si dos de los giros a la derecha se realizasen mediante un ramal semidirecto, sólo se ocuparán dos cuadrantes opuestos, que se podrán elegir de manera que resulten favorecidos los giros a la derecha:

- a) Desde la carretera principal (Fig. 92), con salida y entrada (únicas) antes de la obra de paso (apartado 13.3.3), y un lazo para la entrada en la carretera principal.

El giro a la derecha desde la carretera secundaria se realiza mediante un ramal semidirecto, saliendo con un giro a la izquierda que puede necesitar un carril de deceleración y espera (apartado 13.5).

- b) Desde la carretera secundaria (Fig. 93), cuyos giros resultan muy claros (el giro a la izquierda puede necesitar un carril de deceleración y espera.

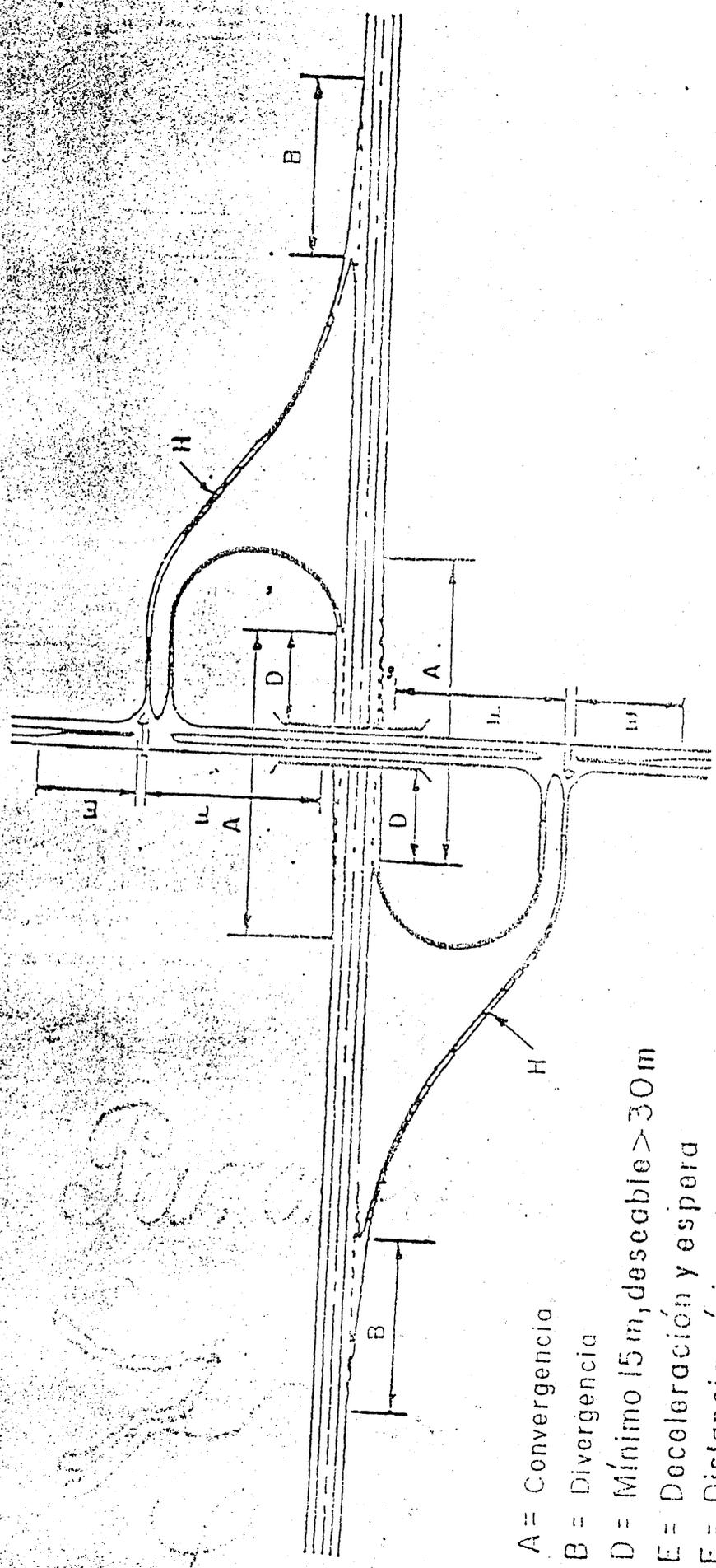
La salida y entrada (únicas) a la carretera principal están situadas después de la obra de paso (apartado 13.3.3); un lazo es para la salida de la carretera principal, cuyos giros a la derecha se realizan mediante un ramal semidirecto con posible detención en el cruce con la carretera secundaria.

Donde hubiera un obstáculo lineal (ferrocarril, río) aproximadamente paralelo a una de las carreteras se recomienda la ocupación de dos cuadrantes contiguos (Fig. 94).

Las salidas y entradas de la carretera principal son compartidas por los giros a la izquierda y los giros a la derecha.

Se canalizarán las dos intersecciones en T situadas en la carretera secundaria, de forma que se evite una entrada a contramano en la carretera principal.

Si -para girar a la derecha desde la carretera secundaria- se sustituyeran los ramales semidirectos por directos se ocuparán los cuatro cuadrantes, con dos entradas (Fig. 95) o dos salidas (Fig. 96) en la carretera principal, una a cada lado de la obra de paso, que se recomienda unificar mediante una vía colectora-distribuidora (apartado 13.7). Si la intensidad de la circulación en la carretera secundaria fuera elevada, se podrán semaforizar las intersecciones en ella. El trébol parcial de cuatro cuadrantes con dos entradas en la carretera principal se puede considerar como más efectivo que el diamante: en el que tiene dos salidas, sólo uno de los movimientos tiene que detenerse ante el cruce de otra trayectoria, y el giro a la derecha desde la carretera principal no tiene que hacerlo.

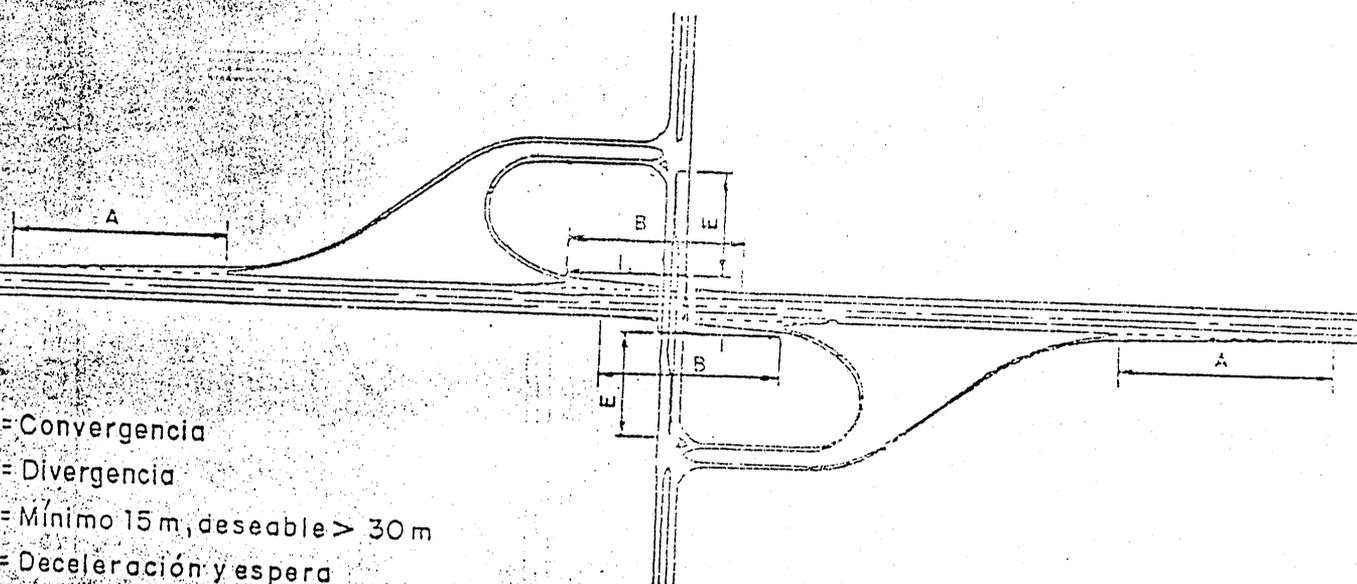


- A = Convergencia
- B = Divergencia
- D = Mínimo 15 m, deseable > 30 m
- E = Deceleración y espera
- F = Distancia mínima de visibilidad para detención
- H = Curva en S

FIG. 92

107 3

TREBOL PARCIAL DE DOS CUADRANTES QUE FAVORECE A LA CARRETERA SECUNDARIA



A = Convergencia

B = Divergencia

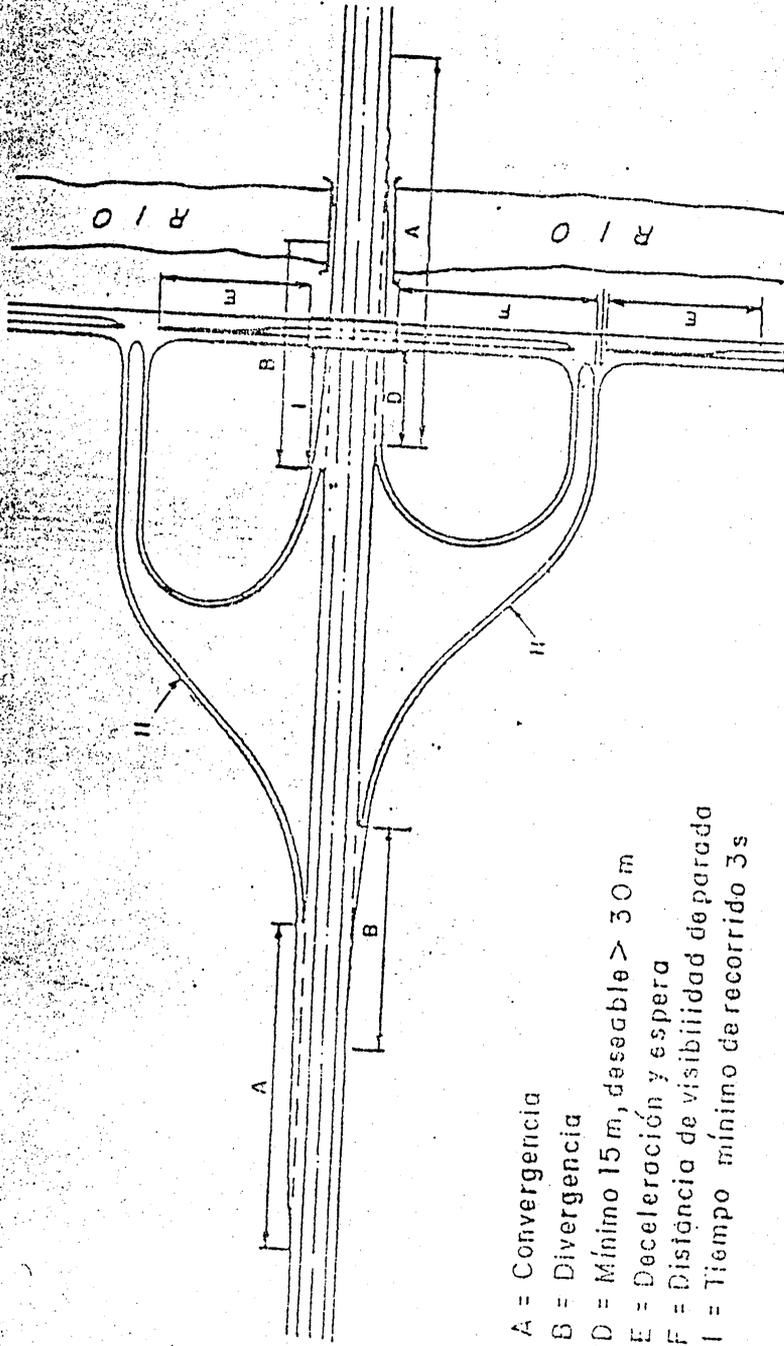
D = Mínimo 15 m, deseable > 30 m

E = Deceleración y espera

l = Tiempo de recorrido mínimo 3 s

FIG. 93

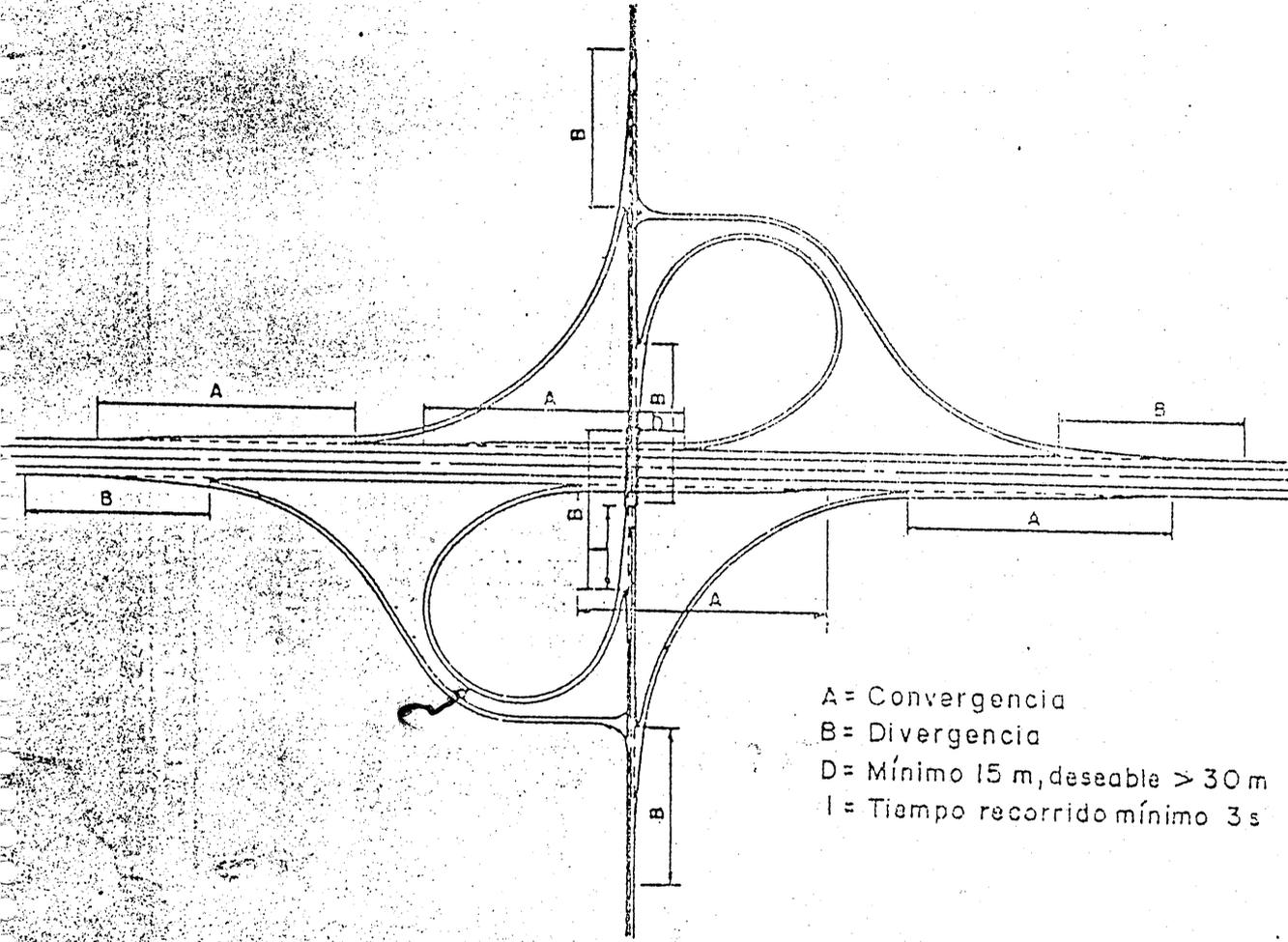
TREBOL PARCIAL DE DOS CUADRANTES ADYACENTES



- A = Convergencia
- B = Divergencia
- D = Mínimo 15 m, deseable > 30 m
- E = Deceleración y espera
- F = Distancia de visibilidad de parada
- I = Tiempo mínimo de recorrido 3 s

FIG. 94

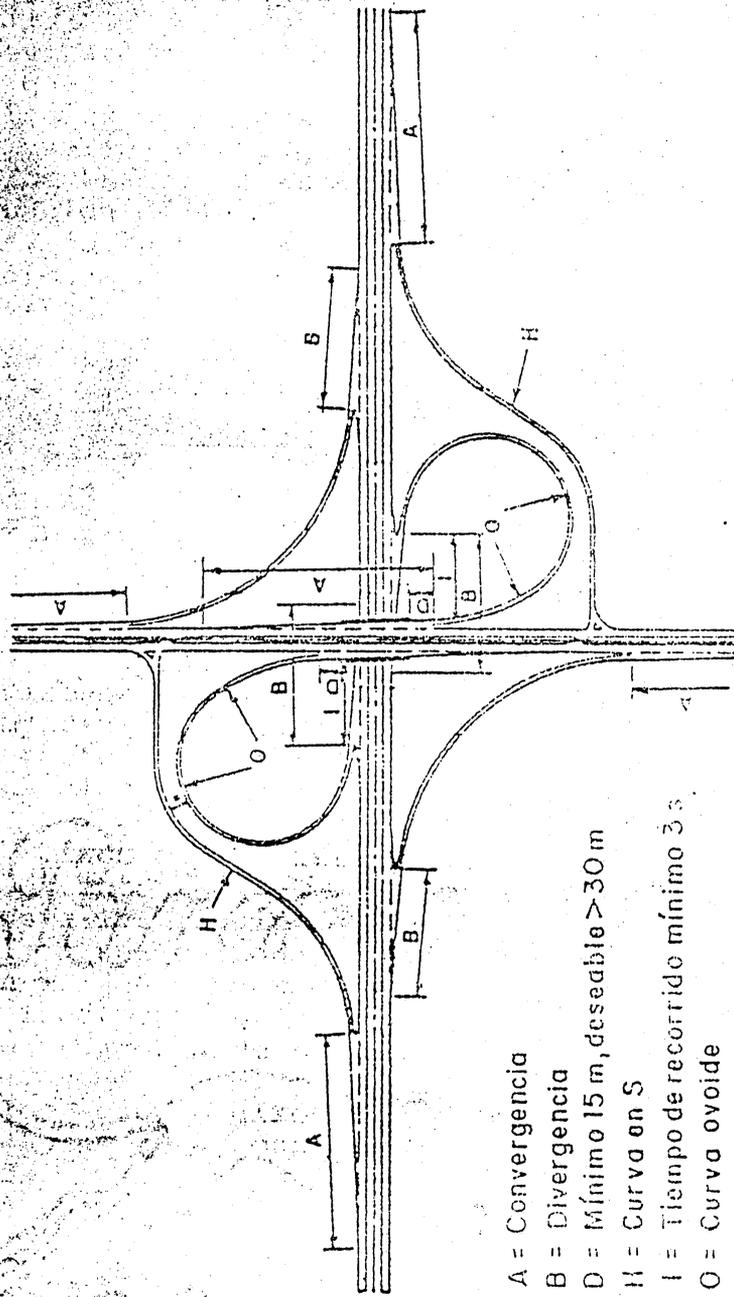
TREBOL PARCIAL DE CUATRO CUADRANTES  
QUE FAVORECE A LA CARRETERA PRINCIPAL



- A = Convergencia
- B = Divergencia
- D = Mínimo 15 m, deseable > 30 m
- I = Tiempo recorrido mínimo 3 s

FIG. 95

TREBOL PARCIAL DE CUATRO CUADRANTES QUE FAVORECE A LA  
CARRETERA SECUNDARIA



- A = Convergencia
- B = Divergencia
- D = Mínimo 15 m, deseable >30 m
- H = Curva en S
- I = Tiempo de recorrido mínimo 3 s
- O = Curva ovoide

FIG. 96

#### 4 lazos (trébol completo):

Se evitará este tipo de enlace (Fig. 97) en zona urbana, en la que la circulación sea discontinua (por llegar los vehículos agrupados por la acción de los semáforos), a no ser que se justifique especialmente el buen funcionamiento de los tramos de trenzado (apartado 8.1.1.4) causados a la situación de las salidas (después de las entradas y de la obra de paso, apartado 13.3.3). Se podrá mejorar su funcionamiento empleando vías colectoras-distribuidoras (apartado 13.7, Fig. 98).

#### 14.4.3.2 Con más de una obra de paso

##### 14.4.3.2.1 Generalidades

Donde no fueran admisibles cruces a nivel en ninguna de las dos carreteras, y la intensidad o características de la circulación en alguno de los giros a la izquierda rebasase la capacidad del lazo, se estudiarán otros tipos de enlace, como los tréboles modificados (apartado 14.4.3.2.2) en los que esos giros a la izquierda se resuelvan con otros tipos de ramal (asas, círculos, semidirectos o directos; apartado 13.3.5) de mayor capacidad que el lazo, pero que crucen alguna trayectoria y, por tanto, necesiten otras obras de paso (además de la reservada al cruce de las carreteras).

Los giros a la derecha, resueltos normalmente mediante ramales directos, en general compartirán entradas o salidas con los giros a la izquierda. Si la intensidad en la entrada desde un ramal a una calzada fuera superior a la del movimiento de paso con la que converja, se recomienda que sea este último el que se incorpore por la derecha (apartado 13.3.2, Fig. 99), mediante otra obra de paso más (muy esviada).

Si los cuatro giros a la izquierda fueran predominantes y ninguno se pudiera resolver mediante un lazo (apartado 14.4.3.2.3), se tendrá en cuenta si la intensidad de los movimientos de paso fuera mayor que la de ellos, o no.

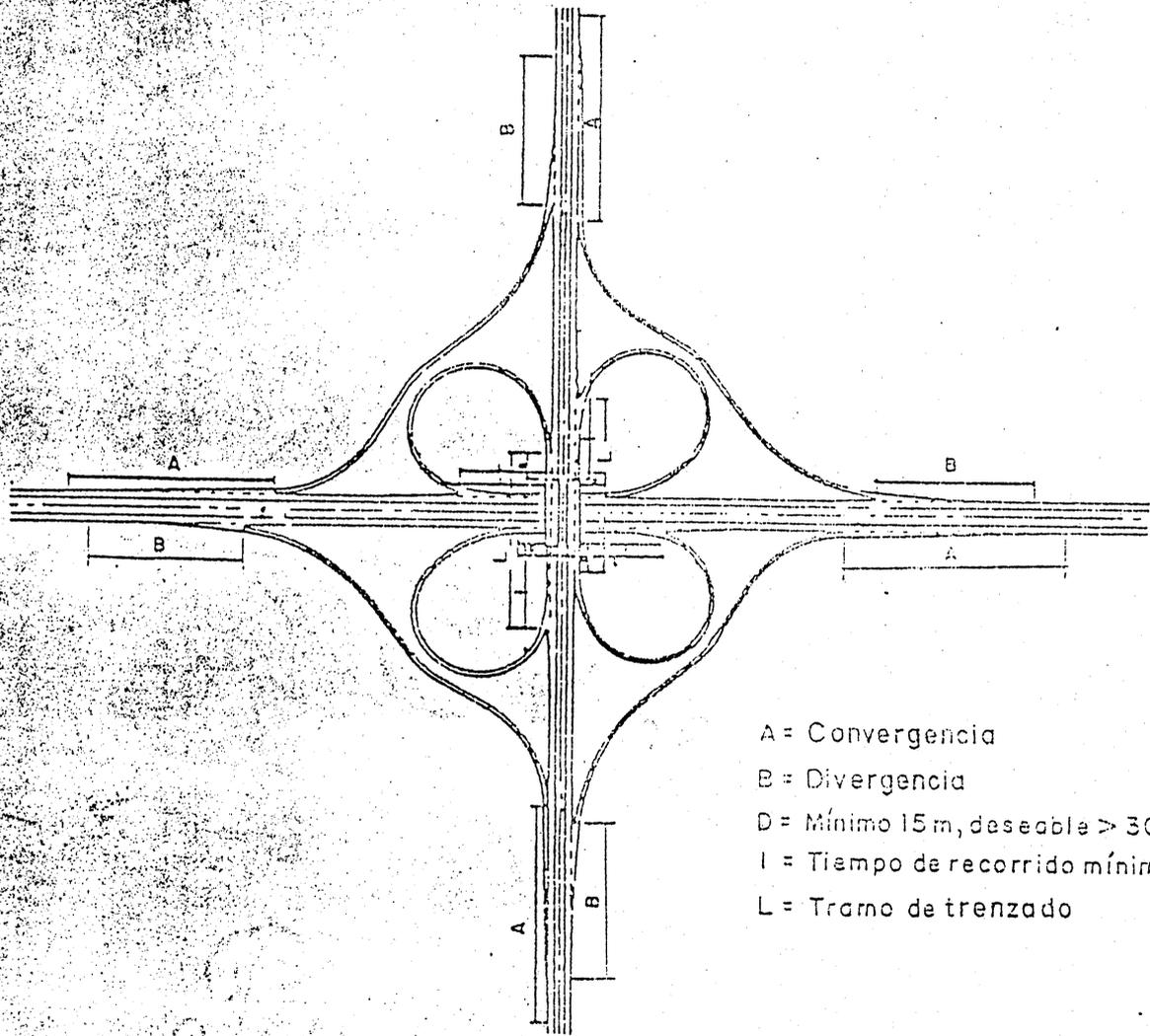
##### 14.4.3.2.2 Tréboles modificados

#### a) Sólo 1 giro a la izquierda predominante:

Se podrá emplear para resolverlo un círculo o un asa exterior (Fig. 100), con dos obras de paso más (muy esviadas para el asa, que además comprime mucho uno de los lazos).

Se tendrá en cuenta que, entre esas dos obras de paso, el ramal tendrá una fuerte pendiente longitudinal.

TREBOL COMPLETO



- A = Convergencia
- B = Divergencia
- D = Mínimo 15 m, deseable > 30 m
- I = Tiempo de recorrido mínimo 3 s
- L = Tramo de trenzado

FIG. 97

TREBOL COMPLETO CON DOS VIAS  
COLECTORAS DISTRIBUIDORAS

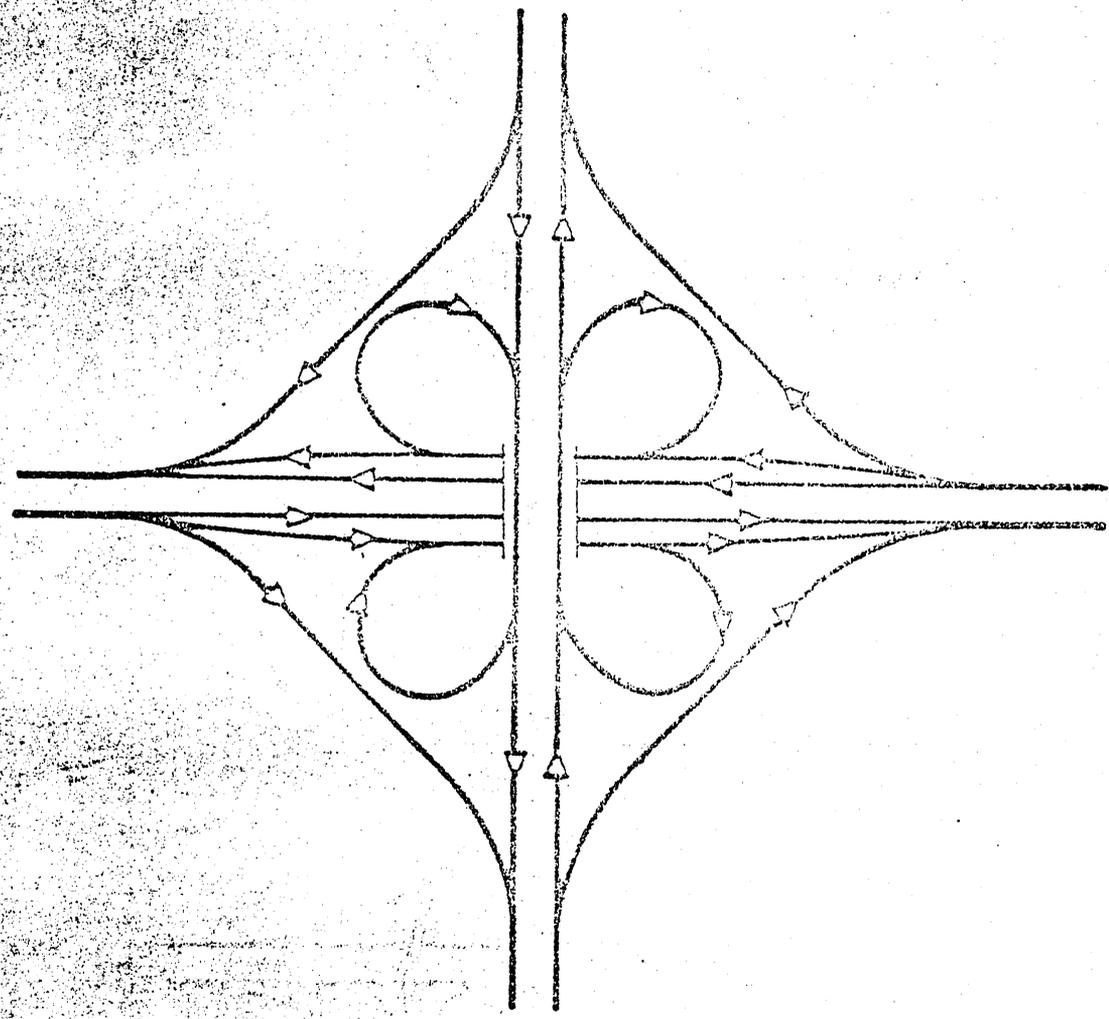
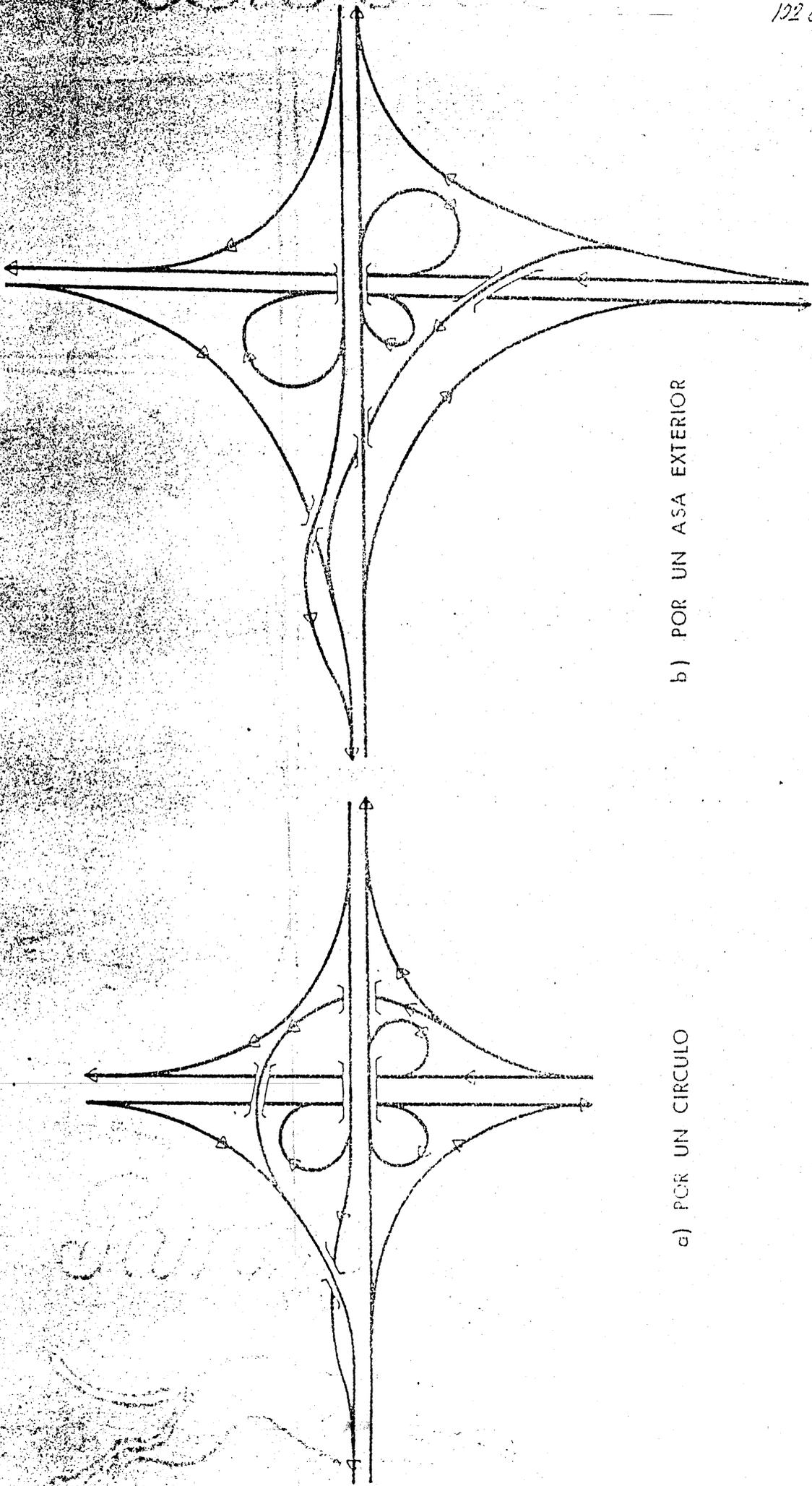


FIG. 98

TREBOL MODIFICADO CON ENTRADA MODIFICADA

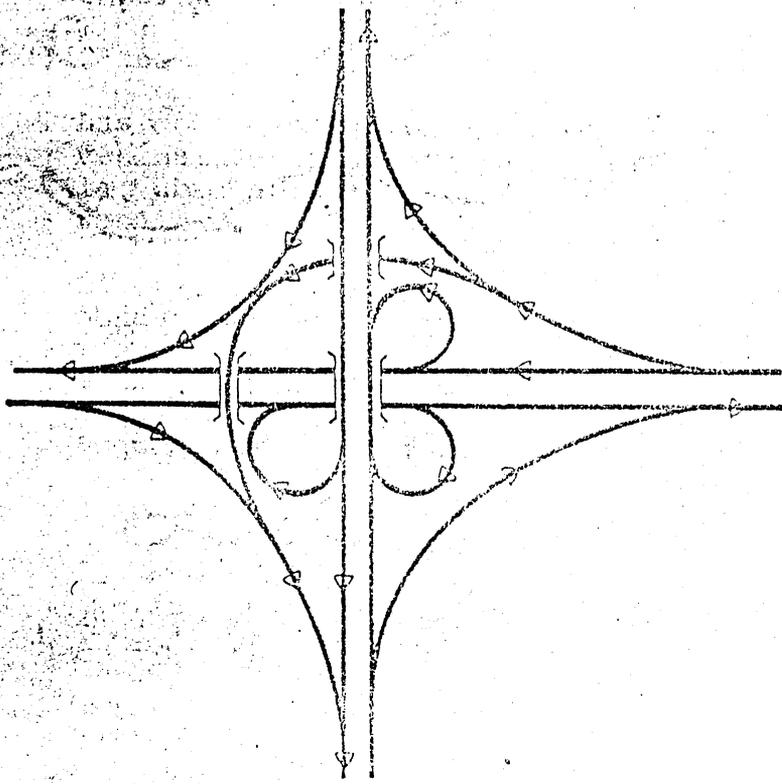


c) POR UN CIRCULO

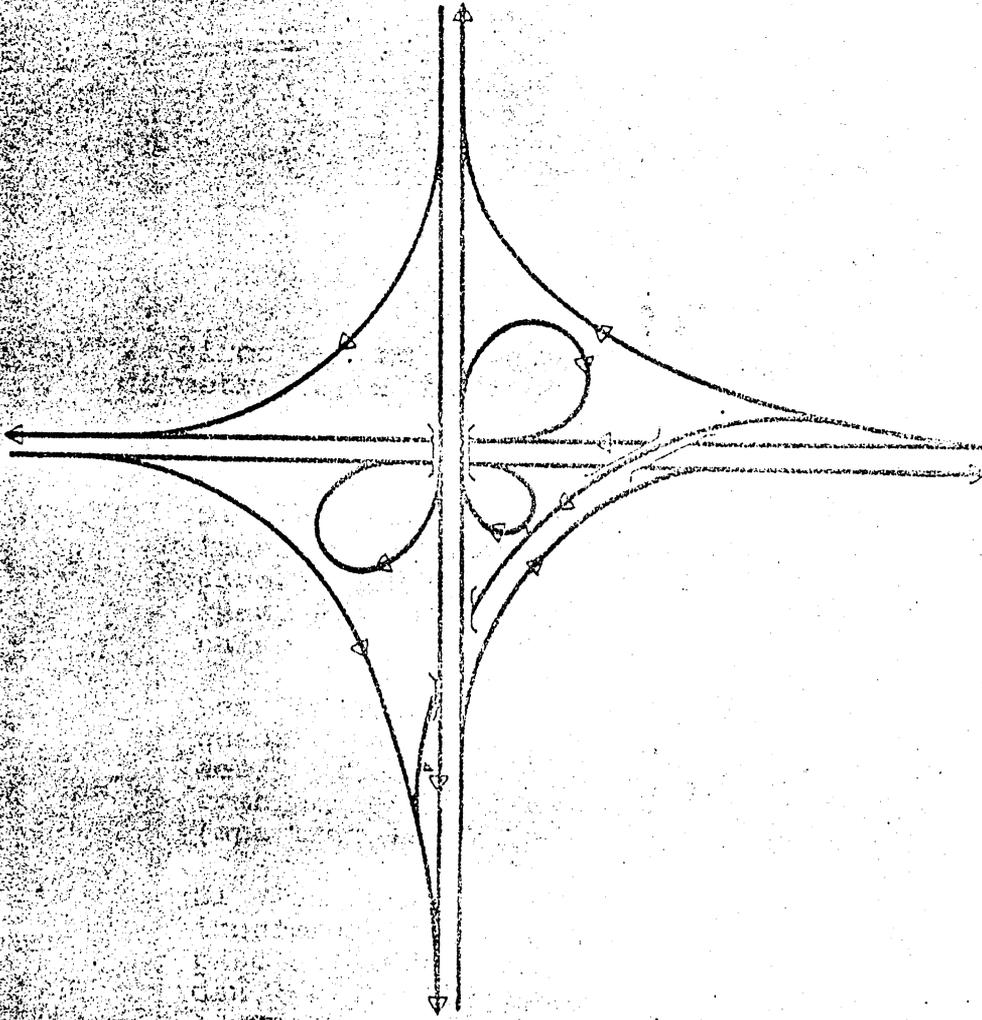
b) POR UN ASA EXTERIOR

FIG. 99

TREBOL MODIFICADO



a) POR UN CIRCULO



b) POR UN ASA EXTERIOR

FIG. 100

b) 2 giros a la izquierda predominantes, en cuadrantes diametralmente opuestos:

b1) 2 círculos (semi-turbina):

Si las dos intensidades predominantes de giro a la izquierda fueran menores que las de los movimientos de paso a las que se incorporasen (semi-turbina a derechas, Fig. 101), se necesitarán 4 obras de paso adicionales.

Los ramales directos para giro a la derecha podrán quedar dentro del círculo o fuera de él y, para evitar dos salidas o entradas seguidas, se recomienda combinarlos en una vía colectora-distribuidora (apartado 13.7).

Si las dos intensidades predominantes de giro a la izquierda fueran mayores que las de los movimientos de paso a las que se abandonasen (semi-turbina a izquierdas, Fig. 102), se recomienda transponer (apartado 13.8) las calzadas de una de las carreteras, con 4 obras de paso más (en otras 2 de las que ya había se separan los tableros).

b2) 2 asas exteriores (media estrella):

Las dos asas coincidirán en ordenación indonesia (cada vehículo deja a estribor al opuesto sin cruzarlo) sobre la obra de paso para cruce de las dos carreteras, que resultará de 3 niveles (Fig. 103).

El cruce de las dos asas con los dos lazos necesitará 4 obras de paso, a no ser que se separen los lazos de la zona de cruce de las dos carreteras y al menos una de éstas se curve en S (Fig. 104): en cuyo caso sólo se necesitarán 2, pero los lazos resultarán algo más pequeños.

b3) 2 semidirectos (trébol abierto):

Se necesitarán 2 obras de paso más (Fig. 105), muy esviadas a no ser que se ensanche una de las medianas.

La obra de paso para el cruce de las dos carreteras se complica con la entrada del lazo y la salida del semidirecto (o viceversa).

Los lazos quedan algo pequeños.

SEMI-TURBINA A DERECHAS

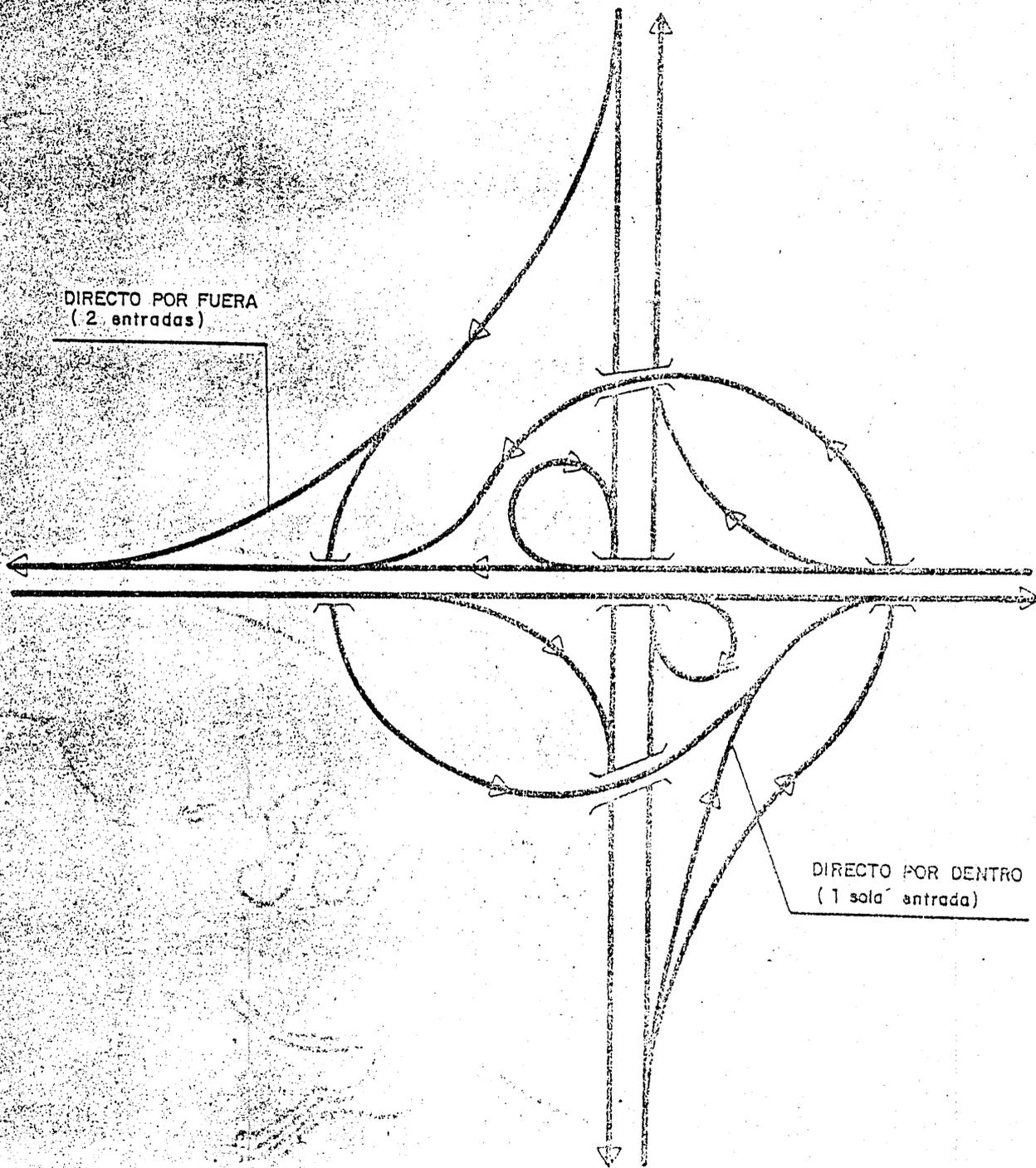


FIG.101

SEMI-TURBINA A IZQUIERDAS

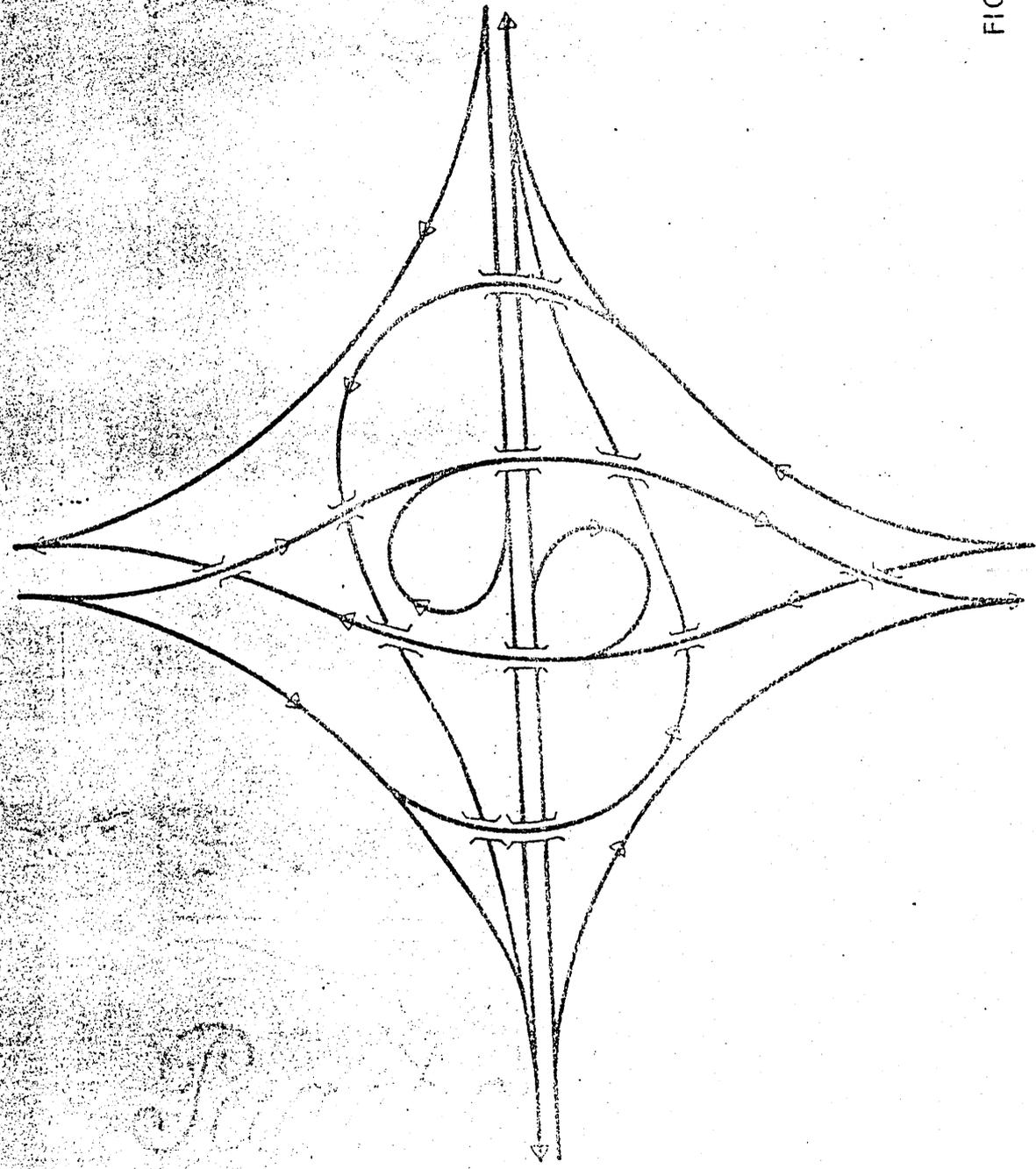
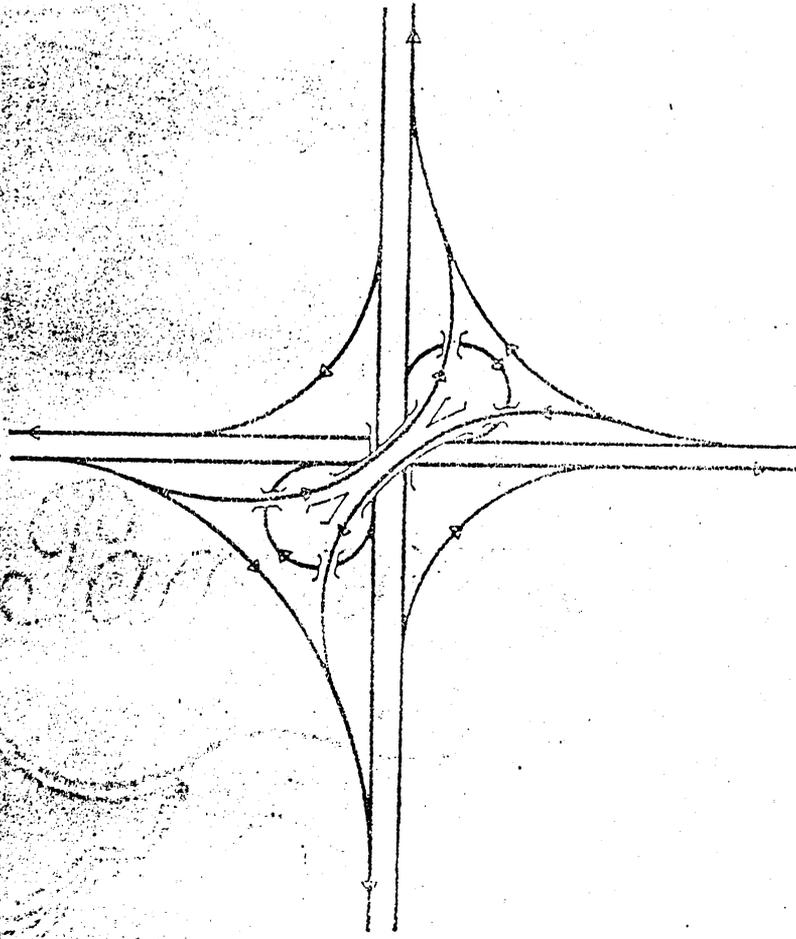


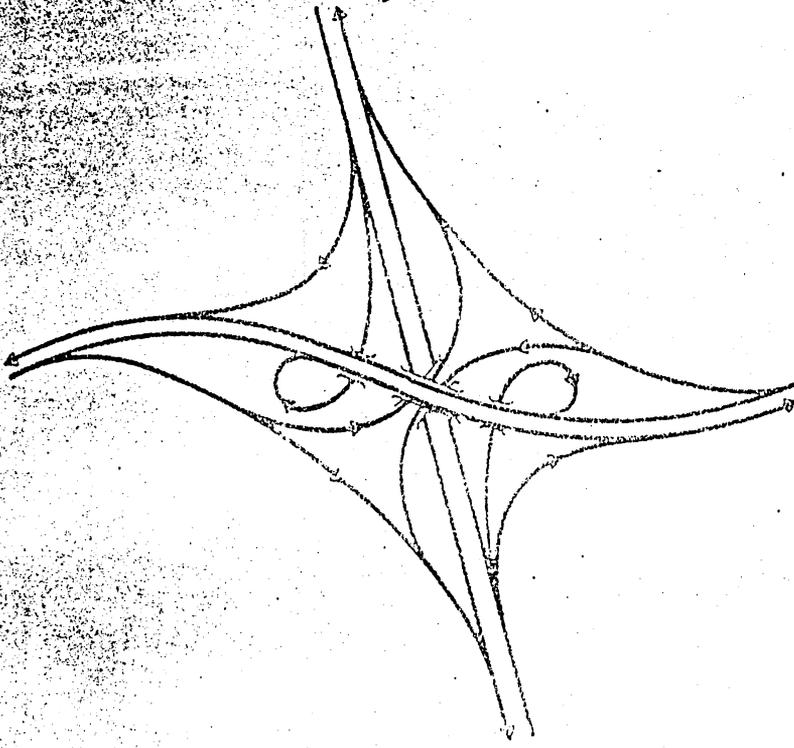
FIG. 102

MEDIA ESTRELLA



COMPACTA

FIG. 103



CON LAZOS EXTERNOS

FIG. 104

TREBOL ABIERTO

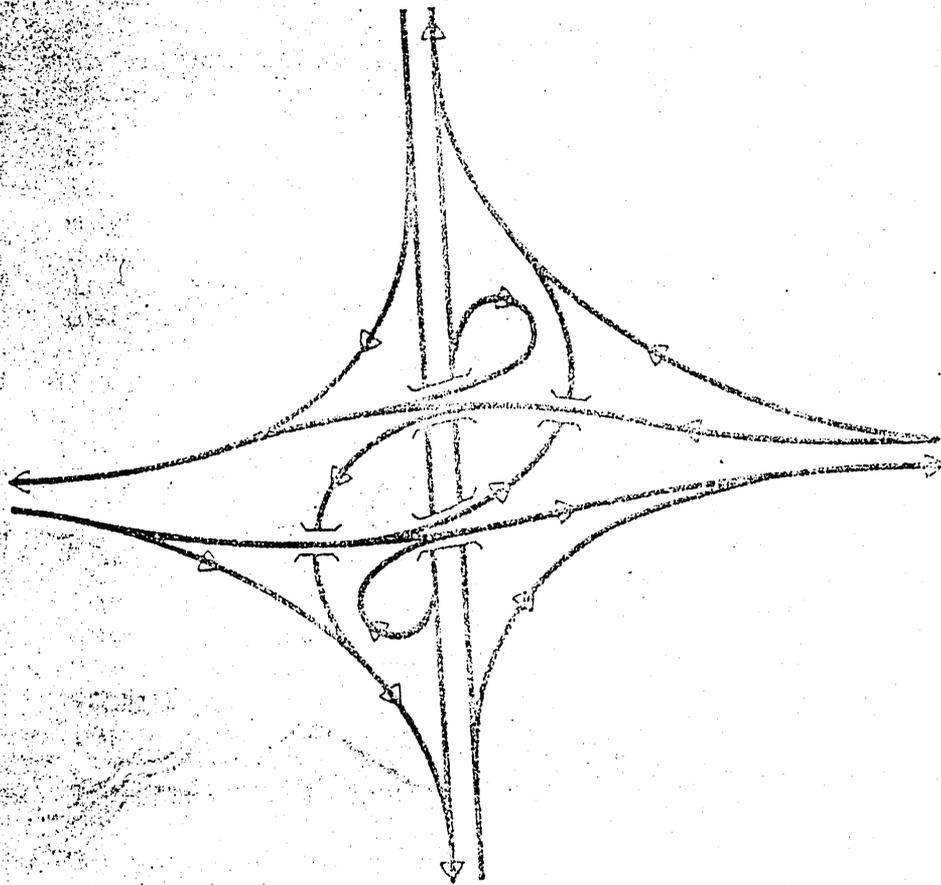


FIG. 105

- b4) 2 semidirectos + 1 transposición de calzadas (doble escuadra a izquierdas):

Se necesitarán 2 obras de paso más (Fig. 106), además de las 2 de transposición de calzadas.

Los lazos quedan algo pequeños.

- b5) 2 directos (doble escuadra a derechas):

Se necesitarán 4 obras de paso más (Fig. 107), muy oblicuas a no ser que se ensanchen las dos medianas.

Si la intensidad de los giros a la derecha opuestos a los dos giros predominantes a la izquierda fuera muy superior a la de los movimientos de paso, podrán compartir plataforma con aquéllos, haciendo que sean los movimientos de paso los que salgan y entren por la derecha.

- c) 2 giros a la izquierda predominantes, en cuadrantes adyacentes:

- c1) 2 círculos:

Se necesitarán 4 obras de paso más (Fig. 108).

Los ramales directos para giro a la derecha podrán quedar dentro del círculo o fuera de él y, para evitar dos salidas o entradas seguidas, se recomienda combinarlos en una vía colectora-distribuidora (apartado 13.7).

- c2) 1 círculo + 1 asa interior:

Se necesitarán 3 obras de paso más (Fig. 109).

El asa no compartirá salida o entrada con los ramales directos para giro a la derecha.

- c3) 2 asas interiores (semi-molino):

Se necesitarán 2 obras de paso más (Fig. 110).

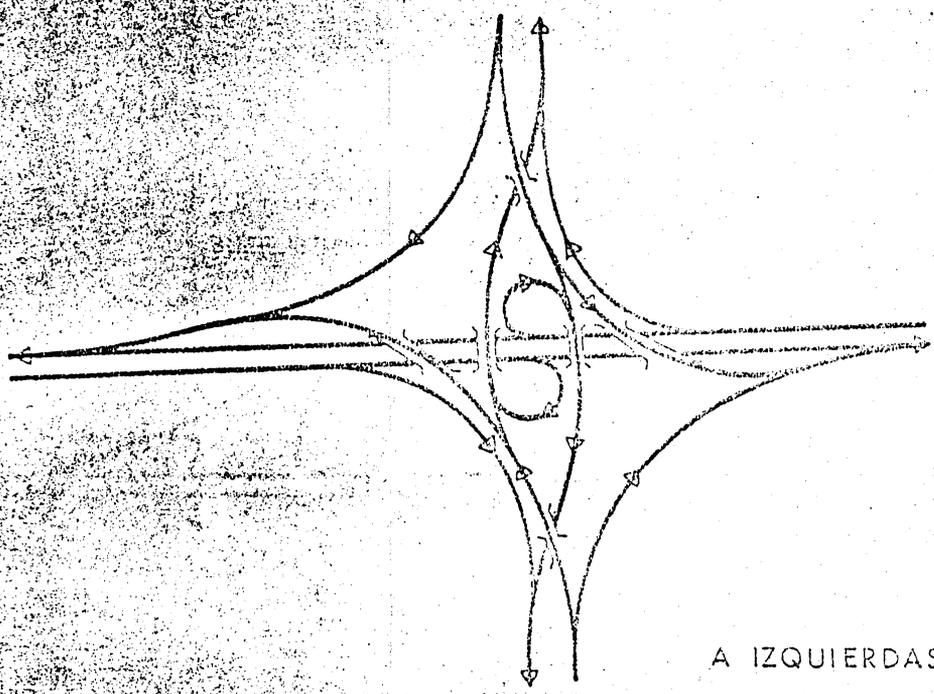
Se complicará algo la de cruce de las dos carreteras, por el paso de uno de los lazos.

- c4) 2 directos + 1 transposición de calzadas (semi-barrena):

Se necesitarán 2 obras de paso más (bastante esviadas), además de las 2 de transposición (Fig. 111).

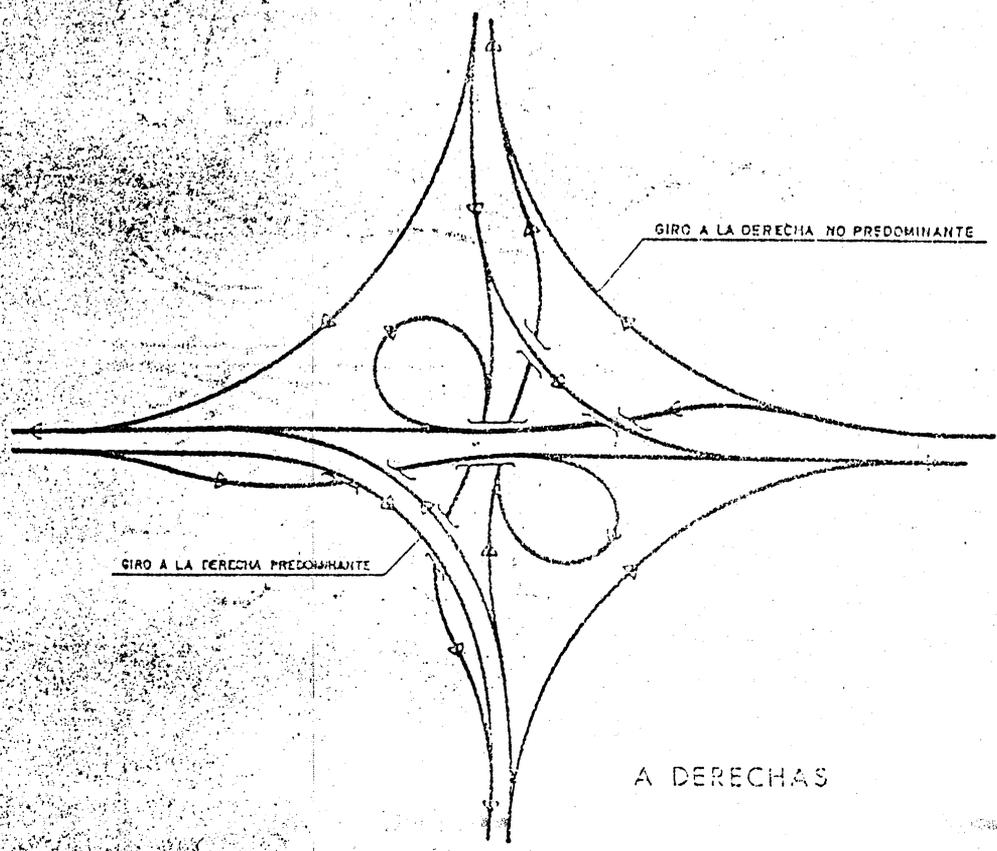
Se evitará la coincidencia de las entradas o salidas de los ramales directos para giro a la izquierda, con las correspondientes a los giros a la derecha.

DOBLE ESCUADRA



A IZQUIERDAS

FIG. 106



A DERECHAS

FIG. 107

TREBOL MODIFICADO POR DOS CIRCULOS

1216

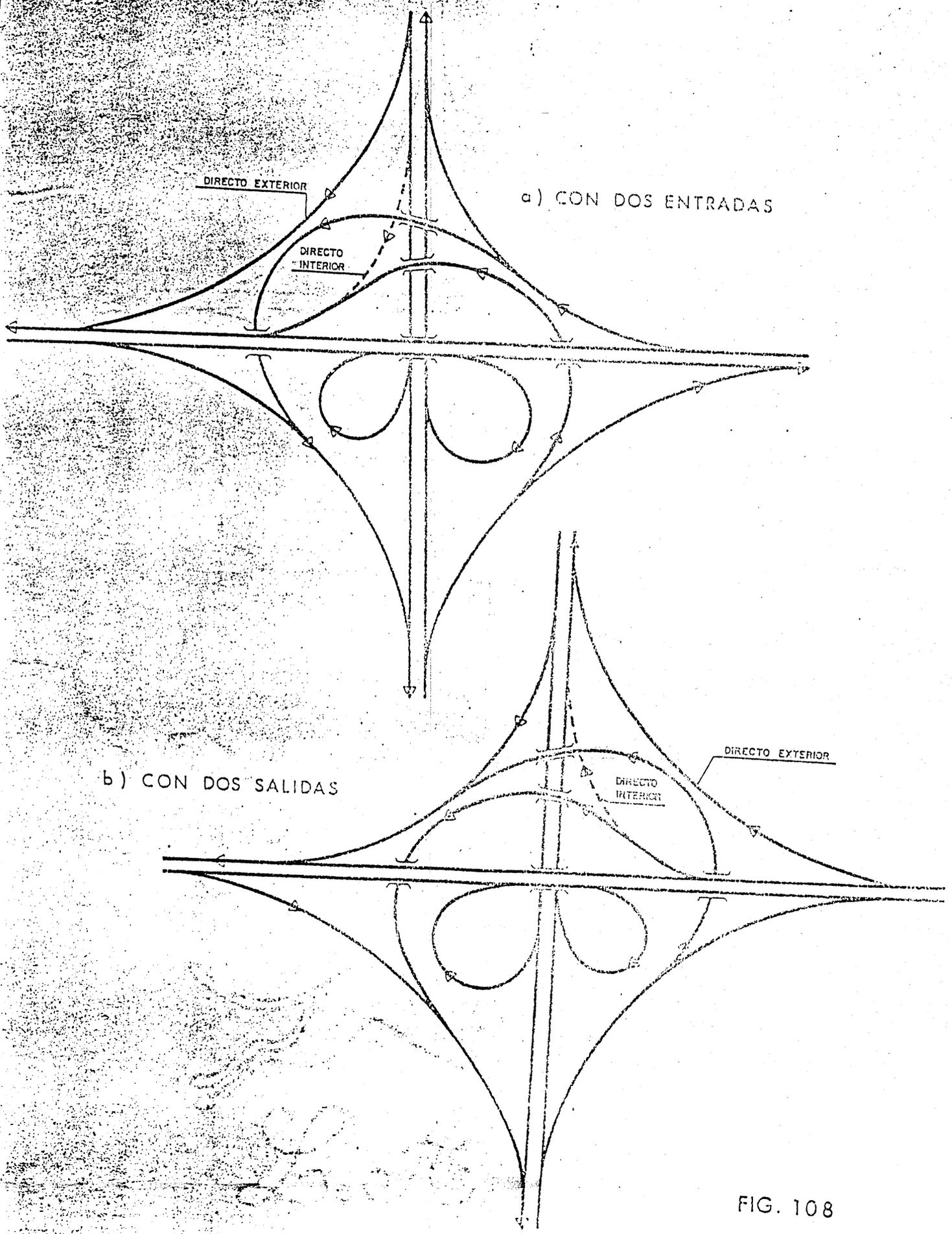
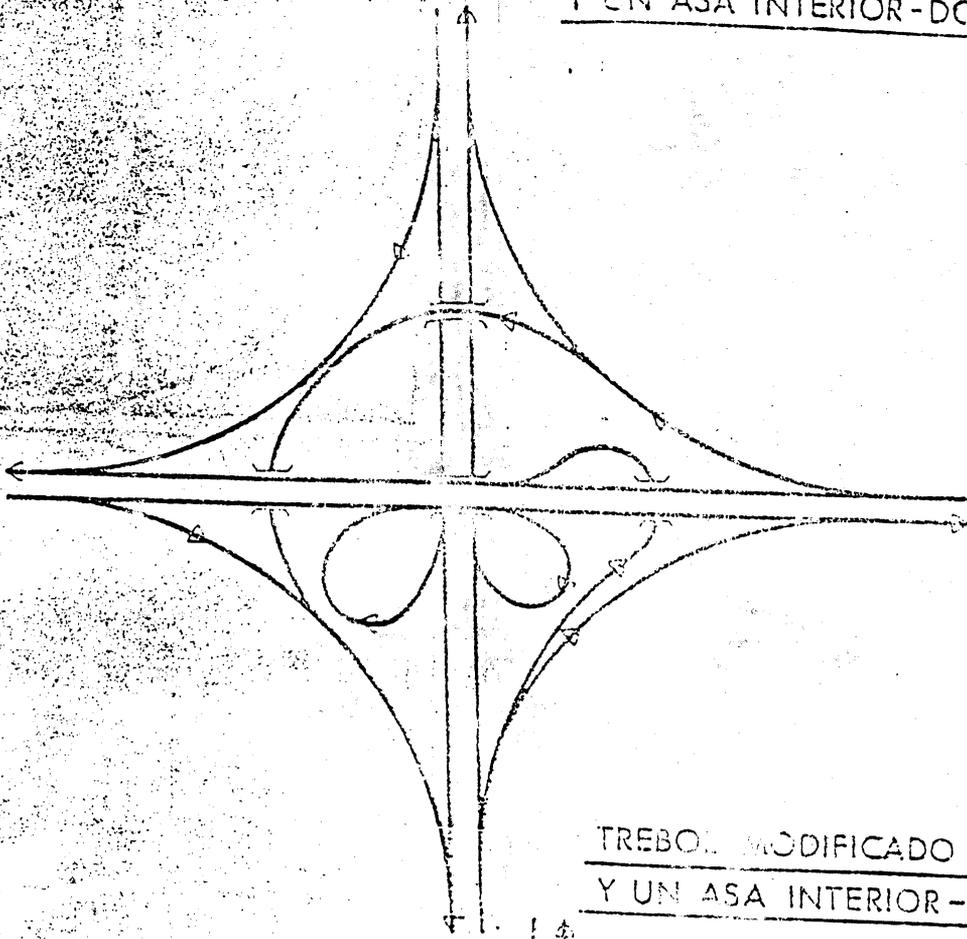


FIG. 108

TREBOL MODIFICADO POR UN CIRCULO  
Y UN ASA INTERIOR-DOS ENTRADAS



TREBOL MODIFICADO POR UN CIRCULO  
Y UN ASA INTERIOR-DOS SALID

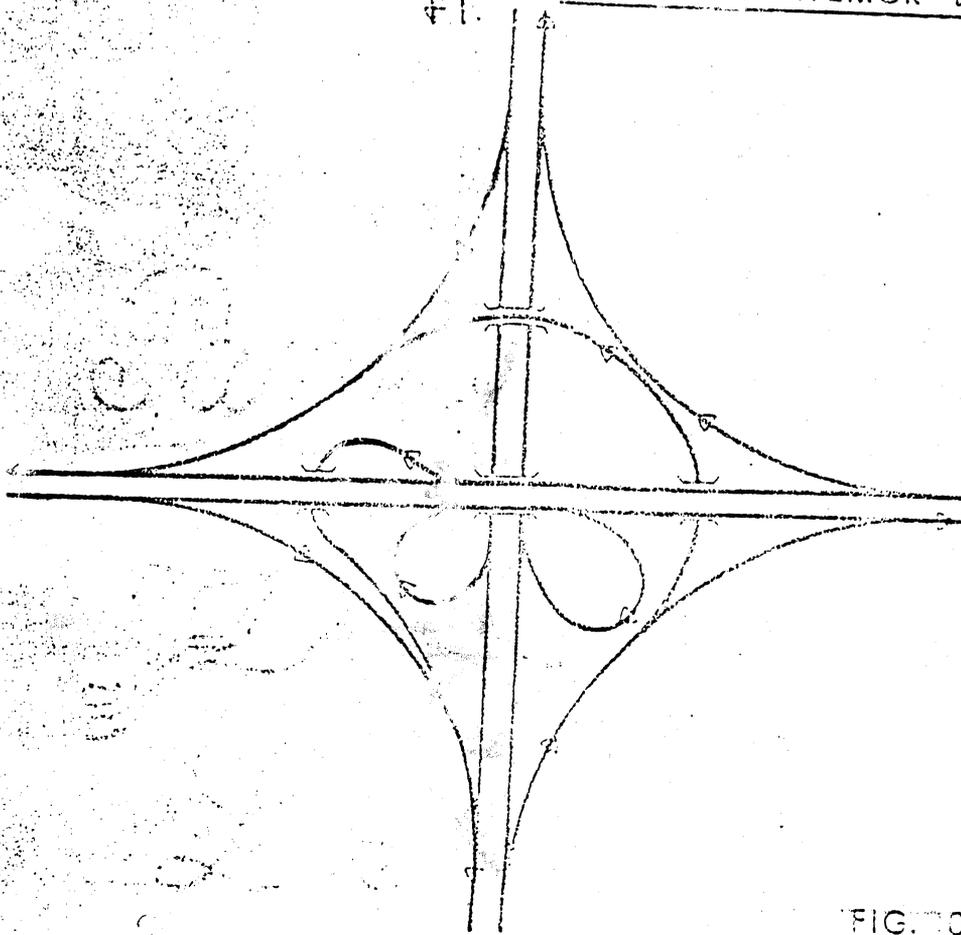
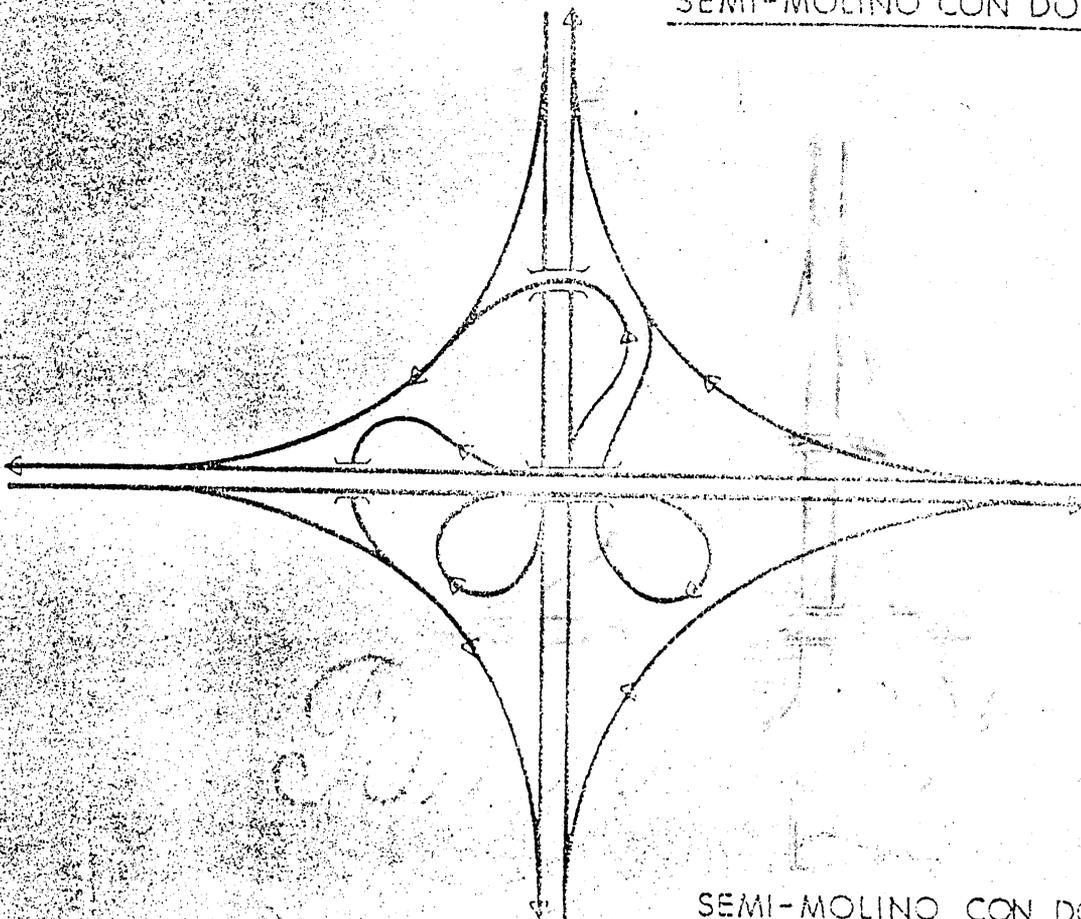


FIG. 709

SEMI-MOLINO CON DOS ENTRADAS



SEMI-MOLINO CON DOS SALIDAS

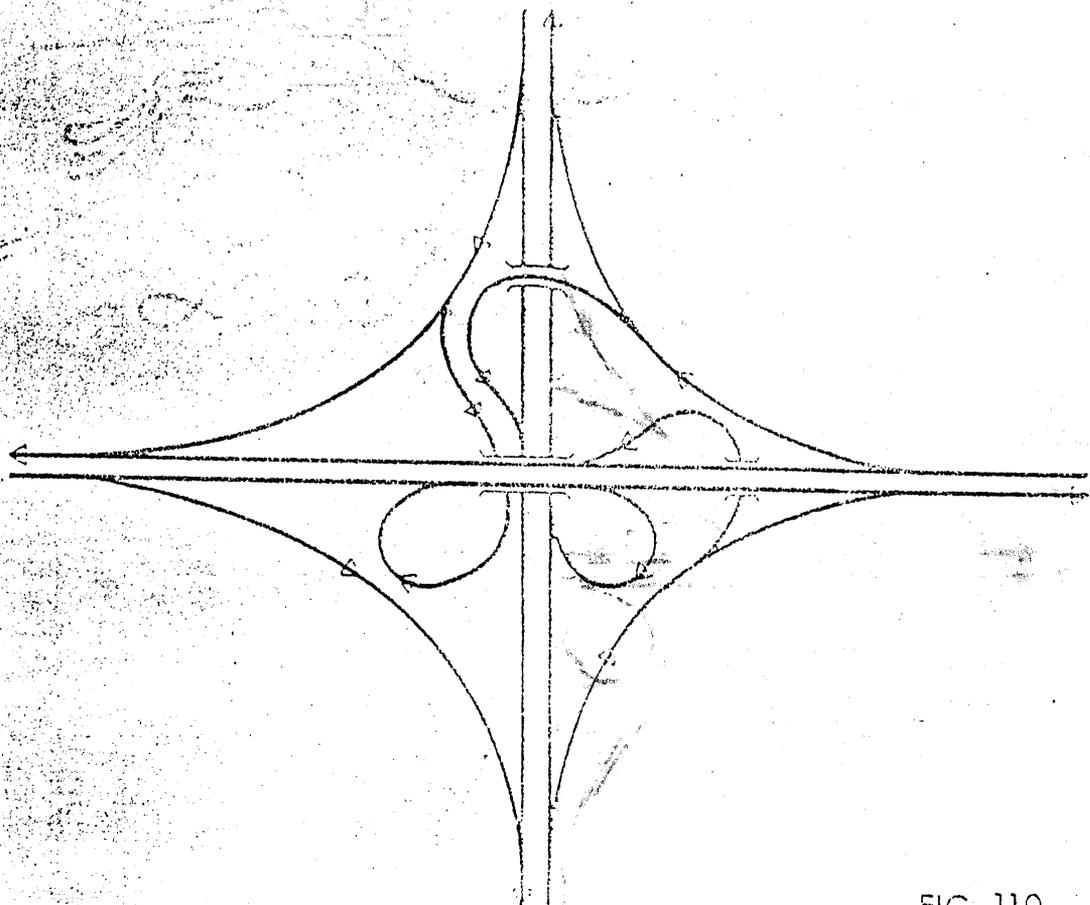


FIG. 110

SEMI - BARRENA

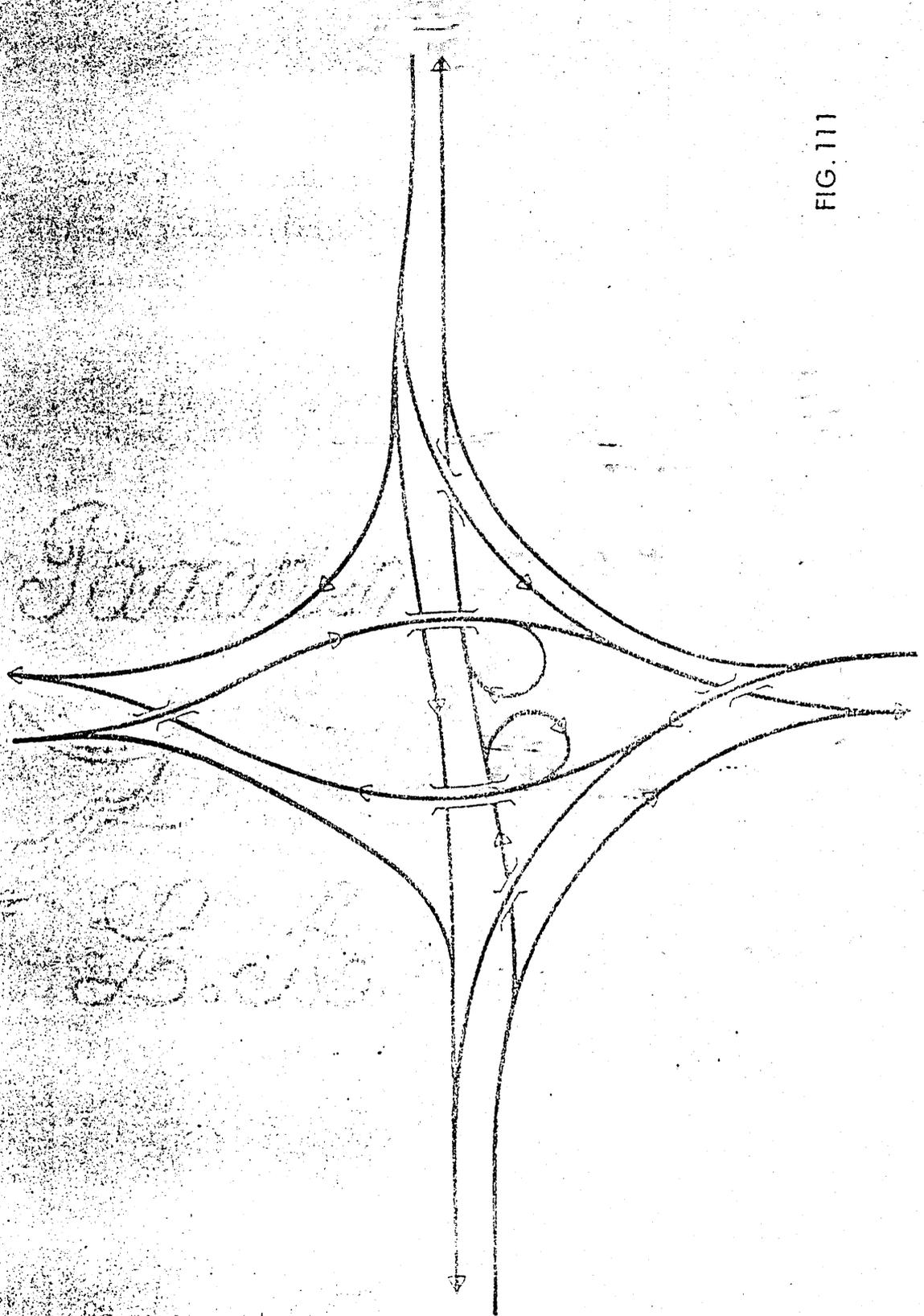


FIG. 111

d) 3 giros a la izquierda predominantes:

d1) 3 círculos (triple turbina):

Se necesitarán 9 obras de paso más (Fig. 112).

Los ramales directos para giro a la derecha podrán quedar dentro del círculo o fuera de él y, para evitar dos salidas o entradas seguidas, se recomienda combinarlos en una vía colectora-distribuidora (apartado 13.7).

d2) 1 círculo + 2 asas exteriores:

Las dos asas (Fig. 113) coincidirán en ordenación indonesia (cada vehículo deja a estribor al opuesto sin cruzarlo) sobre la obra de paso para cruce de las dos carreteras, que resultará de 3 niveles.

Se necesitarán 6 obras de paso más.

d3) 3 asas exteriores:

Dos asas (Fig. 114) coincidirán en ordenación indonesia (cada vehículo deja a estribor al opuesto sin cruzarlo) sobre la obra de paso para cruce de las dos carreteras, que resultará de 3 niveles.

La tercera asa requiere 2 obras de paso bastante esviadas.

El cruce de las otras dos asas con ella y con los dos lazos necesitará 2 obras de paso, también de 3 niveles.

El enlace queda muy compacto.

d4) 1 círculo + 1 asa exterior + 1 semidirecto + 1 transposición de calzada (tres-cuartos transpuesto):

Se necesitarán 4 obras de paso adicionales (Fig. 115), además de las 2 de transposición.

d5) 1 asa interior + 2 semidirectos (tres-cuartos recto):

Se necesitarán 4 obras de paso adicionales (Fig. 116), 2 de ellas muy oblicuas a no ser que se ensanche una mediana.

Se complicará uno de los tableros de la obra de paso de cruce.

TRIPLE TURBINA

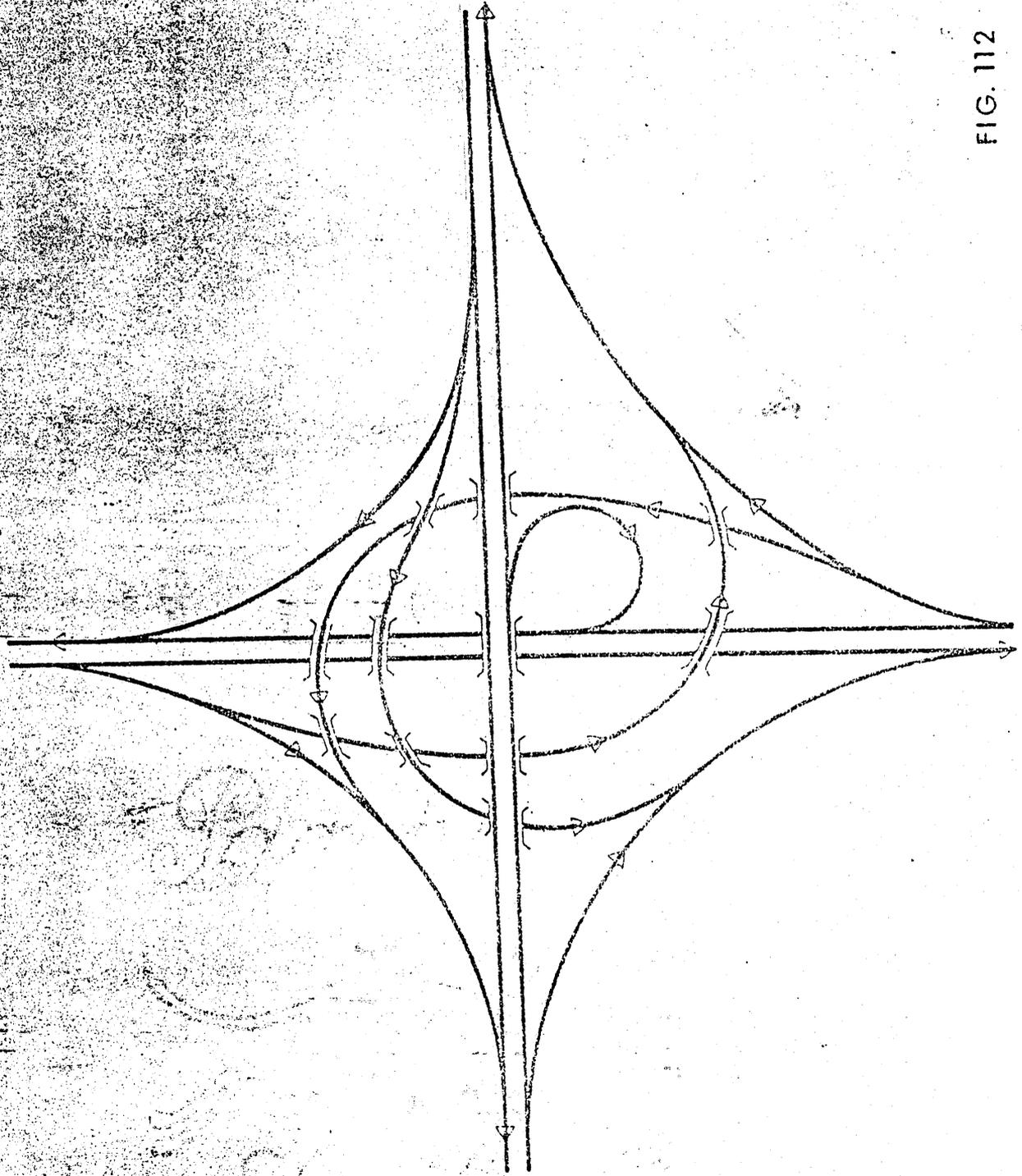


FIG. 112

TREBOL MODIFICADO POR UN CIRCULO Y DOS ASAS EXTERIORES

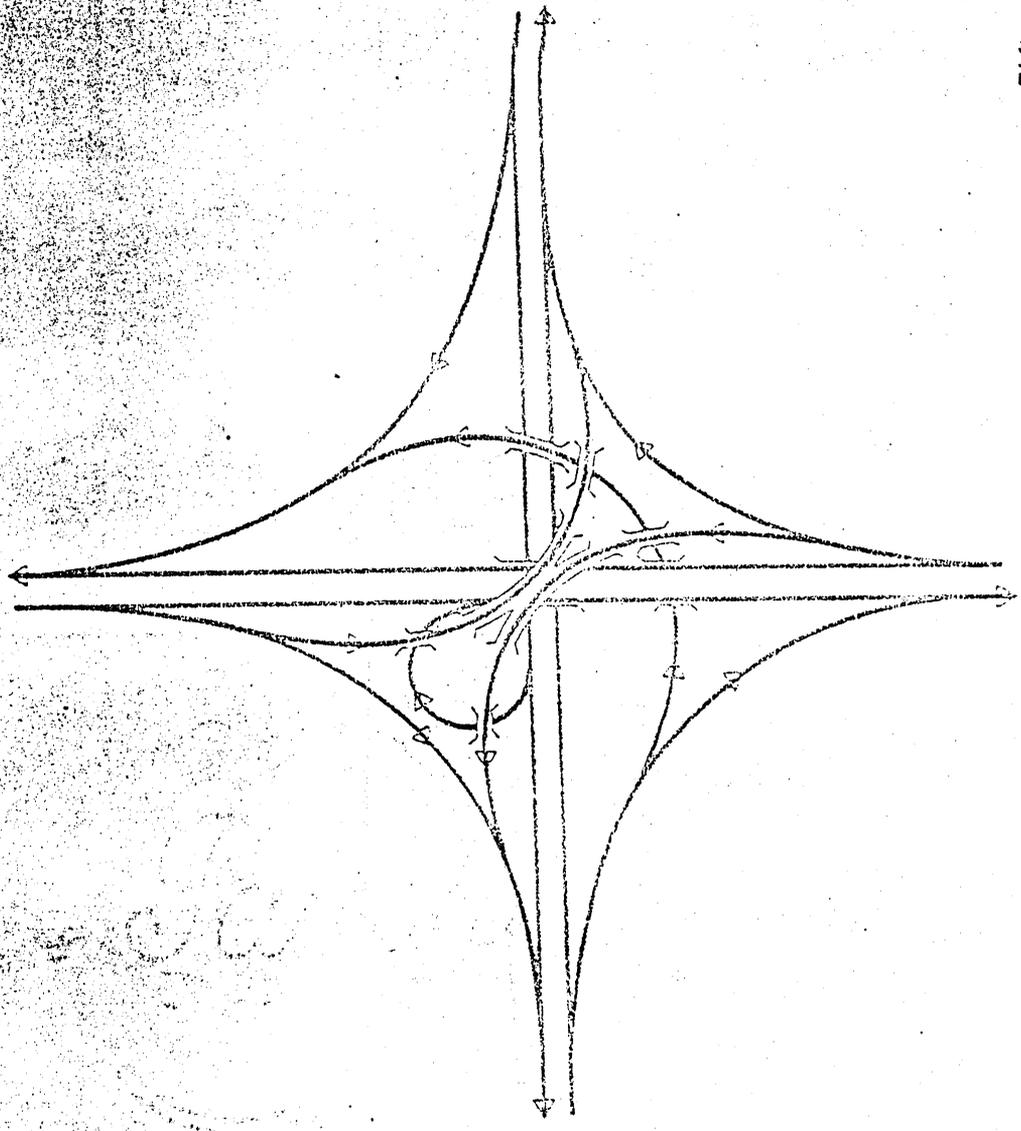


FIG. 113

*Handwritten notes in Spanish:*  
Sección  
de la  
Luz

TREBOL MODIFICADO POR TRES ASAS EXTERIORES

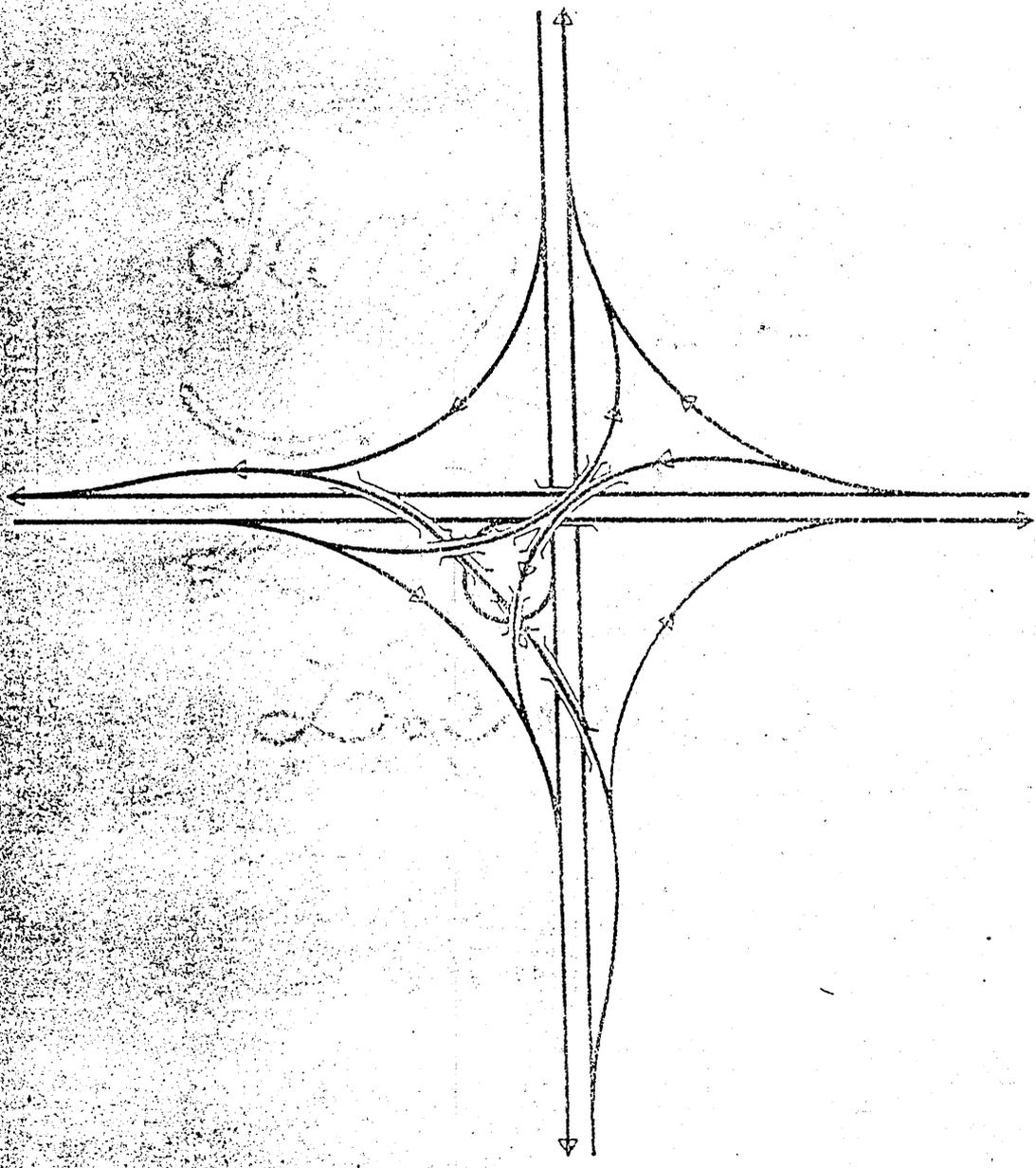


FIG. 114

TRES - CUARTOS TRANSPUESTO

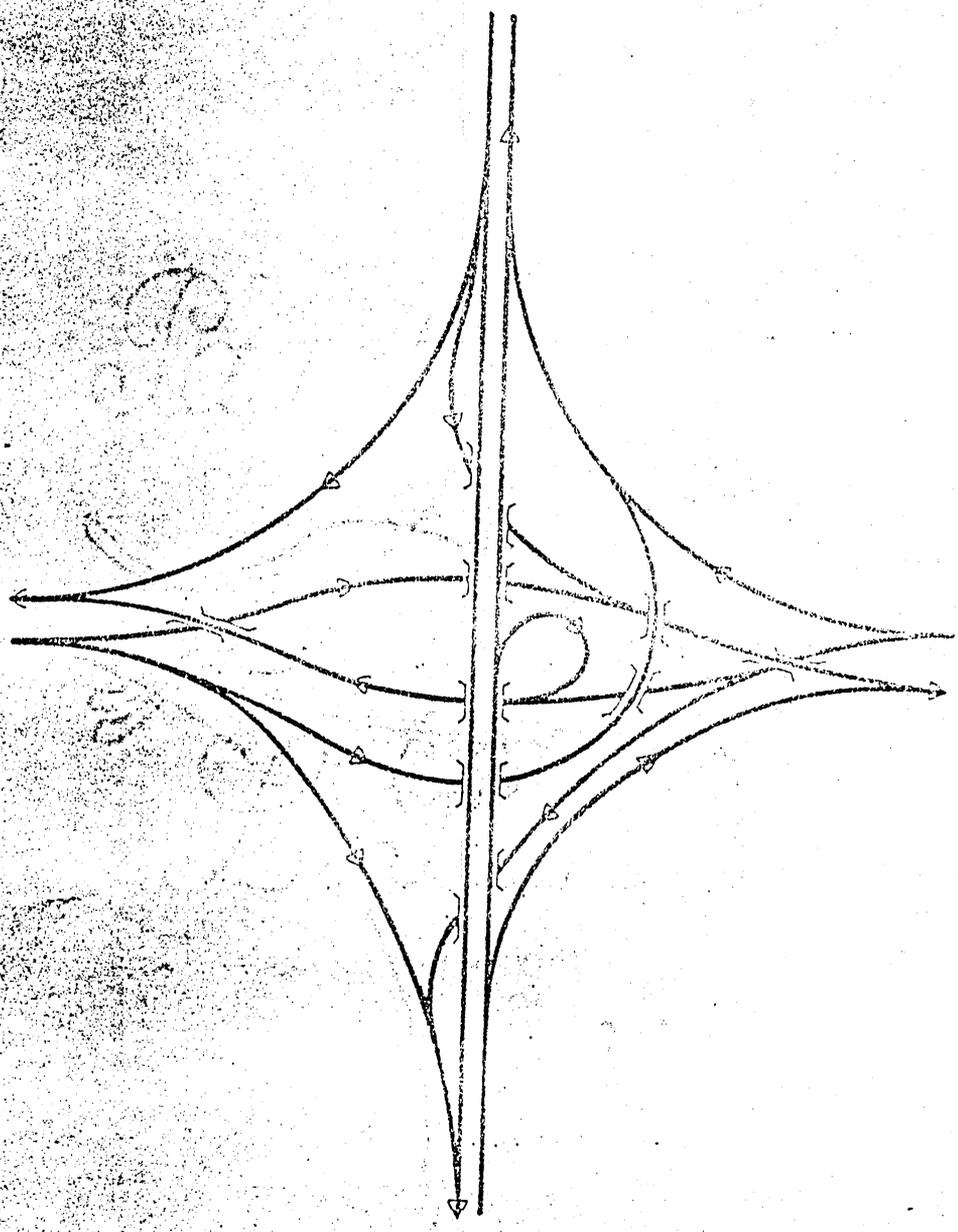


FIG. 115

TRES - CUARTOS RECTO

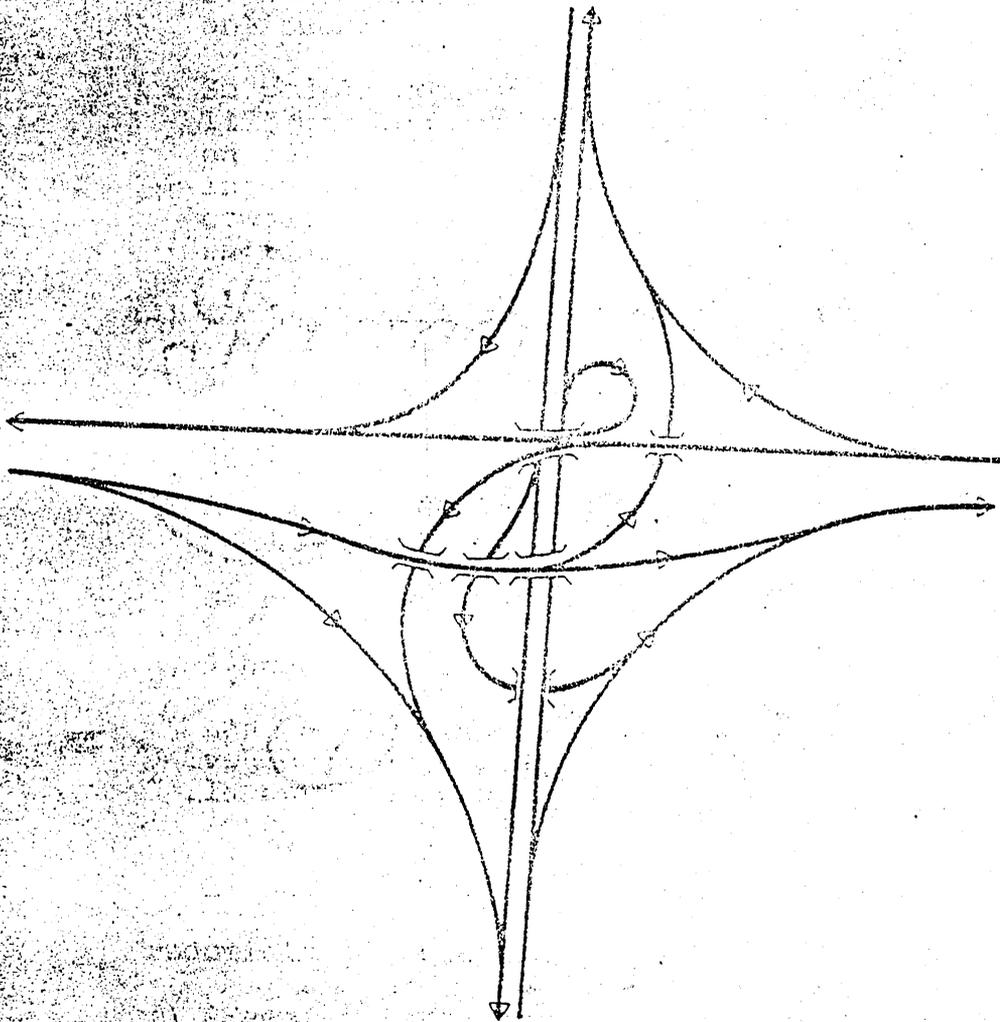


FIG. 116

#### 14.4.3.2.3 Enlaces de cuatro tramos sin lazos

##### a) Predominio del tráfico de paso

###### a1) 4 círculos (turbina completa):

Se necesitarán 8 obras de paso adicionales (4 bastante oblicuas).

Se podrán compartir o no las entradas y salidas (Fig. 117) con los ramales directos para giro a la derecha; en el segundo caso, éstos se podrán situar en el interior de los círculos, obteniéndose un enlace más compacto, aunque con doble número de entradas y salidas.

###### a2) 4 asas interiores (molino completo):

La obra de paso de cruce de las dos carreteras se complicará (Fig. 118) con las entradas (salidas) de las asas.

Las otras salidas (o entradas) se compartirán con los ramales directos para giro a la derecha.

Se necesitarán 4 obras de paso adicionales.

###### a3) 4 asas exteriores (estrella indonesia):

Las asas coincidirán en ordenación indonesia (cada vehículo deja a estribor al opuesto sin cruzarlo) sobre la obra de paso para cruce de las dos carreteras, que resultará de 4 niveles.

El enlace resultará muy compacto (Fig. 119).

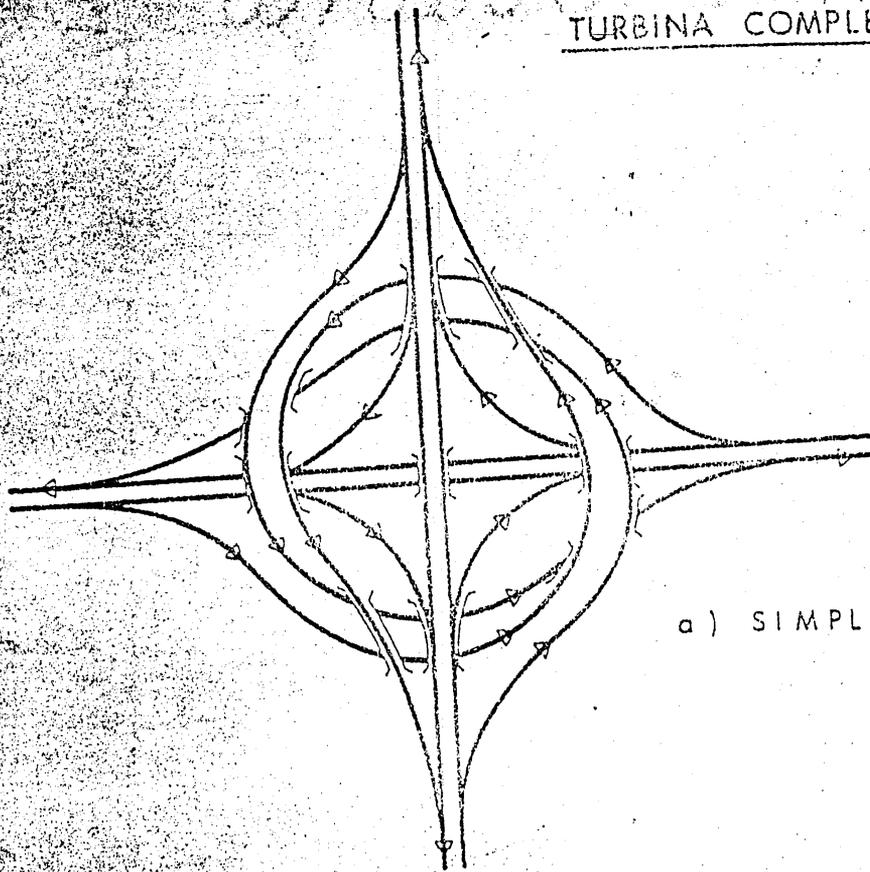
##### b) Predominio del tráfico de giro

###### b1) 4 semidirectos (esvástica):

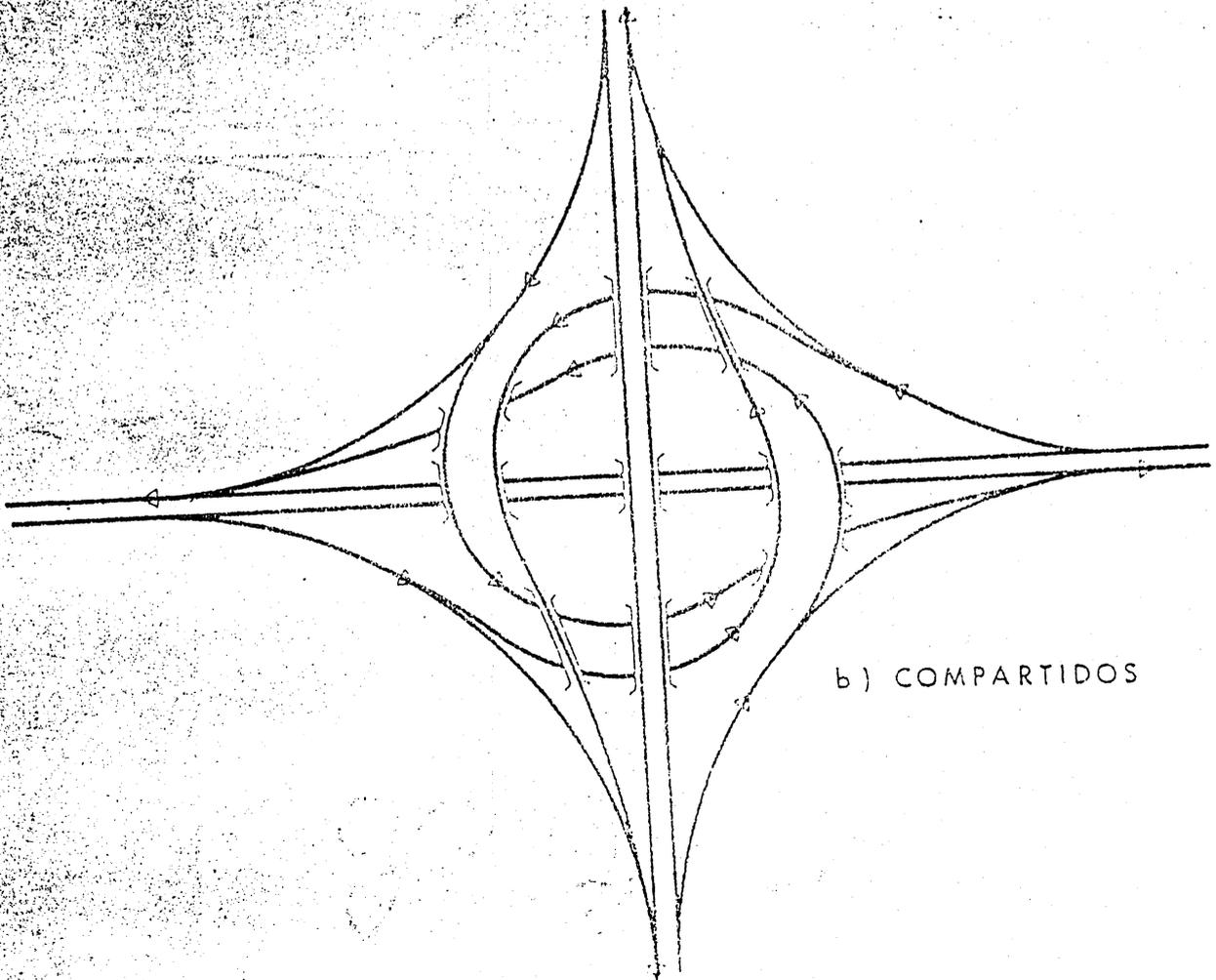
Será preciso ensanchar las dos medianas, para que las 4 obras de paso adicionales necesarias no resulten muy oblicuas.

Se compartirán entradas y salidas con los ramales directos para giro a la derecha y, según el tipo de semidirecto, resultarán dos entradas o dos salidas seguidas sobre cada calzada principal (Fig. 120), que se podrán combinar en una vía colectora-distribuidora (apartado 13.7).

TURBINA COMPLETA CON ACCESOS



a) SIMPLES



b) COMPARTIDOS

FIG. 117

MOLINO COMPLETO

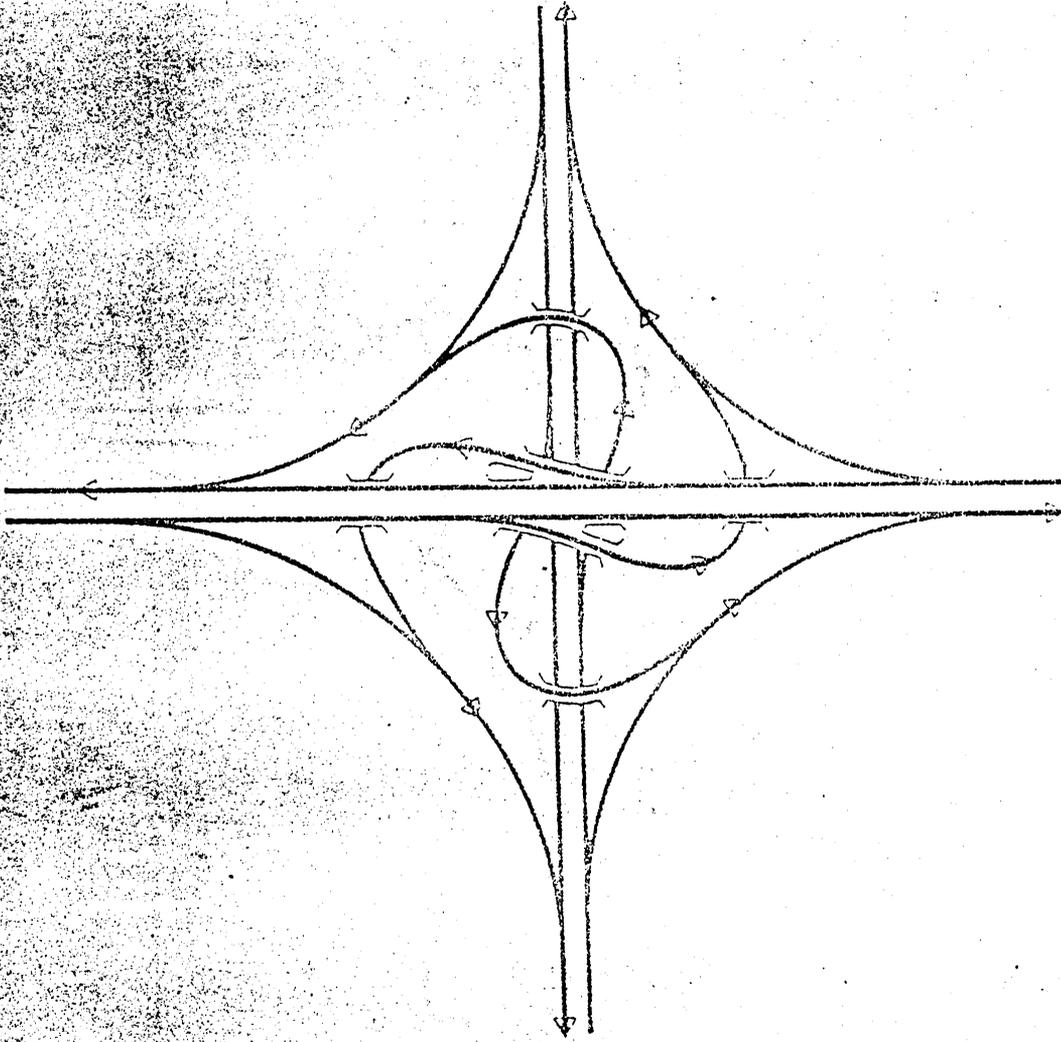


FIG. 118

ESTRELLA INDONESIA

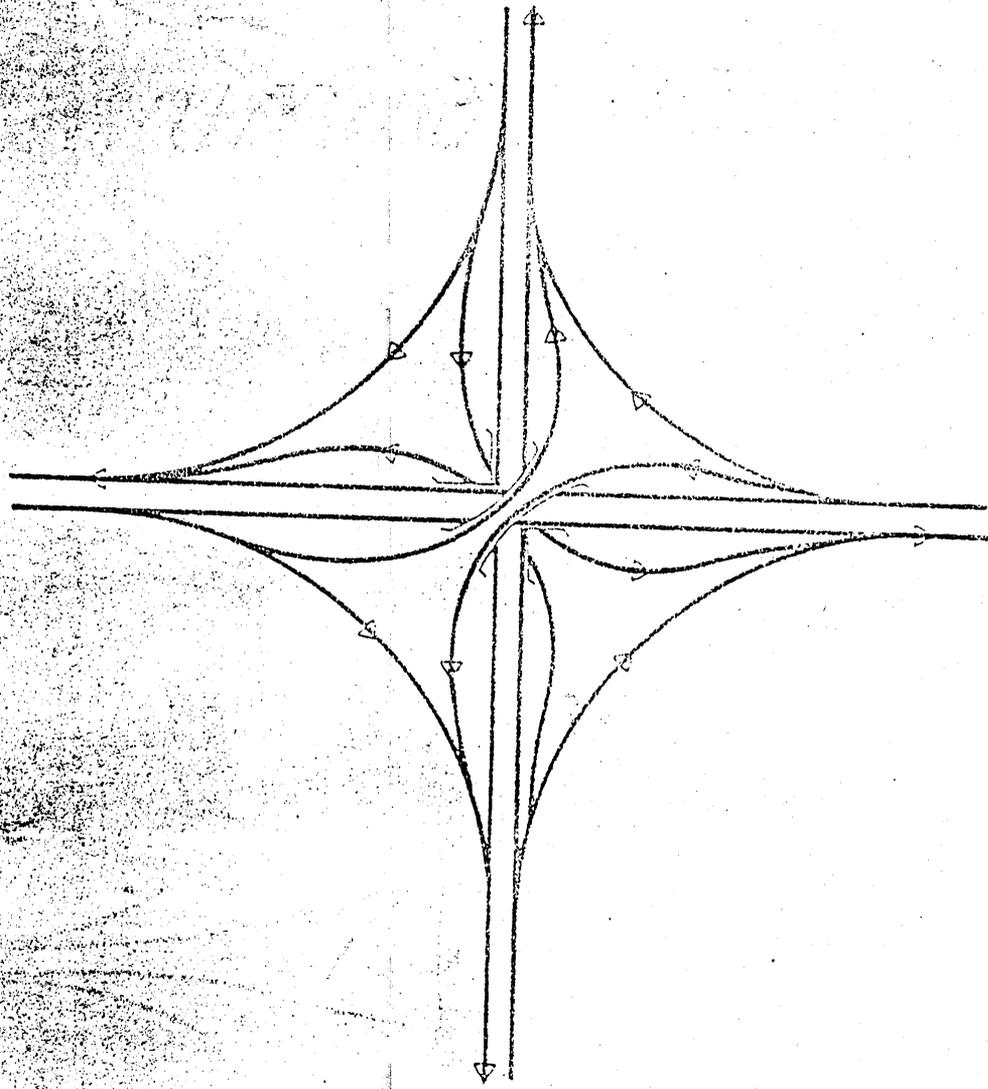
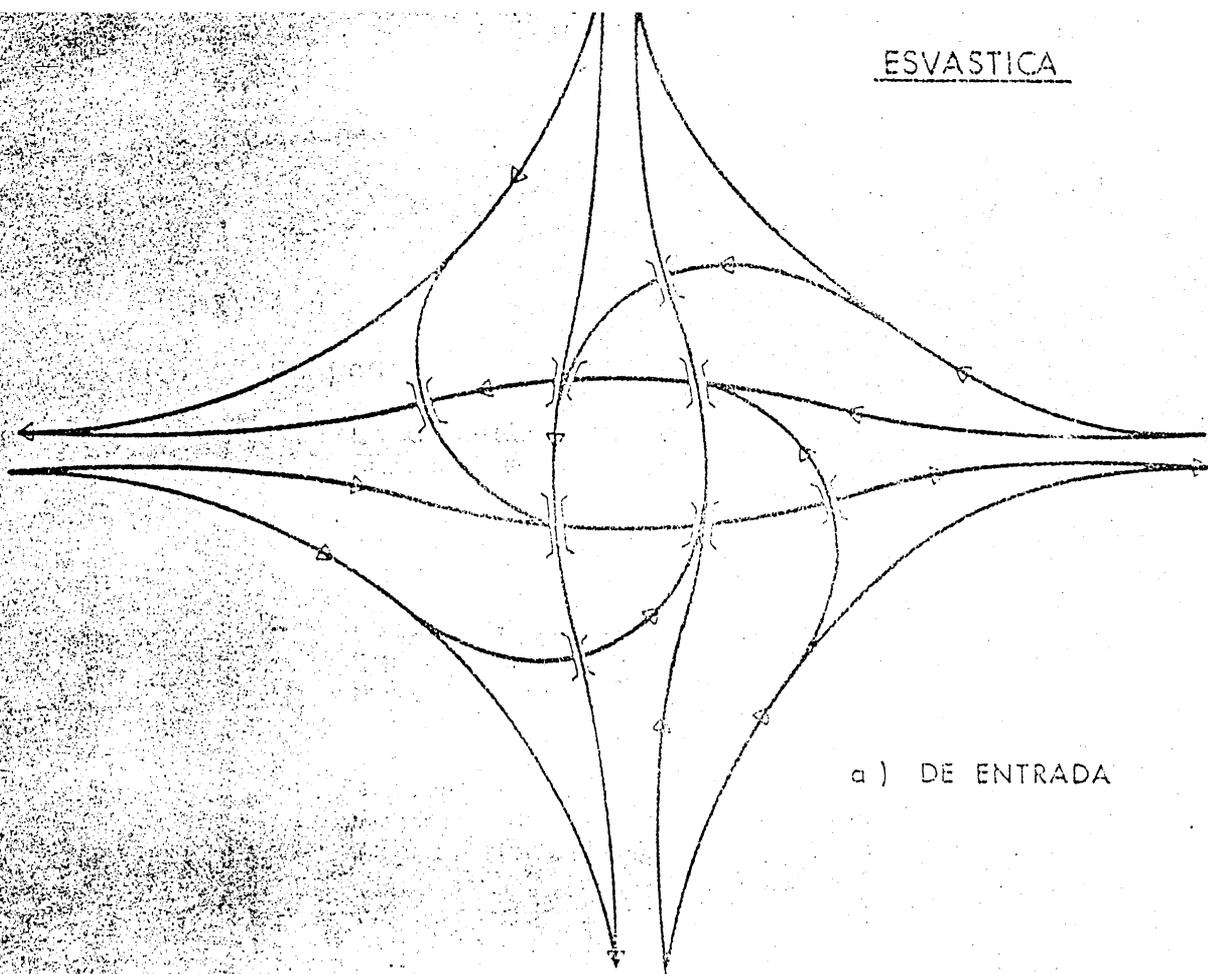
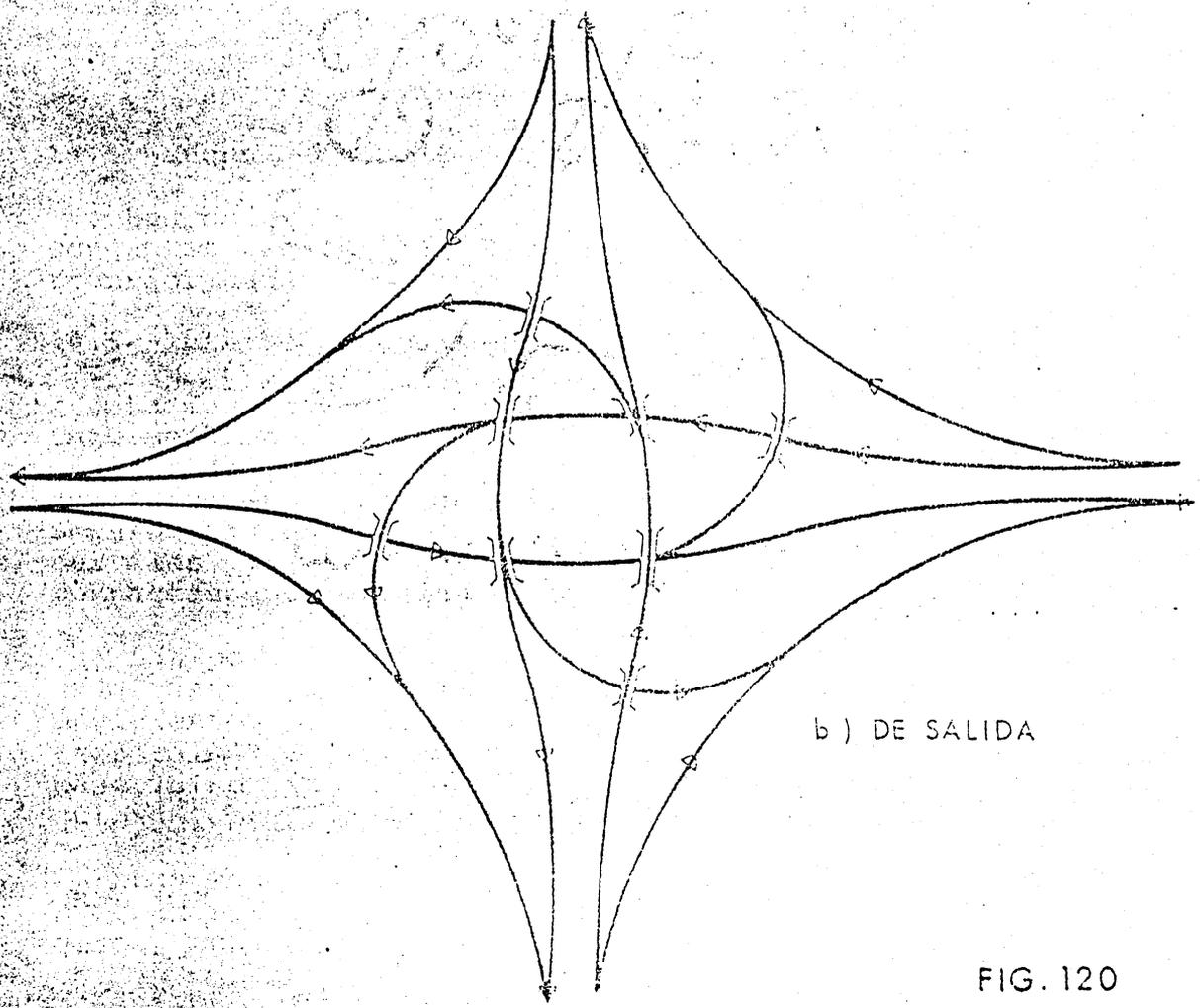


FIG.119



a) DE ENTRADA



b) DE SALIDA

FIG. 120

## b2) 4 directos:

Se podrán adoptar tres disposiciones, muy compactas:

- La omnidireccional (Fig. 121), que necesitará 12 obras de paso adicionales, todas ellas bastante oblicuas. En cada calzada principal habrá 2 entradas y 2 salidas, unas a la derecha y otras a la izquierda, y enfrentadas.
- La estrella transpuesta (Fig. 122), en la que se han transpuesto las calzadas de las dos carreteras. Sólo se necesitarán la obra de paso de cruce de las dos (escindida en 4 tableros), y las 4 obras de paso para la transposición. La implantación de entradas y salidas en cada calzada principal será mejor que en el omnidireccional, al ser sucesivas (apartado 13.3.3) y no estar enfrentadas.
- La estrella superpuesta (Fig. 123), evolución de la estrella transpuesta en la que, en lugar de transponerse las calzadas, se superponen en dos estructuras de gran longitud y de hasta 4 niveles. Esta solución únicamente será justificable por graves restricciones de espacio.

14.5 Nudos de más de cuatro tramos

Los nudos de más de cuatro tramos deberán ser reducidos a conjuntos adyacentes de nudos de tres o cuatro tramos, o transformados en glorietas (apartado 14.7).

14.6 Intersecciones semaforizadas

La mayoría de las consideraciones relacionadas con las intersecciones en las que los cruces estén ordenados por prioridad fija de paso (apartado 13.2.1) serán también aplicables a aquéllas en las que la ordenación se realice mediante semáforos; las cuales, incluso si se aumentara el número de carriles (apartado 8.1.1.3.2) resultarán, en general, más compactas que aquéllas.

Las posibilidades de regulación del semáforo -duración de cada fase y duración total del ciclo- permitirán favorecer unos movimientos frente a otros. No sólo se podrán separar temporalmente los cruces relacionados con los movimientos de paso, sino también los relacionados con los giros a la izquierda, previendo fases especiales para ellos.

Las fases de los semáforos se podrán combinar con otras ordenaciones de la circulación, tales como prohibiciones de giros, establecimiento de sentido único de circulación, etc.

Si un estudio de tráfico (que previera que giraran a la izquierda más de 300 veh/h) justificara la reserva de más de un carril para dicho giro, se deberá combinar con una fase

OMNIDIRECCIONAL

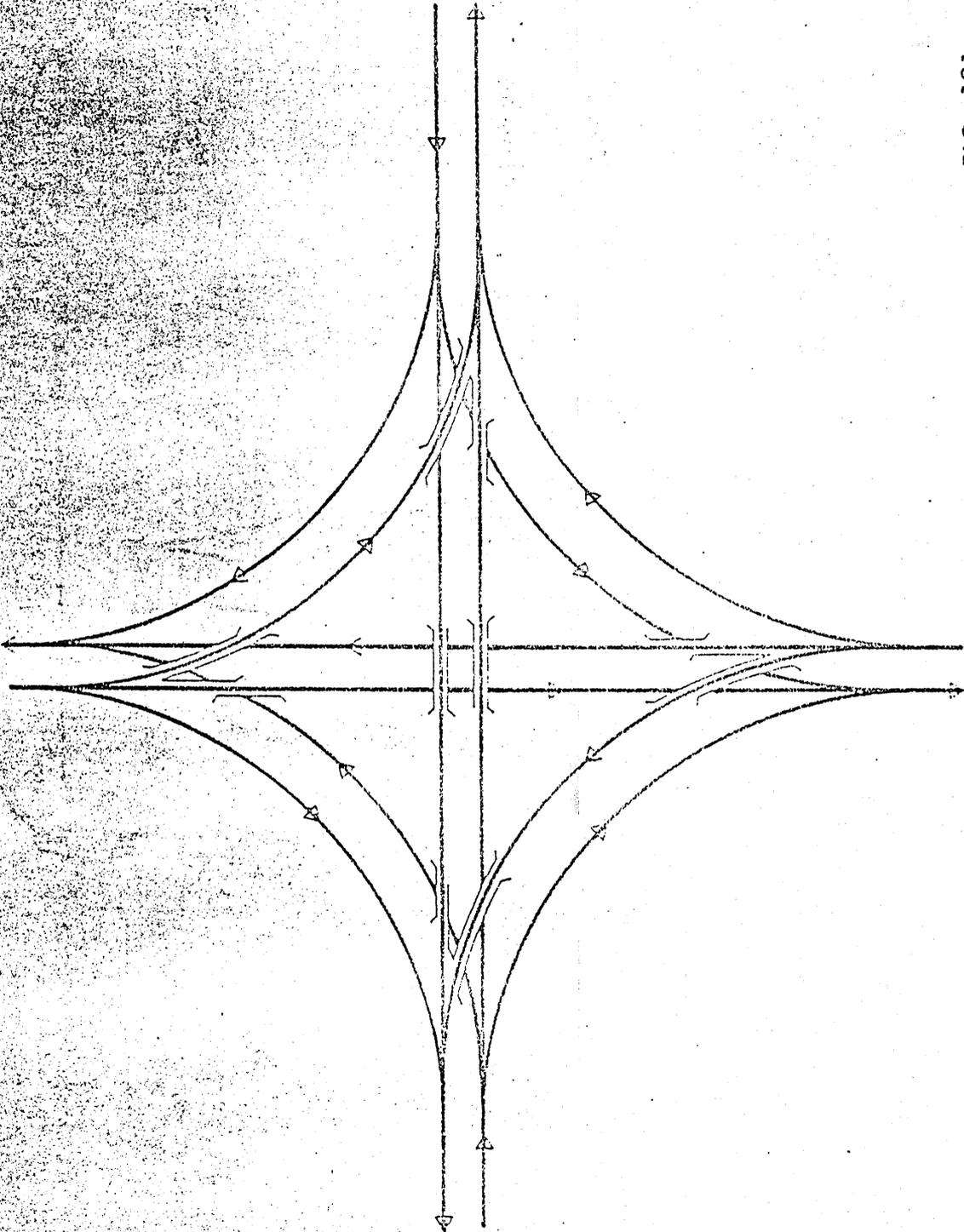
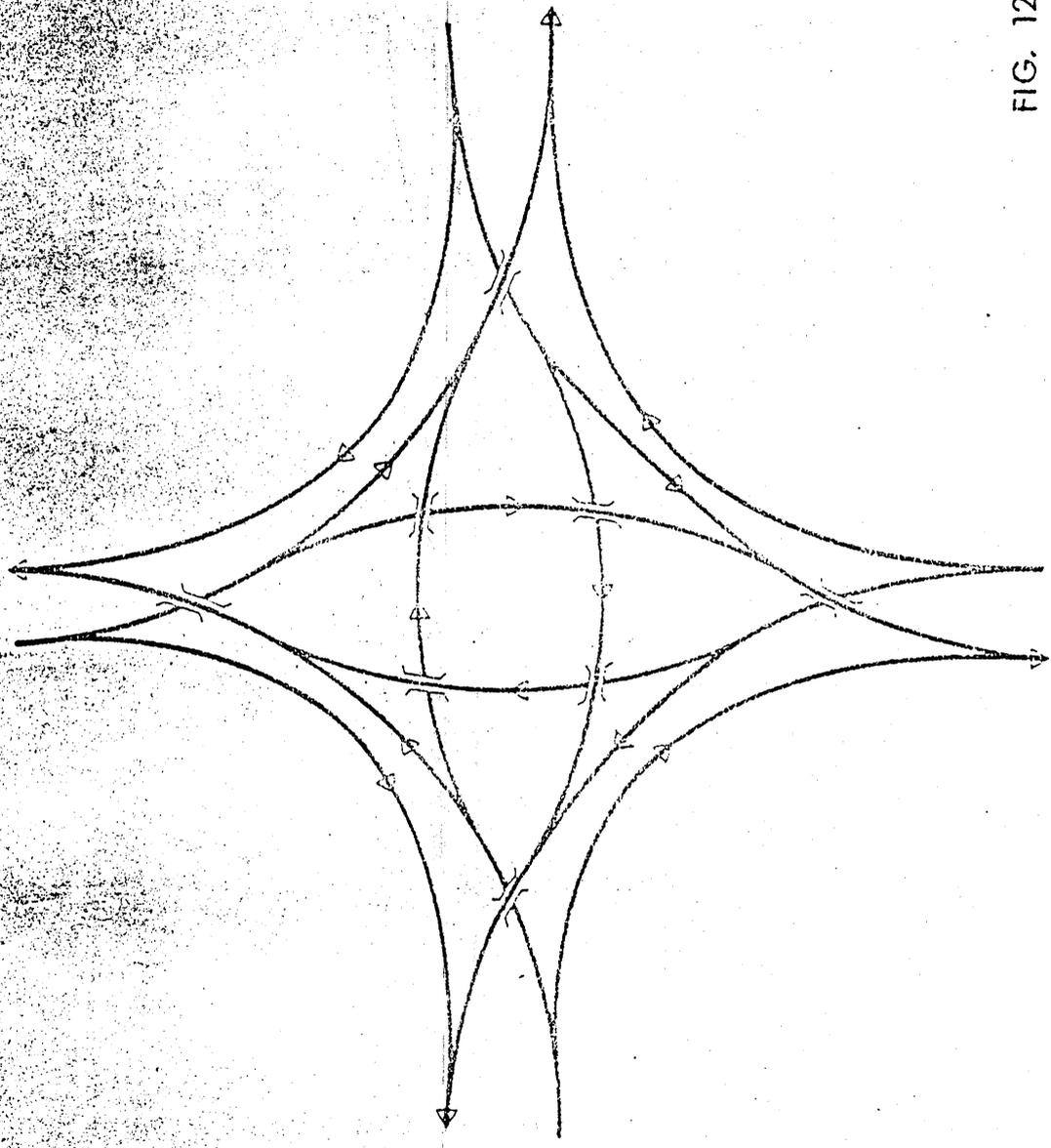


FIG. 121

*Handwritten text, possibly a signature or name, located at the top of the page.*

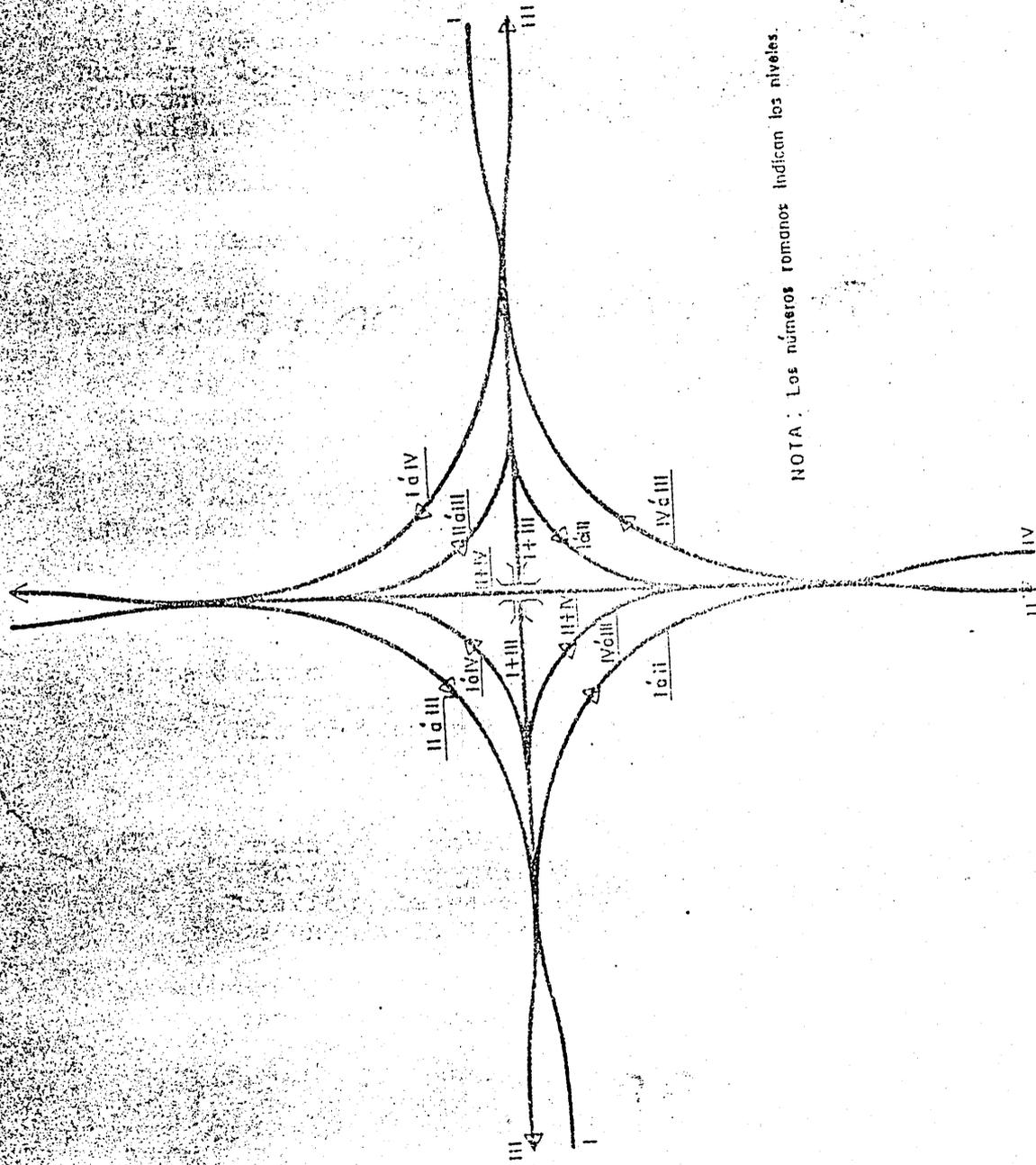
FIG. 122

ESTRELLA TRANSPUESTA



*Handwritten text at the bottom of the page, possibly a signature or name.*

ESTRELLA SUPERPUESTA



NOTA: Los números romanos indican los niveles.

FIG. 123

especial, a fin de que el giro no sea interferido por ningún tráfico opuesto ni de cruce. Si estos carriles se dispusieran independientes de los correspondientes al tráfico de paso (Fig. 124), se deberá dimensionar cuidadosamente su longitud para evitar que una retención desborde sobre estos últimos; donde no hubiera longitud suficiente, será mejor hacer independiente sólo uno de los carriles de giro, y compartir el otro con el movimiento de paso (Fig. 125).

#### 14.7 Glorietas

##### 14.7.1 Generalidades

Se denomina glorieta a un tipo especial de nudo, caracterizado porque los tramos que en él confluyen se comunican a través de una calzada anular, en la que se establece una circulación rotatoria alrededor de una isleta central. No se considerarán glorietas, a estos efectos, a las denominadas "glorietas partidas" (apartado 14.4.2).

Se observarán las "Recomendaciones sobre glorietas" publicadas por la Dirección General de Carreteras en mayo de 1987.

Se recomienda el empleo de glorietas si el número de tramos que confluyera en el nudo fuera superior a cuatro.

Se evitará el empleo de glorietas:

- En zona urbana o semiurbana, donde haya sistemas de regulación de la circulación que agrupen los vehículos al coordinar fases de semáforos.
- Fuera de poblado, en itinerarios principales, donde la pérdida de prioridad que imponga una glorieta al tráfico de paso disminuya su nivel de servicio en más de un nivel.
- Donde uno de los tráfico de acceso sea muy predominante sobre los demás.

Se recomienda que el espaciamiento de los tramos de acceso sea uniforme a lo largo de la calzada anular, lo que en algunos casos exigirá la remodelación de alguno de ellos (Fig. 126).

##### 14.7.2 Tipos de glorieta

###### 14.7.2.1 Glorieta normal

Su isleta central -dotada de bordillos- deberá tener 4 m ó más de diámetro, y generalmente sus entradas estarán abocinadas para permitir una entrada múltiple de vehículos (Fig. 127).

Si el número de tramos fuera mayor de 4, se recomienda el empleo de una glorieta doble (apartado 14.7.2.3).

DOS CARRILES RESERVADOS PARA GIRO A LA IZQUIERDA

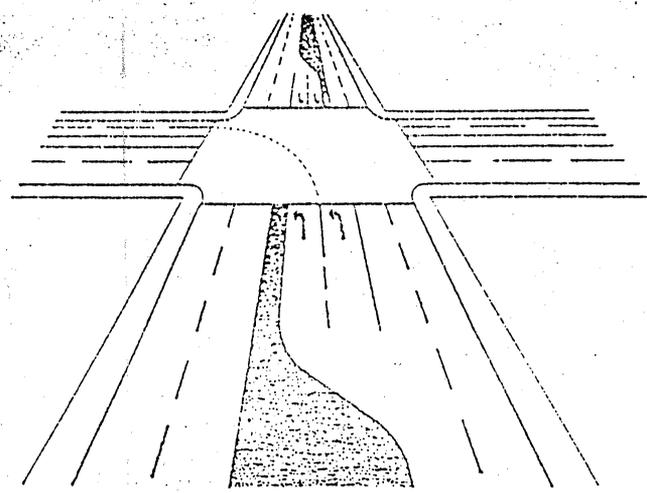


FIG. 124

UN CARRIL RESERVADO Y OTRO COMPARTIDO PARA GIRO A LA IZQUIERDA

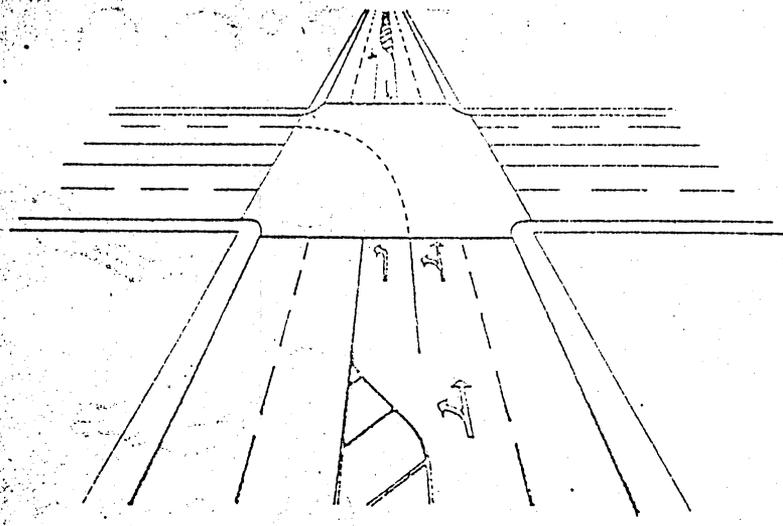
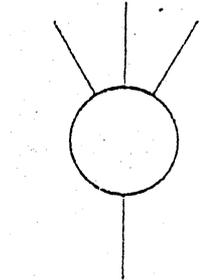
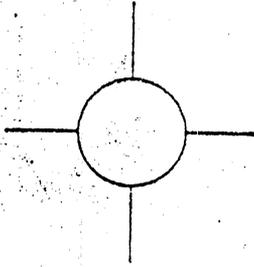


FIG. 125

ESPACIAMIENTO DE LOS TRAMOS



INCORRECTO



CORRECTO

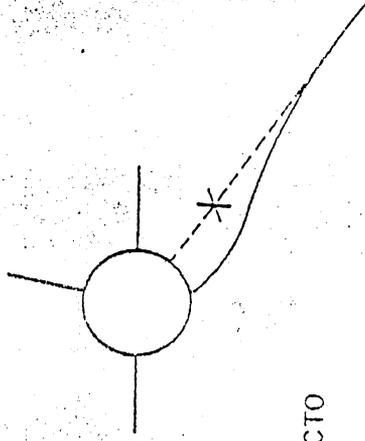


FIG. 126

ISLETAS ENCAUZADORAS EN UNA  
GLORIETA NORMAL

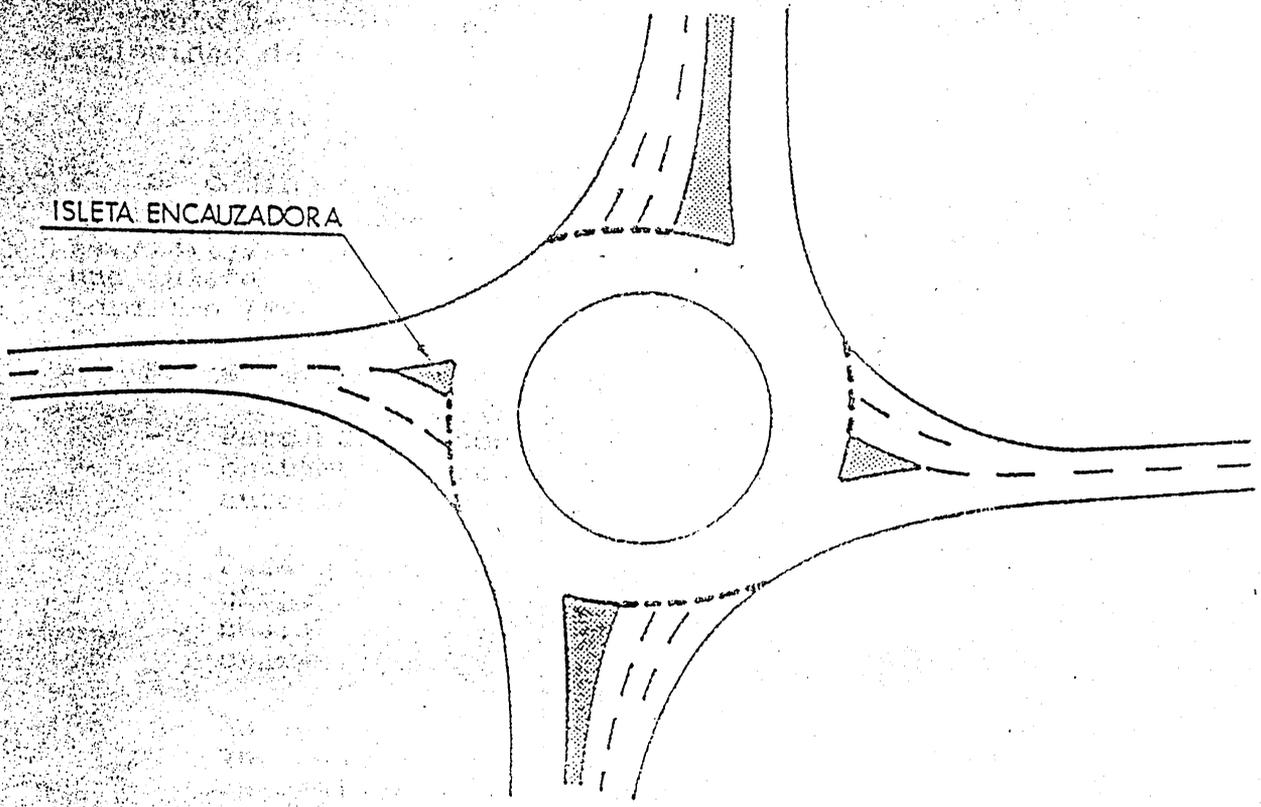


FIG. 127

#### 14.7.2.2 Miniglorieta

Su isleta central será circular -a nivel o ligeramente abombada- y tendrá menos de 4 m de diámetro; sus entradas podrán estar abocinadas o sin abocinar (Fig. 128).

Sólo se podrán usar donde todos los accesos tuvieran su velocidad de recorrido (apartado 4.1) limitada a 50 km/h.

#### 14.7.2.3 Glorieta doble

Se define como una intersección compuesta por dos glorietas normales (apartado 14.7.2.1) o miniglorietas (apartado 14.7.2.2), contiguas o conectadas por un tramo de unión o por una isleta divisoria (apartado 13.4.2) materializada por un bordillo (Fig. 129).

Se recomienda su empleo:

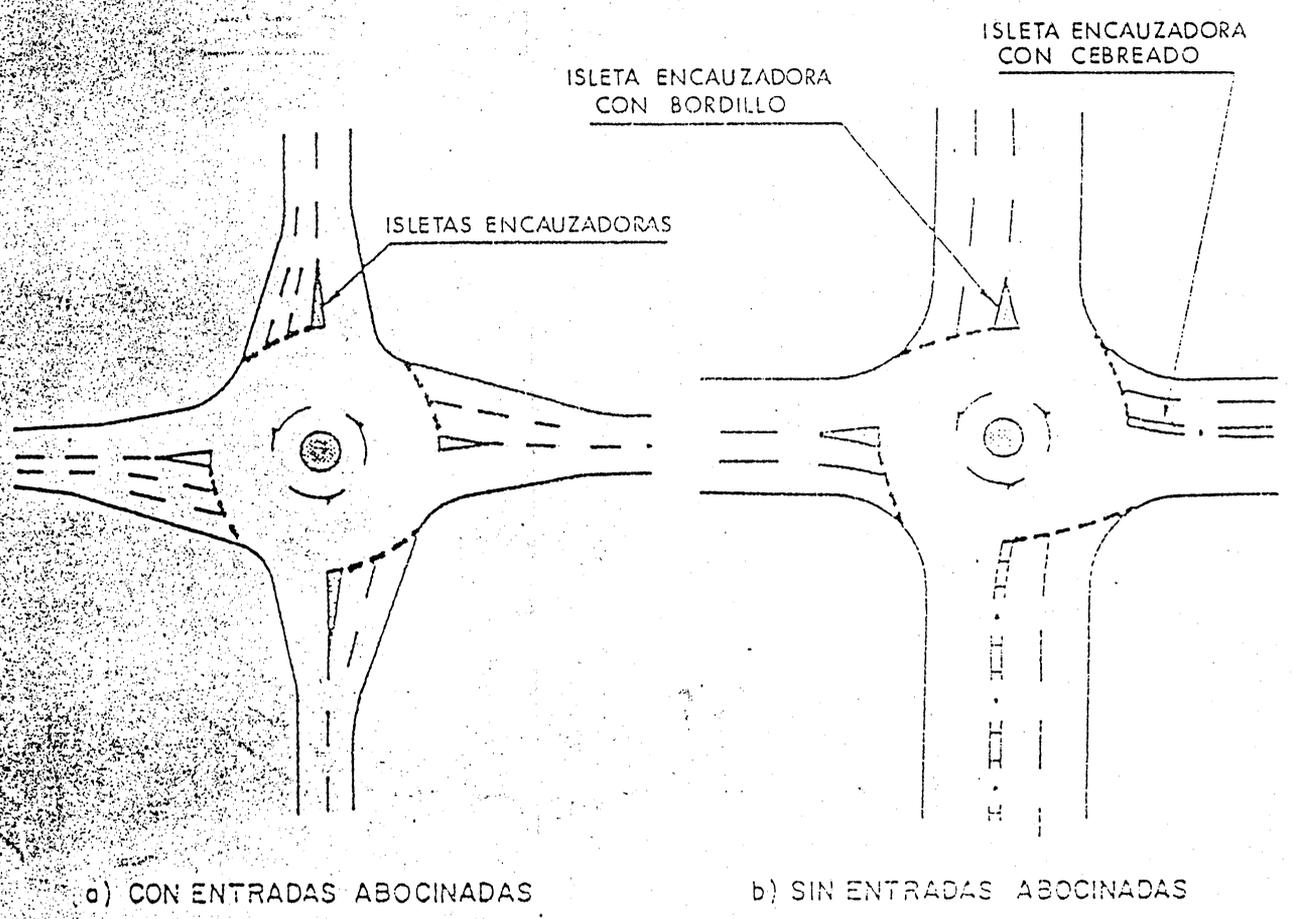
- Para unir dos carreteras paralelas separadas por un obstáculo lineal tal como un río, un ferrocarril, una autopista o una autovía.
- Para acondicionar intersecciones existentes separando giros a la izquierda opuestos con una ordenación indonesia (cada vehículo deja a estribor al opuesto sin cruzarlo).
- En nudos asimétricos o de planta muy esviada, en los que una intersección convencional requeriría una amplia remodelación de los accesos, y una glorieta normal (apartado 14.7.2.1) una excesiva ocupación.
- Sustituyendo a glorietas normales (apartado 14.7.2.1) congestionadas o de más de 4 tramos.

#### 14.7.2.4 Glorieta a distinto nivel

En una glorieta a distinto nivel, al menos un tramo de acceso conecta con una carretera que la cruce de esa manera (el tráfico que salga de ésta puede tener dificultades en reducir su velocidad para entrar a la glorieta); se interrumpe la continuidad de todas las demás carreteras.

Las más habituales son las de dos puentes y las de tipo "pesa". En las primeras (Fig. 130 a) se recomienda conseguir un diseño compacto, pues de lo contrario ocuparán mucho sitio. Se podrá considerar que las segundas (Fig. 130 b) constituyen una solución intermedia entre un enlace en diamante (apartado 14.4.3.1) y una glorieta de dos puentes.

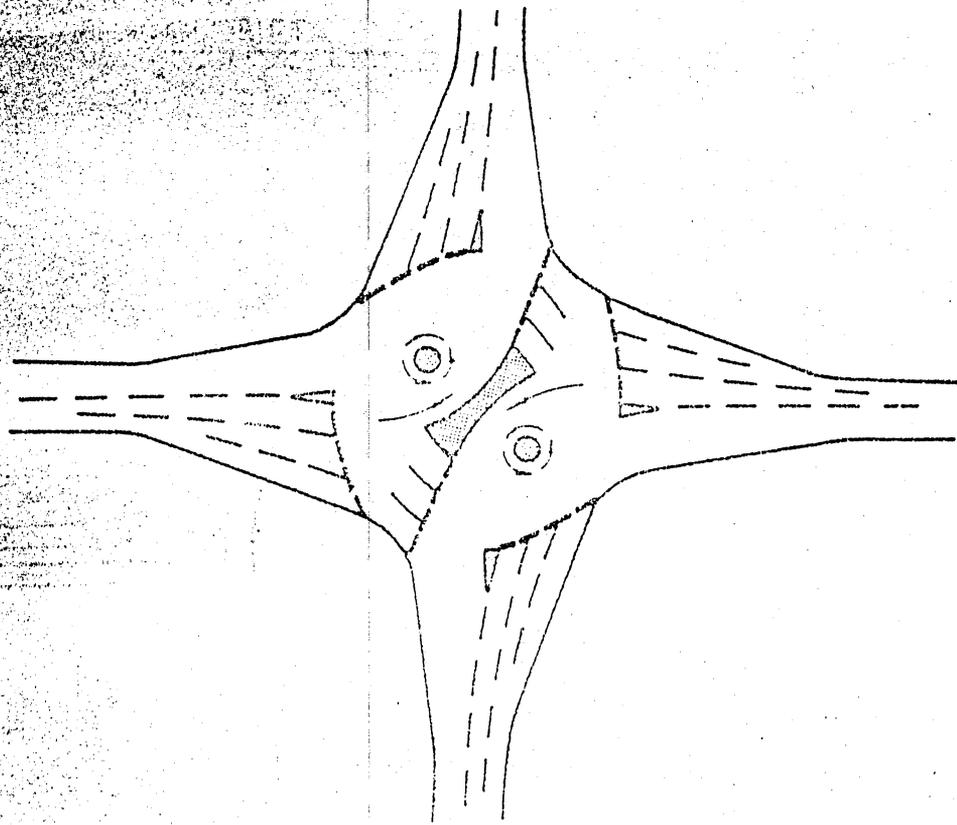
# MINIGLORIETAS



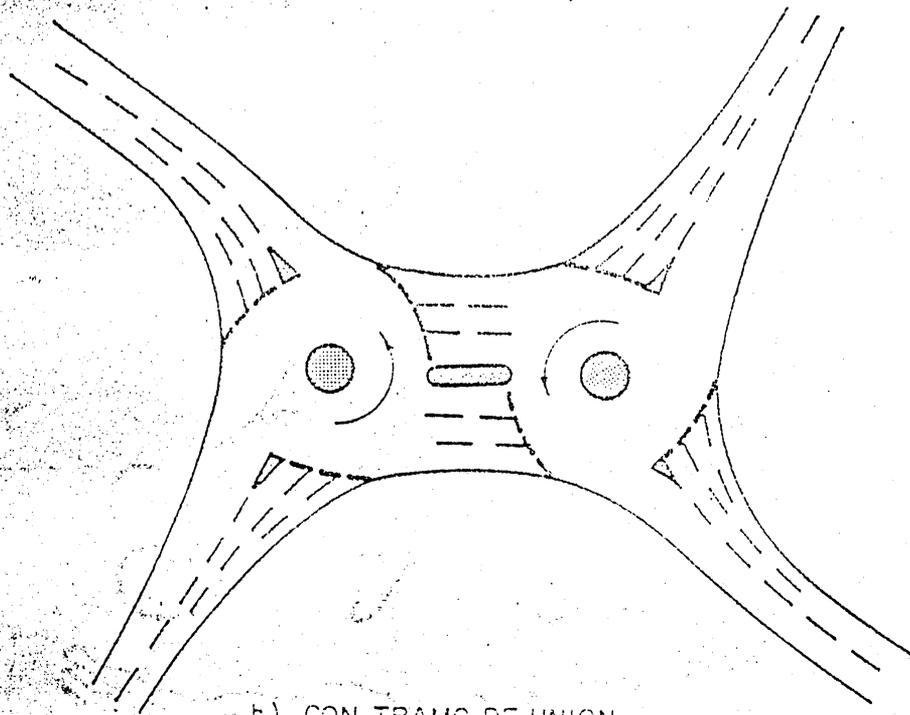
a) CON ENTRADAS ABOCINADAS

b) SIN ENTRADAS ABOCINADAS

FIG. 128



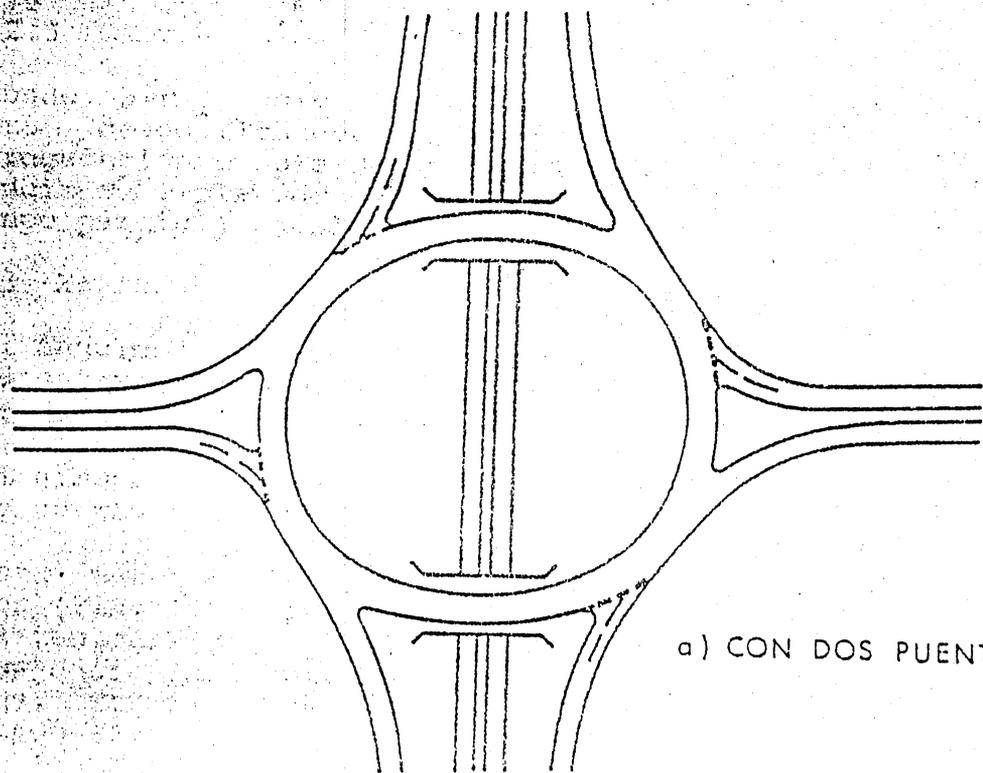
c) CONTIGUAS



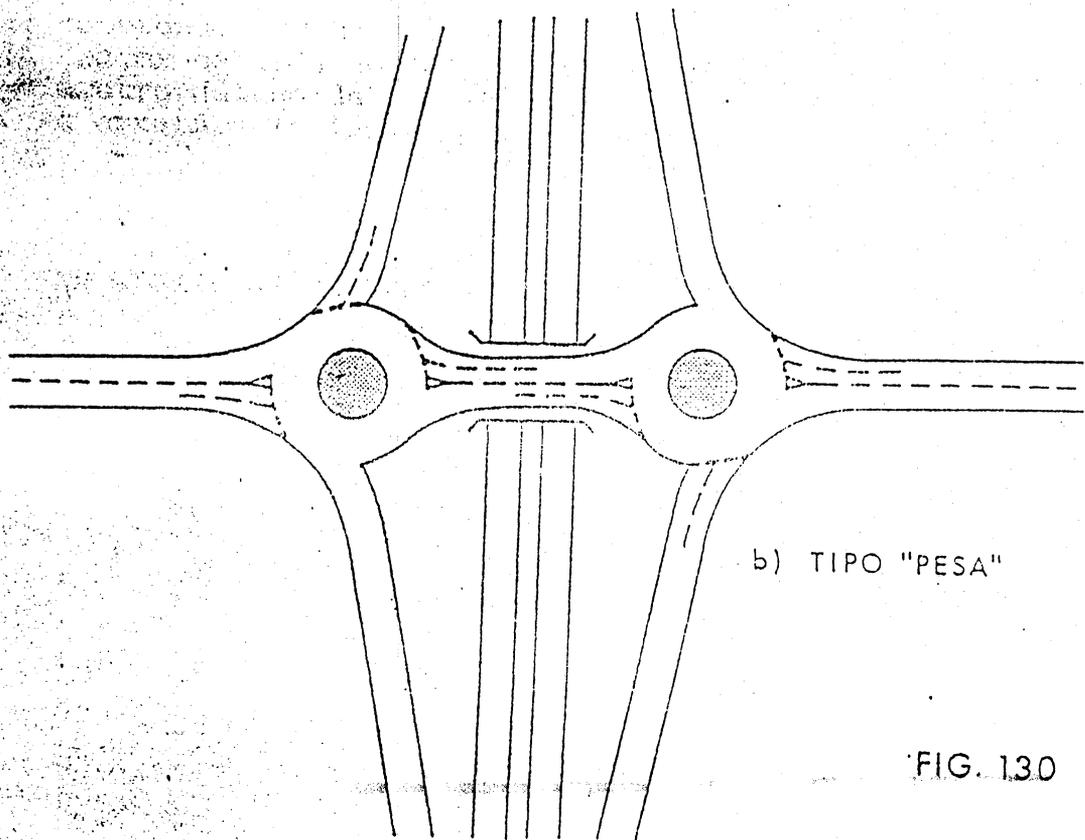
b) CON TRAMO DE UNION

FIG. 129

GLORIETA A DISTINTO NIVEL



a) CON DOS PUENTES



b) TIPO "PESA"

FIG. 130

#### 14.7.2.5 Glorieta semaforizada

Donde, por excesiva intensidad de la circulación o por un reparto desequilibrado entre sus entradas, se impida la autorregulación propia de una glorieta, se estudiará la conveniencia de implantar semáforos (con funcionamiento continuo o a tiempo parcial) en algunas de sus entradas, o en todas ellas.

#### 14.7.3 Entradas

El ángulo de la trayectoria de entrada a la calzada anular deberá estar comprendido entre  $20^\circ$  y  $60^\circ$  (Fig. 131), con un óptimo de  $25^\circ$ .

El giro inicial de la trayectoria no deberá ser inferior a  $15^\circ$ , y su radio de curvatura no podrá rebasar 100 m.

Para mejorar la inflexión se recomienda desalinearse los accesos (Fig. 132), pero no hacia la derecha del centro de la isleta central (Fig. 133). Se evitará desviar bruscamente los accesos hacia la izquierda y luego hacia la derecha antes de la entrada. También se podrán emplear isletas encauzadoras (apartado 12.4.3), incluso auxiliares (Fig. 133).

El menor radio de curvatura del borde de la calzada en una entrada deberá estar comprendido entre 6 m (10 m donde hubiera vehículos pesados) y 100 m, recomendándose 20 m.

#### 14.7.4 Calzada anular

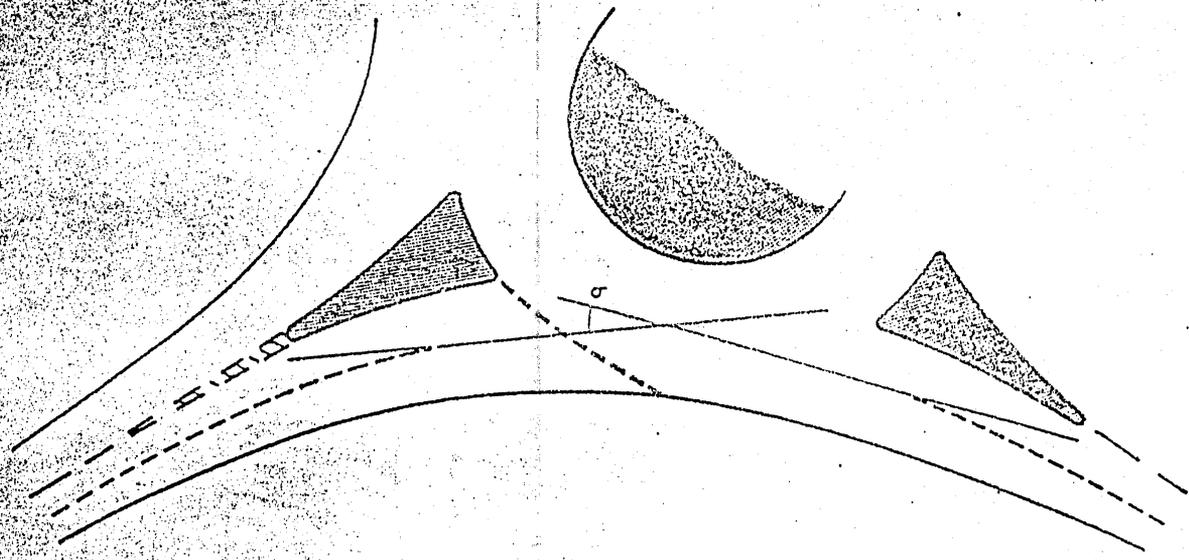
La anchura de la calzada anular deberá ser constante y estar comprendida entre el 100 y el 120 % de la anchura máxima de la mayor calzada de entrada, sin exceder de 15 m; salvo si el diámetro del borde exterior fuera inferior a 36 m, en cuyo caso se estará a lo indicado en la tabla 31.

TABLA 31

ANCHURA DE LA CALZADA ANULAR  
EN GLORIETAS DE MENOS DE 36 m DE DIAMETRO EXTERIOR

DIAMETRO (m) DE LA ISLETA CENTRAL	ANCHURA (m) DE LA CALZADA ANULAR
4	12,0
6	11,4
8	10,9
10	10,4
12	10,0
14	9,6
16	9,3
18	9,0

EJEMPLO DE ANGULO DE ENTRADA DEMASIADO PEQUEÑO  
E INFLEXION DE ENTRADA INSUFICIENTE



EJEMPLO DE ANGULO DE ENTRADA DEMASIADO GRANDE

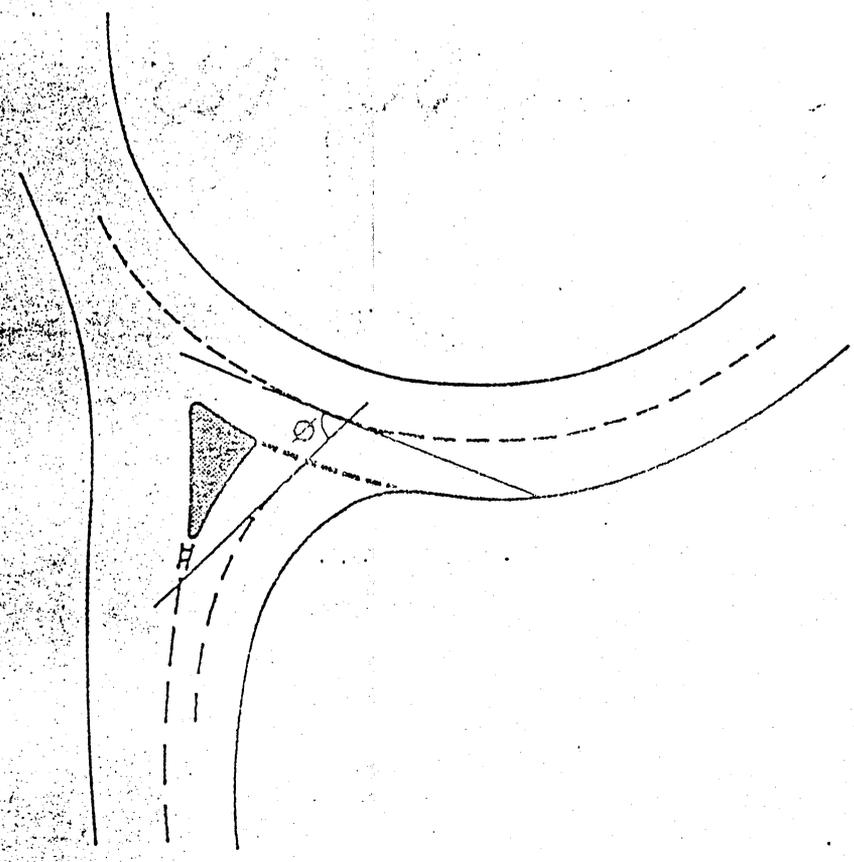
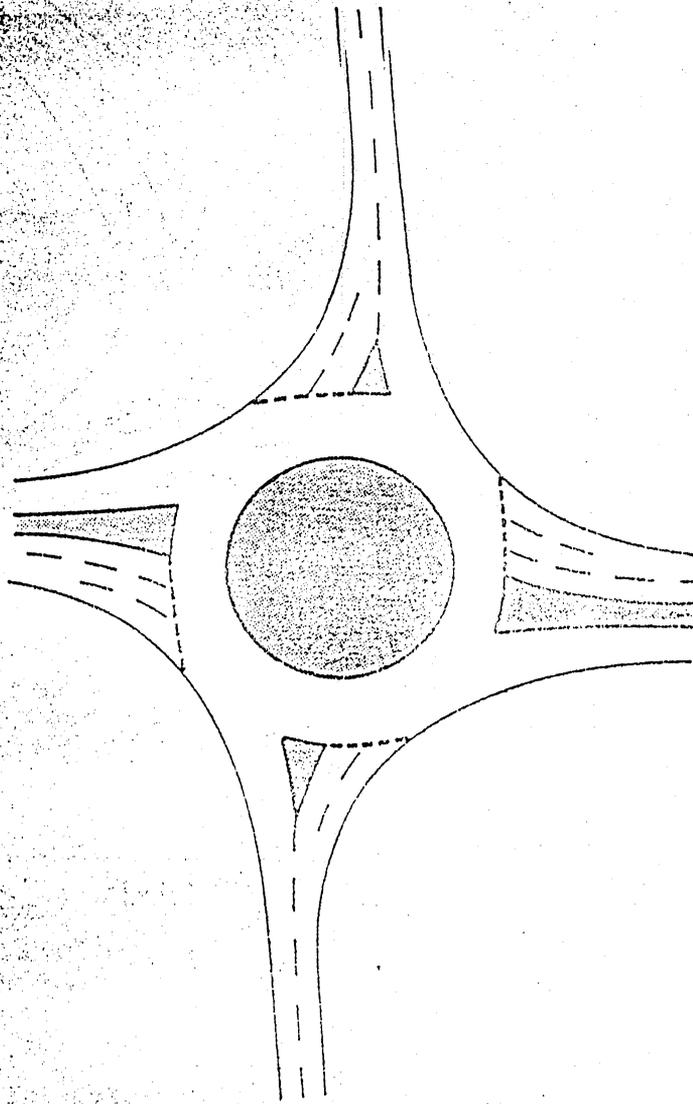
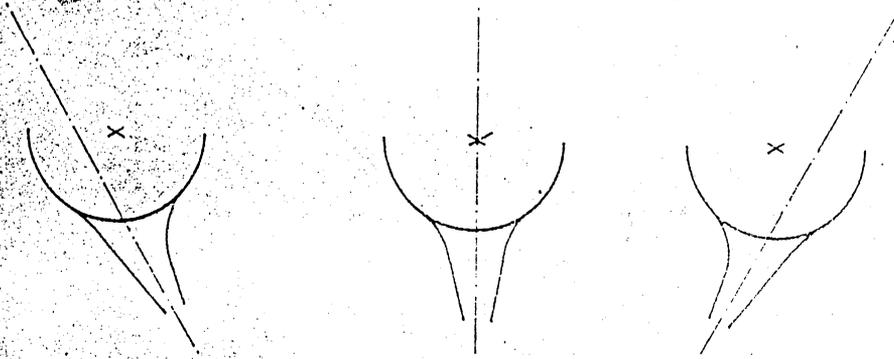


FIG. 131

INFLEXION A LA ENTRADA DESALINEANDO LOS ACCESOS



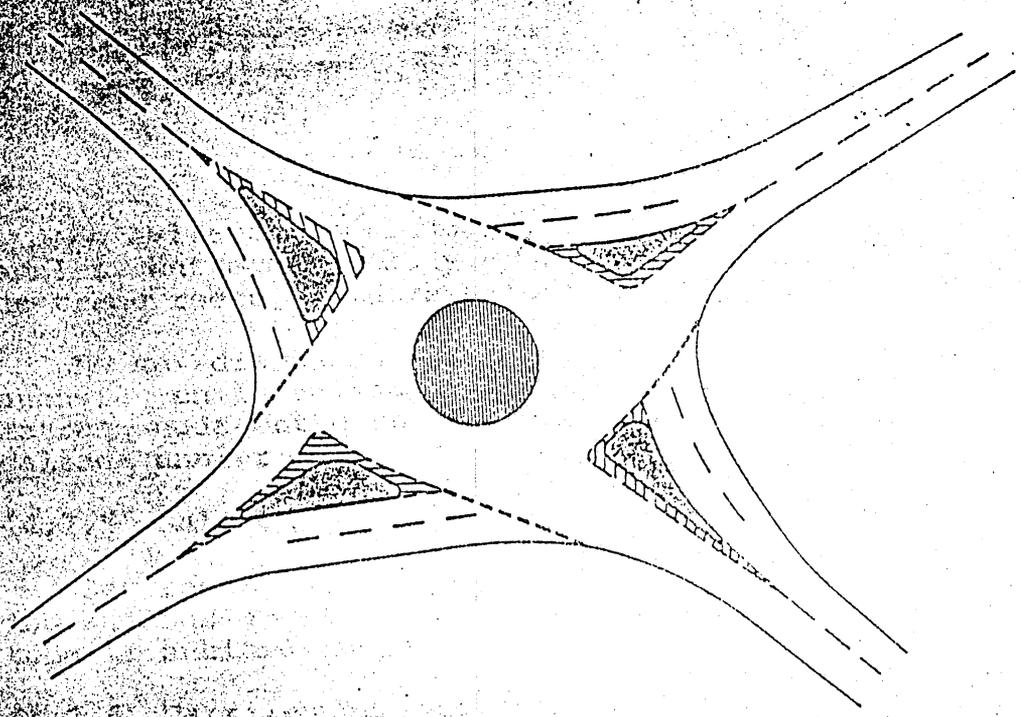
DESALINEACION DE UN ACCESO



CORRECTO

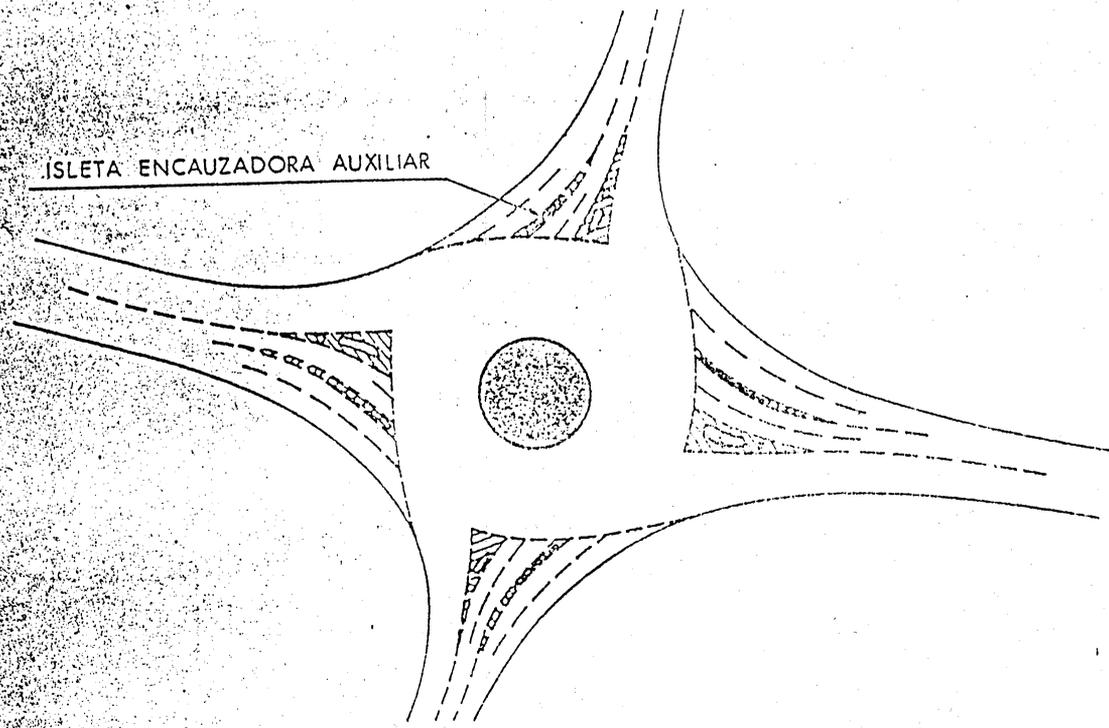
INCORRECTO

FIG. 132



AUMENTO DE LA INFLEXION A LA ENTRADA POR MEDIO DE  
ISLETAS ENCAUZADORAS AUXILIARES

ISLETA ENCAUZADORA AUXILIAR



Se evitarán contracurvas en el borde exterior de la calzada anular, entre entradas y salidas adyacentes, que se unirán con un tramo recto, o incrementando el radio de la curva de salida.

No se dispondrán arcenes exteriores de más de 1 m de anchura en la calzada anular. La isleta central se dispondrá retranqueada entre 30 y 50 cm respecto del borde interior de la calzada anular.

#### 14.7.5 Salidas

Se recomienda que el radio mínimo del bordillo interior en las salidas no sea inferior a 40 m (mínimo absoluto 20 m, sobre todo si hubiera un paso para peatones).

#### 14.7.6 Carriles segregados para giro a la derecha

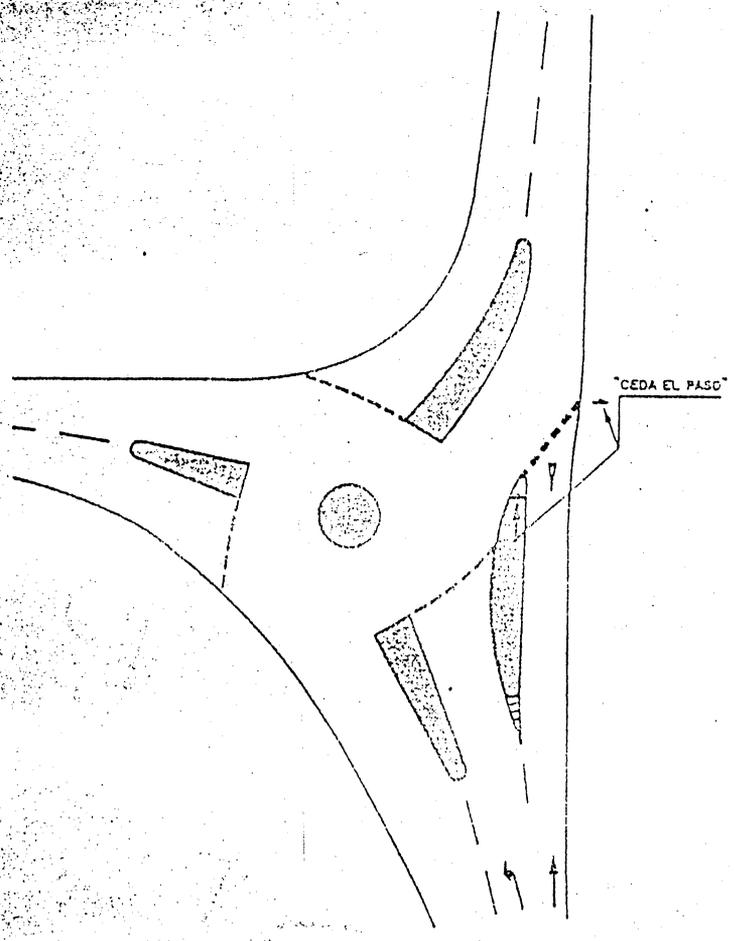
Se considerará su empleo si más del 50 % de la intensidad (o más de 300 veh/h en la hora punta) en una entrada que dispusiera de tres o más carriles pretendieran abandonar la calzada anular por la salida inmediatamente siguiente.

La segregación se podrá materializar sólo por marcas viales -cuya anchura total no deberá ser inferior a 1 m, sin usar doble línea ni línea continua- o mediante bordillos montables o isletas (Fig. 134), comprobando en este último caso que el mobiliario urbano no obstruye la visibilidad.

#### 14.7.7 Pendiente longitudinal

Las glorietas se situarán, salvo justificación en contrario, en rasantes horizontales o acuerdos cóncavos y, en todo caso, donde hubiera menos del 3 % de inclinación, evitando acuerdos convexos o sus inmediaciones.

CARRIL SEGREGADO DIRECTO PARA EL GIRO A LA DERECHA EN UNA GLORIETA DE TRES TRAMOS



CARRIL PARA GIRO A LA DERECHA SEGREGADO POR MEDIO DE MARCAS VIALES

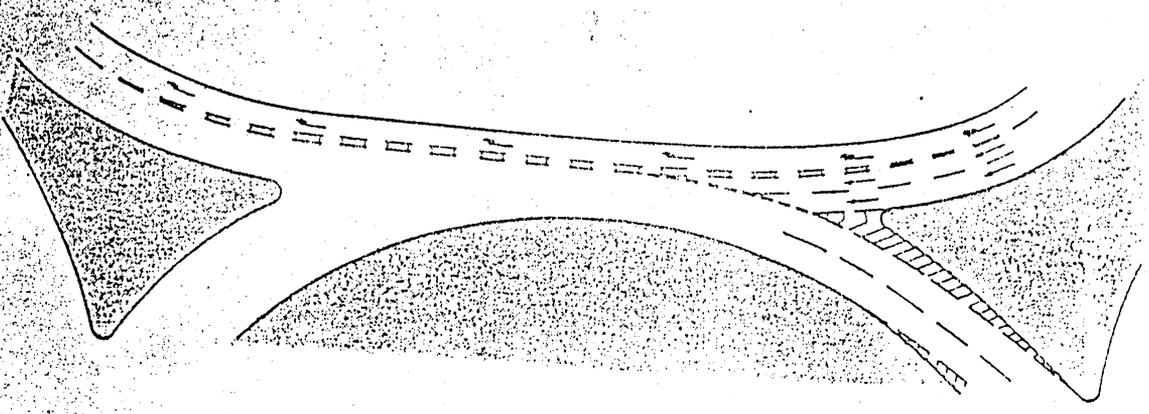


FIG. 134