



REPÚBLICA DE CUBA

Elaboración de Proyectos de Construcción

CARRETERAS RURALES

Categorización técnica y características geométricas del trazado directo

NC

53-02

1986

Construction Design Elaboration. Rural Roads. Technical Categorization and Geometric Characteristics of Direct Tracing

Обработка проектов строительства. Посев дорожное. Техническая категория и геометрические характеристики прямой трассировки

Esta norma establece la categorización técnica de las carreteras rurales de la Red Nacional, así como las características geométricas del trazado directo de las mismas.

1. Generalidades

- 1.1 Esta norma se aplicará a los proyectos de nuevas carreteras, así como a la reconstrucción general de las existentes, comprendidas dentro de las categorías I, II, III y IV que se establecen en este documento.
- 1.2 Se considerarán, carreteras rurales a aquellas vías dedicadas para el uso del tránsito automotor en general, ubicadas fuera de los límites de las zonas urbanas.
- 1.3 Para los proyectos de caminos forestales, véase la NC 53-126:84 "Elaboración de proyectos de construcción. Diseño geométrico de caminos forestales. Parámetros fundamentales y secciones típicas".
- 1.4 Esta norma no se aplicará a los proyectos de Autopistas, ni de caminos.

2. Categorización Técnica

- 2.1 La categorización técnica de las carreteras se realiza en función de estudios técnicos - económicos, que comprenden intensidad de tránsito, tipo de terreno, destino funcional y otras consideraciones estatales.
- 2.2 En función de la intensidad de tránsito las carreteras se dividen en las siguientes categorías técnicas (Véase tabla 1).

Aprobada:
Noviembre 1986

ESTA NORMA ES OBLIGATORIA
Sustituye a las NC 53-02:78; NC 53-96:83
NC 53-112:84; NC 53-123:84; NC 53-128:84

Vigente a partir de:
Abril 1987

Tabla 1

	CATEGORIA TECNICA	INTENSIDAD DE TRANSITO (PAIDT) Veh/d
1	AUTOPISTAS	mayor que 8 000
2	I	mayor que 4 000 a 8 000
3	II	mayor que 2 000 a 4 000
4	III	de 750 a 2 000
5	IV	menor que 750

Nota. La intensidad de tránsito (PAIDT) es el Promedio Anual de Intensidad Diaria de Tránsito esperado para el año de diseño de la carretera. Se utiliza para denominar la categoría de la misma para un período de 20 años y se determina mediante conteo y pronósticos de tránsito.

Estará expresado en vehículos ligeros, utilizándose los siguientes factores de conversión:

- Tránsito en vehículos mixtos a tránsito de vehículos ligeros

$$\left(\frac{100 - P_r + E_t P_t}{100} \right)$$

- Tránsito en vehículos ligeros a tránsito en vehículos mixtos

$$\frac{100}{(100 - P_r + E_t P_t)}$$

donde:

P_t Por ciento de vehículos pesados

E_t Factor de equivalencia

Para la categorización técnica, E_t es igual a:

Un Omnibus = 2 vehículos ligeros

Un Camión = 2,5 vehículos ligeros.

- 2.3 Elementos y parámetros básicos. Representa la máxima velocidad que puede mantenerse en la carretera con seguridad, cuando las condiciones meteorológicas y de tránsito no influyen desfavorablemente, siendo las únicas limitaciones las que están dadas por las características geométricas y estructurales de dicha carretera.

Para las diferentes categorías de carreteras y en dependencia del tipo de terreno por el cual se desarrollan sus trazados, se fijan las siguientes velocidades de diseño (véase tabla 2).

Tabla 2

CATEGORIA TECNICA DE LA CARRE- TERA	VELOCIDAD DE DISEÑO km/h		
	TIPO DE TERRENO		
	LL	O	M
I	100	80	60
II	80	60	50
III	60	50	40
IV	50	40	30

Notas:

1. Terreno llano (LL). Cuando en una longitud de 500 m medida a lo largo del eje de la carretera y dentro de la faja de emplazamiento, la diferencia de nivel entre dos puntos es menor que 20 m o cuando la pendiente transversal del terreno medida en secciones cada 100 m a lo largo del trazado es menor del 5 %
2. Terreno ondulado (O) Cuando la diferencia de nivel entre dichos dos puntos está entre los 20 y 35 m o la pendiente transversal del terreno está entre el 5 y el 20 %
3. Terreno montañoso (M) Cuando la diferencia de nivel entre dichos dos puntos es mayor de 35 m o la pendiente transversal del terreno es mayor del 20 %
4. Estas definiciones se utilizan para generalizar el tipo de terreno en un tramo del trazado, dándole la clasificación del tipo predominante. Este tramo de trazado debe ser como mínimo de 3,0 km.

- 2.3.2 Gálibo. Representa al área sobre la sección transversal de la carretera que garantiza que por la misma la circulación de los vehículos para la cual fue proyectada se efectúe de una forma segura y libre de obstáculos.

La determinación de las dimensiones se realiza basada en:

- El vehículo de diseño - Vehículo cuyas dimensiones abarcan las dimensiones de todos los vehículos que transitan regularmente por las carreteras del país.

Dimensiones del vehículo de diseño

- . Ancho - 2,59 m
- . Alto - 4,00 m y

- La velocidad de diseño de la carretera.

- 2.3.2.1 Gálibo dinámico. Es el área de la sección transversal en cualquier punto de la carretera a través de la cual puede circular libremente el vehículo de diseño con sus fluctuaciones dinámicas.

Las dimensiones del gálibo dinámico se determinan de la manera siguiente:

Ancho - B_d : Suma de los anchos de los carriles y las bandas de reforzamiento del pavimento. El ancho de los carriles está dado en dependencia de la categoría de la carretera (véase tabla 4) y las bandas de reforzamiento según las secciones típicas (véase apartado 3.1)

Altura - H_d Altura H del vehículo de diseño más 0,20 m .

- 2.3.2.2 Gálibo total. Es el área de la sección transversal en cualquier punto de la carretera cuyas dimensiones garantizan la explotación normal y la circulación con seguridad de los vehículos para los cuales está proyectado.

El gálibo total se determina:

Ancho - B_t : Al ancho del gálibo dinámico (B_d) se le añaden a ambos lados franjas de 1 50 m gálibo libre).

Cuando los paseos son mayores de 1,50 m a B_d se le añade los anchos de los paseos. En casos restringido el gálibo libre puede tener un ancho de 1,00 m. denominándose a éste, gálibo libre restringido y el gálibo total, gálibo total restringido.

Altura - H_t A la altura del gálibo dinámico H_d se añade:

- Para la categoría I - 0,80 m
- Para las categorías II, III y IV 0,30 m

2.3.2.3 El gálibo libre estará despejado de cualquier obstáculo que represente un peligro para el tránsito. En el gálibo libre se permite la ubicación de:

- Contenes elevados para aceras y elementos fácilmente deformables de la señalización vertical que disten 0,50 m de los límites del gálibo dinámico.
- Los postes de la señalización vertical de la carretera podrán estar situados en los límites del gálibo libre normal o restringido
- La ubicación de defensas laterales y los elementos estructurales de pasos y puentes se realizarán a partir del límite del gálibo libre, o bordes de paseos cuando éstos tengan un ancho superior a 1,50 m (véase Fig. 1).

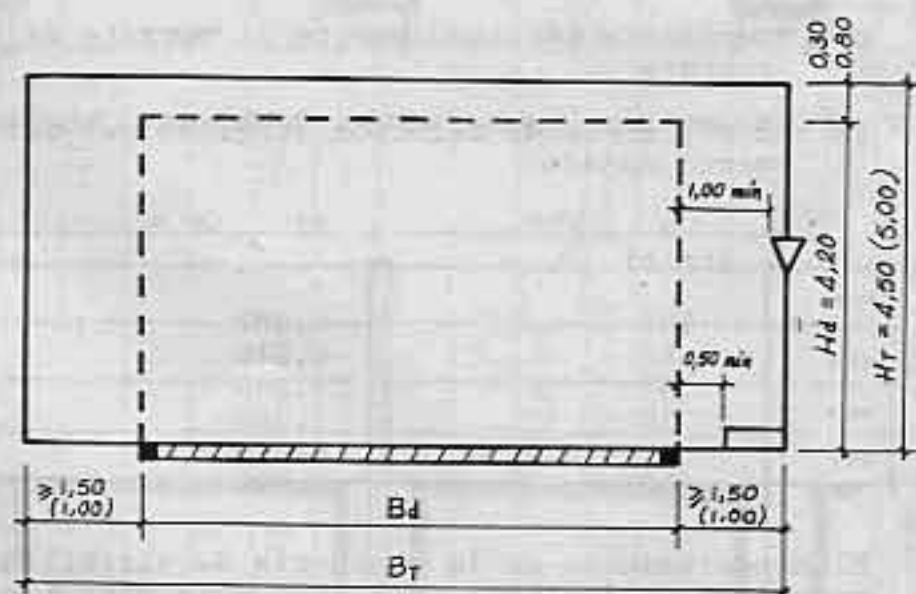


Fig.1 Esquema del gálibo

- 2.3.3 Distancia de visibilidad. Representa la distancia mínima necesaria que debe proporcionar la vía delante de la vista del conductor del vehículo para que el tránsito se desarrolle con comodidad y seguridad.

- 2.3.3.1 Distancia de visibilidad de parada (D_p). Representa la distancia de visibilidad mínima necesaria para que un conductor que transita a, o cerca de la velocidad del diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar al mismo. La distancia se mide desde el punto en que el conductor divisa el obstáculo hasta el punto en que para el vehículo.

Esta distancia incluye la distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor ve el obstáculo hasta que coloca el pie en el pedal del freno, llamada distancia de percepción-reacción, y la distancia recorrida por el vehículo durante la aplicación de los frenos, denominada distancia de frenado.

La distancia de visibilidad de parada (D_p) se determina por la fórmula:

$$D_p = \frac{V_d \cdot t}{3,6} + \frac{V_d^2}{250 (f_l \pm p)} \quad [m]$$

donde:

V_d velocidad de diseño, (km/h)

t tiempo de percepción - reacción, (s) Se toma 2,5 s

p pendiente longitudinal de la rasante de la carretera

f_l coeficiente de fricción longitudinal del pavimento mojado.

V_d (km/h)	f_l
100	0,300
80	0,310
60	0,340
50	0,360
40	0,380
30	0,400

El aseguramiento de la distancia de visibilidad de parada es obligatoria en el proyecto para todas las categorías de carretera.

Con las curvas de las Fig. 2 se puede determinar la distancia de visibilidad en función de la velocidad de diseño y la pendiente longitudinal de la rasante.

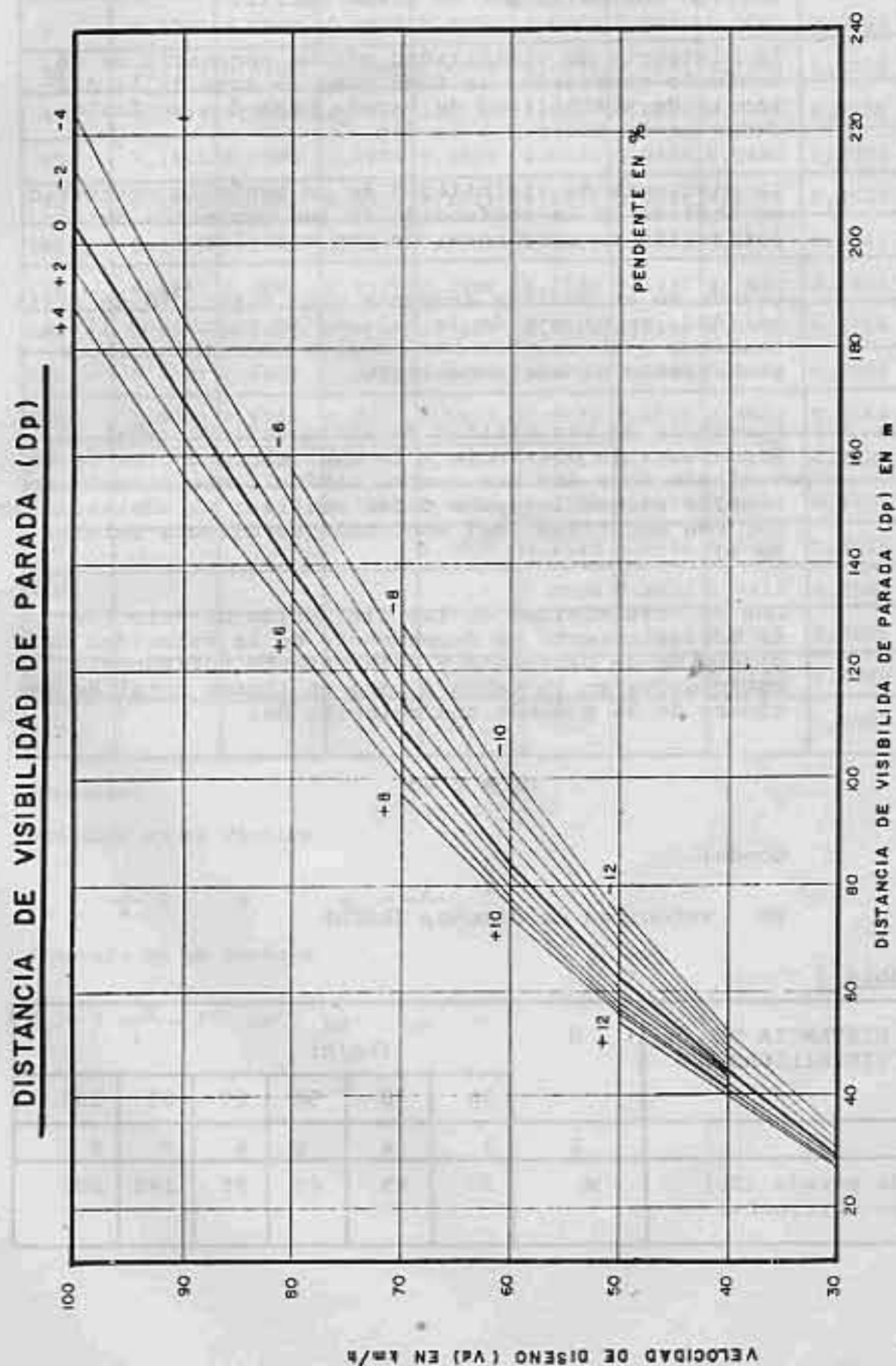


FIG. 2

- 2.3.3.2 Distancia de visibilidad de un vehículo contrario (Dc). Representa la distancia necesaria para que se efectúe la parada de dos vehículos que circulan en sentido contrario por el mismo carril.

La distancia de visibilidad mínima necesaria de un vehículo contrario, se toma como la suma de la distancia de visibilidad de parada para dos vehículos, dadas en la tabla 3 o la fig. 2.

La distancia de visibilidad de un vehículo contrario se utiliza en la confección de los proyectos de señalización en carreteras de dos carriles.

Cuando no es posible asegurar esta distancia de visibilidad, en el eje de la calzada se pinta una línea continua y se colocan las señales correspondientes prohibiendo el adelantamiento.

- 2.3.3.3 Distancia de visibilidad de adelantamiento (Da). Representa la distancia a la cual el conductor de un vehículo debe divisar a otro vehículo que circula en sentido contrario, para poder realizar un adelantamiento, con seguridad, del vehículo que circula delante de él.

Los valores mínimos de las distancias de velocidad de adelantamiento en dependencia de la velocidad de diseño de la carretera y para rasante horizontal están dados en la tabla 3 para un tiempo total de maniobra de 25 s dando una relación de:

$$Da = 7 Vd$$

donde:

Vd velocidad de diseño, (km/h)

Tabla 3

DISTANCIA DE VISIBILIDAD	U	Vd (km/h)					
		30	40	50	60	80	100
1	2	3	4	5	6	7	8
de parada (Dp) en horizontal	m	30	45	60	85	140	205

Tabla 3

1	2	3	4	5	6	7	8
de vehículo contrario (Dc) en horizontal	m	60	90	120	170	280	410
de adelantamiento (Da) en horizontal	m	210	280	350	420	560	700
número mínimo de oportunidades de adelantar para cada 5,0 km	U	2	2	3	3	3	4

Notas:

1. Cuando el número mínimo de oportunidades de adelantar no se puedan cumplir para velocidades iguales o menores de 50 km/h, véase apartado 2.3.3.3.2 y para velocidades iguales o mayores de 60 km/h, véase apartado 3.3.1.4.
2. Para velocidades de diseño de 80 y 100 km/h se permite 450 m como distancia de visibilidad de adelantamiento restringida.
 - 2.3.3.3.1 Para carreteras de dos carriles el número mínimo de tramos con distancia de visibilidad de adelantamientos asegurada cada 5 km está dado en la tabla 3.
 - 2.3.3.3.2 En terrenos montañosos, donde no es posible proporcionar los tramos mínimos para el adelantamiento, y después de una fundamentación técnica-económica, se preverá, para velocidades de diseño iguales o menores de 50 km/h en lugares convenientemente seleccionados, de apartaderos para los vehículos pesados y permitir que los más ligeros pueden realizar el adelantamiento, y para velocidades iguales o mayores de 60 km/h de carriles de marcha lenta, véase apartado 3.3.1.4.
 - 2.3.3.3.3 Para la determinación de las distancias de visibilidad se toman los valores siguientes:
 - Para el conductor del vehículo:

El punto de observación se encuentra a una altura de 1,14 m de la superficie del pavimento y a una distancia de 1,50 m del borde interior del propio carril de circulación.

- Para el obstáculo:

- El obstáculo se encuentra en la superficie del pavimento del propio carril a una altura de 0,15 m
- El vehículo que circula contrario por el carril en el cual se realizará en adelantamiento tiene una altura de 1,37 m.

2.3.3.4 En el Anexo A se muestra la forma en que debe realizarse la comprobación y el registro de la distancia de visibilidad en los proyectos.

3. Características geométricas. Las características geométricas generales para las diferentes categorías de carreteras están dadas en la tabla 4.

En caso de topografías difíciles en terrenos montañosos para las categorías III y IV pueden utilizarse las pendientes máximas dadas en la tabla 4 encerradas en paréntesis.

Los valores límites de los parámetros dados en la tabla 4 para las distintas categorías y velocidades sólo deben ser utilizados en casos extremos, siempre que sea posible deben utilizarse valores más generosos.

Basado en una justificación técnico-económica, en casos excepcionales una curva se podrá proyectar con parámetro de la velocidad inmediata inferior y señalizarse para dicha velocidad, siempre y cuando las curvas anterior y posterior a la afectada estén proyectadas para los valores límites de la velocidad de diseño del proyecto y las rectas que las unen no tengan longitudes mayores a 0,2 de la longitud máxima para rectas dadas en la tabla 5.

Si estas condicionales no se pueden cumplir, o las curvas que tienen que ser afectadas son más de una en un tramo de carretera, entonces será necesario proyectar dicho tramo, para parámetros de otro tipo de terreno o para una categoría inferior de carretera.

Siempre que las condiciones topográficas lo justifiquen dentro de una misma categoría de carretera podrá pasarse de la velocidad de un tipo de terreno a otro tipo con sus parámetros correspondientes en tramos mayores de 3,0 km.

Siempre que las condiciones topográficas lo justifiquen la categoría de una carretera podrá variarse en tramos mayores de 5,0 km.

Para las categorías III y IV se permite aumentar el valor de la velocidad de la tabla 4, al inmediato de la categoría superior para el mismo tipo de terreno con los parámetros correspondientes en tramos mayores de 3,0 km, manteniendo la misma sección transversal.

Tabla 4. Características geométricas generales

CATEGORIA		I				II				III				IV			
PAUT		mayor que 4000 a 6000				mayor que 2000 a 4000				de 750 a 2000				menor que 750			
Veh./h		LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	
TIPO DE TERRENO																	
VELOCIDAD DE DISEÑO		km/h	100	80	60	80	60	40	60	40	30	60	50	40	50	30	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	ANCHO DE CARRIL	m	3,75	3,50	3,50	3,25	3,25	3,25	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00 (2,75)	
2	ANCHO DE CALZADA	m	7,50	7,00	7,00	6,50	6,50	6,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00 (5,50)	
3	ANCHO DE PASADIZO	m	3,00	2,50	2,00	2,50	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,50	1,00	1,00 (0,75)	
4	CORONA	m	11,50	12,00	11,00	11,50	10,50	9,50	9,00	9,00	9,00	9,00	8,00	9,00	8,00	8,00 (7,50)	
5a	CURVATURA MAXIMA HORIZONTAL	S = 10 %	3°20'	5°30'	10°30'	5°30'	10°30'	-	10°30'	-	-	-	-	-	-	-	
5b		S = 6 %	0	-	-	-	-	-	14°00'	-	14°00'	24°30'	14°00'	24°30'	50°00'	-	
6	RADIO MINIMO HORIZONTAL	m	-	200,15	109,14	208,15	109,14	-	109,14	-	-	-	-	-	-	-	
7	INCLINACION MAXIMA DE LA RASANTE	S = 6 %	3	5	8	4	6	9	5	7	10 (12)	6	8	12 (14)			
8		CIMA	100	50	20	50	20	15	20	15	10	15	10	10	15	10	
9	DEPRESION	50	35	20	35	20	15	20	15	10	15	10	10	15	10	10	
10	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASADA EN HORIZONTAL (D _P)	m	205	140	85	140	85	60	85	60	45	60	45	45	30	30	
11	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO EN HORIZONTAL (D _A)	m	700	560	420	560	420	350	420	350	280	350	280	350	280	210	
12	GALIBO VERTICAL	m	5,00	5,00	5,00	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	

NOTAS:

1. FILA 7. LOS VALORES DE KV MINIMO ABSOLUTO Y DE ADELANTAMIENTO ESTAN DADOS EN LA TABLA 13
2. FILA 8. PARA LOS VALORES DE DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASADA EN PENDIENTE, VERSE FIG. 2

- 3.1 Secciones típicas. En las figuras 3a y 3b están dadas las secciones típicas de las coronas para las distintas categorías de carreteras.

SECCIONES TÍPICAS DE CORONA

Dimensiones (cm)

CATEGORIA I

PAIDT mayor que 2000 a 2500 Veh/d

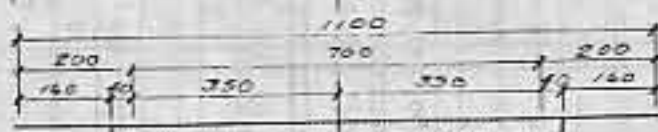
Terreno llano (LL)

 $V_d = 100 \text{ km/h}$ 

Terreno ondulado (O)

 $V_d = 80 \text{ km/h}$ 

Terreno montañoso (M)

 $V_d = 60 \text{ km/h}$ 

CATEGORIA II

PAIDT mayor que 2000 a 2000 Veh/d

Terreno llano (LL)

 $V_d = 80 \text{ km/h}$ 

Terreno ondulado (O) Terreno montañoso (M)

 $V_d = 60 \text{ km/h}$ $V_d = 60 \text{ km/h}$ 

FIG 3a

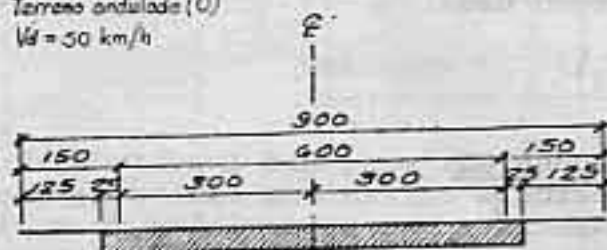
SECCIONES TÍPICAS DE CORONA

Dimensiones (cm)

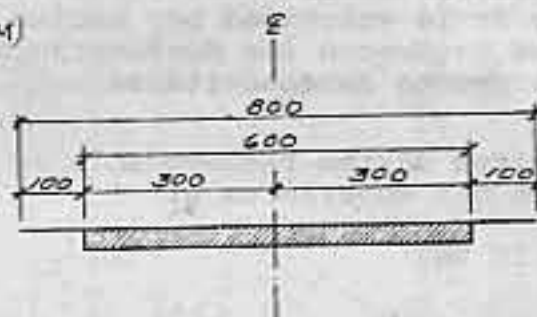
CATEGORIA III

PAIDT de 750 a 2000 Veh/d

Terreno llano (LL) Terreno ondulado (O)

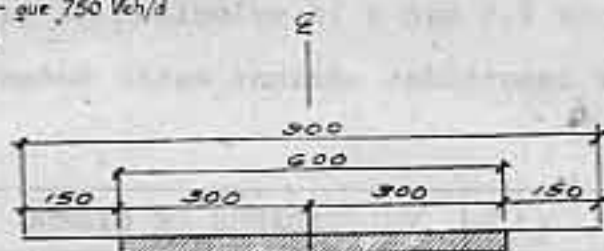
 $V_d = 60 \text{ km/h}$ $V_d = 50 \text{ km/h}$ 

Terreno montañoso (M)

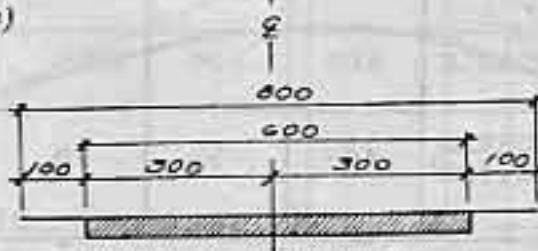
 $V_d = 40 \text{ km/h}$ CATEGORIA IV

PAIDT menor que 750 Veh/d

Terreno llano (LL)

 $V_d = 50 \text{ km/h}$ 

Terreno ondulado (O)

 $V_d = 40 \text{ km/h}$ 

Terreno montañoso (M)

 $V_d = 30 \text{ km/h}$ 

* FIG. 36

- 3.2 Elementos de la planta. El trazado de la carretera en planta se compone de curvas y rectas enlazadas armónicamente entre sí. Las formas de combinación de éstas deben asegurar un viaje seguro, cómodo y económico para la velocidad de diseño dada.

3.2.1 Rectas

- 3.2.1.1 Longitudes máximas. Las longitudes grandes de los tramos rectos o curvas con radios mayores de 10 000 m representan zonas potenciales de accidentes debido al fenómeno de la monotonía que provocan somnolencia en el conductor. También las rectas largas predisponen al aumento de la velocidad por encima de la permitida y de noche favorecen los deslumbramientos, por lo que en el proyecto deben evitarse.

La longitud máxima recomendable de los tramos rectos no deben ser superiores a:

$$L_{\text{máx}} = 20 V_d.$$

donde V_d Velocidad de diseño, (km/h)

Esta longitud corresponde a un recorrido de aproximadamente 1,5 min a la velocidad de marcha.

Estas longitudes máximas están dadas en la Tabla 5.

Tabla 5

	VELOCIDADES DE DISEÑO (km/h)					
	30	40	50	60	80	100
LONGITUD DE RECTAS (m)						
MAXIMA RECOMENDABLE	600	800	1000	1200	1600	2000
MINIMA ENTRE CURVAS DE UN MISMO SENTIDO	40	55	70	120	300	400

- 3.2.1.1.1 En caso de rectas mayores que las indicadas en la tabla 5 se deben introducir curvas de radios grandes, pero siempre menor de 10 000 m.
- 3.2.1.2 Longitudes mínimas. Estas longitudes están determinadas en función de los tipos de curvas horizontales contiguas.
- 3.2.1.2.1 Entre dos curvas del mismo sentido deben evitarse rectas cortas, ya que tal alineación es peligrosa debido a que la mayoría de los conductores no esperan que dos curvas sucesivas tengan su inflexión en el mismo sentido.

Las longitudes de estas rectas no deben ser menores que las mínimas establecidas en la tabla 5 que corresponden a un tiempo mínimo de 5 s para velocidades bajas.

En el caso de no poder cumplir con estas distancias véase apartado 3.2.2.2.4.

- 3.2.1.2.2 Entre dos curvas de sentido contrario la longitud del tramo recto no debe ser menor de $2N$.

donde:

N longitud necesaria para desarrollar la superelevación de $-b$ a 0% en tangente, apartado 3.4.2.3.1. Cuando esto no se puede lograr entonces se elimina el tramo recto (véase apartado 3.2.2.2.4)

- 3.2.1.2.3 La relación entre las longitudes de dos tramos rectos contiguos no debe sobrepasar el valor 1:3.

- 3.2.2 Curvas horizontales. Las curvas horizontales están compuestas por curvas circulares de radio constante y curvas de transición de radio variable. Estas últimas aseguran el paso gradual de los vehículos en su movimiento de una trayectoria rectilínea o una curvilínea y viceversa.

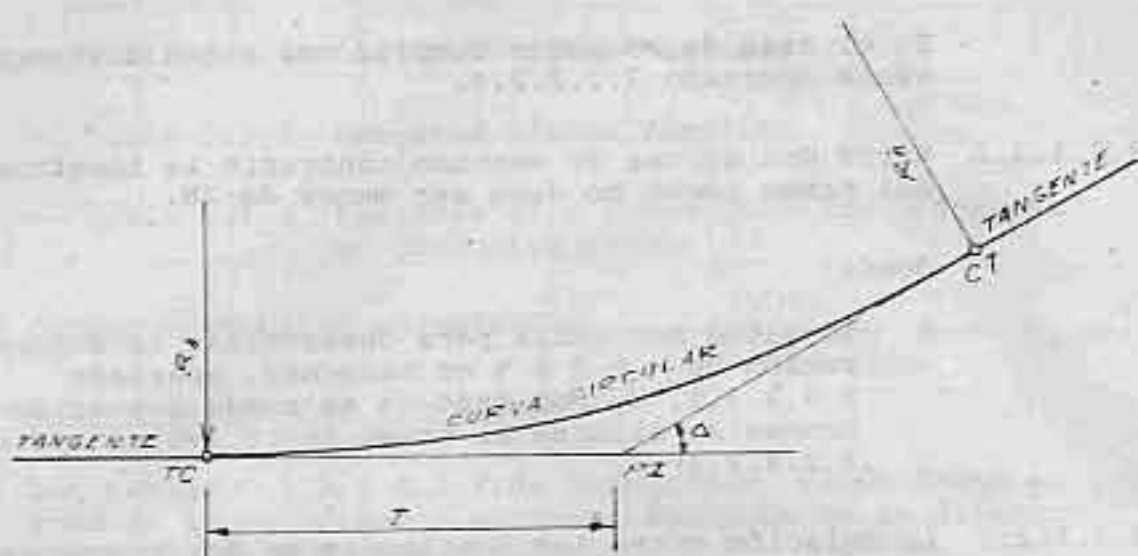
Las combinaciones de las curvas antes mencionadas pueden ser de modo diferentes, pero no deben estar en contradicción con los requerimientos citados en el presente apartado.

- 3.2.2.1 Curvas Circulares. Las curvas circulares representan arcos de circunferencias con un determinado radio R_h o una curvatura G_h . Se pueden utilizar en el proyecto combinadas con curvas de transición, o como circulares simples. (Véase Fig. 4).

Como circulares simples pueden proyectarse sólo en los casos en que sus curvaturas sean menores que las indicadas en la columna 7 de la tabla 6, y correspondientemente, sus radios son mayores que los indicados en la columna 8 de la misma tabla.

También pueden proyectarse en las carreteras de categoría IV en terreno montañoso para cualquier radio, igual o mayor que el indicado en la columna 4 de dicha tabla y como caso excepcional en la categoría III para las mismas condiciones.

A. ALINEACION DE CURVA CIRCULAR



B. ALINEACION DE CURVA COMPUESTA

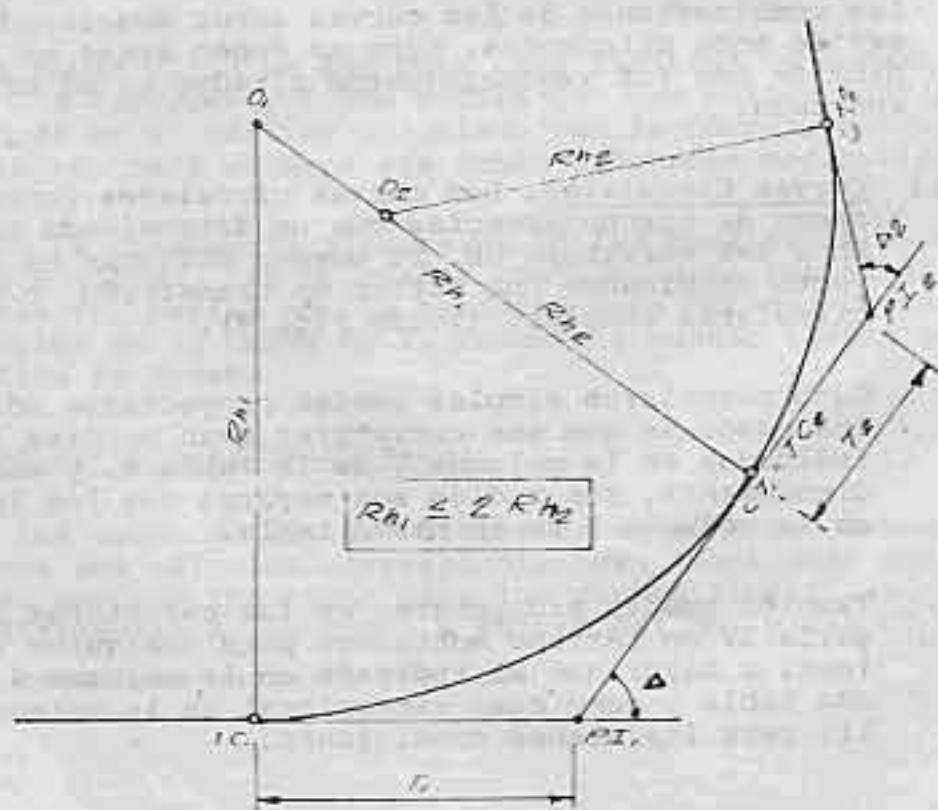


FIG. 4

Tabla 6 CURVATURAS MAXIMAS (radios mínimos) DE LAS CURVAS CIRCULARES

Vd Km/h	ft	Gmax	Rmin m	CS Gmáx	CS Rmín m	CN Gmáx	CN Rmín m
		Smax = 10 %		s = 2 %		b = 2 %	
100	0,13	3° 20'	343,78	0°23'	2989,36	0°17'	4044,42
80	0,14	5° 30'	208,35	0°30'	2291,84	0°23'	2989,36
60	0,16	10°30'	109,14	1°00'	1145,92	0°35'	1964,43
		Smax = 6 %		s = 2 %		b = 2 %	
50	0,18	14° 00'	81,85	1°30'	763,95	0°46'	1494,68
40	0,21	24° 30'	46,77	2°30'	458,37	1°15'	916,74
30	0,25	50° 00'	22,92	4°10'	275,02	2°10'	528,89

3.2.2.1.1 Los radios Rh y sus curvaturas Gh de las curvas circulares a través de los cuales los vehículos se mueven con seguridad para su velocidad de diseño dada, se calculan por las fórmulas:

$$Rh = \frac{Vd^2}{127 (ft + s)} \quad (m)$$

$$Gh = \frac{145690 (ft + s)}{Vd^2} \quad (o)$$

donde:

Vd velocidad de diseño (km/h)

ft coeficiente de fricción transversal del pavimento mojado (tabla 7)

s superelevación del pavimento, (m/m).

- 3.2.2.1.2 Los radio mínimos R_{min} y las curvaturas máximas G_{max} correspondientes de curvas horizontales que se permiten en el proyecto están indicados en las columnas 3 y 4 de la tabla 6.

Los mismos garantizan una circulación segura para la correspondiente velocidad de diseño en un pavimento mojado con una superrelación $s = 10\%$ para velocidades iguales o mayores de 60 km/h y $s = 6\%$ para velocidades iguales o menores de 50 km/h. Es recomendable que el empleo de los R_{min} o G_{max} se haga sólo en lugares difíciles del trazado. No se permite su aplicación en el extremo de rectas largas. (Las longitudes de las rectas (L) y el valor de los radios (R) deben tener una relación de

$$R \geq \frac{L}{7} \text{ para } V_d \leq 60 \text{ km/h y } R \geq \frac{L}{5} \text{ para } V_d > 60 \text{ km/h}$$

Ni en bajadas con pendientes longitudinales grandes, (mayores de 0,7 de P_{max}).

- 3.2.2.1.3 Los valores de los radios mínimos R_{min} (CS) y las correspondientes curvaturas máximas G_{max} (CS) para las cuales la superelevación $s=2\%$, están indicados en las columnas 5 y 6 de la tabla 6.

Los valores de los radios mínimos R_{min} (CN) y curvaturas máximas G_{max} (CN) para los cuales la sección transversal del pavimento tiene pendiente del 2 % en bombeo (igual sección en tangente) están dadas en las columnas 7 y 8 de la tabla 6.

- 3.2.2.1.4 Teniendo en cuenta la seguridad y la estética en la proyección de carreteras, deben lograrse:

- Que los radios (curvaturas) de dos curvas contiguas estén en una relación que o corresponda a la "Zona Recomendable" de la Fig. 5.

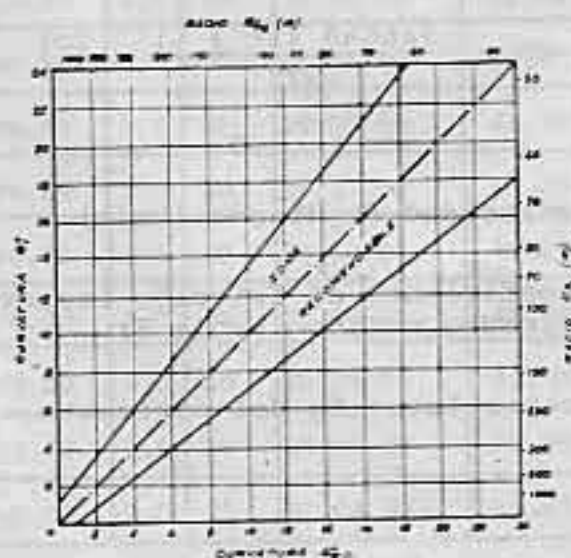


Fig. 5 Relación entre las curvaturas (G) y los radios (R) de curvas horizontales contiguas

- Que las longitudes de los arcos de curvas cuyo ángulo de inflexión sea pequeño, debe ser suficientes para obtener una buena percepción óptica de la carretera.

Para lograr esto, para un ángulo Δ igual a 5° , la longitud de la curva horizontal (circular + transición) deben ser como mínimo 150 m aumentándose en 30 m por cada grado que disminuya.

- 3.2.2.1.5 Las curvas compuestas por dos o más curvas circulares se pueden proyectar para una relación de radio $Rh_1 \leq 2 Rh_2$ (véase Fig. 4).
- 3.2.2.1.6 En curvas compuestas no se permite el enlace de más de tres curvas circulares.
- 3.2.2.1.7 Se permite el proyecto de curvas compuestas sólo por circulares para las categorías de carreteras con velocidades de 40 y 30 km/h.
- 3.2.2.2 Curvas de transición. El pase gradual de los vehículos de los tramos rectos a los tramos en curvas circulares se realiza mediante curvas de transición. Estas deben asegurar las mismas condiciones de comodidad y seguridad que garantiza la parte restante del trazado.

La aplicación de las curvas de transición es obligatoria para los casos en que las curvas circulares tienen un radio menor que los dados en la columna 8 de la tabla 6.

La aplicación de las curvas de transición no es obligatorio para las carreteras de IV categoría en terreno montañoso y en casos excepcionales para la categoría III para el mismo tipo de terreno.

- 3.2.2.2.1 Desarrollo de la curva de transición. Se recomienda la clotoide (Espiral de Euler) que es la que su trazado se aproxima más a la trayectoria natural seguida por los vehículos en su paso de un tramo en recta a un tramo en curva.

La fórmula general de la Clotoide (Espiral de Euler) es:

- En función de la curvatura:

$$G = K \cdot \frac{l_s}{20} \quad (o)$$

donde:

- G grado de la curvatura en cualquier punto de la curva de transición, (o)
- K razón de cambio del grado de curvatura de la curva de transición para longitudes de 20 m
- L_s longitud medida desde el punto de tangencia de la recta y la curva de transición ($G = 0$, TS y ST) hasta el punto cuyo grado es (G) a lo largo de la curva, (m)

En el punto común de la curva de Transición y la curva circular (SC y CS)

$$G_o = K \cdot \frac{L_s}{20} \quad [o]$$

donde:

- L_s longitud de la curva de transición, (m)
- G_o grado de curvatura de la circular a la cual se enlaza, (o)

- En función del radio:

$$R_o = \frac{A^2}{L_s} \quad (m)$$

donde:

- R_o radio de la curva de transición en el punto común con la curva circular (SC - CS), (m)
- L_s longitud de la curva de transición desde el punto de tangencia con la recta ($R = \infty$; TS = ST) hasta el punto común con la curva circular ($R = R_o$ y SC = CS), (m)
- A parámetro de la curva de transición.

En la Fig. 6 se muestra la forma general de la curva de transición con la simbología de sus elementos.

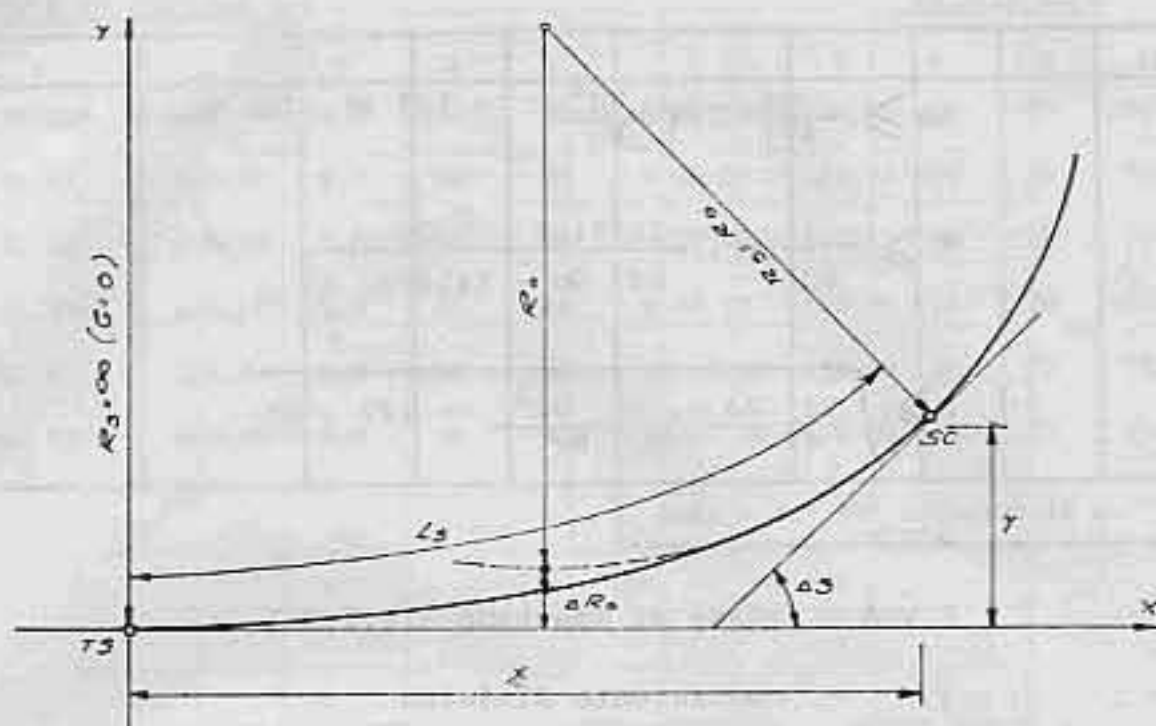


Fig.6 Curva de transición (espiral)

3.2.2.2.2 Condiciones de las curvas de transición. A fin de asegurar la comodidad y seguridad de viaje, así como para satisfacer determinados requerimientos ópticos y estéticos, las longitudes de las curvas de transición deben respetar las condiciones siguientes:

- Condición dinámica. La variación de la aceleración centrífuga (j) en la extensión de la curva de transición, nombrado coeficiente dinámico, no debe superar los valores:

• Deseables:

para $V_d < 80$ km/h $j = 0,50 \text{ m/s}^3$

para $V_d \geq 80$ km/h $j = 0,40 \text{ m/s}^3$

• Máximos:

Para $V_d = 100$ km/h $j = 0,5 \text{ m/s}^3$

Para $V_d = 80$ km/h $j = 0,6 \text{ m/s}^3$

Para $V_d < 80$ km/h $j = 0,7 \text{ m/s}^3$

Esta condición se satisface mediante la selección de una curva con una longitud:

$$L_s \geq \frac{V_d}{47j} \cdot \left(\frac{V_d^2}{R_o} - 127 \cdot s \right) \quad (m) \quad y$$

$$K \geq \frac{j}{V_d} \cdot \frac{1077165}{V_d^2} \cdot \frac{G_o}{G_o - 145690 \cdot s} \quad \delta$$

$$A \geq \sqrt{\frac{V_d}{47j} \cdot \frac{R_o}{\left(\frac{V_d^2}{R_o} - 127 \cdot s \right)}}$$

donde:

K y A véase el apartado 3.2.2.2.1

j coeficiente dinámico

G_o curvatura de la curva circular (o)

R_o radio de la curva circular (m)

s superelevación en la curva circular (m/m)

L_s longitud de la curva de transición, (m).

- Condición para el desarrollo de la superelevación

La longitud de la curva de transición (L_s) a lo largo de la cual se realiza el desarrollo de la superrelación, debe ser tal que la pendiente relativa longitudinal (ΔP), de los bordes del carril de circulación, con relación a la rasante del eje de carretera no sobrepasen los valores indicados en la tabla 7.

Tabla 7

ELEMENTOS			Vd (km/h)					
			30	40	50	60	80	100
VELOCIDAD DE MARCHA (Vm)	km/h		29	38	47	55	70	86
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL DEL PAVIMENTO MOJADO (ft max)		-	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
VARIACION DE LA ACELERACION	MAXIMO	-	-	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5
CENTRIFUGA (j) PARA CONDICION DINAMICA	DESEABLE	-	-	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
PENDIENTE RELATIVA MAXIMA DEL BORDE DE LA CALZADA (Δ Pmax)	m/m		$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{125}$	$\frac{1}{150}$	$\frac{1}{175}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{225}$
	%		1,00	0,80	0,67	0,57	0,50	0,44
CURVATURA HORIZONTAL (MAXIMA) (Gmax)	S= 6%	0	50°00'	24°30'	14°00'	-	-	-
	S= 10%	0	-	-	-	10°30'	5°30'	3°20'
RADIO HORIZONTAL MINIMO (Rmin)	S= 6%	m	22,92	46,77	82,85	-	-	-
	S= 10%	m	-	-	-	109,14	208,35	343,78
SEMIANCHO DE LA CALZADA CARRIL (a)	m		3,00 2,75	3,00	3,25 3,00	3,50 3,25 3,00	3,50 3,25	3,75
ENSANCHE DE LA CALZADA (E)	m		GRAFICO FIG. 19 TABLAS ANEXO E					

Esta condición se satisface mediante la selección de una curva de transición con una longitud:

$$L_s \geq \frac{a}{P_{max}} \quad s \quad (m) \quad y$$

$$K \leq \frac{20 G_o \cdot P_{max}}{a \cdot s} \quad 6$$

$$A \geq \sqrt{\frac{a \cdot s}{P_{max}}} \cdot R_o$$

donde:

a distancia desde el eje de la carretera hasta el borde del pavimento, incluyendo la mitad del ensanche, (m)

P_{max} pendiente longitudinal relativa máxima permisible, (m/m) (tabla 7).

- Condición óptico-estética

La longitud de la curva de transición debe ser tal que el ángulo de desviación (ΔS) del punto de tangencia con la curva circular deberá ser:

$$\Delta S \geq 30$$

Esta condición se satisface con una longitud de la curva de transición:

$$L_s \geq \frac{1}{9} R_o \quad (m) \quad y$$

$$K \leq 0,157 G_o^2 \quad \delta \quad A \geq \frac{1}{3} R_o$$

La relación entre la razón de cambio del grado de curvatura K y el parámetro A de las curvas de transición está dada por:

$$K = \frac{22918,4}{A^2}$$

- 3.2.2.2.3 Selección de las curvas de transición. Las longitudes de las curvas de transición (L_s) deben seleccionarse de manera que satisfagan simultáneamente las condiciones dinámicas y de desarrollo de la superelevación y además, para velocidades iguales o mayores de 60 km/h cuando las condiciones existentes lo permitan, la condición óptico-estética.

Las longitudes de las curvas de transición en ningún caso deben ser menor de 0,6 Vd.

En los gráficos de las fig. 7 y 8 y en las tablas del Anexo B se dan los valores de (L_{smin}) que cumplen con las condiciones dinámicas y de desarrollo de la superelevación y de (L_{s-op}) que además cumplen con la condición óptico-estética.

Para casos especiales la longitud de las curvas de transición se pueden calcular mediante las fórmulas expuestas en el apartado 3.2.2.2.2. y resumidos en la tabla 8.

SUPERELEVACION Y LONGITUDES MINIMAS DE CURVAS DE TRANSICION

LONGITUD MINIMA DE LA CURVA DE TRANSICION $L_{s \min} (L_{s \text{ op}}) (m)$

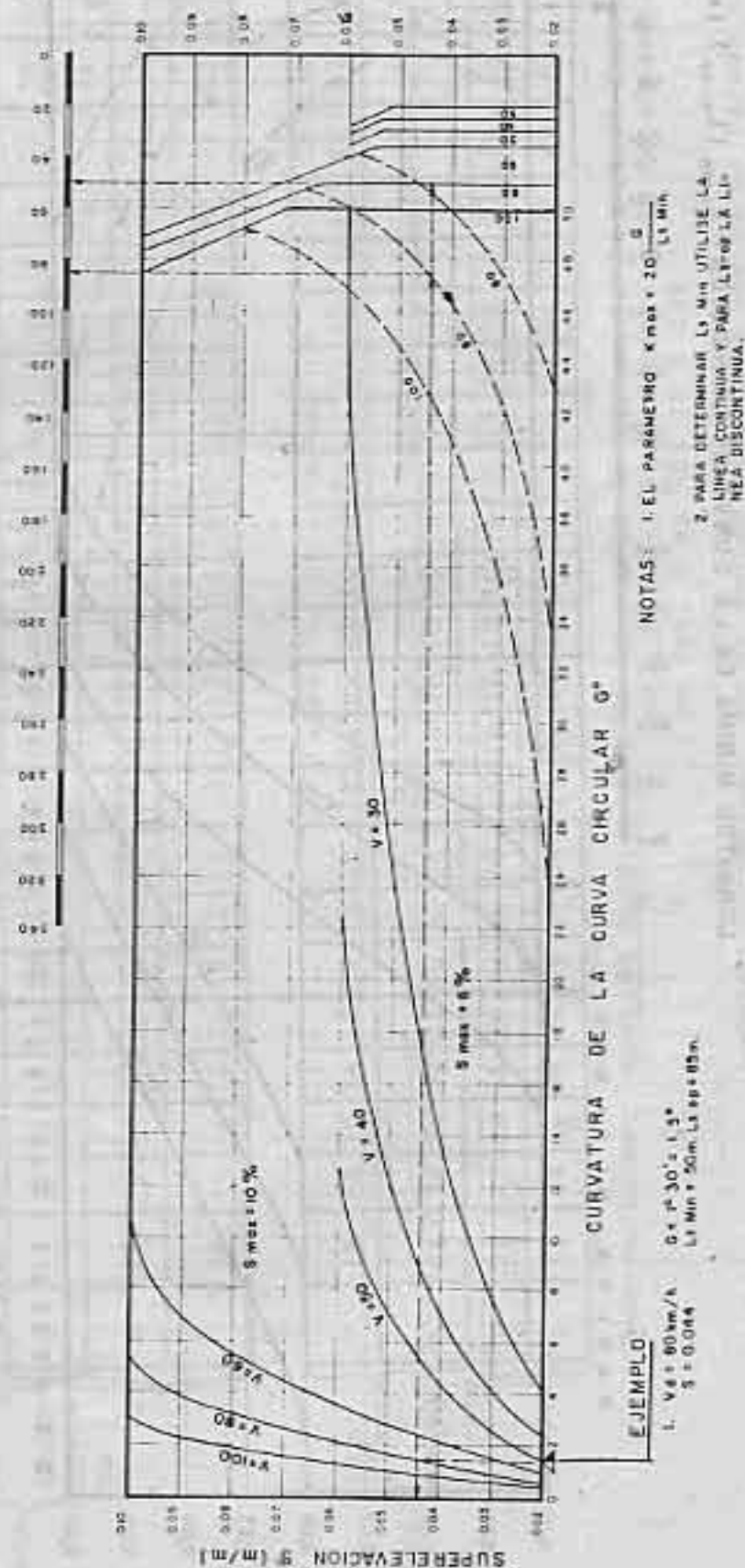


FIG. 7. LÍNEAS DE CURVAS DE TRANSICION

SUPERELEVACION Y LONGITUDES MINIMAS DE CURVAS DE TRANSICION

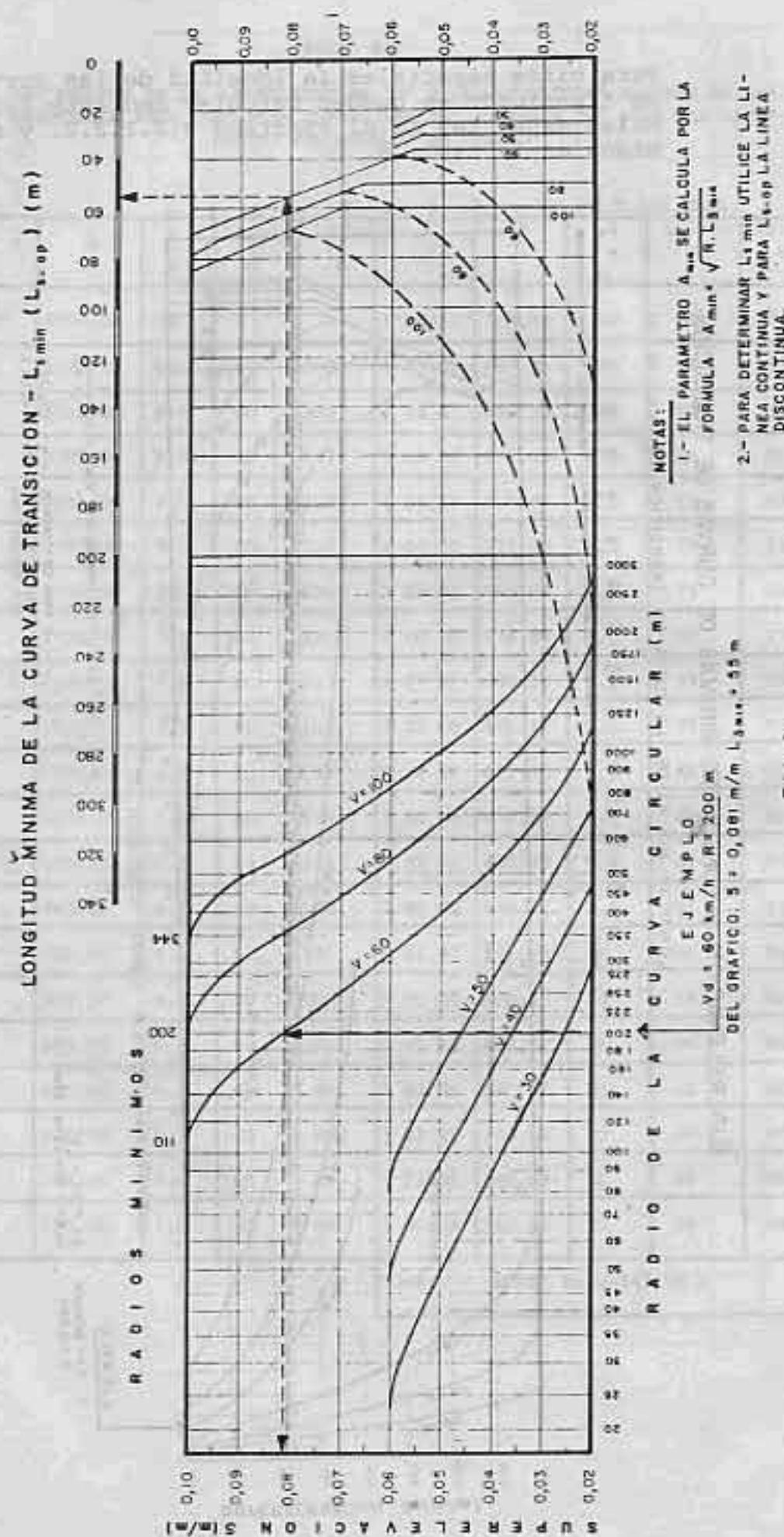


FIG. 8

Tabla 8 Fórmulas de trabajo de la curva espiral

CONDICIONES		LONGITUD - Ls	PARAMETRO A 6 K
EN FUNCION DEL RADIO R ₀	DINAMICA	$L_s \geq \frac{V_d}{47d} \frac{(V_d^2 - 127 s)}{R_0}$	$A \geq \sqrt{\frac{V_d R_0}{47d} \frac{(V_d^2 - 127 s)}{R_0}}$
	OPTICO ESTETICA	$\frac{1}{9} R_0 \leq L_s \leq R_0$	$\frac{1}{3} R_0 \leq A \leq R_0$
	DESARROLLO GRADUAL DE LA SUPERE- LACION	$L_s \geq \frac{a \cdot s}{\Delta p_{max}}$	$A \geq \sqrt{\frac{a \cdot s \cdot R_0}{\Delta p_{max}}}$
EN FUNCION DE LA CURVATURA	DINAMICA	$L_s \geq \frac{V_d}{47j} \frac{(V_d^2 \cdot G_0 - 127s)}{1146}$	$K \leq \frac{j}{V_d} \cdot \frac{1077165 G_0}{V_d^2 G_0 - 145690s}$
	OPTICA ESTETICA	$127 \frac{1}{G_0} \leq L_s \leq 1146 \frac{1}{G_0}$	$0,0175 G_0^2 < K \leq 0,157 G_0^2$
	DESARROLLO GRADUAL DE LA SUPERELACION	$L_s \geq \frac{a \cdot s}{\Delta p_{max}}$	$K \leq 20 \frac{\Delta p_{max}}{a \cdot s}$
RELACIONES		$R = \frac{1145,92}{G_0}$	$A^2 = \frac{22918,40}{K}$

3.2.2.2.4 Modos de aplicación de las curvas de transición.
 Cuando es necesario el empleo de las curvas de transición deben tenerse en cuenta las siguientes condiciones:

- 1- Enlace de dos rectas contiguas por medio de una curva circular (Fig. 9).

En este tipo de enlace deben emplearse dos curvas de transición simétricas ($A_1 = A_2$). El enlace asimétrico ($A_1 \neq A_2$) sólo debe utilizarse por dificultades específicas.

Como excepción la longitud de la curva circular puede ser reducida a cero, haciendo tangencia en un punto común las dos curvas de transición (Fig. 10), para lo cual el radio R_0 en dicho punto común, no debe ser menor que el radio mínimo dado para la velocidad de diseño correspondiente.

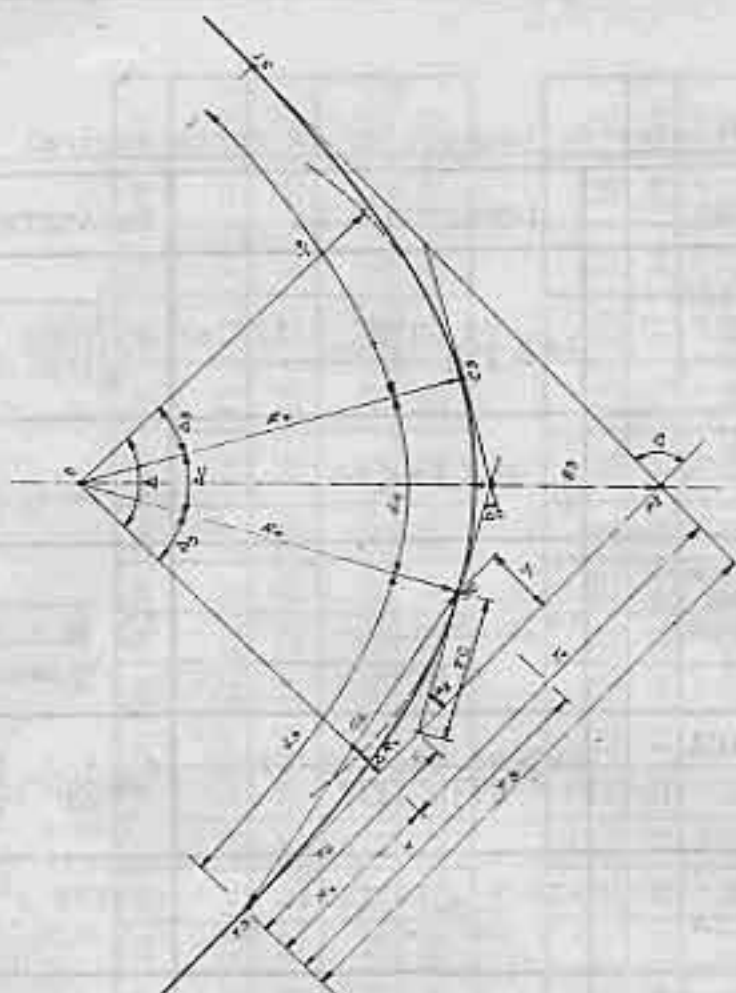


Fig. 9 Alineación con curva circular y curvas de transición

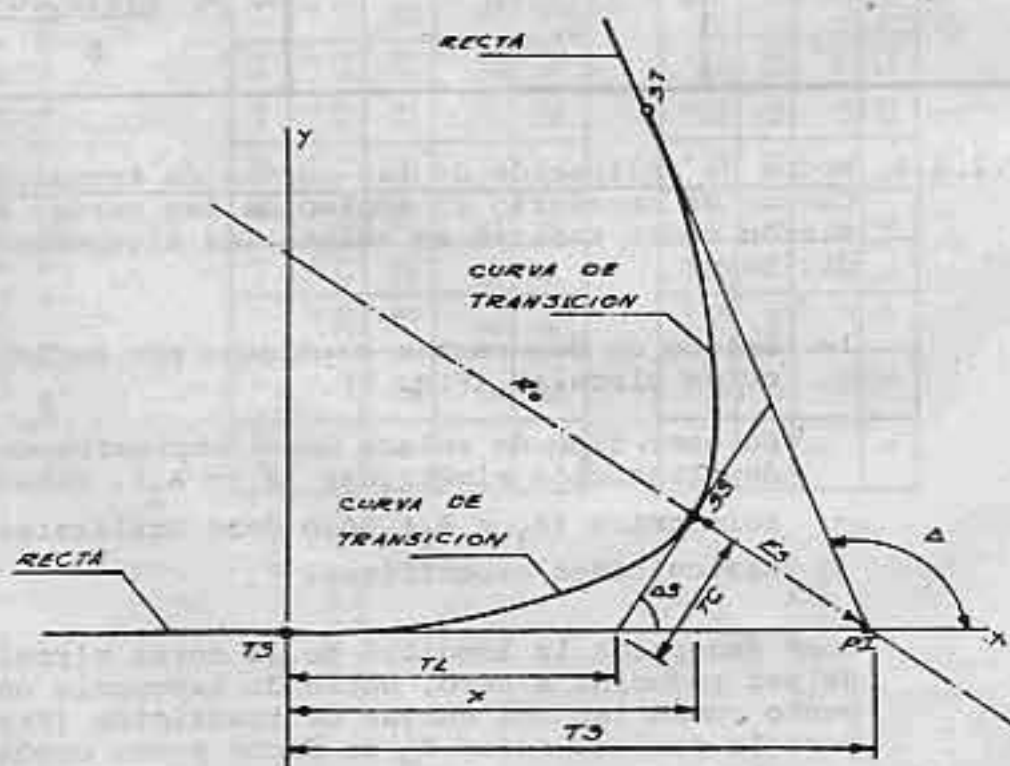


Fig. 10 Alineación con curvas de transición exclusivamente

- 2- Enlace de dos curvas circulares contiguas de sentido contrario (forma de S) (Fig. 11).

En los casos en que entre dos curvas próximas de sentido contrario la distancia entre ST_1 y TS_2 de las curvas de transición correspondientes es menor de $2N$ (apartado 3.4.2.3.1), se debe eliminar el tramo recto con lo cual se hacen coincidir el ST_1 con el TS_2 en un punto.

Para estos casos cuando $A_1 \neq A_2$ debe cumplirse que $A_1 \leq 2 A_2$.

Para los radios de las curvas circulares contiguas deben cumplirse los requerimientos dados en el apartado 3.2.2.1.4 y Fig. 5.

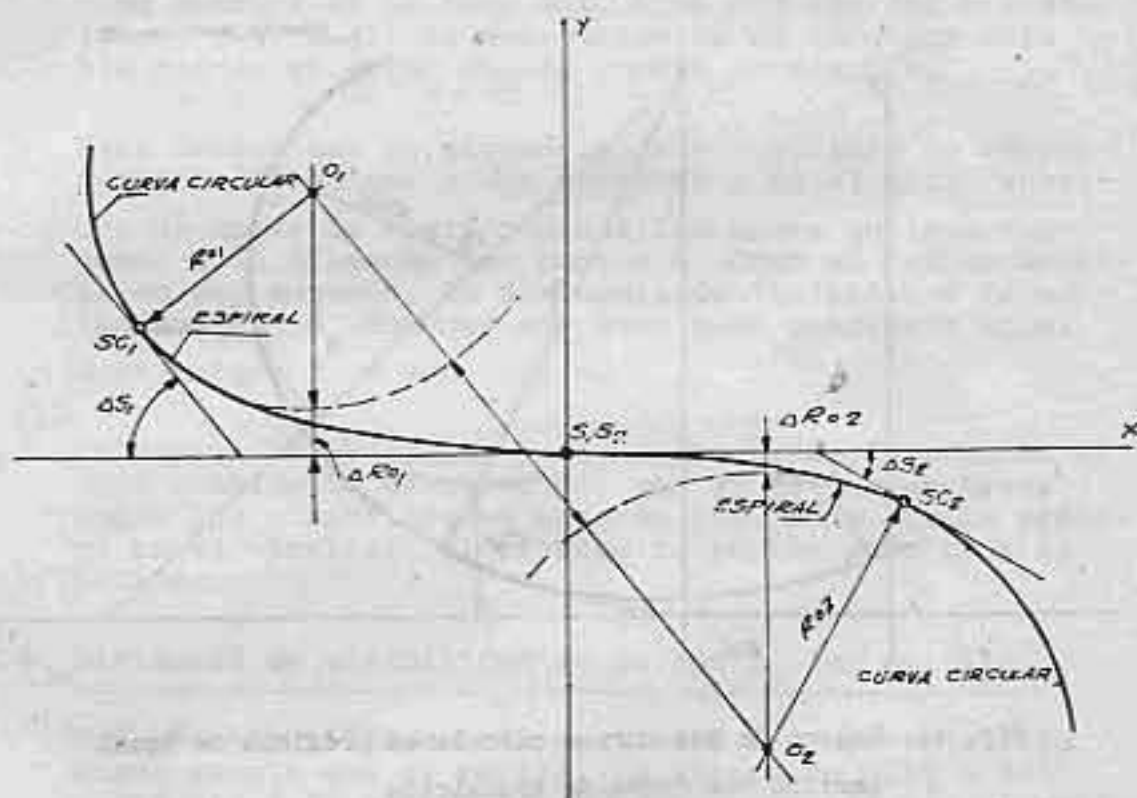


Fig 11 Enlace de dos curvas circulares proximas de sentidos opuestos con curvas de transición

- 3- Enlace de dos curvas próximas de igual sentido (Fig. 12).

Se emplea cuando el tramo recto entre las curvas de igual sentido no cumplen con los requerimientos del apartado 3.2.1.2 y la tabla 5.

En estos casos, el enlace de las dos curvas circulares puede hacerse a través de una curva de transición siempre que se cumpla que:

- Las dos curvas circulares sean de radio diferentes.
- Una de ellas sea interna de la otra
- No sean concéntricas.

En caso en que las dos curvas circulares se corten o sean exteriores, es necesario introducir una tercera curva circular exterior a ambas, enlazándose con ellas mediante dos curvas de transición.

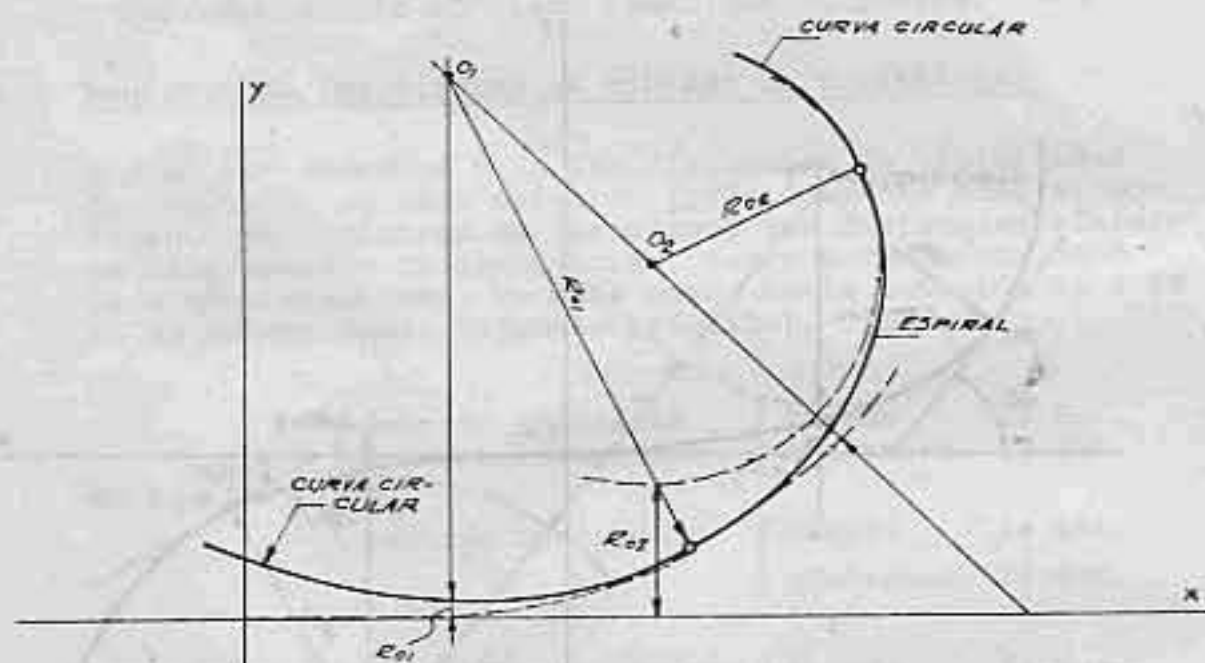


Fig. 12 Enlace de dos curvas circulares próximas de igual sentido con curva de transición

- 4- Enlace de tramos rectos o curvas circulares con curvas de transición sucesivas.

Este procedimiento se emplea cuando existen puntos obligados a través de los cuales debe pasar el trazado y no es posible realizarlo siguiendo alguno de los métodos anteriores (véase Fig. 13).

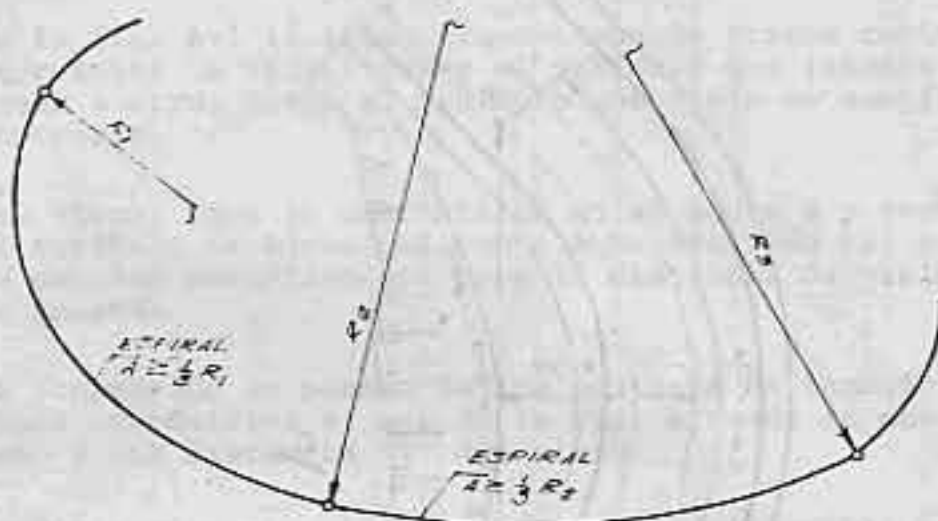
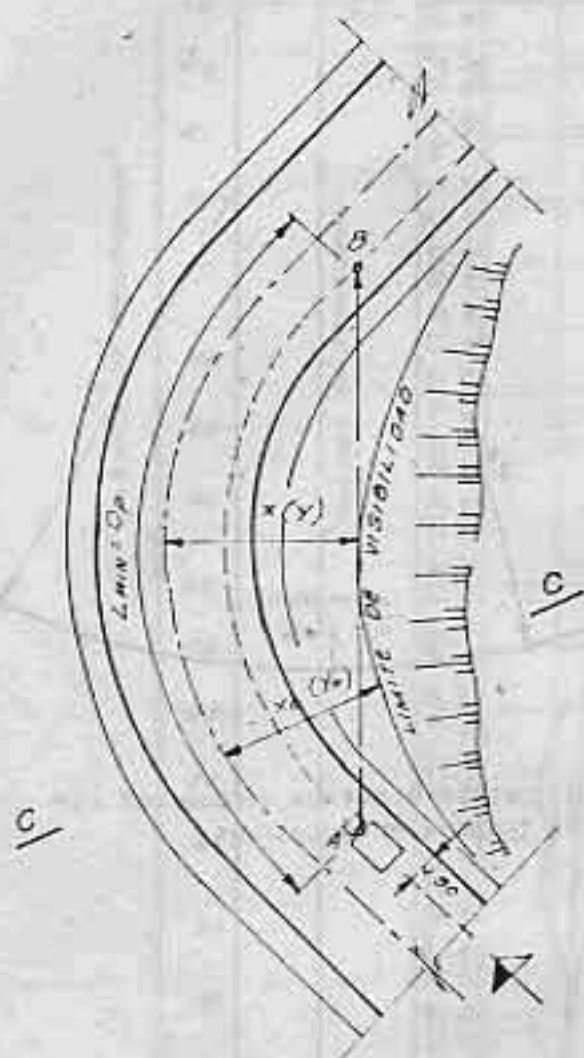


Fig.13 Enlace de rectas o curvas circulares con curvas de transición sucesivas

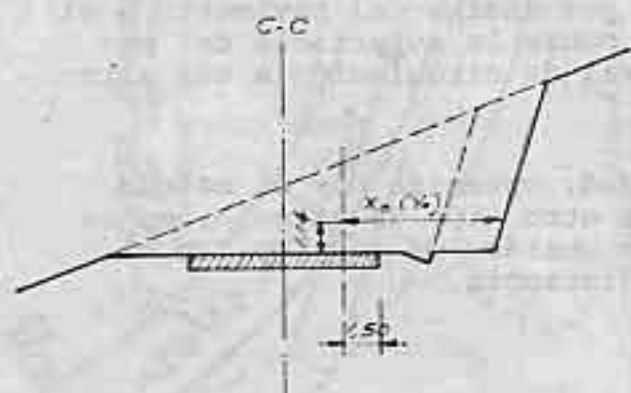
- 3.2.2.3 Visibilidad en curvas horizontales. Es de obligatorio cumplimiento que las curvas horizontales aseguren la distancia de visibilidad de parada (D_p) (Tabla 3) para la velocidad de proyecto.

La distancia de visibilidad (Fig. 14) se mide por una curva paralela al eje de la carretera situada a 1,50 m del borde interior del carril interior de circulación. El punto de observación está colocado a una altura de 1,14 m por encima del pavimento y el obstáculo se encuentra sobre la superficie del pavimento del propio carril de circulación a una altura de 0,15 m.

En la zona de visibilidad, obtenida por el método gráfico o por cualquier otro tipo de cálculo, no se permite la ubicación de obstáculos que impidan el aseguramiento de esta distancia.



A-TERRENO MONTAÑOSO



B-TERRENO LLANO

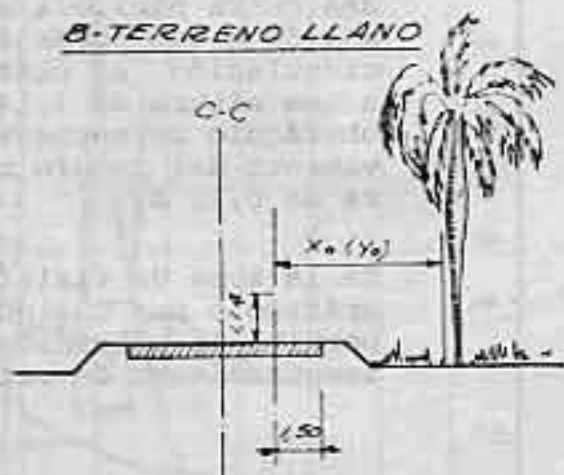


Fig. 14 Visibilidad en curvas horizontales

3.3 Elementos del perfil longitudinal. Los elementos principales del perfil longitudinal son las rectas de la rasante (tangentes): ascendentes (en rampa) y descendentes (en pendientes) y las curvas verticales, que reducen suavemente los vértices de las tangentes.

3.3.1 Rectas de la rasante (tangentes). Las tangentes tienen las siguientes limitaciones en relación con el valor de las pendientes y las longitudes.

3.3.1.1 Pendientes longitudinales máximas. Las pendientes longitudinales máximas permisible para cada velocidad y tipo de terreno están dadas en la tabla 9.

Tabla 9 Pendientes longitudinales máximas

TIPO DE TERRENO	PENDIENTE LONGITUDINAL. P max (%)					
	VELOCIDAD (km/h)					
	30	40	50	60	80	100
LLANO	-	-	6	5	4	3
ONDULADO	-	8	7	6	5	-
MONTAÑOSO	12	10	9	8	-	-

En el proyecto debe evitarse el empleo de las pendientes longitudinales máximas. Deben emplearse sólo en casos justificados.

Para las velocidades de 30 y 40 km/h en terreno montañoso y bajo una justificación técnica-económica, las pendientes longitudinales máximas de la tabla 9 pueden ser aumentadas en un 2 %.

3.3.1.1.1 La pendiente máxima absoluta "j" del borde del pavimento obtenida de la combinación de la pendiente longitudinal de la rasante y superrelación de la sección transversal no debe tener un valor mayor del 3,5 %, o sea

$$j \leq \sqrt{p^2 + s^2} \leq 13,5 \%$$

donde:

p pendiente de la rasante, (%)

s superrelación, (%).

3.3.1.2 Pendientes longitudinales mínimas. Las pendientes longitudinales mínimas no deben ser:

- En corte menor de 0,5 %
- En terraplén se permite hasta el 0 %.

3.3.1.3 Longitudes máximas de pendientes sostenidas

3.3.1.3.1 Las longitudes máximas de las tangentes de la rasante para un valor de pendiente dado se determinan partiendo de la condición de que para el vehículo de diseño no se produzca una disminución de la velocidad de marcha que sea inferior a la velocidad mínima recomendable (V_{min}) de la tabla 10, para el volumen de tránsito de que se trate. Estas longitudes se establecerán cuando resulte afectado el nivel de servicio de la carretera.

Tabla 10 Velocidad mínima recomendable (V_{min}) según volumen de tránsito

VELOCIDAD km/h						
Vd	VOLUMEN DE TRANSITO BAJO		VOLUMEN DE TRANSITO INT.		VOLUMEN DE TRANSITO ALTO	
	V_m	V_{min}	V_m	V_{min}	V_m	V_{min}
100	86	60	79	55	60	35
80	70	45	66	40	57	30
60	55	30	51	25	48	25
50	47	25	44	20	42	20
40	38	15	35	15	34	15
30	29	15	27	15	26	15

3.3.1.3.2 La longitud máxima de tangente para una pendiente dada se puede determinar con la ayuda del diagrama "Velocidad - distancia" de las figuras 15 y 16 que relacionan la velocidad de marcha inicial (V_{mi}) y la final (V_{mf}) y las distancias recorridas para los distintos valores de pendientes.

EFFECTO DE LAS PENDIENTES EN LA VELOCIDAD

DIAGRAMA "VELOCIDAD-DISTANCIA"

CAMION CON "PESO/POTENCIA" = 100 kgp/hp
 PESO TOTAL DEL VEHICULO CARGADO 30 T

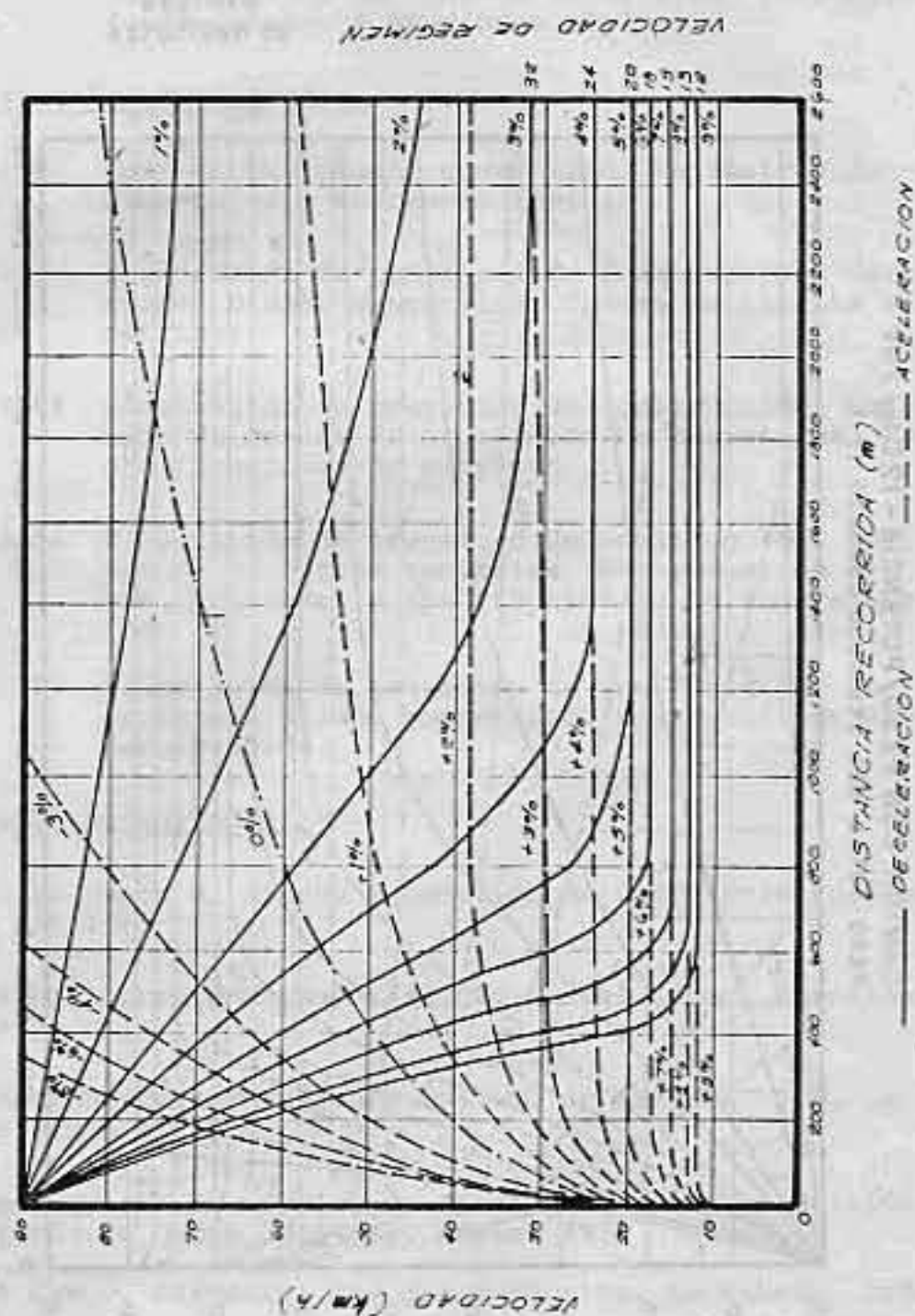


FIG. 15

DIAGRAMA " VELOCIDAD - DISTANCIA "

CAMION CON PESO/POTENCIA - 120 kgf / HP
PESO TOTAL DEL VEHICULO CARGADO 17 T

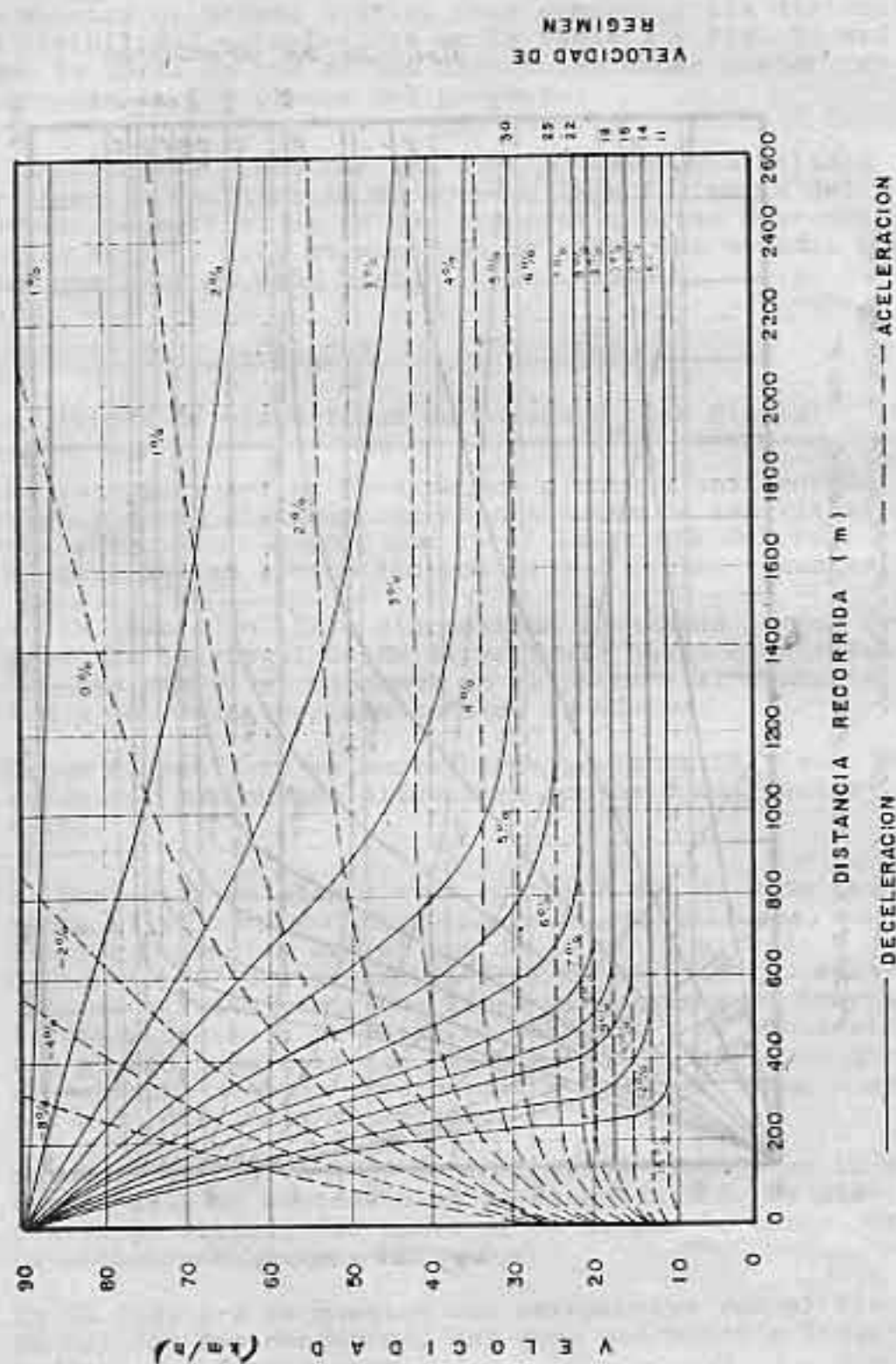


FIG. 16

- 3.3.1.3.3 Cuando la pendiente de la tangente que antecede a la rampa analizada está comprendida entre el 0 y el + 1 % se toma $V_i = V_m$, para velocidades menores de 80 km/h.
- 3.3.1.3.4 Cuando la pendiente de la tangente que antecede es descendente, en la cual normalmente el vehículo acumula energía cinética, se toma $V_i = V_m + 10$, para velocidades menores de 80 km/h.
- 3.3.1.3.5 Cuando la pendiente de la tangente que antecede es en rampa, para la V_i se toma la velocidad alcanzada por el vehículo al inicio del tramo analizado.
- 3.3.1.3.6 El estudio de las pendientes de las tangentes en un tramo de una carretera se debe iniciar en un punto con velocidad conocida, como por ejemplo un tramo horizontal, o en bajada, o un tramo con limitación de velocidad.
- 3.3.1.3.7 En dependencia de la composición del tránsito se toma como vehículo de diseño:
- 1- Un camión cuya masa cargada es hasta 30 t y una relación de peso-potencia de 180 kgf/HP (Fig.15). Se utilizará para las carreteras categorías I en todo tipo de terreno y para la categoría II en terreno llano y ondulado.
 - 2- Un camión cuya masa cargada es hasta de 17 t y una relación peso-potencia de 120 kgf/HP. (Fig. 16). Se utilizará para las carreteras categoría II en terreno montañoso y las categorías III y IV para todo tipo de terreno.
- 3.3.1.3.8 Las tangentes con una pendiente dada para las cuales el vehículo de diseño alcanza una velocidad uniforme, superior a la velocidad mínima recomendable (V_{min}) teóricamente no tienen limitaciones en su longitud. En éstos casos se establece que cada 1,5 km aproximadamente se proporcione una tangente no menor de 150 m de longitud y con pendiente no mayor del 25 % para proporcionar descanso al motor de los vehículos.
- 3.3.1.3.9 La longitud máxima de pendiente se determina en tangente. En el caso de curvas verticales cuando las tangentes que la conforman tienen pendiente del mismo signo y la diferencia algebraica de las mismas no es grande, se considera la distancia hasta el punto de inflexión vertical (P.V.).

Cuando las tangentes tienen signos contrarios y la diferencia algebraica es grande se considera un 25 % de la longitud de la curva dentro de la longitud de la pendiente dada.

- 3.3.1.3.10 Para los casos no comprendidos en el apartado se puede realizar un polígono a lo largo de la curva con pendientes promedios.

3.3.1.4 Carril adicional de marcha lenta

- 3.3.1.4.1 Cuando el empleo de uno o varios valores de pendientes, cuyas longitudes provocan una disminución en la velocidad de los vehículos pesados inferiores a las mínimas establecidas en el punto 3.3.1.3.1 para velocidades de diseño iguales o mayores de 60 km/h, se proyectará un carril adicional de marcha lenta, siempre que económicamente esté justificado por la intensidad de tránsito.
- 3.3.1.4.2 El ancho del carril es de 3,00 m a partir del borde exterior de la banda de reforzamiento del pavimento.
- 3.3.1.4.3 El carril adicional se debe comenzar en aquel punto de la rampa donde la velocidad del vehículo ha disminuido por debajo de la velocidad mínima recomendable (V_{min}) establecida en la tabla 10 para el volumen de tránsito de que se trate y termina donde nuevamente la velocidad del vehículo ha superado dicha (V_{min}).
- 3.3.1.4.4 El ensanche para el carril adicional se realiza a lo largo de un tramo de transición, no incluido en la longitud del carril adicional.

El tramo de transición tiene una longitud comprendida entre:

$$40\sqrt{e} \leq l_t \leq 80\sqrt{e}$$

Para $e = 3,00$ m

$$70 \text{ m} \leq l_t \leq 140 \text{ m}$$

Para alcanzar el ancho del carril adicional en el tramo de transición se utiliza el mismo método dado en la aplicación del ensanche (E) con los factores establecidos en el apartado 3.4.2.1.5.

3.3.2 Curvas verticales

- 3.3.2.1 Las curvas verticales formadas por las tangentes de la rasante se redondean con curvas de acuerdo verticales.

Para el desarrollo de las curvas verticales se utiliza la parábola cuadrada cuya ecuación se puede representar como:

$$Y = \frac{X^2}{200 K_v}$$

donde:

X abscisa de un punto de la parábola, medida desde uno de sus extremos hacia el centro de la curva vertical, (m) (Fig. 17)

Y ordenada del mismo punto, (m)

Kv parámetro de la parábola que representa la longitud de curva vertical por unidad de variación de pendiente.

$$K_v = \frac{1}{100} R_v, \text{ donde } R_v \text{ es el radio de la parábola en el vértice de la curva vertical, (m).}$$

Los elementos principales de la curva vertical se calculan por las fórmulas:

$$\text{Tangente: } T_v = \frac{1}{2} K_v g \quad (\text{m})$$

$$\text{Externa: } Q_v = \frac{1}{800} K_v g^2 \quad (\text{m})$$

$$\begin{array}{l} \text{Longitud} \\ \text{Total: } L_v = K_v \cdot g \end{array} \quad (\text{m})$$

donde:

g valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (%)

Considerando como positivas las rampas y como negativas las pendientes.

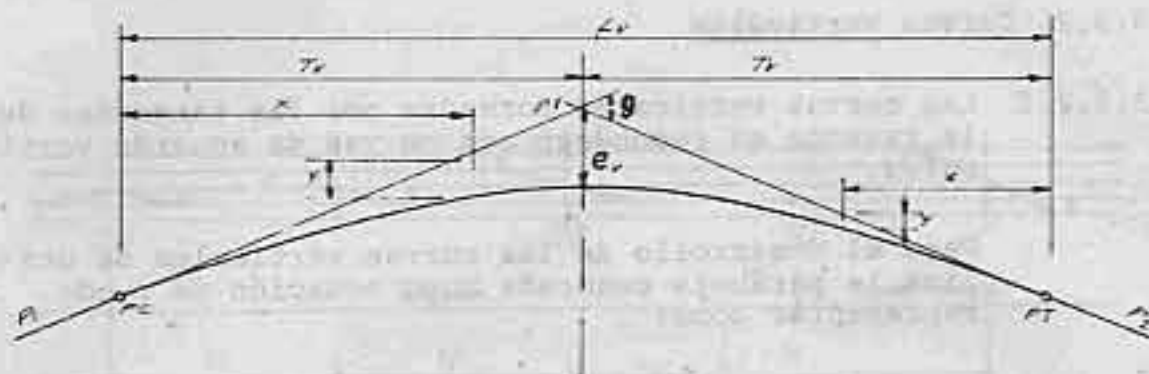
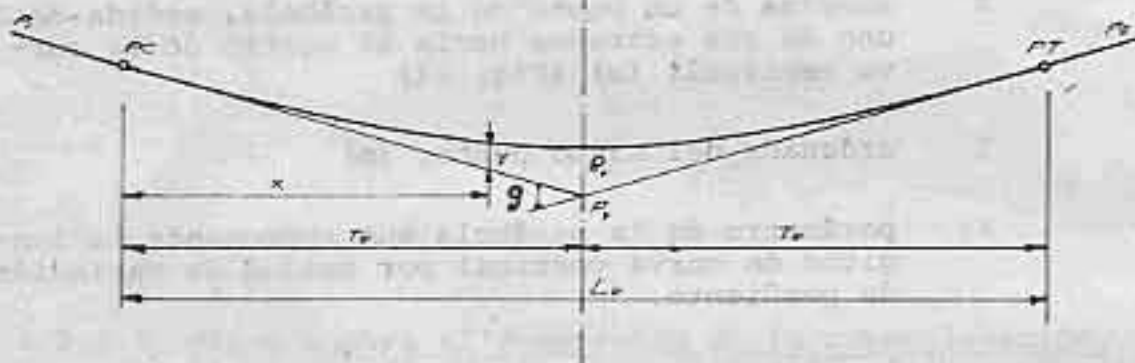
A. CIMAB. DEPRESION

Fig. 17 Curvas verticales

3.3.2.2 El proyecto de las curvas verticales simétricas o asimétricas, cóncavas (en cima) y convexas (en depresión) deben asegurar obligatoriamente la distancia de visibilidad de parada.

3.3.2.3 Los valores del parámetro K_v que aseguran una longitud mínima deseable de la curva vertical la cual satisface la distancia de visibilidad de parada están dadas en la tabla 11.

Tabla 11 Parámetro Kv de curvas verticales

PARA LA LONGITUD CORRESPONDIENTE		Kv					
		30	40	50	60	80	100
EN CIMA	PARA LAS LONGITUDES MINIMAS DESEABLES	10	10	15	20	50	100
	PARA LAS LONGITUDES MINIMAS ABSOLUTAS	5	5	10	15	30	60
	PARA LONGITUDES DE ADELANTAMIENTO	50	80	120	180	310	490
EN DEPRESION	PARA LONGITUDES MINIMAS DESEABLES	10	10	15	20	35	50
	PARA LONGITUDES MINIMAS ABSOLUTAS	10	10	15	15	25	40

Se recomienda, siempre que sea posible, proyectar las curvas verticales con parámetros que den longitudes superiores a las mínimas deseables.

Los valores de Kv correspondientes a las longitudes mínimas absolutas, se deben utilizar solamente en aquellos casos de extrema dificultad topográfica.

- 3.3.2.4 Los valores del parámetro K_v de la tabla 11 están obtenidos mediante las fórmulas:

Para curvas verticales convexas:

$$K_v = \frac{D_p^2}{200 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

Para curvas verticales cóncavas:

$$K_v = \frac{D_p^2}{200 (h + D_p \frac{\alpha \pi}{180})}$$

donde:

D_p distancia de visibilidad de parada, (m) (tabla 3)

$h_1 = 1,14$ m - altura del punto de observación

$h_2 = 0,15$ m - altura del objeto sobre el pavimento

$h = 0,61$ m - altura de los faros del vehículo de diseño

$\delta = 1^\circ$ - ángulo vertical de desviación de la luz de los faros del vehículo de diseño.

Nota. Los valores del parámetro K_v , que proporcionan la longitud mínima deseable para velocidades superiores a 50 km/h, están dados en función de la velocidad de diseño y los que proporcionan la longitud mínima absoluta, en función de la velocidad de marcha para volúmenes de tránsito bajo.

3.3.2.5 En carreteras de dos carriles es conveniente que se satisfagan la distancia de visibilidad de un vehículo contrario (D_c) y donde es posible y técnico-económico justificado, la distancia de adelantamiento (tabla 3).

3.3.2.6 La longitud mínima de las curvas verticales, por consideración estética deben ser:

$$L_v \geq 0,6 \quad V_d \quad (\text{m})$$

donde:

V_d velocidad de diseño, km/h.

3.3.2.7 Cuando la diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes (g) es menor que 0,5 %, no es necesario el proyecto de curva vertical.

3.3.2.8 Se permite que el final y el comienzo de dos curvas verticales contiguas coincidan en un punto, eliminando la tangente intermedia.

3.3.2.9 No es recomendable proyectar tangentes cortas entre dos curvas verticales de igual sentido.

Las mismas deben sustituirse por una curva vertical mayor o compuesta.

- 3.3.2.10 Las longitudes de los arcos de dos curvas verticales contiguas no deben tener una relación mayor de 1:3 para distancias (en metros) entre vértices, menores de $10 V_d$; (V_d en km/h).

- 3.3.3 En el Anexo C se dan los valores de las longitudes mínimas deseables y absolutas de las curvas verticales simétricas así como factores que facilitan el cálculo de las ordenadas.

- 3.4 Elementos de la sección transversal. Los elementos principales de la sección transversal de una carretera son: (Fig. 18).

1. Faja de emplazamiento
2. Franjas de servicios
3. Cuerpo de la carretera
4. Corona
5. Calzada
6. Carril
7. Paseos
8. Carril de emergencia
9. Bandas de reforzamiento del pavimento
10. Taludes y contrataludes
11. Cunetas de drenajes
12. Defensas
13. Cercas de protección.

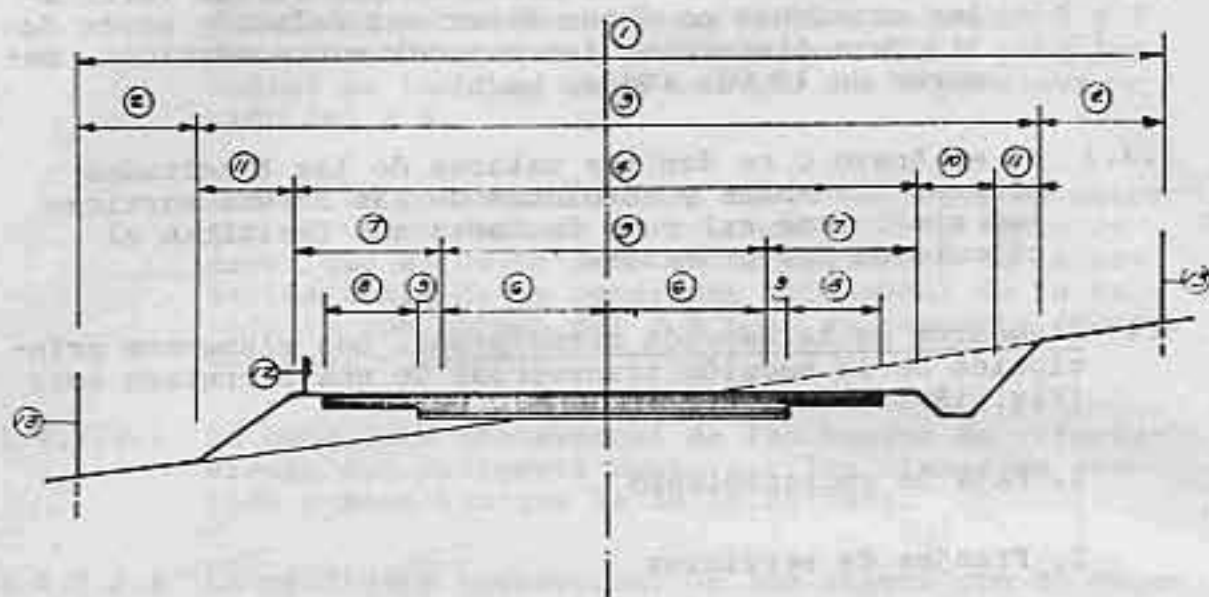


Fig. 18 Elementos de la sección transversal

3.4.1 Sección transversal en recta

- 3.4.1.1 Faja de emplazamiento. Es la faja del terreno en la cual están situados todos los elementos de la carretera, tales como trazado, obras de fábrica, intersecciones, intercambios y otros.

La faja de emplazamiento es utilizada para la construcción y el mantenimiento de la carretera.

Es deseable que la faja tenga un ancho uniforme a todo lo largo del trazado directo, aunque por condicionales topográficas, alturas de terraplenes, excavaciones, obras de fábrica y otros, el ancho puede variar por tramos. El ancho mínimo de la faja de emplazamiento se obtiene como suma del ancho del cuerpo de la carretera y las franjas de servicios.

- 3.4.1.2 Franjas de servicios. Están situadas a ambos lados del cuerpo de la carretera y están destinada para el mantenimiento, ubicación de obras de comunicaciones y otras relacionadas con la explotación de la carretera.

El ancho mínimo de las franjas de servicios será de 3,00 m, medido desde el pie del talud del terraplén, borde del contra talud, borde exterior de cunetas o de las obras de drenaje.

Si el borde interior del talud de cunetas, canales o cualquier otra obra de drenaje está situado a más de 5,00 m del pie de talud o contratalud, estas obras se mantendrán fuera de la franja de servicios y por lo tanto fuera de la faja de emplazamiento de la carretera.

Las cunetas de guardia o interceptoras pueden estar fuera de las franjas de servicios.

- 3.4.1.3 Cuerpo de la carretera. Comprende el ancho de la carretera entre los bordes de los contratalud, pie de talud o bordes exteriores de los taludes de las cunetas de drenaje. Su ancho total depende del tipo de terreno y de la categoría de la carretera.
- 3.4.1.4 Corona. Abarca el ancho de la carretera comprendida entre los bordes exteriores de los paseos. Depende de la categoría de la carretera y del tipo de terreno y están dadas en la tabla 4 y las Figs. 3a y 3b.
- 3.4.1.5 Calzada. Representa la parte pavimentada de la corona de la carretera, destinada a la circulación de los vehículos. Tiene un ancho igual a la suma de los anchos de los carriles.
- 3.4.1.6 Carril. Representa la franja de la calzada destinada al tránsito de los vehículos por sentido de circulación.

En esta norma se tratan sólo las carreteras de dos carriles. Su ancho se puede seleccionar en función de la categoría de la carretera y del tipo de terreno (Tabla 4). Su ancho máximo es de 3,75 m y el mínimo es de 3,00 m. En condiciones montañosas difíciles para las carreteras de categoría IV y donde se espera poca intensidad de tránsito el ancho del carril se puede reducir a 2,75 m.

- 3.4.1.7 Paseos. Son las franjas laterales en ambos lados de la calzada destinados para las paradas de emergencia de los vehículos y proporcionar seguridad al tránsito. Cuando está pavimentado se llama carril de emergencia.

El ancho de los paseos depende de la categoría de carretera y tipo de terreno (Tabla 4). Su ancho mínimo es de 1,00 m. En terrenos montañosos para la categoría IV puede reducirse a 0,75 m.

En los tramos donde es necesario la colocación de defensas, el ancho del paseo debe aumentarse en 0,50 m.

- 3.4.1.8 Carril de emergencia. Es la parte pavimentada de los paseos, teniendo además de las funciones de éstos las de permitir a los vehículos, en caso de emergencia, realizar algún tipo de maniobra.

Cuando existe carril de emergencia, la parte no pavimentada del paseo debe ser como mínimo 0,50 m.

El ancho del carril de emergencia no debe ser menor de 1,75 m, incluyendo las bandas de reforzamiento.

El carril de emergencia puede preverse a todo lo largo de la carretera o por tramos, donde sea necesario y se recomienda para las categorías de carreteras con velocidades de 100 y 80 km/h.

- 3.4.1.9 Bandas de reforzamiento del pavimento. Están situadas a ambos lados de la calzada, formando parte del paseo y su función es la de mantener la estabilidad del pavimento en los carriles de circulación.

Se puede construir de hormigón asfáltico como una prolongación de la estructura del pavimento, o como un bordillo de hormigón hidráulico. Su ancho depende de la categoría de la carretera (Fig. 3a y 3b) y sobre la misma se pintan las líneas delimitadoras de calzados.

- 3.4.1.10 Cunetas de drenaje. Colocadas a ambos lados de la corona donde sean necesarias, están destinadas a la evacuación de las aguas, tanto superficiales, como subterráneas, mediante drenes que desembocan en las mismas.

La invertida de las cunetas nunca estará a menos de 0,30 por debajo de la línea de la sub-rasante en su intersección con la línea del talud de la misma.

- 3.4.1.11 Taludes y contrataludes. Son los perfiles de los terraplenes y las excavaciones, determinándose las siguientes inclinaciones:

Para las carreteras categorías I y II, si la altura de terraplén es menor de 3,00 m se usarán inclinaciones de 4:1 y en terrenos montañosos 3:1 (H:V).

Si la altura del terraplén es mayor de 3,00 m, se usarán inclinaciones de 2:1 y en terreno montañoso de 1,5:1.

Para las carreteras categorías III y IV y para cualquier altura de terraplén la inclinación de los taludes será de 2:1 y es terreno montañoso de 1,5:1.

Para los contrataludes la inclinación de los mismos dependerá de las características geométricas de los suelos, adoptándose el que recomiende las investigaciones ingeniero-geológicas realizadas al efecto.

- 3.4.1.12 Defensas. Son elementos destinados para tratar de que en caso de despiste de un vehículo, este se mantenga sobre la corona de la carretera. Pueden ser metálicos o de hormigón, y se colocarán en todas las categorías de carreteras cuando los terraplenes sean mayores de 3,00 m.

- 3.4.1.13 Cercas de protección. Están destinadas para proteger el tránsito de las carreteras de la entrada en la faja de emplazamiento, de animales, vehículos agropecuarios u otros que representen un peligro para la circulación.

Se colocan, limitando la faja de emplazamiento, a uno a ambos lados y a todo lo largo de las carreteras con velocidades superiores a 50 km/h excepto en los pases superiores e inferiores, puentes, pasos para peatones, pasos para ganado.

Para carreteras con velocidades iguales o inferiores a 50 km/h se colocarán en aquellos tramos que se entienda necesario.

Los tipos de cerca a utilizar serán los siguientes:

- Cerca de malla de acero de tejido eslabonado simple cuadrado, de 1,50 y 1,80 m de altura, sin protección de alambre entorchado con púas
- Cerca de alambre entorchado con púas, con postes de hormigón de 4 y 7 hilos de 1,50 m de altura.

En el Anexo D se muestran los tipos de cercas con sus dimensiones.

- 3.4.1.14 Pendientes transversales de los distintos elementos de la sección. Se proyectan de forma tal de garantizar una rápida evacuación de las aguas superficiales y que sean seguras para el tránsito.

La zona pavimentada de la corona de la carretera que incluye la calzada y las bandas de seguridad se proyectan para una pendiente con bombeo del 2 % en pavimentos asfálticos y del 1,5 % en pavimentos de hormigón hidráulico.

En terrenos montañosos cuando por motivos técnico sea beneficioso y de modo excepcional, la corona puede proyectarse en sección recta con el 2 % de pendiente.

Los paseos se proyectarán con una pendiente de:

- 4 % - Pavimento con mezcla asfáltica (carril de emergencia)
- 6 % - Estabilizado con asfalto o cemento
- 8 % - Césped o mejoramiento.

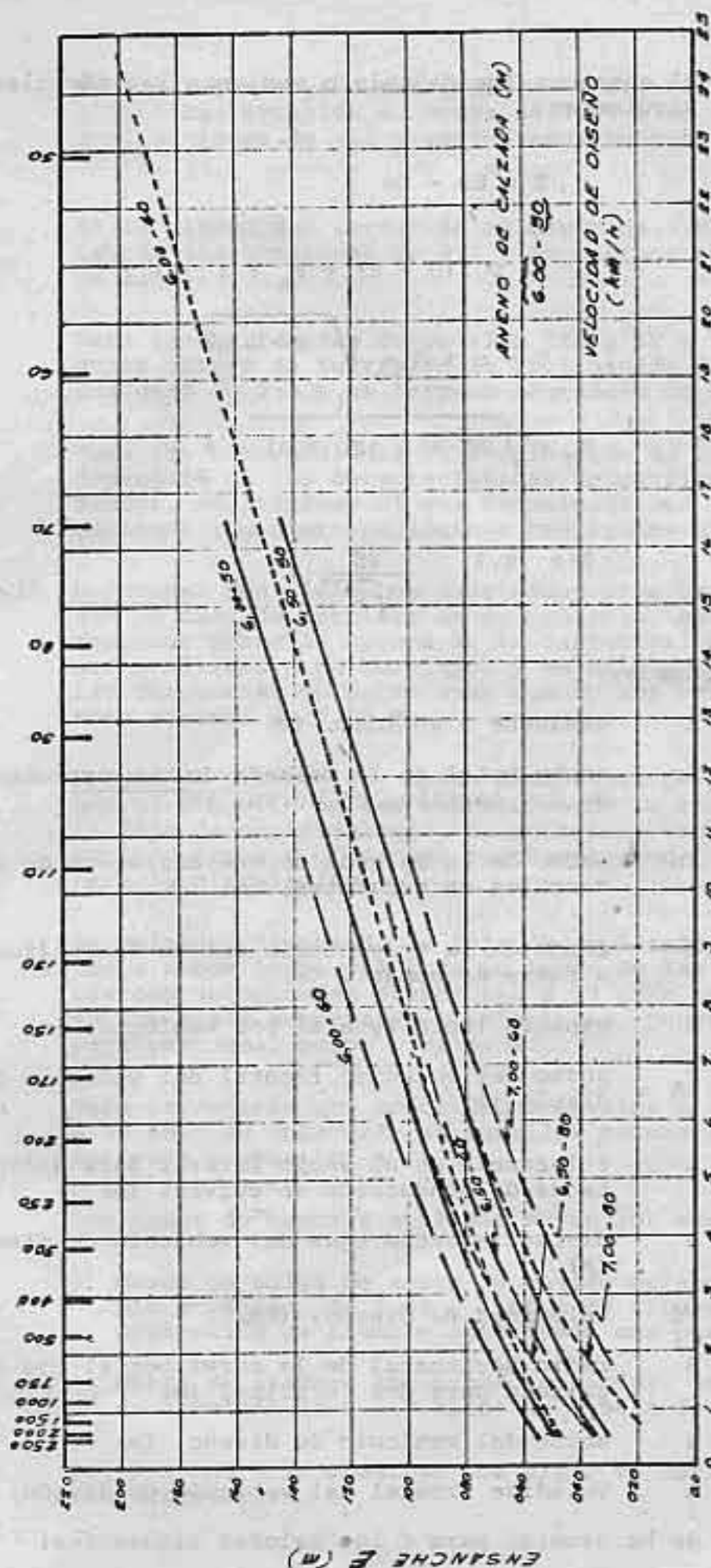
- 3.4.2 Sección transversal en curvas. La sección transversal de la carretera en las curvas horizontales conserva su forma general como en recta, modificándose su dimensión y sus pendientes en función del valor del radio de la curva circular.

- 3.4.2.1 Ensanche de la calzada

- 3.4.2.1.1 El ensanche de la calzada (E) en las curvas para una carretera de dos carriles, está en dependencia de la velocidad de diseño, del ancho de la calzada en tangente y del valor del radio o curvatura de la curva circular. El valor del ensanche se puede determinar mediante el gráfico de la Fig. 19. Los valores se redondean a la décima superior. El valor mínimo a aplicar será de 0,30 m.

ENSANCHE DE LA CALZADA EN CURVAS HORIZONTALES (E)

RADIO DE LA CURVA CIRCULAR R (m)



GRADO DE LA CURVA CIRCULAR G°

NOTA: PARA $V_D = 30$ km/h Y CALZADA DE 6.00 Y 5.50 M EL ENSANCHE - E - ESTAN DADOS EN LAS TABLAS DEL ANEXO D

FIG. 19

El ensanche fue calculado mediante las fórmulas siguientes:

$$E = E_c - E_n$$

$$E_c = 2(U + C) + F_A + Z$$

$$U = u + R - \sqrt{R^2 - L^2}$$

$$F_A = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R$$

$$Z = 0,1 \frac{V_d}{\sqrt{R}}$$

donde:

E	ensanche a aplicar, (m)
E _c	ancho total de la calzada de una carretera de dos carriles en curva, (m)
E _n	ancho de la calzada de una carretera de dos carriles en tangentes, (m)
U	ancho de la trayectoria del vehículo (fuera a fuera de gomas), (m)
C	espacio libre lateral por vehículo, (m)
F _A	ancho del voladizo frontal del vehículo de diseño (m)
Z	tolerancia en el ancho lateral para dificultades de conducción en curvas, (m)
L	distancia entre ejes del vehículo de diseño, (m)
V _d	velocidad de diseño, (km/h)
R	radio horizontal de la curva por el eje de la calzada para dos carriles, (m)
u	ancho del vehículo de diseño, (m)
A	voladizo frontal del vehículo de diseño, (m)

Se ha asumido para C los valores siguientes:

Ancho de Calzada (m)	Valor de C (m)
----------------------	----------------

5,50	0,45
6,00	0,60
6,50	0,75
7,00	0,90

Se ha asumido un vehículo de diseño promedio, con las siguientes dimensiones:

Longitud total	$l = 9,15 \text{ m}$
Ancho	$u = 2,59 \text{ m}$
Voladizo frontal	$A = 1,22 \text{ m}$
Distancia entre ejes	$L = 6,10 \text{ m}$

En el Anexo E se dan tablas con los valores de ensanches más utilizados para las distintas velocidades y anchos de calzada.

- 3.4.2.1.2 En los casos en que en el paseo no esté previsto carril de emergencia y no afecte la visibilidad, el ensanche puede ser tomado a base de reducir el paseo hasta 1,50 m. En los otros casos se tomará ampliando la corona de la carretera.
- 3.4.2.1.3 El ensanche de la calzada se realiza íntegramente por la parte interior de la curva. En condiciones difíciles del terreno puede ejecutarse por ambos lados.
- 3.4.2.1.4 Cuando el ensanche se hace a partes iguales por ambos lados de la calzada, el retranqueo R_o de la curva circular debe ser,

$$\Delta R_o \geq \frac{E}{2}$$

Si esta condición no puede ser satisfecha con una selección adecuada de una curva de transición, entonces la parte exterior de la calzada se ensancha hasta la dimensión de ΔR_o mientras que el resto del ensanche ($E - \Delta R_o$) se hace por la parte interior.

- 3.4.2.1.5 El desarrollo del ensanche hasta su valor total al comienzo de la curva circular, se realiza a lo largo de la curva de transición (L_s). En los casos que no prevén curvas de transición, éste se realiza en una longitud igual a la rampa de transición (L_r) medida desde el TC (véase apartado 3.4.2.3.2).

El borde del pavimento a lo largo del desarrollo del ensanche debe ser suave y sin quebradas (Fig. 20) para lo cual el valor del ensanche (E_x) en cualquier punto del tramo de transición se calcula por la fórmula:

$$E_x = \epsilon_x \cdot E \quad (\text{m})$$

donde:

E_x ensanche de la calzada en el punto x , que se encuentra a una distancia L_x del inicio del tramo, (m)

E ensanche total en la curva circular, (m)

ϵ_x coeficiente que se obtiene de la tabla 12 a partir de $\lambda = \frac{L_x}{L_s}$.

Para los valores intermedios de λ , ϵ_x se obtiene mediante interpolación lineal.

Tabla 12 Valores de ϵ_x

$\lambda = \frac{L_x}{L_s}$	ϵ_x	$\lambda = \frac{L_x}{L_s}$	ϵ_x
0,05	0,0005	0,55	0,6355
0,10	0,0040	0,60	0,7440
0,15	0,0135	0,65	0,8285
0,20	0,0320	0,70	0,8920
0,25	0,0625	0,75	0,9375
0,30	0,1080	0,80	0,9680
0,35	0,1715	0,85	0,9865
0,40	0,2560	0,90	0,9960
0,45	0,3645	0,95	0,9995
0,50	0,5000	1,00	1,0000

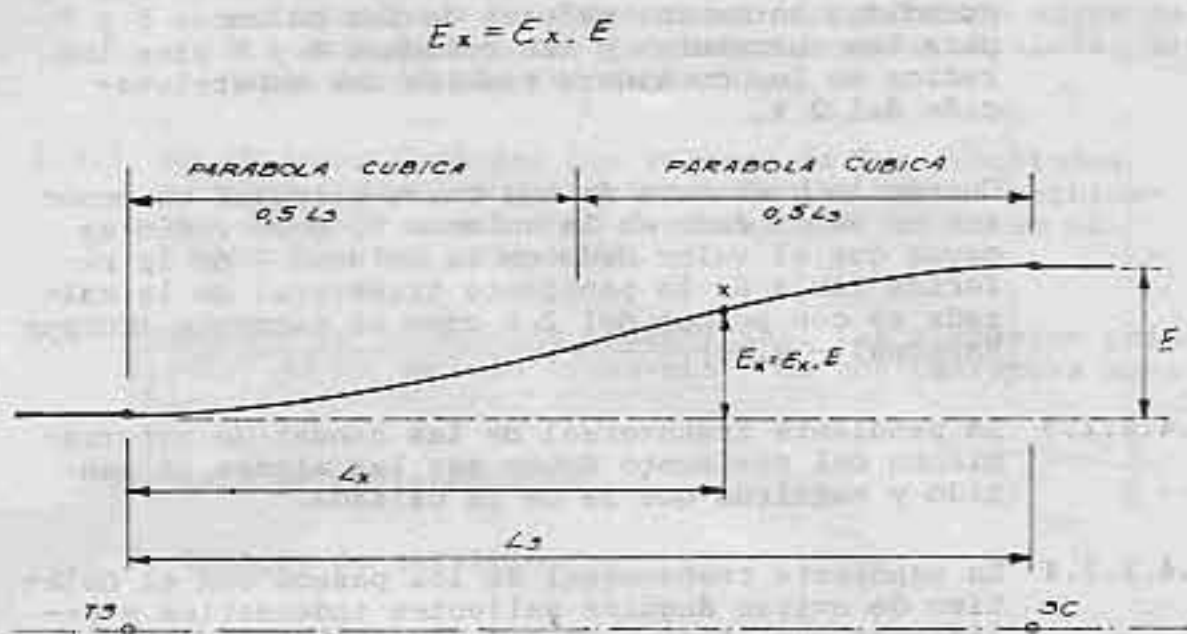


Fig. 20 Desarrollo del ensanche de la calzada

3.4.2.1.6 Para calzadas de 7,50 m de ancho no se requiere ensanche.

3.4.2.2 Superelevación

3.4.2.2.1 La superelevación de la calzada en las curvas circulares depende de la curvatura (radio), y la velocidad de diseño de la carretera. Se puede determinar mediante el gráfico de las figs. 7 y 8, o las tablas del Anexo B, que para las curvaturas máximas responden a la fórmula dada en el apartado 3.2.2.1.1.

3.4.2.2.2 La superelevación máxima ($S_{m\acute{a}x} = 6$ y 10%) corresponde a las curvaturas (radios) de la columna 3 (4) de la tabla 6.

La superelevación mínima ($S_{m\acute{i}n} = 2\%$) Corona Superelevada (CS) corresponde a las curvaturas (radios) de la columna 5 (6).

Para los valores de las curvaturas (radios) comprendidas entre los valores de las columnas 5 y 7 para las curvaturas y las columnas 6 y 8 para los radios se les considera también una superelevación del 2 %.

Cuando la curvatura de una curva circular es menor que el valor dado en la columna 7, o su radio es mayor que el valor dado en la columna 8 de la referida tabla 6, la pendiente transversal de la calzada es con bombeo del 2 % como en tangente (Corona Nacional - C.N.).

- 3.4.2.2.3 La pendiente transversal de las bandas de reforzamiento del pavimento deben ser las mismas en sentido y magnitud que la de la calzada.
- 3.4.2.2.4 La pendiente transversal de los paseos con el objetivo de evitar ángulos salientes indeseables y peligrosos que afectan el tránsito se desarrollan como sigue:
- 1 -El paseo interior conserva su pendiente, como en tangente, mientras ésta sea igual o mayor que la pendiente de la calzada en las curvas. Cuando la superelevación de la calzada es mayor que la pendiente del paseo, en tangente, éste toma el valor de la superelevación, formando con la calzada un plano inclinado con el mismo valor de pendiente.
 - 2 -El paseo exterior conserva el sentido y magnitud de su pendiente transversal hasta aquella sección en la cual la suma de su valor absoluto y el de la superelevación de la calzada sea igual al 7 % (Fig. 21.a)

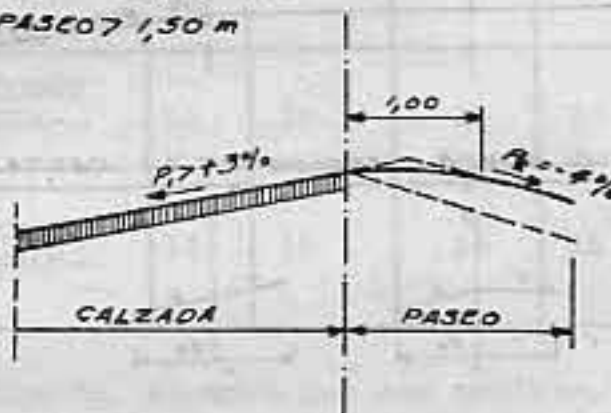
Para una diferencia mayor que este valor, el paseo va perdiendo pendiente negativa en la misma proporción que la calzada la va ganando positiva, hasta que el paseo tiene una pendiente de - 4 %. En esta situación, cuando el ancho del paseo es mayor de 1,50 m (Fig. 21.b) el mismo se queda con pendiente - 4 % hasta el final de la superelevación, y la quebrada se redondea con una curva vertical de 1,00 m de largo, situada completamente en el paseo. Cuando el paseo es menor de 1,50 m (Fig. 21.c) éste sigue subiendo hasta alcanzar la misma pendiente de la calzada al final de la superelevación formando un plano inclinado con ésta.

$$A. |P_1| + |P_2| \leq 7\%$$



$$B. |P_1| + |P_2| > 7\%$$

PASEO $\geq 1,50$ m



$$C. |P_1| + |P_2| > 7\%$$

PASEO $\leq 1,50$ m

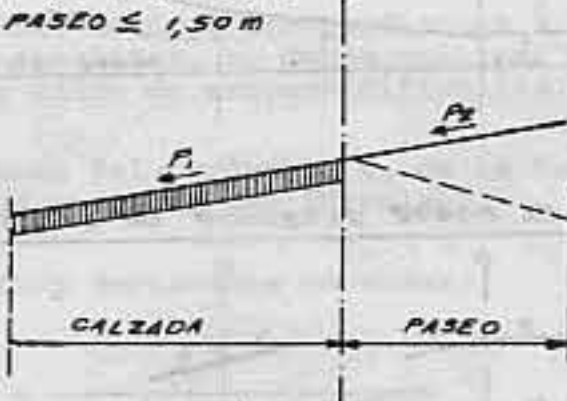


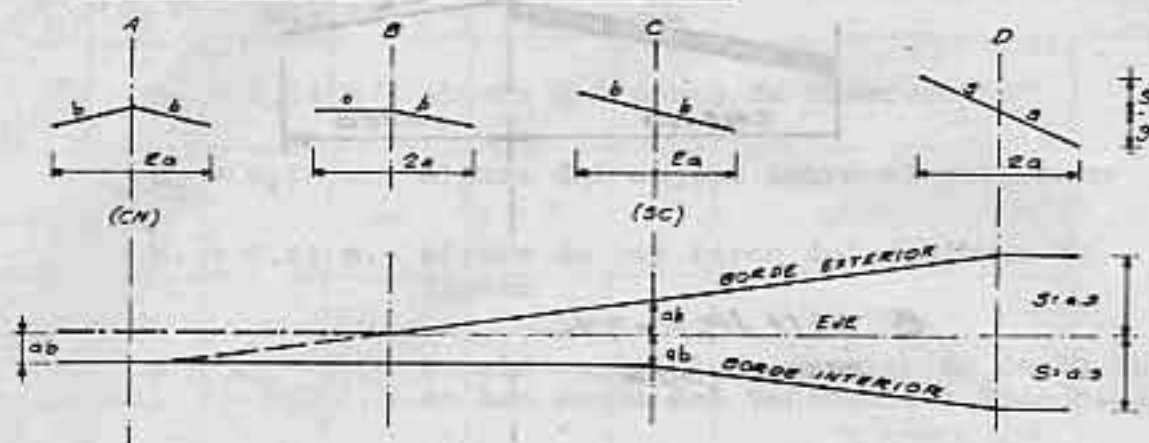
Fig. 21 Pendiente transversal del paseo exterior en curvas

3.4.2.3 Desarrollo de la superelevación

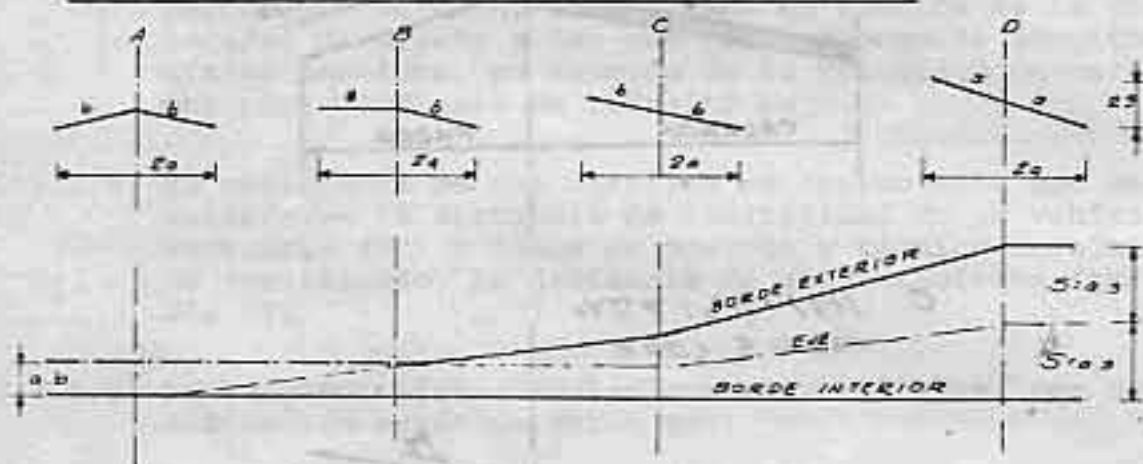
- 3.4.2.3.1 El desarrollo de la superrelación desde una sección en bombeo en la tangente, a una sección con la superelevación máxima de la curva circular, se realiza en una longitud formada por un segmento N en la tangente y la longitud (Ls) de la curva de transición (Fig.22).

PROCEDIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE LA SUPERELEVACION

a) GIRO POR EL EJE DE LA CALZADA



b) GIRO POR EL BORDE INTERIOR DE LA CALZADA



c) GIRO POR EL BORDE EXTERIOR DE LA CALZADA

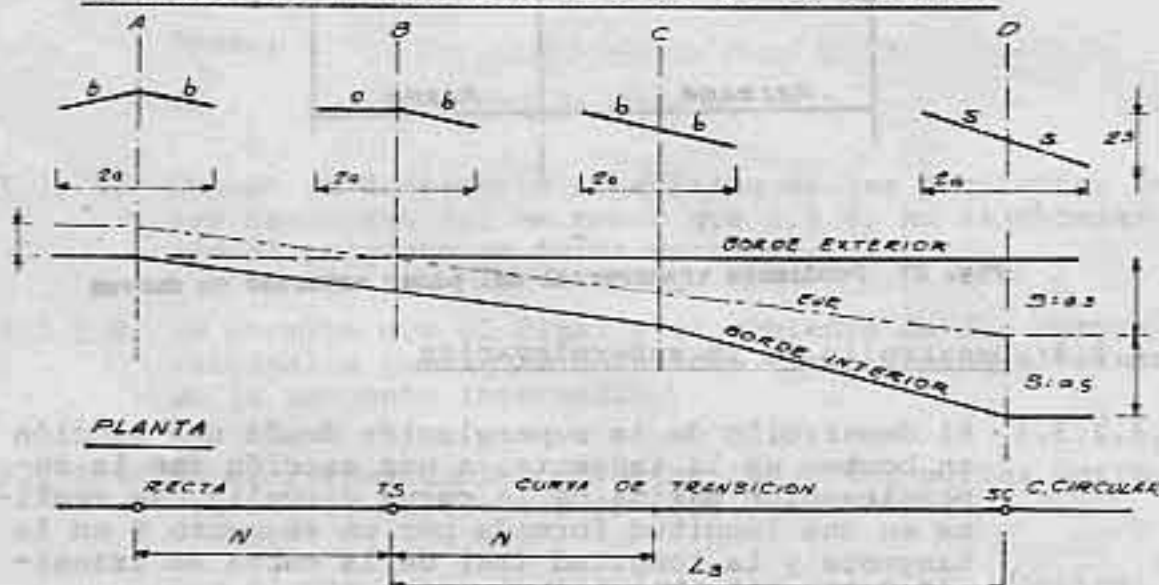


FIG. 22

La longitud del segmento N será:

$$\frac{a.b}{\Delta_{pmín}} \geq N \geq \frac{a.b}{\Delta_{pmáx}}$$

donde:

a semi ancho de la calzada en tangente, (m)

$\Delta_{pmáx}$ pendiente relativa máxima permisible del borde de la calzada. (Tabla 7), (m/m)

$\Delta_{pmín}$ pendiente relativa mínima, (m/m) (apartado 3.4.2.3.5)

b bombeo de la calzada en tangentes, (m/m)

- 3.4.2.3.2 En los casos en que no se prevé curva de transición, se utiliza una rampa de transición a la cual se le agrega el segmento N.

La longitud de la rampa de transición (Lr) se determina mediante la fórmula:

$$Lr = \frac{a}{\Delta_{pmáx}} \quad s \text{ (m)}$$

donde:

a distancia desde el eje hasta el borde exterior de la calzada incluyendo la parte correspondiente del ensanche, (m)

$\Delta_{pmáx}$ pendiente relativa máxima permisible del borde de la calzada (tabla 7)

s superelevación en la curva circular, (m/m).

Para 30 km/h la longitud de la rampa de transición (Lr) no será menor de 20 m y están dadas en las tablas del Anexo B.

Para 40 km/h la longitud de la rampa de transición (Lr) es igual a la curva de transición (Ls) y no será menor que 25 m (véase Anexo B).

En estos casos se permite que la longitud del desarrollo de la superelevación ($N \neq Lr$) se efectúe entre el 60 y el 80 % en tangente y correspondientemente entre el 40 y el 20 % en la curva circular siguiendo el esquema general de la Fig. 23.

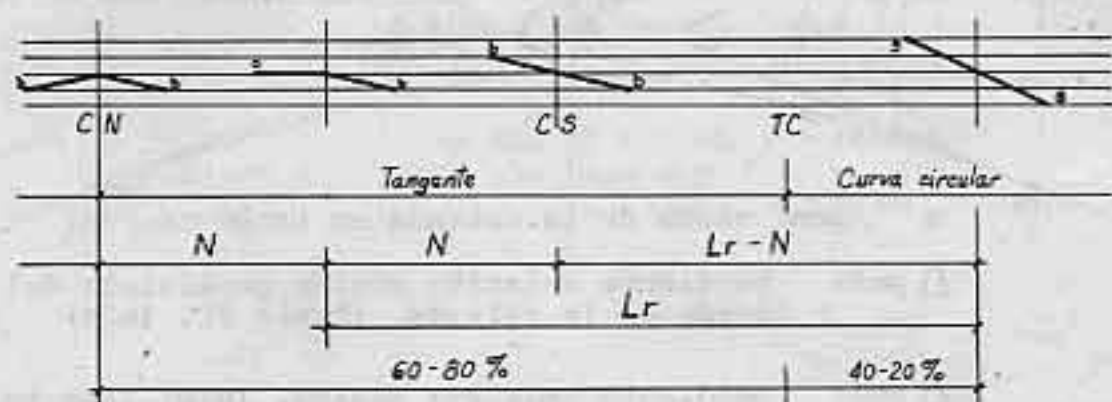


Fig. 23

3.4.2.3.3 Métodos para el desarrollo de la superelevación.

El desarrollo de la superelevación, en dependencia de las condiciones concretas del terreno, se realiza mediante el giro de la sección transversal por el eje, por el borde interior o por el borde exterior de la calzada.

Método I - Giro por el eje de la calzada (Fig.22-a)

El giro comienza en el punto A en tangente y termina en el punto D en la curva circular. En todo el tramo A-D el giro se realiza por el eje de la calzada.

El punto A está en tangente a una distancia N (apartado 3.4.2.3.1) antes del inicio de la curva de transición (TS) o de la rampa de transición (Tr) $N=AB = BC$.

En el punto A la sección transversal tiene pendiente del $b\%$ en bombeo (CN). Desde el punto A hasta el punto B $= T_s$, la mitad exterior del pavimento gira hasta la posición horizontal, desde este punto hasta el punto C esta parte sigue girando hasta alcanzar la pendiente del 2% igual a la que tiene la parte interior que ha conservado su pendiente, convirtiéndose la calzada en una sección recta.

La pendiente relativa del borde de la calzada será:

$$\Delta_{p\text{mín}} \leq \Delta_p (A-C) \leq \Delta_{p\text{máx}}$$

Desde el punto C hasta el punto D = S.C. se realiza simultáneamente el giro de toda la calzada hasta la obtención de la superelevación máxima (S) en la curva circular (C.S.) desde donde se inicia un proceso de giro inverso al descrito para la primera parte.

La pendiente relativa en este tramo será:

$$\Delta_p (C-D) = \frac{a(s-b)}{Ls-N} \leq \Delta_{p\text{máx}}$$

Por este método se mantiene el perfil de la rasante. Este método es el más recomendable en la generalidad de los casos aunque debe prestársele atención a las cunetas del borde interior de las curvas en los tramos en cortes.

Método II. Giro por el borde interior de la calzada (Fig. 22-b)

El giro comienza en el punto A y termina en el punto D. Desde el punto A hasta C el giro se realiza por el eje de la calzada e igual al método I.

Desde el punto C hasta el punto D el giro se realiza por el borde interior, incluyendo el ensanche, girando toda la calzada hasta obtener la superelevación total en la curva circular. En este tramo las cotas del borde interior permanecen inalteradas, variando las correspondientes a la rasante por el eje las cuales aumentan su valor en función del desarrollo de la superelevación.

La distancia $N = AB = BC$ se calcula según apartado 3.4.2.3.1.

Este método puede utilizarse cuando existan problemas con las pendientes de las cunetas interiores de las curvas en los tramos en cortes, ya que no se deprime el borde interior de la calzada; también puede utilizarse cuando el borde exterior está en corte, ya que disminuyen los mismos, y no debe utilizarse en terraplenes porque aumentan los volúmenes de éstos.

Método III. Giro por el borde exterior de la calzada (Fig. 22-C)

El giro se realiza desde el punto A hasta el punto D por el borde exterior de la calzada.

Desde el punto A (sección de bombeo) hasta el punto B = TS, el eje y el borde interior de la calzada se han deprimido, alcanzando la mitad exterior de la misma la posición horizontal y la parte interior mantiene su pendiente igual al bombeo.

Desde el punto B hasta el punto C la calzada completa se ha deprimido formando una sección recta con pendiente igual al 2 %, manteniéndose el borde exterior inalterado.

Desde el punto C hasta el punto D, la calzada completa sigue girando por el borde exterior, deprimiéndose hasta alcanzar la superelevación máxima correspondiente a la curva circular.

Por este método las cotas del borde exterior se conservan, mientras que las del eje y las del borde interior disminuyen.

Puede proyectarse en terraplenes ya que reduce el volumen de éstos.

- 3.4.2.3.4 Las quebradas que se forman en el desarrollo de la superelevación, cuando la diferencia algebraica de las tangentes es mayor del 0,5 % se redondean con curvas verticales cuya longitud no debe ser menor que 0,2 Vd. (Vd en km/h).
- 3.4.2.3.5 Para lograr un buen drenaje del pavimento en la zona próxima al punto del 0 % de superelevación en la cual la misma cambia el sentido de su transición (o sea de -0,5 a + 0,5 %) la pendiente longitudinal relativa mínima (Δp_{min}) del borde de la calzada en el tramo A-C debe ser de,

$$\Delta p_{min} = 0,1 \cdot a \text{ (\%)}$$

donde:

a semiancho de la calzada, (m).

COMPLEMENTO

Norma estatal de referencia:

- NC 53-126:84 Elaboración de proyectos de construcción. Diseño geométrico de caminos forestales. Parámetros fundamentales y secciones típicas

Normas estatales consultadas:

- NC 53-02:78 Carreteras. Diseño geométrico. Parámetros fundamentales y secciones típicas
- NC 53-96:83 Elaboración de proyectos de construcción. Carreteras. Diseño geométrico. Curvas verticales simétricas
- NC 53-112:84 Elaboración de proyectos de construcción. Ubicación de cercas de protección en carreteras. Especificaciones de proyecto
- NC 53-123:84 Elaboración de proyectos de construcción. Aplicación de curvas espirales. Determinación de sus longitudes y distribución de la superelevación
- NC 53-128:84 Elaboración de proyectos de construcción. Carreteras. Diseño geométrico. Desarrollo de superelevación

Bibliografía consultada:

Una política sobre el diseño geométrico de carreteras rurales
AASHO USA 1965

E. NEUMAN Las carreteras Modernas. Editorial Labor. Barcelona, España

T.F. HICKERSON; Levantamiento y trazado de caminos. E.R. La Habana, Cuba, 1970

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. Primera Edición.
Secretaría de Obras Públicas, México 1974

Manual de Campo. Editorial Ciencia y Técnica. La Habana, Cuba 1969

D.SOTIROV Proyecto de Carreteras. Edición Técnica. Sofía, 1974

SNIP-II-e5-72 Normas y Reglamentos de la construcción (URSS)
Carreteras normas de proyecto.

ANEXO A

COMPROBACIÓN Y REGISTRO DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD

A.1 Generalidades

Se muestra un Método Gráfico para comprobar las distancias de visibilidad establecidas en la Tabla 3 y Fig. 2, así como la forma en que dichas distancias deben quedar registradas en los planos del proyecto.

Al comprobar y registrar las distancias de visibilidad se tiene la oportunidad de conocer la suficiencia del trazado geométrico en lo que respecta a estas distancias, con lo cual se está en posición de tomar las medidas que sean posibles en cada caso.

A.2 Distancia de visibilidad

A.2.1 Distancia de visibilidad de parada D_p (en Planta)

En la figura A-1 se muestra una planta y una sección típica donde aparecen representaciones de las visuales con una zona en corte, que es el lugar más crítico, pues el contratalud limita las posiciones de las visuales.

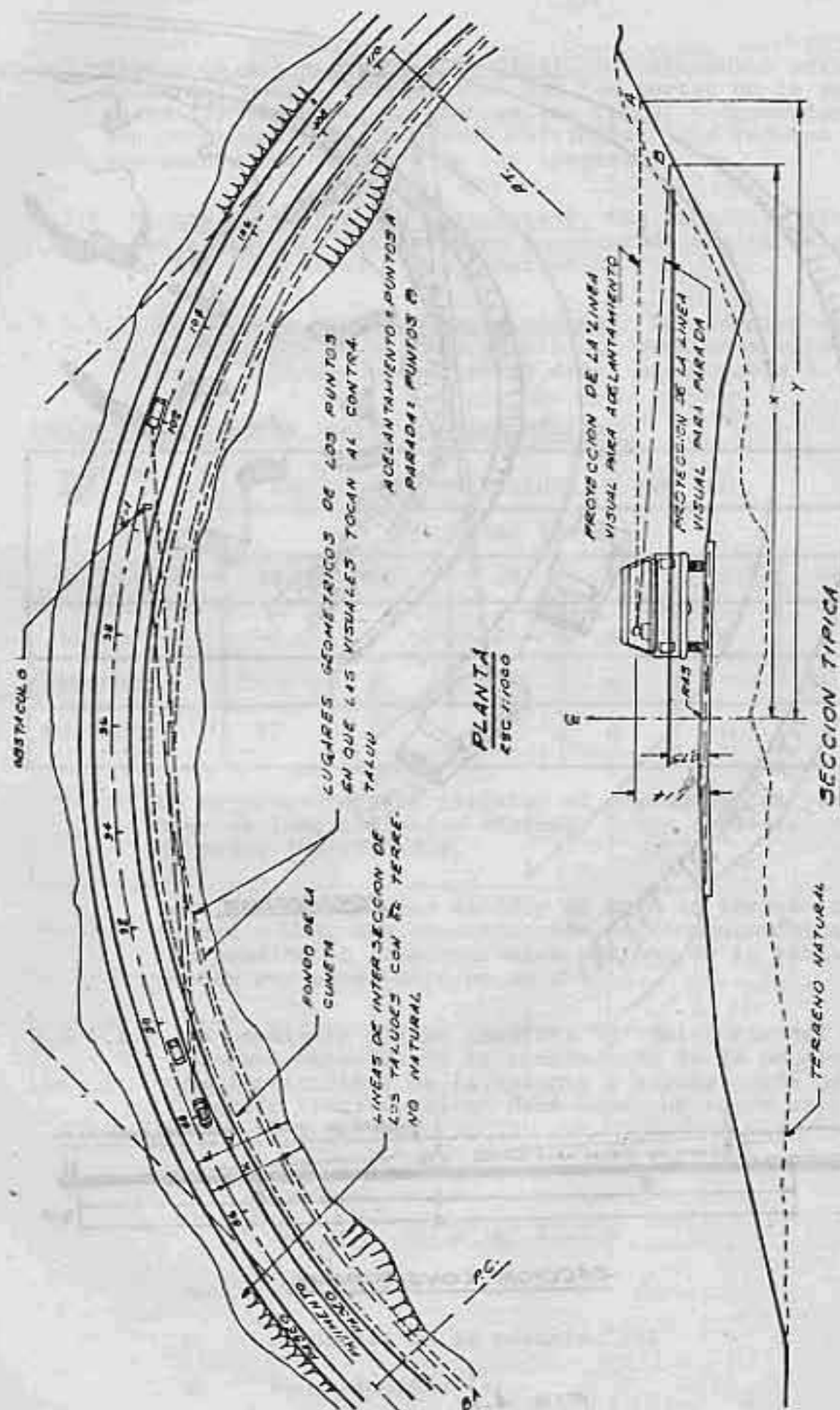
En la planta de línea discontinua de trazos largos representa la visual desde el vehículo hasta el obstáculo. Esa visual es tangente en el punto B al contratalud y la visual representada es la máxima.

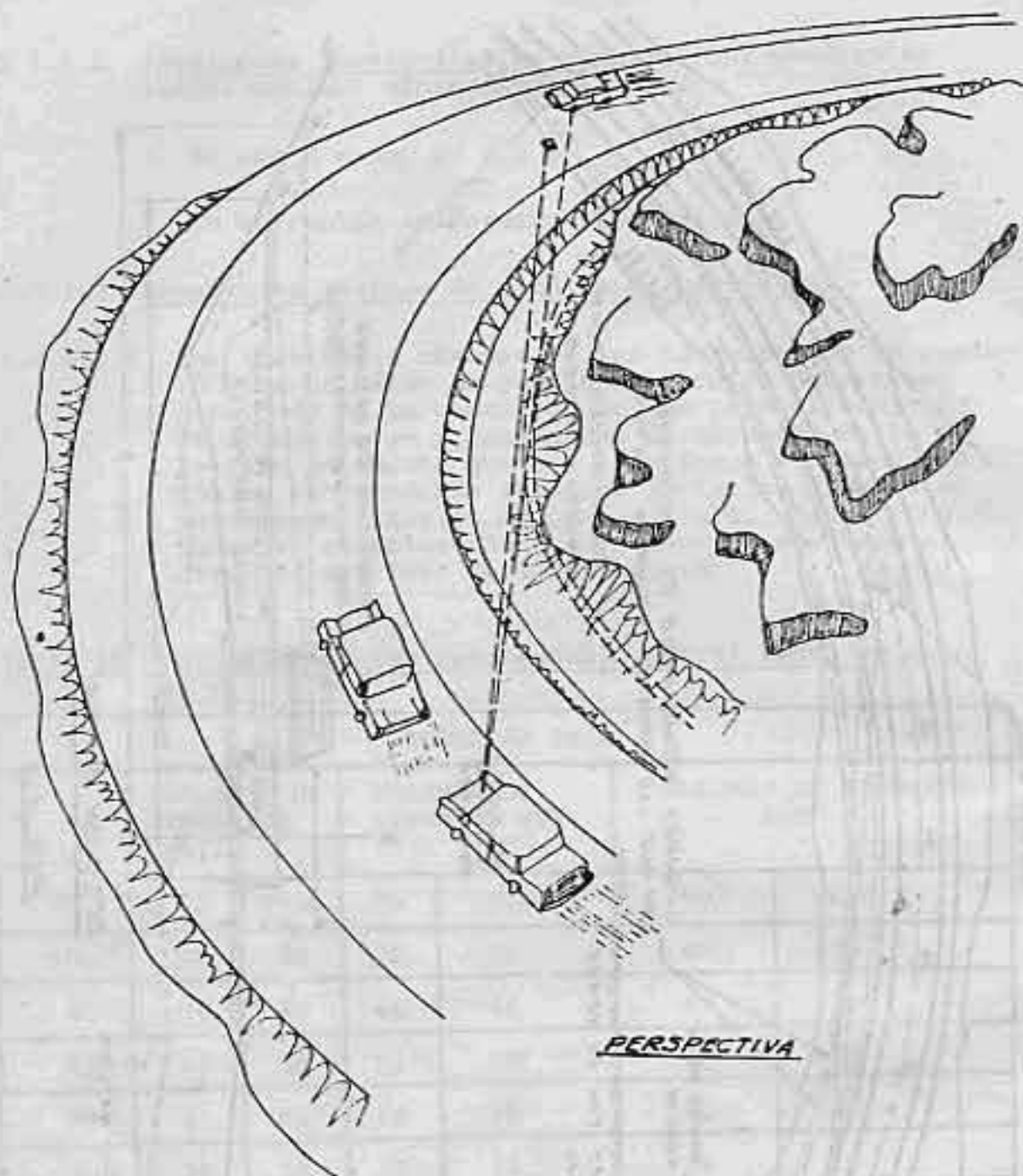
Según el vehículo se mueva hacia adelante la visual del conductor va tocando diferentes puntos B del contratalud.

Al proyectar en planta esos puntos B nos da como resultante si el contratalud tiene pendiente uniforme, una línea concéntrica con el eje de la vía y situada a una distancia "X" del mismo. La proyección está representada en el dibujo por una línea discontinua de trazos largos. La distancia entre el vehículo y el obstáculo, tan pronto como éste sea visible, es la distancia que el vehículo dispone para frenar y debe ser igual o mayor a la distancia de parada.

Nota. En la fig. A-1 el vehículo está situado en la estación 88 y el obstáculo en la estación 100. La distancia de visibilidad entre ellos es por lo tanto, de 12 estaciones, o sea, 120 m.

En la fig. A-2 se muestra una perspectiva con el fin de aclarar los conceptos, así como una sección longitudinal con dimensiones.



PERSPECTIVASECCION LONGITUDINALFIG. A-2

A.2.2 Distancia de visibilidad de adelantamiento D_a (en Planta).

En la fig. A-1 la línea discontinua de trazos cortos representa la visual desde el vehículo que intenta pasar a otro, hasta el vehículo que viaja en sentido contrario.

Esa visual toca al contratalud en el punto A y según el vehículo se mueve, el punto A se traslada tal como se explicó anteriormente para la distancia de visibilidad de parada.

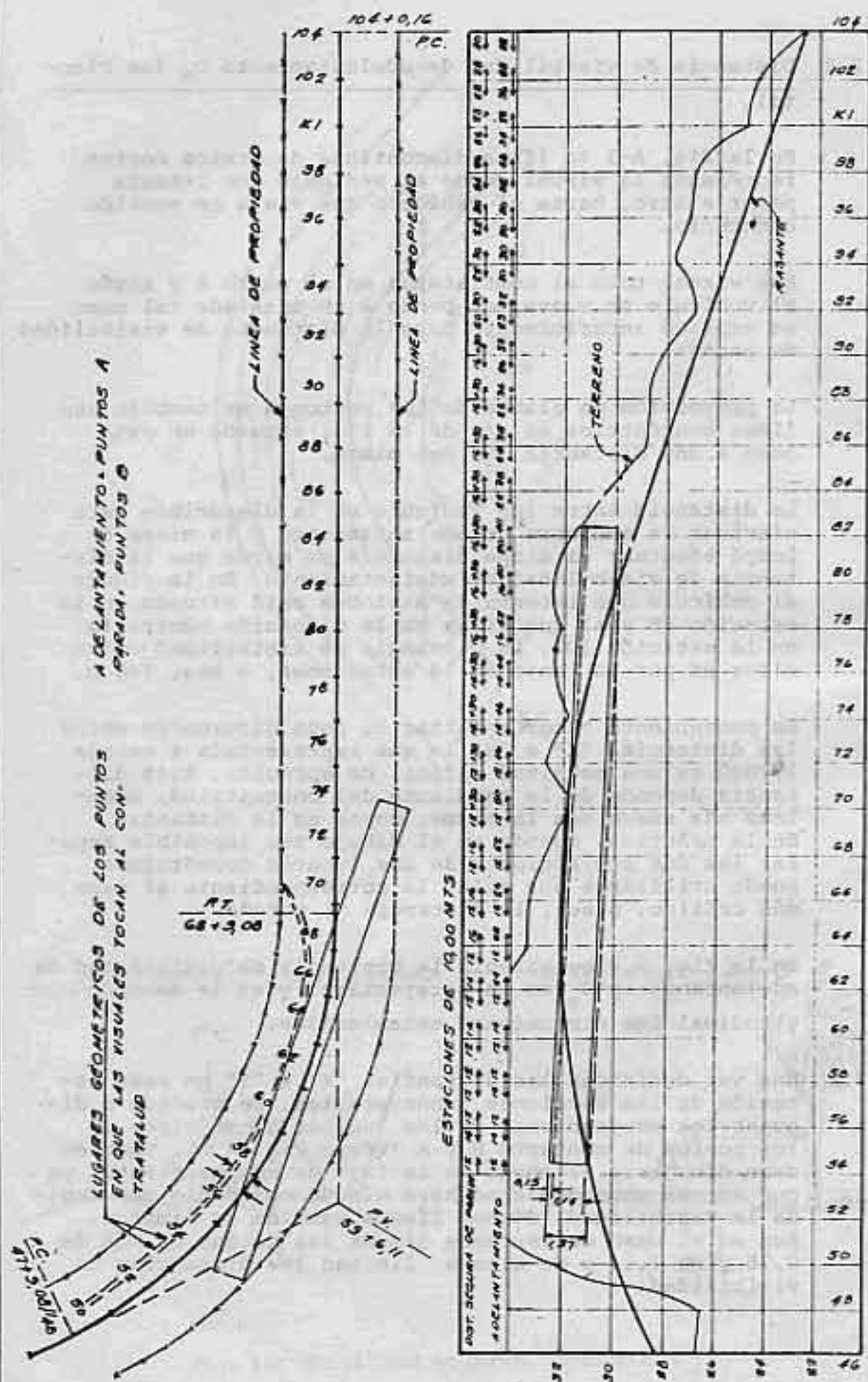
La proyección en planta de los puntos A es también una línea concéntrica al eje de la vía, situado en este caso a una distancia "Y" del mismo.

La distancia entre los vehículo es la disponible para efectuar la maniobra de adelantamiento y la misma se podrá efectuar si dicha distancia es mayor que la distancia de visibilidad de adelantamiento. En la figura el vehículo que intenta la maniobra está situado en la estación 88 y el que viaja en la dirección contraria en la estación 102. La Distancia de visibilidad entre ellos es por lo tanto de 14 estaciones, o sea, 140 m.

Es conveniente hacer resaltar la poca diferencia entre las distancias "X" e "Y" la que representada a escala 1:2000 es una magnitud difícil de apreciar. Esta distancia depende de la pendiente del contratalud, mientras más suave sea la misma, mayor es la distancia. En la práctica, cuando en el dibujo sea imposible separar las dos proyecciones de los lugares geométricos, puede utilizarse una sola, la correspondiente al caso más crítico, o sea, la distancia de parada.

En la fig. A.2 se aprecia la distancia de visibilidad de adelantamiento D_a en la perspectiva, y en la sección longitudinal las dimensiones establecidas.

- A.2.3 Una vez definidas las distancias "X" e "Y" en cada estación de las secciones transversales, se procede a dibujar las proyecciones de los lugares geométricos de los puntos de contacto B y A (Véase Fig. A.3). También debe dibujarse el ancho de la faja de emplazamiento, ya que en esa zona donde no haya ningún obstáculo que impida la visibilidad, dichas líneas también se limitan. Aun en el caso de terrenos llanos las cercas de más de 0,75 y de 1,14 m de altura, limitan las distancias de visibilidad.

FIG. A-3
PERFIL LONGITUDINAL

Situado el borde recto de una regla o plantilla cualquiera en la estación cuya distancia de visibilidad se quiere comprobar, se mueve la regla hasta que sea tangente a la línea de los puntos B. El punto donde el borde de la regla toca de nuevo el eje del trazado, es el punto más alejado en el que puede observarse un objeto de 0,15 m de altura situado en el pavimento.

En la figura A.3 en el sentido creciente del estacionamiento, la regla situada en la estación 56 y tangente a la línea de los puntos B, vuelve a tocar el eje del trazado en la estación 68, luego a los fines prácticos un vehículo situado en la estación 56 es capaz de ver un objeto a 0,15 m situado sobre el pavimento en la estación 68. La distancia de visibilidad de parada D_p en ese sentido es de 12 estaciones, o sea, 120 m.

En la práctica cuando no se disponga de una planta tal como aparece en la fig. A.1, sino del eje del trazado, (véase fig. A.3), la determinación se hará por este eje siendo el error que se comete permisible.

Para determinar la distancia de visibilidad de adelantamiento D_a en esa misma estación y en el mismo sentido, se mueve la regla o plantilla hasta que sea tangente a la línea de los puntos A. Como el desplazamiento es muy pequeño, la distancia de visibilidad de adelantamiento D_a aumenta muy poco y se considera igual a la anterior, o sea, 120 m.

Se repite la operación en la misma estación pero en el otro sentido de circulación, que al ser en un tramo recto las visibilidades estarán limitadas por la próxima curva vertical. El proceso se repite para cada estación.

A.2.4 Distancia de visibilidad de parada D_p (en perfil)

Con una plantilla, en la cual esté representada a la misma escala que el perfil, la altura de 0,15 m del obstáculo y la altura del conductor sentado en el vehículo de 1,14 m, tal como se muestra en la fig. A.3. se procede del siguiente modo: con la línea de fiel (dibujada en la plantilla para comodidad en la operación), en la estación que se estudia $56 + 00$, en este caso, coincidiendo con la estación y la línea inferior de la altura de 1,14 m, se hace la tangente con el perfil y la línea superior de la altura de 1,14 m que al mismo tiempo lo es de la de 0,15 m. El punto donde la línea inferior de los 0,15 m corta de nuevo el perfil, es la distancia de visibilidad de parada. Esta operación ocurre en la estación $70 + 00$. La distancia de visibilidad de parada D_p es por tanto, de 14 estaciones, o sea, 140 m. Esto significa obviamente que la parte superior de un objeto de 0,15 m de altura puede ser divisado desde el vehículo.

El punto donde la línea inferior de la altura de 1,37 m corta de nuevo el perfil, determina la distancia de visibilidad de adelantamiento D_a .

Esto ocurre a la estación 80 + 00, y dicha distancia de visibilidad es de 24 estaciones, o sea, 240 m.

Esto significa que la parte del vehículo viajando en el sentido opuesto a aquel que quiere efectuar la maniobra de paso, que exceda la altura de 1,37 m es visible para el conductor del primer vehículo.

La misma determinación se realiza para el otro sentido de circulación y quedan determinados en este caso cuatro distancias de visibilidad, dos de parada y dos de adelantamiento.

Nota. En la fig. A.3 se reproduce el tramo del perfil correspondiente al mismo tramo que en planta.

A.3 Registro de las distancias mínimas de visibilidad

Siendo teóricamente ocho las distancias de visibilidad determinadas en cada estación (prácticamente sólo 4) solamente se registran en los planos las distancias mínimas en cada sentido de circulación, tanto para parada como para adelantamiento. En este caso, en la estación 56 + 00 se ha determinado: (Ejemplo práctico).

En planta	{	Sentido creciente del estacionamiento	{ Parada 12 Est.
			{ Adelantam. 12 Est.
	{	Sentido opuesto	{ Parada 14 Est.
			{ Adelantam. 14 Est.
En perfil	{	Sentido creciente	{ Parada 14 Est.
			{ Adelantam. 24 Est.
	{	Sentido opuesto	{ Parada 18 Est.
			{ Adelantam. 56 Est.

Las distancias mínimas que hay que registrar, porque son las que dominan, son:

Tránsito en el sentido creciente de estacionado	{ Parada 12 Est.
	{ Adelantam. 12 Est.

Tránsito en el sentido opuesto	{ Parada 14 Est.
	{ Adelantam. 14 Est.

Cuyas distancias quedan debidamente registradas en los planos. Las mismas deben ser comparadas con las distancias seguras de visibilidad de la categoría de la carretera que se trate y obtener los resultados consecuentes.

En este ejemplo que se ha escogido, se observa claramente que lo que limita la visibilidad es la curva horizontal, por lo que las distancias de parada y adelantamiento, D_p y D_a , han resultado iguales (prácticamente).

Con el fin de facilitar la operación de la comprobación de la distancia de visibilidad de platilla preparada al efecto tiene señaladas para cada categoría de carretera una distancia máxima a partir de la cual no interesa el valor de esa distancia sino sólo saber que es mayor a la establecida.

A.4 Modelo Registrado de las Distancias de Visibilidad

El modelo práctico que aparece en la fig. A.3 tiene como finalidad registrar todas las lecturas hechas en cada estación con el objeto de determinar las mínimas a los fines de la debida comprobación.

En los cuadros-casillas se situarán los valores obtenidos de las medidas de las distancias en planta y perfil, tanto en sentido creciente como en el decreciente. Los valores mínimos, que son los que aparecen en el registro correspondiente de los planos, aparecen subrayados en este registro total.

Al final del modelo, en las observaciones, aparecen anotaciones interesantes que tienen por objeto, durante el estudio del Proyecto, anotar las deficiencias para su corrección.

Una vez terminada la redacción del proyecto, en las hojas registros que deben acompañarse en los ejemplares del mismo, deben aparecer en las observaciones las notas que se estimen necesarias, pero siempre deberá aparecer la longitud del tramo que no cumple la distancia registrada segura de adelantamiento.

Carretera Marimon Loma de la Cruz

Categoría I Vd = 100 kv/h. Distancia Segura de Adelantamiento 700 m

Dist. Segura Parada 205 m + Distancia Registrada de Adelantamiento 450 m

Del Km. 0 a km. 1 Plano Hoja No. 1

Creciente

Decre-
ciente

Planta

Est	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
P	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							
A	28	28	26	26	24	24	26	28	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	14	14	12	12
P	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
A	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	26	24	24	26	26	26	28	30	32	34	36

Crecien-
teDecre-
ciente

Perfil

P	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
A	58	56	54	54	50	48	46	44	42	40	38	36	36	32	32	30	28	26	26	24	24	24	24	24	24	24
P	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
A	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	32	32	34	36	38	40	42	44	44	48	50

Est	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
Cre- cien- te	P	12	12	12	12	14	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	A	12	12	12	12	14	28	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32	32	30	30	28	28
Decre- cien- to	P	22	22	14	12	12	12	12	12	12	12	12	14	16	18	20	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	A	38	40	14	12	12	12	12	12	12	12	12	14	16	18	20	22	22	22	22	22	22	22	22	22

Planta

Est	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
Cre- cien- te	P	16	16	16	14	14	14	16	16	18	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	A	24	24	24	24	24	24	28	26	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Decre- cien- to	P	22	22	18	16	14	14	16	16	16	16	16	16	16	16	16	18	18	20	20	22	22	22	22	22
	A	52	54	56	34	26	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	26	26	28	30	30	32	34

Perfil

Observaciones: Sentido creciente: No se cumple la Distancia Segura de Parada en Est. 48 a 58; Distancia restringida de adelantamiento en Est. 0 al 66; 76 a 100

Sentido decreciente: No se cumple Distancia Segura de Parada en Est. 0 a 18 (entrada al pueblo) Distancia restringida de adelantamiento en Est. 58 a 74.

ANEXO B

TABLAS DE LOS VALORES DE LA SUPERELEVACION "S" Y LAS LONGITUDES MINIMAS DE LAS CURVAS DE TRANSICION PARA DISTINTAS CURVATURAS "G" Y RADIOS "R" PARA LAS DIFERENTES VELOCIDADES DE DISEÑO

Tabla B.1

Vd = 100 km/h.

G	R	S	Le.mín	Le.op	G	R	S	Le.mín	Le.op
°	m	%	m	m	°	m	%	m	m
0° 17'11"	4000,00	CN	-	-	1°38'13"	700,00	7,0	60	78
0 20 00	3437,76	CS	60	382	1 40 00	687,55	7,5	64	77
0 22 55	3000,00	2,0	60	333	1 45 47	650,00	7,5	64	73
0 27 30	2500,00	2,5	60	277	1 50 00	625,05	8,0	69	70
0 30 00	2291,84	2,5	60	254	1 54 36	600,00	8,0	69	69
0 34 23	2000,00	3,0	60	222	2 00 00	572,96	8,5	73	73
0 39 17	1750,00	3,5	60	195	2 05 01	550,00	8,5	73	73
0 40 00	1718,88	3,5	60	191	2 10 00	528,89	9,0	77	77
0 45 50	1500,00	4,0	60	167	2 17 31	500,00	9,0	77	77
0 50 00	1375,10	4,5	60	153	2 20 00	491,11	9,0	77	77
0 55 00	1250,00	4,5	60	139	2 24 45	475,00	9,5	81	81
1 00 00	1145,92	5,0	60	128	2 30 00	458,37	9,5	81	81
1 08 45	1000,00	5,5	60	112	2 32 47	450,00	9,5	81	81
1 10 00	982,22	6,0	60	110	2 40 00	429,72	9,5	81	81
1 12 22	950,00	6,0	60	106	2 41 47	425,00	10	86	86
1 16 24	900,00	6,0	60	100	2 50 00	404,44	10	86	86
1 20 00	859,44	6,5	60	96	2 51 53	400,00	10	86	86
1 20 53	850,00	6,5	60	95	3 00 00	381,97	10	86	86
1 25 57	800,00	6,5	60	89	3 03 21	375,00	10	86	86
1 30 00	763,95	7,0	60	85	3 15 00	352,59	10	86	86
1 31 40	750,00	7,0	60	84	3 20 00	343,78	10	86	86

Gmáx. = 30 20' Rmín=343,76 m

Tabla B.2

Vd = 80 km/h

G	R	S	Ls.min	Ls.op	G	R	S	Ls.min	Ls.op
°	m	%	m	m	°	m	%	m	m
0°22'55"	3000,00	CN	-	-	2°10'00"	528,89	6,5	50	58
0 27 30	2500,00	CS	50	227	2 17 31	500,00	6,5	50	56
0 30 00	2291,84	2,0	50	254	2 20 00	491,11	7,0	53	55
0 34 23	2000,00	2,0	50	222	2 24 45	475,00	7,0	53	53
0 39 17	1750,00	2,5	50	195	2 30 00	458,37	7,0	53	53
0 40 00	1718,88	2,5	50	191	2 32 97	450,00	7,0	53	53
0 45 50	1500,00	2,5	50	167	2 40 00	429,72	7,5	57	57
0 50 00	1375,10	3,0	50	153	2 41 47	425,00	7,5	57	57
0 55 00	1250,00	3,0	50	139	2 50 00	404,44	8,0	60	60
1 00 00	1145,92	3,5	50	128	2 51 53	400,00	8,0	60	60
1 08 45	1000,00	3,5	50	112	3 00 00	381,97	8,0	60	60
1 10 00	982,22	4,0	50	110	3 03 21	375,00	8,0	60	60
1 12 22	950,00	4,0	50	106	3 15 00	352,59	8,5	64	64
1 16 24	900,00	4,0	50	100	3 16 27	350,00	8,5	64	64
1 20 00	859,44	4,5	50	96	3 30 00	327,41	9,0	68	68
1 20 53	850,00	4,5	50	95	3 31 33	325,00	9,0	69	69
1 25 57	800,00	4,5	50	89	3 45 00	305,58	9,0	69	69
1 30 00	763,95	5,0	50	85	3 49 11	300,00	9,0	69	69
1 31 40	750,00	5,0	50	84	4 00 00	286,48	9,5	73	73
1 38 13	700,00	5,0	50	78	4 10 01	275,00	9,5	73	73
1 40 00	687,55	5,5	50	77	4 30 00	254,65	10	77	77
1 45 47	650,00	5,5	50	73	4 35 01	250,00	10	77	77
1 50 00	625,05	6,0	50	70	5 00 00	229,84	10	78	78
1 54 36	600,00	6,0	50	67	5 05 35	225,00	10	78	78
2 00 00	572,96	6,0	50	64	5 30 00	208,35	10	78	78
2 05 01	550,00	0,0	50	61	Gmáx = 5° 30' Rmfn 208,35 m				

Tabla B. 1

Vd = 60 km/h

G o	R m	S %	Ls.min m	Ls.op m	G o	R m	S %	Ls.min m	Ls.op m
0°34'23"	2000,00	CN	-	-	3°00'00"	381,97	5,5	37	43
0 39 17	1750,00	CS	36	195	3 03 21	375,00	5,5	37	42
0 40 00	1718,88	CS	36	191	3 15 00	352,59	6,0	40	40
0 45 50	1500,00	CS	36	167	3 16 27	350,00	6,0	40	40
0 50 00	1375,10	CS	36	153	3 30 00	327,41	6,0	40	40
0 55 00	1250,00	CS	36	139	3 31 33	325,00	6,0	40	40
1 00 00	1145,92	2,0	36	128	3 45 00	305,58	6,5	43	43
1 08 45	1000,00	2,5	36	112	3 49 11	300,00	6,5	43	43
1 10 00	982,22	2,5	36	110	4 00 00	286,48	6,5	44	44
1 12 22	950,00	2,5	36	106	4 10 01	275,00	7,0	47	47
1 16 24	900,00	2,5	36	100	4 30 00	254,65	7,0	47	47
1 20 00	859,44	3,0	36	96	4 35 01	250,00	7,5	50	50
1 20 53	850,00	3,0	36	95	5 00 00	228,84	7,50	50	50
1 25 57	800,00	3,0	36	89	5 05 35	225,00	8,0	54	54
1 30 00	763,95	3,0	36	85	5 30 00	208,35	8,0	54	54
1 31 40	750,00	3,0	36	84	5 43 46	200,00	8,5	58	58
1 38 13	700,00	3,5	36	78	6 00 00	190,99	8,5	58	58
1 40 00	687,55	3,5	36	77	6 21 58	180,00	9,0	62	62
1 45 47	650,00	3,5	36	73	6 30 00	176,30	9,0	62	62
1 50 00	625,05	3,5	36	70	7 00 00	163,70	9,0	62	62
1 54 36	600,00	4,0	36	67	-	-	-	-	-
2 00 00	572,96	4,0	36	64	7 09 43	160,00	9,5	65	65
2 05 01	550,00	4,0	36	61	7 30 00	152,79	9,5	65	65
2 10 00	528,89	4,0	36	58	7 38 22	150,00	9,5	65	65
2 17 31	500,00	4,5	36	56	8 00 00	143,24	9,5	66	66
2 20 00	491,11	4,5	36	55	8 11 07	140,00	10	70	70
2 24 45	475,00	4,5	36	53	8 30 00	134,81	10	70	70

Tabla B.3 (conclusión)

Vd = 60 km/h

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2°30'00"	458,37	4,5	36	51	8°48'53"	130,00	10	70	70
2 32 47	450,00	5,0	36	50	9 00 00	127,32	10	70	70
2 40 00	429,72	5,0	36	48	9 30 00	120,62	10	70	70
2 41 47	425,00	5,0	36	48	9 32 58	120,00	10	70	70
2 50 00	404,44	5,0	36	45	10 00 00	114,59	10	71	71
2 51 53	400,00	5,0	36	45	10 30 00	109,14	10	71	71

G_{máx} = 10° 30' R_{mín} = 109,14 m.

Tabla B.4

Vd=50 km/h

G o	R m	S %	La.min m	G o	R m	S %	La.min m
1	2	3	4	5	6	7	8
0°45'50"	1500,00	CN	-	3°30'00"	327,41	4,0	30
0 50 00	1375,10	CS	30	3 31 33	325,00	4,0	30
0 55 00	1250,00	CS	30	3 45 00	305,58	4,0	30
1 00 00	1145,92	CS	30	3 49 11	300,00	4,0	30
1 08 45	1000,00	CS	30	4 00 00	286,48	4,0	30
1 10 00	982,22	CS	30	4 10 01	275,00	4,0	30
1 12 22	950,00	CS	30	4 30 00	254,65	4,5	30
1 16 24	900,00	CS	30	4 35 01	250,00	4,5	30
1 20 00	859,44	CS	30	5 00 00	229,24	4,5	30
1 20 53	850,00	CS	30	5 05 35	225,00	4,5	30
1 25 57	800,00	CS	30	5 30 00	208,35	4,5	30
1 30 00	763,95	2,0	30	5 43 46	200,00	5,0	30
1 31 40	750,00	2,0	30	6 00 00	190,99	5,0	30
1 38 13	700,00	2,5	30	6 21 58	180,00	5,0	30
1 40 00	687,55	2,5	30	6 30 00	176,30	5,0	30
1 45 47	650,00	2,5	30	7 00 00	163,70	5,0	30
1 50 00	625,05	2,5	30	7 09 43	160,00	5,0	30
1 54 36	600,00	2,5	30	7 30 00	152,79	5,5	31
2 00 00	572,96	2,5	30	7 38 32	150,00	5,5	31
2 05 01	550,00	2,5	30	8 00 00	143,24	5,5	31
2 10 00	528,89	3,0	30	8 11 07	140,00	5,5	31
2 17 31	500,00	3,0	30	8 30 00	134,81	5,5	31
2 20 00	491,11	3,0	30	8 48 53	130,00	5,5	31
2 24 45	475,00	3,0	30	9 00 00	127,32	5,5	31
2 30 00	458,37	3,0	30	9 30 00	120,62	6,0	34
2 32 47	450,00	3,0	30	9 32 58	120,00	6,0	34
2 40 00	429,72	3,0	30	10 00 00	114,59	6,0	34
2 41 97	425,00	3,0	30	10 25 28	110,00	6,0	34
2 50 00	404,44	3,5	30	11 00 00	104,17	6,0	34
2 51 53	400,00	3,5	30	11 27 23	100,00	6,0	34

Tabla B.4 (conclusión)

1	2	3	4	5	6	7	8
3 00 00	381,97	3,5	30	12 00 00	95,49	6,0	35
3 03 21	375,00	3,5	30	12 43 56	90,00	6,0	35
3 15 00	352,59	3,5	30	13 00 00	88,15	6,0	35
3 16 27	350,00	3,5	30	14 00 00	81,85	6,0	35
Gm _{ax} = 14° Rm _{in} = 81,85 m							

Tabla B.5

Vd = 40 km/h

G o	R m	S %	Lsmin m	G o	R m	S %	Lsmin m
1	2	3	4	5	6	7	8
1°15'00"	916,74	CN	-	6°30'00"	176,30	4,0	25
1 16 24	900,00	CS	25	6 44 27	170,00	4,0	25
1 20 00	859,44	CS	25	7 00 00	163,70	4,0	25
1 30 00	763,95	CS	25	7 09 43	160,00	4,0	25
1 40 00	687,55	CS	25	7 30 00	152,79	4,5	25
1 50 00	625,05	CS	25	7 38 22	150,00	4,5	25
2 00 00	572,96	CS	25	8 00 00	143,24	4,5	25
2 10 00	528,89	CS	25	8 11 07	140,00	4,5	25
2 17 31	500,00	CS	25	8 30 00	134,81	4,5	25
2 20 00	491,11	CS	25	8 48 53	130,00	4,5	25
2 24 45	475,00	CS	25	9 00 00	127,32	4,5	25
2 30 00	458,37	2,0	25	9 30 00	120,62	4,5	25
2 32 47	450,00	2,5	25	9 32 58	120,00	4,5	25
2 40 00	429,72	2,5	25	10 00 00	114,59	5,0	25
2 41 47	425,00	2,5	25	10 25 28	110,00	5,0	25
				11 00 00	104,17	5,0	25
2 50 00	404,44	2,5	25	11 27 33	100,00	5,0	25
2 51 53	400,00	2,5	25	12 00 00	95,49	5,0	25
3 00 00	381,97	2,5	25	12 43 56	90,00	5,5	26
3 03 21	375,00	2,5	25	13 00 00	88,15	5,5	26
3 15 00	352,59	2,5	25	14 00 00	81,85	5,5	26
3 16 27	350,00	3,0	25	14 10 26	80,00	5,5	26
3 30 00	327,11	3,0	25	15 00 00	76,39	5,5	26
3 31 33	325,00	3,0	25	16 00 00	71,62	5,5	26
3 45 00	305,58	3,0	25	16 22 13	70,00	5,5	27
3 49 11	300,00	3,0	25	17 00 00	67,41	6,0	29
4 00 00	286,48	3,0	25	17 37 46	65,00	6,0	29
4 10 01	275,00	3,0	25	18 00 00	63,66	6,0	29

Tabla B.5 (conclusión)

1	2	3	4	5	6	7	8
4 30 00	254,65	3,5	25	19 00 00	60,31	6,0	29
4 35 01	250,00	3,5	25	19 05 55	60,00	6,0	29
5 00 00	229,84	3,5	25	20 00 00	57,30	6,0	30
5 05 35	225,00	3,5	25	20 50 06	55,00	6,0	30
5 30 00	208,35	4,0	25	22 00 00	52,09	6,0	30
5 43 46	200,00	4,0	25	22 55 06	50,00	6,0	30
6 00 00	190,98	4,0	25	24 00 00	47,75	6,0	30
6 21 58	180,00	4,0	25	24 30 00	46,77	6,0	30

G_{máx} = 24°30' R_{mín} = 46,77 m

Tabla B.6

Vd = 30 km/h

G	R	S	Lrmin	G	R	S	Lrmin
o	m	%	m	o	m	%	m
1	2	3	4	5	6	7	8
2°10'00"	528,89	CM	-	10°00'00"	114,59	3,5	20
2 17 31	500,00	CS	-	10 25 28	110,00	4,0	20
2 20 00	491,11	CS	20	11 00 00	104,17	4,0	20
2 30 00	458,37	CS	20	11 27 33	100,00	4,0	20
2 40 00	429,72	CS	20	12 00 00	95,49	4,0	20
2 50 00	404,44	CS	20	12 43 56	90,00	4,0	20
2 51 53	400,00	CS	20	13 00 00	88,15	4,0	20
3 00 00	381,97	CS	20	14 00 00	81,85	4,0	20
3 15 00	352,59	CS	20	14 19 26	80,00	4,5	20
3 30 00	327,41	CS	20	15 00 00	76,39	4,5	20
3 45 00	305,58	CS	20	16 00 00	71,62	4,5	20
3 49 11	300,00	CS	20	16 22 13	70,00	4,5	20
4 00 00	286,48	CS	20	17 00 00	67,41	4,5	20
4 10 01	275,00	2,0	20	18 00 00	63,66	4,5	20
4 30 00	254,65	2,5	20	19 00 00	60,31	5,0	20
4 35 01	250,00	2,5	20	19 05 00	60,00	5,0	20
5 00 00	229,84	2,5	20	20 00 00	57,30	5,0	20
5 05 35'	225,00	2,5	20	22 00 00	52,09	5,0	20
5 30 00	208,35	2,5	20	22 55 06	50,00	5,0	20
5 43 46	200,00	2,5	20	24 00 00	47,75	5,0	20
6 00 00	190,99	3,0	20	25 27 53	45,00	5,5	22
6 21 58	180,00	3,0	20	26 00 00	44,07	5,5	22
6 30 00	176,30	3,0	20	28 00 00	40,93	5,5	22
6 44 27	170,00	3,0	20	28 28 52	40,00	5,5	22
7 00 00	163,70	3,0	20	30 00 00	38,20	5,5	22
7 09 43	160,00	3,0	20	32 00 00	35,81	5,5	23

Tabla B.6 (conclusión)

1	2	3	4	5	6	7	8
7 30 00	152,79	3,0	20	32 44 26	35,00	5,5	23
7 38 22	150,00	3,0	20	34 00 00	33,70	6,0	25
8 00 00	143,24	3,5	20	36 00 00	31,83	6,0	26
8 11 07	140,00	3,5	20	38 00 00	30,16	6,0	26
8 30 00	134,81	3,5	20	39 11 50	30,00	6,0	26
8 48 53	130,00	3,5	20	40 00 00	28,65	6,0	26
9 00 00	127,32	3,5	20	45 00 00	25,46	6,0	26
9 30 00	120,62	3,5	20	45 50 12	25,00	6,0	27
9 32 58	120,00	3,5	20	50 00 00	22,92	6,0	27
Q _{máx} = 50° R _{mín} = 22,92 m							

ANEXO C

C.1 CURVAS VERTICALES SIMÉTRICAS

- Tabla C.1.1 Longitud Mínima Deseable
- Tabla C.1.2 Longitud Mínima Absoluta
- Tabla C.1.3 Factores para determinar las ordenadas en cualquier punto.

C.2 CURVAS VERTICALES ASIMÉTRICAS

C.1 Curvas verticales simétricas

Las tablas C.1.1 y C.1.2 de longitudes, están dadas en función de la velocidad y el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

Los valores para las longitudes dadas en las tablas C.1.1 y C.1.2 se han redondeado a múltiplos de 40 y 20 m respectivamente con el fin de facilitar el cálculo y el replanteo.

Los valores de longitudes dados en estas tablas cumplen con los requerimientos impuestos en el apartado 3.3.2 de la norma.

En la tabla C.1.3 se dan para cada longitud de curva vertical, los factores por los cuales hay que multiplicar la ordenada en el vértice calculado por la fórmula correspondiente, para obtener las demás ordenadas necesarias.

Cuando la diferencia algebraica de las pendientes es de signo positivo, las ordenadas calculadas se restan de los valores del perfil por la tangente para obtener la cota corregida de la curva de la rasante y cuando tienen signo negativo se suman.

C.2 Curvas verticales asimétricas

Para los casos de curvas verticales asimétricas deben realizarse los cálculos correspondientes, cumpliendo con los requerimientos impuestos para las curvas simétricas. Las distancias X_n se miden a partir del TC_v y del CT_v para cada lado hacia el vértice.

FORMULAS

Ordenadas en el Vértice

$$e_v = \frac{l_1 \times l_2}{2(l_1 + l_2)}$$

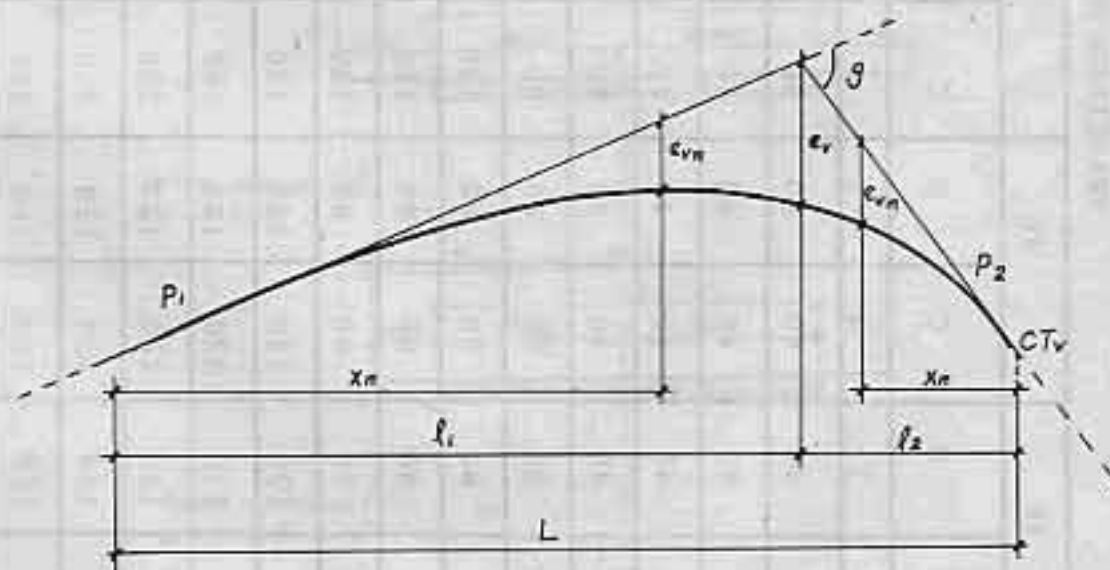
Ordenadas en un punto n

Del lado 1 (l_1)

$$e_{vn} = \left(\frac{x_n}{l_1} \right)^2 e_v$$

Del lado 2 (l_2)

$$e_{vn} = \left(\frac{x_n}{l_2} \right)^2 e_v$$



Dimensiones (m)

Tabla C.1.1 Longitud mínima deseable de curvas verticales

Diferencia algebraica de las pendien- tes %	VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)											
	30		40		50		60		80		100	
	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	40	40	40	40	40	40	40	40	80	80	120	80
2	40	40	40	40	40	40	40	40	120	80	200	120
3	40	40	40	40	80	80	80	80	160	120	320	160
4	40	40	40	40	80	80	80	80	200	160	400	200
5	80	80	80	80	80	80	120	120	280	200	520	280
6	80	80	80	80	120	120	120	120	320	240	600	320
7	80	80	80	80	120	120	160	160	360	280		
8	80	80	80	80	120	120	160	160	400	280		
9	120	120	120	120	120	120	200	200	480	320		
10	120	120	120	120	160	160	200	200	520	360		
11	120	120	120	120	200	200	240	240				
12	120	120	120	120	200	200	240	240				
13	160	160	160	160	200	200	280	280				

Tabla C.1.1.1 (conclusión)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	160	160	160	160	240	240	280	280				
15	160	160	160	160	240	240	320	320				
16	160	160	160	160	240	240	320	320				
17	200	200	200	200	280	280						
18	200	200	200	200	280	280						
19	200	200	200	200								
20	200	200	200	200								
21	240	240										
22	240	240										
23	240	240										
24	240	240										

Dimensiones (m)

Tabla C.1.1.2 Longitud mínima absoluta de curvas verticales

Diferencia algebraica de las pendientes %	VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)											
	30			40			50			60		
	C	D		C	D		C	D		C	D	
1	2	3		4	5		6	7		8	9	
1	20	20		40	40		40	40		40	40	
2	20	20		40	40		40	40		40	40	
3	20	40		40	40		40	60		60	80	
4	20	40		40	40		40	60		60	100	
5	40	60		40	60		60	80		80	140	
6	40	60		40	60		60	100		100	160	
7	40	80		40	80		80	120		120	180	
8	40	80		40	80		80	120		120	220	
9	60	100		60	100		100	140		140	240	
10	60	100		60	100		100	160		160	260	
11	60	120		60	120		120	180		180		
12	60	120		60	120		120	180		200		

Tabla C.1.1.2 (conclusión)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13	80	140	80	140	140	200	200	200				
14	80	140	80	140	140	220	220	220				
15	80	160	80	160	160	240	240	240				
16	80	160	80	160	160	240	240	240				
17	100	180	100	180	180	260						
18	100	180	100	180	180	280						
19	100	200	100	200								
20	100	200	100	200								
21	120	220										
22	120	220										
23	120	240										
24	120	240										

Tabla C.1.3 Factores para curvas verticales simétricas

Dis- tan- cia	LONGITUD (m)							
	L=40 l=20	L=60 l=30	L=80 l=40	L=100 l=50	L=120 l=60	L=140 l=70	L=160 l=80	L=180 l=90
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,2500	0,1111	0,0625	0,4000	0,0278	0,0204	0,0156	0,0123
20	1,0000	0,4445	0,2500	0,1600	0,1111	0,0816	0,0625	0,0494
30		1,0000	0,5625	0,3600	0,2500	0,1837	0,1405	0,1111
40			1,0000	0,6400	0,4445	0,3265	0,2500	0,1975
50				1,0000	0,6944	0,5102	0,3906	0,3087
60					1,0000	0,7346	0,5625	0,4445
70						1,0000	0,7656	0,6050
80							1,0000	0,7901
90								1,0000

Dis- tan- cia	L=200 l=100	L=220 l=110	L=240 l=120	L=260 l=130	L=280 l=140	L=300 l=150	L=320 l=160	L=340 l=170
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0100	0,0083	0,0069	0,0059	0,0051	0,0044	0,0039	0,0035
20	0,0400	0,0331	0,0278	0,0237	0,0204	0,0178	0,0156	0,0138
30	0,0900	0,0744	0,0625	0,0533	0,0459	0,0400	0,0352	0,0311
40	0,1600	0,1322	0,1111	0,0947	0,0816	0,0711	0,0625	0,0554
50	0,2500	0,2066	0,1736	0,1479	0,1276	0,1111	0,0977	0,0865
60	0,3600	0,2976	0,2500	0,2130	0,1837	0,1600	0,1406	0,1246
70	0,4900	0,4050	0,3402	0,2900	0,2500	0,2178	0,1914	0,1696
80	0,6400	0,5920	0,4445	0,3787	0,3265	0,2844	0,2500	0,2214
90	0,8100	0,6695	0,5625	0,4793	0,4133	0,3600	0,3164	0,2803
100	1,0000	0,8265	0,6944	0,5917	0,5102	0,4445	0,3906	0,3460
110		1,0000	0,8403	0,7161	0,6173	0,5377	0,4727	0,4173
120			1,0000	0,0521	0,7346	0,6400	0,5625	0,4983
130				1,0000	0,8623	0,7512	0,6602	0,5848
140					1,0000	0,8710	0,7656	0,6782
150						1,0000	0,8789	0,7785
160							1,0000	0,8858
170								1,0000

Tabla C.1.3 (conclusión)

Dis- tan- cia	LONGITUD (m)							
	L=360 l=180	L=400 l=200	L=440 l=220	L=480 l=240	L=520 l=260	L=560 l=280	L=600 l=300	L=640 l=320
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
20	0,0123	0,0100	0,0082	0,0069	0,0058	0,0051	0,0044	0,0039
40	0,0494	0,0400	0,0330	0,0278	0,0237	0,0204	0,0178	0,0156
60	0,1111	0,0900	0,0744	0,0625	0,0532	0,0459	0,0400	0,0352
80	0,1975	0,1600	0,1322	0,1111	0,0847	0,0816	0,0711	0,0625
100	0,3087	0,2500	0,2066	0,1736	0,1479	0,1275	0,1111	0,0917
120	0,4445	0,3600	0,2975	0,2500	0,2130	0,1837	0,1600	0,1406
140	0,6050	0,4900	0,4095	0,3403	0,2906	0,2500	0,2178	0,1914
160	0,7901	0,6400	0,5289	0,4445	0,3787	0,3265	0,2844	0,2500
180	1,0000	0,8100	0,6693	0,5825	0,4793	0,4132	0,3600	0,3164
200		1,0000	0,8264	0,6944	0,5917	0,5102	0,4445	0,3906
220			1,0000	0,8403	0,7162	0,6173	0,5377	0,4727
240				1,0000	0,8520	0,7346	0,6400	0,5625
260					1,0000	0,8622	0,7512	0,6602
280						1,0000	0,8711	0,7656
300							1,0000	0,8789
320								1,0000

Fórmulas:

Ordenada en el Vértice

$$e_v = \frac{1}{4} l^2 \quad \delta \quad e_v = \frac{1}{8} L^2$$

Ordenada en un punto n

$$y_n = \left(\frac{x_n}{l} \right)^2 e_v$$

donde:

- 1 Semilongitud de la curva vertical, (m)

$$\left(\frac{x_n}{x}\right)^2$$
 Factor de la tabla

e_v ordenada en el vértice de la parábola, (m)

Y_n ordenadas desde la tangente a la curva vertical, (m)

X_n distancia desde el TCv o CTv, (m)

0 diferencia algebraica de las rasantes.

Rampa (+) Pendientes (-), (m/m)

ANEXO E

VALORES DE ENSANCHES EN FUNCION DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO, ANCHO DE CALZADA Y CURVATURA DE LA CIRCULAR

G o	R m	Vd (km/h)												
		80			60			50			40			30
		Ancho de calzada (m)												
1	2	7,00	6,50	7,00	6,50	6,00	6,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,50	
0°27'00"	2500,00	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
0 30 00	2291,84	-	0,40	-	0,40	0,60	0,30	0,50	0,50	0,50	0,70			
0 34 23	2000,00	-	0,40	-	0,40	0,60	0,30	0,50	0,50	0,50	0,70			
0 45 50	1500,00	0,30	0,40	-	0,40	0,60	0,40	0,60	0,50	0,50	0,70			
1 00 00	1145,92	0,30	0,50	-	0,40	0,60	0,40	0,60	0,60	0,50	0,70			
1 08 45	1000,00	0,30	0,50	0,30	0,50	0,70	0,40	0,60	0,60	0,50	0,70			
1 30 00	763,95	0,40	0,60	0,30	0,50	0,70	0,40	0,60	0,60	0,60	0,80			
1 31 48	750,00	0,40	0,60	0,30	0,50	0,70	0,40	0,60	0,60	0,60	0,80			
2 00 00	572,96	0,50	0,60	0,40	0,60	0,80	0,50	0,70	0,70	0,60	0,80			
2 17 31	500,00	0,50	0,70	0,40	0,60	0,80	0,50	0,70	0,70	0,60	0,80			
2 30 00	458,36	0,50	0,70	0,40	0,60	0,80	0,60	0,70	0,70	0,60	0,80			
2 51 53	400,00	0,50	0,70	0,40	0,60	0,80	0,60	0,80	0,70	0,60	0,80			
3 00 00	381,97	0,50	0,70	0,50	0,70	0,90	0,60	0,80	0,70	0,60	0,80			

ANEXO E (continuación)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3 49 11	300,00	0,60	0,80	0,50	0,70	0,90	0,60	0,80	0,80	0,70	0,90
4 00 00	286,48	0,60	0,80	0,60	0,70	1,00	0,70	0,90	0,80	0,80	1,00
4 35 01	250,00	0,70	0,90	0,60	0,80	1,00	0,70	0,90	0,80	0,80	1,00
5 00 00	229,18	0,89	0,90	0,60	0,90	1,10	0,80	0,90	0,90	0,80	1,00
5 43 48	200,00	0,80	1,00	0,70	0,90	1,10	0,80	1,00	0,90	0,80	1,00
6 00 00	190,99	-	-	0,70	0,90	1,10	0,80	1,00	0,90	0,80	1,00
6°44'26"	170,00	-	-	0,80	1,00	1,20	0,90	1,10	1,00	0,90	1,10
7 00 00	163,70	-	-	0,80	1,00	1,20	0,90	1,10	1,00	0,90	1,10
7 38 22	150,00	-	-	0,80	1,00	1,20	0,90	1,10	1,00	0,90	1,10
8 00 00	143,24	-	-	0,90	1,10	1,30	0,90	1,10	1,10	1,00	1,20
8 48 53	130,00	-	-	0,90	1,10	1,30	1,00	1,20	1,10	1,00	1,20
9 00 00	127,32	-	-	0,90	1,10	1,30	1,00	1,20	1,10	1,00	1,20
10 00 00	114,59	-	-	1,00	1,20	1,40	1,10	1,30	1,20	1,10	1,20
10 25 03	110,00	-	-	1,00	1,20	1,40	1,10	1,30	1,20	1,10	1,30
11 00 00	104,17	-	-	-	-	-	1,10	1,30	1,20	1,10	1,30
12 00 00	95,49	-	-	-	-	-	1,20	1,40	1,30	1,20	1,40
12 43 56	90,00	-	-	-	-	-	1,30	1,50	1,30	1,20	1,40

ANEXO E (Continuación)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13 00 00	88,15	-	-	-	-	-	1,30	1,50	1,40	1,30	1,50
14 00 00	81,85	-	-	-	-	-	1,30	1,50	1,40	1,30	1,50
14 19 26	80,00	-	-	-	-	-	1,30	1,50	1,40	1,30	1,50
15 00 00	76,39	-	-	-	-	-	1,40	1,60	1,50	1,40	1,60
16 00 00	71,62	-	-	-	-	-	1,40	1,60	1,50	1,40	1,60
16 22 12	70,00	-	-	-	-	-	1,50	1,70	1,60	1,40	1,60
17 00 00	67,41	-	-	-	-	-	-	-	1,60	1,50	1,70
19 00 00	60,31	-	-	-	-	-	-	-	1,70	1,60	1,80
20 00 00	57,30	-	-	-	-	-	-	-	1,80	1,70	1,90
21 00 00	54,57	-	-	-	-	-	-	-	1,80	1,70	1,90
22 00 00	52,09	-	-	-	-	-	-	-	1,90	1,80	2,00
22 55 06	50,00	-	-	-	-	-	-	-	1,90	1,80	2,00
24 00 00	47,45	-	-	-	-	-	-	-	2,00	1,80	2,00
25 00 00"	45,84	-	-	-	-	-	-	-	2,00	1,90	2,10
26 00 00	44,07	-	-	-	-	-	-	-	2,00	1,90	2,10
28 00 00	40,93	-	-	-	-	-	-	-	2,10	1,90	2,10

ANEXO E (conclusión)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
30 00 00	38,20	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,00	2,20
32 00 00	35,31	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	2,40
34 00 00	33,70	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	2,50
36 00 00	31,82	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	2,60
38 11 50	30,00	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50	2,70
40 00 00	28,65	-	-	-	-	-	-	-	-	2,60	2,80
45 00 00	25,46	-	-	-	-	-	-	-	-	2,70	2,90
50 00 00	22,92	-	-	-	-	-	-	-	-	2,90	3,20
55 00 00	20,46	-	-	-	-	-	-	-	-	3,30	3,50



Tirada: 2 000 ejemplares

Fecha de Impresión: Diciembre 1986