



SECRETARIA
DE COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

Normas de servicios técnicos

Proyecto geométrico

CARRETERAS

1984

2.01.01

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

LIBRO 2
NORMAS DE SERVICIOS TECNICOS

PARTE 2.01
PROYECTO GEOMETRICO

TITULO 2.01.01
CARRETERAS

MEXICO, 1984

C O N T E N I D O

LIBRO 2 NORMAS DE SERVICIOS TECNICOS

PARETE 2.01 PROYECTO GEOMETRICO

TITULO 2.01.01 CARRETERAS

I N D I C E

		Pág.
Capítulo	001 Descripción.....	1
"	002 Clasificación y Características de las Carreteras.....	7
"	003 Distancia de Visibilidad.....	11
"	004 Características Geométricas.....	15
"	005 Recomendaciones Generales.....	45
Indice General.....		I

LIBRO 2
NORMAS DE SERVICIOS TECNICOS

PARTE 2.01
PROYECTO GEOMETRICO

TITULO 2.01.01
CARRETERAS

CAPITULO 2.01.01.001
DESCRIPCION

001-A CONTENIDO

001-A.01 En este Título se norma lo necesario para proyectar geoméricamente una obra vial, conforme a lo determinado en los capítulos que la integran.

001-B DEFINICION

001-B.01 Para precisar el significado de algunos términos empleados en esta Parte se han formulado las Definiciones de Términos a que se refiere el capítulo (01.02.007), del Libro 1, según las consideraciones de los párrafos siguientes:

- a) Comprende los términos que pueden tener varias y distintas acepciones en el lenguaje común, pero de las que se toma el significado taxativo con que se definen en la cláusula antes mencionada.
- b) Comprende las palabras cuyo significado o acepción especial será el que se indica.
- c) Comprende las palabras de otros idiomas o - adaptaciones libres de ellas que, sin equivalencia castellana son, sin embargo, términos

nos de uso común en el medio técnico en que se emplean estas Normas.

- d) No se formulan definiciones de aquellos términos cuyo significado o interpretación son suficientemente conocidos, precisos y claros.

001-C DEFINICION DE TERMINOS

001-C.01 ACOTAMIENTO.- Faja contigua a la calzada, comprendida entre su orilla y la línea de hombros de la carretera o, en su caso, la guarnición de la banqueta o de la faja separadora.

001-C.02 ALINEAMIENTO HORIZONTAL.- Proyección del eje de proyecto de una carretera sobre un plano horizontal.

001-C.03 ALINEAMIENTO VERTICAL.- Proyección del desarrollo del eje de proyecto de una carretera sobre un plano vertical.

001-C.04 AMPLIACION EN CURVA.- Incremento al ancho de corona y de calzada, en el lado interior de las curvas del alineamiento horizontal.

001-C.05 BANQUETA.- Faja destinada a la circulación de peatones, ubicada generalmente a un nivel superior al de la calzada.

001-C.06 BOMBEO.- Pendiente transversal descendente de la corona o subcorona, a partir de su eje y hacia ambos lados, en tangente horizontal.

001-C.07 BORDILLO.- Elemento que se construye sobre los acotamientos, junto a los hombros de los terraplenes, para evitar que el agua erosione el talud del terraplén.

001-C.08 CALZADA.- Parte de la corona destinada al tránsito de vehículos.

001-C.09 CERO.- En sección transversal, punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén o del corte y el terreno natural.

001-C.10 CONTRACUNETA.- Canal que se ubica arriba de la línea de ceros de los cortes, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.

001-C.11 CORONA.- Superficie terminada de una carretera, comprendida entre sus hombros.

001-C.12 CUNETA.- Canal que se ubica en los cortes, en uno o en ambos lados de la corona, contiguo a la línea de hombros, para drenar el agua que escurre por la corona y/o el talud.

001-C.13 CURVA CIRCULAR HORIZONTAL.- Arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes consecutivas.

001-C.14 CURVA ESPIRAL DE TRANSICION.- Curva del alineamiento horizontal que liga una tangente con una curva circular, cuyo radio varía en forma continua, desde infinito para la tangente hasta el de la curva circular.

001-C.15 CURVA VERTICAL.- Arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical.

001-C.16 CURVA VERTICAL EN COLUMPIO.- Curva vertical - cuya concavidad queda hacia arriba.

001-C.17 CURVA VERTICAL EN CRESTA.- Curva vertical cuya concavidad queda hacia abajo.

001-C.18 DEFENSA.- Dispositivo de seguridad que se emplea para evitar, en lo posible, que los vehículos salgan de la carretera.

001-C.19 DERECHO DE VIA.- Superficie de terreno cuyas dimensiones fija la Secretaría, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y, en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y/o de sus servicios auxiliares.

001-C.20 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ENCUENTRO.- Distancia de seguridad mínima necesaria para que en caminos de un solo carril, los conductores de dos vehículos, que circulan en sentido contrario, se puedan detener antes de encontrarse.

001-C.21 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.- Distan-

cia de seguridad mínima necesaria para que un conductor que transita a la velocidad de marcha sobre pavimento mojado, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él.

001-C.22 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE.- Distancia mínima necesaria para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra.

001-C.23 NORMAS PARA PROYECTO GEOMETRICO.- Disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que la Secretaría fija o dicta para la elaboración de sus proyectos geométricos.

001-C.24 FAJA SEPARADORA CENTRAL.- Es la zona que se dispone para precaver que los vehículos que circulan en un sentido invadan los carriles de sentido contrario.

001-C.25 GRADO DE CURVATURA.- Angulo subtendido por un arco de circunferencia de veinte (20) metros de longitud.

001-C.26 GRADO MAXIMO DE CURVATURA.- Límite superior del grado de curvatura que podrá usarse en el alineamiento horizontal de una carretera con la sobreelevación máxima, a la velocidad de proyecto.

001-C.27 GUARNICIONES.- Elementos parcialmente enterrados que se emplean principalmente para limitar las banquetas, camellones, isletas y delinear la orilla de la calzada.

001-C.28 HOMBRO.- En sección transversal, punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén y la corona o por ésta y el talud interior de la cuneta.

001-C.29 HORIZONTE DE PROYECTO.- Año futuro que corresponde al final del período previsto en el proyecto de la carretera.

001-C.30 LAVADERO.- Obra complementaria de drenaje, que

se construye para desalojar las aguas de la superficie de la carretera y evitar su erosión.

001-C.31 LIBRADERO.- Ancho adicional que se da a la corona de las carreteras de un solo carril, en una longitud limitada, para permitir el paso simultáneo de dos vehículos.

001-C.32 LONGITUD CRITICA.- Es la longitud máxima de una tangente vertical con pendiente mayor que la gobernadora, pero sin exceder la pendiente máxima.

001-C.33 PENDIENTE.- Relación entre el desnivel y la distancia horizontal que hay entre dos (2) puntos.

001-C.34 PENDIENTE GOBERNADORA.- Es la pendiente que teóricamente puede darse a las tangentes verticales en una longitud indefinida.

001-C.35 PENDIENTE MAXIMA.- Es la mayor pendiente de una tangente vertical que se podrá usar en una longitud que no exceda a la longitud crítica correspondiente.

001-C.36 PENDIENTE MINIMA.- Es la menor pendiente que una tangente vertical debe tener en los tramos en corte para el buen funcionamiento del drenaje de la corona y las cunetas.

001-C.37 RASANTE.- Proyección del desarrollo del eje de la corona de una carretera sobre un plano vertical.

001-C.38 SECCION TRANSVERSAL.- Corte vertical normal al alineamiento horizontal de la carretera.

001-C.39 SOBREELEVACION.- Pendiente transversal descendente que se da a la corona hacia el centro de las curvas del alineamiento horizontal para contrarrestar, parcialmente, el efecto de la fuerza centrífuga.

001-C.40 TALUD.- Inclinación de la superficie de los cortes o de los terraplenes.

001-C.41 TANGENTE HORIZONTAL.- Tramo recto del alineamiento horizontal de una carretera.

001-C.42 TANGENTE VERTICAL.- Tramo recto del alineamiento vertical de una carretera.

001-C.43 TRANSICION MIXTA.- Distancia que se utiliza para pasar de la sección en tangente a la sección en curva circular y viceversa.

001-C.44 TRANSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL (TDPA) Número de vehículos que pasan por un lugar dado durante un (1) año, dividido entre el número de días del año.

001-C.45 VELOCIDAD DE MARCHA.- Velocidad media de todos o de un grupo determinado de vehículos, obtenida dividiendo la suma de las distancias recorridas entre la suma de los tiempos de recorrido en que los vehículos estuvieron efectivamente en movimiento.

001-C.46 VELOCIDAD DE PROYECTO.- Velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un tramo de carretera y que se utiliza para su diseño geométrico.

001-D REFERENCIAS

001-D.01 Todas las referencias que se hacen en el texto de este Título, corresponden a cláusulas, incisos y párrafos de las Normas para Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes con las adiciones y modificaciones que a las mismas haga y ponga en vigor dicha Secretaría.

CAPITULO 2.01.01.002
CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS
DE LAS CARRETERAS

002-A CLASIFICACION

002-A.01 Las carreteras se clasificarán, de acuerdo con su tránsito diario promedio anual (TDPA) para el horizonte de proyecto, en la forma siguiente:

a) Tipo "A":

01) Tipo "A₂" para un TDPA de tres mil (3,000) a cinco mil (5,000) vehículos.

02) Tipo "A₄" para un TDPA de cinco mil (5,000) a veinte mil (20,000) vehículos.

b) Tipo "B", para un TDPA de mil quinientos (1,500) a tres mil (3,000) vehículos.

c) Tipo "C", para un TDPA de quinientos (500) a mil quinientos (1,500) vehículos.

d) Tipo "D", para un TDPA de cien (100) a quinientos (500) vehículos.

e) Tipo "E", para un TDPA de hasta cien (100) vehículos.

002-A.02 Las normas geométricas de las carreteras clasificadas según el inciso (002-A.01), variarán según las características topográficas del terreno que atraviesen. Se considerarán los siguientes tipos de terreno:

a) Plano

b) Lomerío

c) Montañoso

002-A.03 Las carreteras de más de cuatro (4) carriles, no se consideran en este Título, por lo que en su caso deberán estudiarse como proyecto particular.

002-B CARACTERISTICAS

002-B.01 Las carreteras a que se refieren los párrafos (002-A.01.a, b, c, d y e) de este Capítulo, deberán ajustarse a los anchos de corona, de calzada y de acotamientos indicados en la tabla (004-4) Pág. 34, y en lo correspondiente a ampliaciones a los indicado en las tablas (004-5), (004-6), (004-7) y (004-8) Págs. 37, 38, 39 y 40.

002-B.02 Los valores de las principales características geométricas, se resumen en la tabla (002-1) Pág. 9. A excepción de los anchos de corona y calzada, esos valores serán limitativos y deberán aplicarse de acuerdo a lo indicado en el capítulo 005 de este Título.

CONCEPTO	TIPO DE CARRETERA						
	E	D	C	B	A		
EN EL HORIZONTE DE PROYECTO	HASTA 100	100 a 500	500 a 1500	1500 a 3000	MAS DE 3000		
TOPA							
TERRENO							
MONTAÑOSO							
LONENO							
PLANO							
VELOCIDAD DE PROYECTO	30 40 50 60 70 80 90 100	30 40 50 60 70 80 90 100 110	30 40 50 60 70 80 90 100 110	30 40 50 60 70 80 90 100 110	30 40 50 60 70 80 90 100 110	30 40 50 60 70 80 90 100 110	30 40 50 60 70 80 90 100 110
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	m 30 40 55 75 95 30 40 55 75 95	30 40 55 75 95 30 40 55 75 95	30 40 55 75 95 30 40 55 75 95	30 40 55 75 95 30 40 55 75 95	30 40 55 75 95 30 40 55 75 95	30 40 55 75 95 30 40 55 75 95	30 40 55 75 95 30 40 55 75 95
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE	m - - - - -	135 100 225 270 315	180 225 270 315	260 305 360 420 480	360 420 480 540 600	480 540 600 660 720	600 660 720 780 840
GRADO MAXIMO DE CURVATURA	* 60 30 17 11 7 5	60 30 17 11 7 5	30 17 11 7 5	30 17 11 7 5	30 17 11 7 5	30 17 11 7 5	30 17 11 7 5
CURVAS							
K	m/% 4 7 12 23 36 3 4 8 14 20 4	4 7 12 23 36 3 4 8 14 20 4	4 7 12 23 36 3 4 8 14 20 4	4 7 12 23 36 3 4 8 14 20 4	4 7 12 23 36 3 4 8 14 20 4	4 7 12 23 36 3 4 8 14 20 4	4 7 12 23 36 3 4 8 14 20 4
CRESTA							
COLUMPIO	m/% 4 7 10 13 20 4 7 10 15 20 4	4 7 10 13 20 4 7 10 15 20 4	4 7 10 13 20 4 7 10 15 20 4	4 7 10 13 20 4 7 10 15 20 4	4 7 10 13 20 4 7 10 15 20 4	4 7 10 13 20 4 7 10 15 20 4	4 7 10 13 20 4 7 10 15 20 4
VERTICALES							
LONGITUD MINIMA	m 20 30 30 40 40 20 30 30 40 40 20	30 30 40 40 20 30 30 40 40 20	30 30 40 40 20 30 30 40 40 20	30 30 40 40 20 30 30 40 40 20	30 30 40 40 20 30 30 40 40 20	30 30 40 40 20 30 30 40 40 20	30 30 40 40 20 30 30 40 40 20
PENDIENTE GOBERNADORA	% 6 7 - - - - -	6 6 - - - - -	6 5 - - - - -	6 4 - - - - -	6 4 - - - - -	6 4 - - - - -	6 4 - - - - -
PENDIENTE MAXIMA	% 13 10 7 - - - - -	12 9 6 - - - - -	8 7 5 - - - - -	7 6 4 - - - - -	6 5 4 - - - - -	6 5 4 - - - - -	6 5 4 - - - - -
LONGITUD CRITICA	m VER FIG. NO 004-4	VER FIG. NO 004-4	VER FIG. NO 004-4	VER FIG. NO 004-4	VER FIG. NO 004-4	VER FIG. NO 004-4	VER FIG. NO 004-4
ANCHO DE CALZADA	m 40 - - - - -	60 - - - - -	60 - - - - -	70 - - - - -	70 - - - - -	70 - - - - -	70 - - - - -
ANCHO DE CORONA	m 4.0 - - - - -	6.0 - - - - -	7.0 - - - - -	9.0 - - - - -	9.0 - - - - -	9.0 - - - - -	9.0 - - - - -
ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL	m - - - - -	- - - - -	0.5 - - - - -	1.0 - - - - -	1.0 - - - - -	1.0 - - - - -	1.0 - - - - -
BOMBEO	% 3 - - - - -	3 - - - - -	2 - - - - -	2 - - - - -	2 - - - - -	2 - - - - -	2 - - - - -
SOBRELEVACION MAXIMA	% 10 - - - - -	10 - - - - -	10 - - - - -	10 - - - - -	10 - - - - -	10 - - - - -	10 - - - - -
SOBRELEVACIONES PARA GRADOS MENORES AL MAXIMO	% VER TABLA NO 004-5	VER TABLA NO 004-5	VER TABLA NO 004-5	VER TABLA NO 004-5	VER TABLA NO 004-5	VER TABLA NO 004-5	VER TABLA NO 004-5
AMPLIACIONES Y LONGITUDES MINIMAS DE TRANSICIONES	m VER TABLA NO 004-6	VER TABLA NO 004-6	VER TABLA NO 004-6	VER TABLA NO 004-6	VER TABLA NO 004-6	VER TABLA NO 004-6	VER TABLA NO 004-6

TABLA 002-1 CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS CARRETERAS

CAPITULO 2.01.01.003
DISTANCIAS DE VISIBILIDAD

003-A DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

003-A.01 La distancia de visibilidad de parada se obtiene con la expresión:

$$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254 f}$$

En donde:

D_p = Distancia de visibilidad de parada, en metros.

V = Velocidad de marcha, en km/h.

t = Tiempo de reacción, en segundos.

f = Coeficiente de fricción longitudinal.

En la tabla (003-1) Pág. 12 se indican los valores para proyecto de la distancia de visibilidad de parada que corresponden a velocidades de proyecto de treinta (30) - km/h a ciento diez (110) km/h.

003-B DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE

003-B.01 La distancia de visibilidad de rebase, se determina con la expresión:

$$D_r = 4.5 V$$

En donde:

D_r = Distancia de visibilidad de rebase, en metros.

V = Velocidad de proyecto, en km/h.

Los valores para proyecto de la distancia de visibilidad de rebase se indican en la tabla (002-1) Pág. 9

003-C DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ENCUENTRO

003-C.01 La distancia de visibilidad de encuentro se calcula con la expresión:

VELOCIDAD DE PROYECTO km/h	VELOCIDAD DE MARCHA km/h	R E A C C I O N		COEFICIENTE DE FRICCIÓN LONGITUDINAL	DISTANCIA DE FRENADO m	DISTANCIA DE VISIBILIDAD	
		TIEMPO seg	DISTANCIA m			CALCULADA m	PARA PROYECTO m
30	28	2.5	19.44	0.400	7.72	27.16	30
40	37	2.5	25.69	0.380	14.18	39.87	40
50	46	2.5	31.94	0.360	23.14	55.08	55
60	55	2.5	38.19	0.340	35.03	73.22	75
70	63	2.5	43.75	0.325	48.08	91.83	95
80	71	2.5	49.30	0.310	64.02	113.32	115
90	79	2.5	54.86	0.305	80.56	135.42	135
100	86	2.5	59.72	0.300	97.06	156.78	155
110	92	2.5	63.89	0.295	112.96	176.85	175

TABLA 003-1 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

$$De = 2 Dp$$

En donde:

De= Distancia de visibilidad de encuentro, en metros.

Dp= Distancia de visibilidad de parada, en metros.

CAPITULO 2.01.01.004
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

004-A DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

004-A.01 Tangentes.- Las tangentes horizontales estarán definidas por su longitud y su azimut.

a) Longitud mínima:

01) Entre dos curvas circulares inversas con transición mixta deberá ser igual a la se misuma de las longitudes de dichas transi ciones.

02) Entre dos curvas circulares inversas con espirales de transición, podrá ser igual a cero (0).

03) Entre dos curvas circulares inversas cuando una de ellas tiene espiral de transición y la otra tiene transición mixta, de berá ser igual a la mitad de la longitud de la transición mixta.

04) Entre dos curvas circulares del mismo sen tido, la longitud mínima de tangente no tiene valor especificado, sin embargo, es conveniente considerar para su proyecto, las recomendaciones que al respecto se in dican en el Capítulo 005 de este Título.

b) Longitud máxima.- La longitud máxima de tan gentes no tiene límite especificado, sin em bargo, en el proyecto, es conveniente tomar en cuenta las recomendaciones que al respec to se indican en el capítulo 005 de este Tí tulo.

c) Azimut.- El azimut definirá la dirección de las tangentes.

004-A.02 Curvas circulares.- Las curvas circulares del

alineamiento horizontal estarán definidas por su grado de curvatura y por su longitud, los elementos que las ca racterizan se muestran en la figura (004.1) Pág. 17.

- a) Grado Máximo de Curvatura.- El valor máximo del grado de curvatura correspondiente a ca da velocidad de proyecto, estará dado por la expresión:

$$G_{\text{máx}} = 146000 \left(\frac{\mu + S_{\text{máx}}}{V^2} \right)$$

En donde:

$G_{\text{máx}}$ = Grado máximo de curvatura

μ = Coeficiente de fricción lateral.

$S_{\text{máx}}$ = Sobreelevación máxima de la curva, en m/m.

V = Velocidad de proyecto, en km/h.

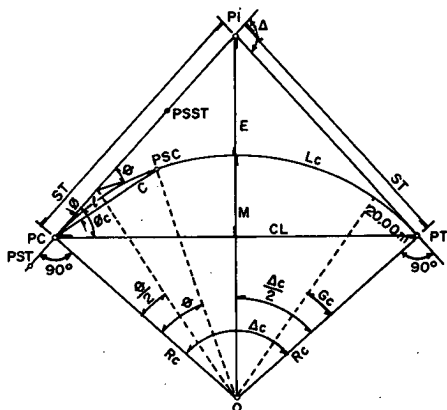
En la tabla (004-1) Pág. 18 se indican los valores de los grados máximos de curvatura - para cada velocidad de proyecto.

- b) Longitud Mínima:

- 01) La longitud mínima de una curva circular con transiciones mixtas deberá ser igual a la semisuma de las longitudes de esas transiciones.
- 02) La longitud mínima de una curva circular con espirales de transición podrá ser i gual a cero (0).

- c) Longitud Máxima.- La longitud máxima de una curva circular no tendrá límite especificado, sin embargo, es conveniente tomar en cuenta las recomendaciones que al respecto se indi can en el Capítulo 005 de este Título.

004-A.03 Curvas Espirales de Transición.- Las curvas - espirales de transición se utilizarán para unir las tan gentes con las curvas circulares formando una curva com puesta por una transición de entrada, una curva circu



PI Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC Punto en donde comienza la curva circular simple

PT Punto en donde termina la curva circular simple

PST Punto sobre tangente

PSST Punto sobre subtangente

PSC Punto sobre la curva circular

O Centro de la curva circular

Δ Ángulo de deflexión de la tangente

Δc Ángulo central de la curva circular

Θ Ángulo de deflexión a un PSC

Ø Ángulo de una cuerda cualquiera

Øc Ángulo de la cuerda larga

Gc Grado de curvatura de la curva circular

Rc Radio de la curva circular

ST Subtangente

E Externa

M Ordenada media

C Cuerda

CL Cuerda larga

l Longitud de un arco

Lc Longitud de la curva circular

$$Rc = \frac{114592}{Gc}$$

$$ST = Rc \operatorname{Tang} \frac{\Delta c}{2}$$

$$E = Rc \left(\operatorname{Secante} \frac{\Delta c}{2} - 1 \right)$$

$$M = Rc \operatorname{Sen} \operatorname{Ver} \frac{\Delta c}{2}$$

$$C = 2 Rc \operatorname{Sen} \frac{\Theta}{2}$$

$$CL = 2 Rc \operatorname{Sen} \frac{\Delta c}{2}$$

$$l = \frac{20\Theta}{Gc}$$

$$Lc = \frac{20\Delta c}{Gc}$$

FIG.004.1 ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR

VELOCIDAD DE PROYECTO km/h	COEFICIENTE DE FRICCION LATERAL	SOBREELEVACION MAXIMA m/m	GRADO MAXIMO DE CURVATURA CALCULADO grados	GRADO MAXIMO DE CURVATURA PARA PROYECTO grados
30	0.280	0.10	61.6444	60
40	0.230	0.10	30.1125	30
50	0.190	0.10	16.9360	17
60	0.165	0.10	10.7472	11
70	0.150	0.10	7.4489	7.5
80	0.140	0.10	5.4750	5.5
90	0.135	0.10	4.2358	4.25
100	0.130	0.10	3.3580	3.25
110	0.125	0.10	2.7149	2.75

TABLA #004-1 GRADO MAXIMO DE CURVATURA

lar central y una transición de salida de longitud igual a la de entrada.

- a) Para efectuar las transiciones se empleará la Clotoide o Espiral de Euler, cuya expresión es:

$$RcLe = K^2$$

En donde:

Rc= Radio de la curva circular, en metros.

Le= Longitud de la espiral de transición en metros.

K^2 = Parámetro de la espiral, en m^2 .

- b) La longitud mínima de la espiral para carreteras tipos A de dos carriles y de cuatro - carriles en cuerpos separados, B y C estará dada por la expresión:

$$Le \text{ min} = 8VS$$

En donde:

Le min= Longitud mínima de la espiral, en - metros.

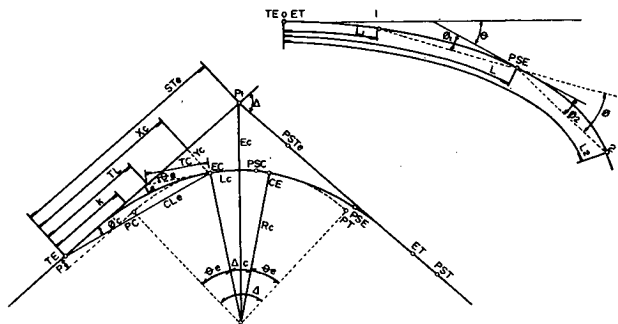
V = Velocidad de proyecto, en Km/h

S = Sobreelevación de la curva circular en m/m

Para carreteras tipo "A" de cuatro carriles en un solo cuerpo (A-4), la longitud mínima de la espiral calculada con esta fórmula deberá multiplicarse por uno punto siete - (1.7).

- c) Las curvas espirales de transición se utilizarán exclusivamente en carreteras Tipo "A" "B" y "C" y sólo cuando la sobreelevación - de las curvas circulares sea de siete por - ciento (7%) o mayor.
- d) En la figura (004.2) Pág. 20 se muestran - los elementos que caracterizan a las curvas circulares con espirales de transición.

004-A.04 Visibilidad. Toda curva horizontal deberá satisfacer la distancia de visibilidad de parada a que se



- PI Punto de intersección de las tangentes
 TE Punto donde termina la tangente y empieza la espiral
 EC Punto donde termina la espiral y empieza la curva circular
 CE Punto donde termina la curva circular y empieza la espiral
 ET Punto donde termina la espiral y empieza la tangente
 PSC Punto cualquiera sobre la curva circular
 PSE Punto cualquiera sobre la espiral
 PST Punto cualquiera sobre las tangentes
 PSTe Punto cualquiera sobre las subtangentes
 Δ Angulo de deflexión de las tangentes
 Δ_c Angulo central de la curva circular
 ϕ_e Deflexión de la espiral en el EC o CE
 ϕ Deflexión de la espiral en un PSE
 ϕ'_c Angulo de la cuerda larga
 ϕ_1 Angulo entre la tang. a un PSE y una cuerda atrás
 ϕ_2 Angulo entre la tang. a un PSE y una cuerda adelante
 ϕ Angulo entre dos cuerdas de la espiral
 X_c Coordenadas del EC o del CE
 Y_c Coordenadas del PC o del PT (Desplazamiento)
 k Subtangente
 p Tangente larga
 TL Tangente corta
 TC Cuerda larga de la espiral
 CL_e Externa
 Ec Radio de la curva circular
 Rc Longitud de la espiral a un PSE
 L Longitud de la espiral al EC o CE
 Le Longitud de la curva circular
 Lc Longitud total de la curva circular con espirales

- $\Delta_c = \Delta - 2\phi_e$
 $\phi_e = GcLe/40$
 $\phi = (L/Le)^2 \phi_e$
 $\phi'_c = \phi_e/3$
 $\phi_1 = (L-L)(2L+L)/3Le^2$
 $\phi_2 = (L-L)(L+L+L)/3Le^2$
 $\phi = (L-L)(L+L+L)/3Le^2$
 $X_c = (Le/100)(100 - 0.00305\phi_e^2)$
 $Y_c = (Le/100)(0.582\phi_e - 0.0000126\phi_e^3)$
 $k = Xc - Rc \text{ sen } \phi_e$
 $p = Yc - Rc \text{ sen } \text{ver } \phi_e$
 $ST_e = k + (Rc + p) \text{ tang } (\Delta/2)$
 $TL = Xc - Yc \text{ cot } \phi_e$
 $TC = Yc \text{ esc } \phi_e$
 $CL_e = (Xc + Yc)^{1/2}$
 $Ec = (Rc + p) \text{ sec } (\Delta/2) - Rc$
 $Rc = 1145.92 / Gc$
 $L = 8VS(\text{minima})$
 $Lc = 20\Delta_c / Gc$
 $LT = \phi_e + 20\Delta / Gc$

FIG.004.2 ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR CON ESPIRALES

refiere la cláusula (003-A) de este Título, para una velocidad de proyecto y grado de curvatura dados. Para ello, cuando exista un obstáculo en el lado interior de la curva, la distancia "m" mínima que debe haber entre el y el eje del carril interior de la curva, estará dada por la expresión y la gráfica que aparecen en la figura (004.3) Pág. 22.

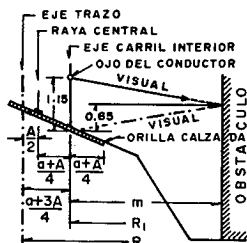
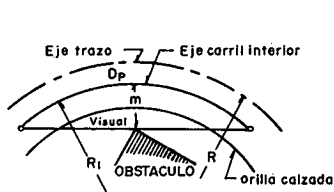
004-B DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

004-B.01 Tangentes.- Las tangentes verticales estarán definidas por su pendiente y su longitud.

- a) Pendiente Gobernadora.- Los valores máximos determinados para la pendiente gobernadora se indican en la tabla (004-2) Pág. 23 para los diferentes tipos de carretera y terreno.
- b) Pendiente Máxima.- Los valores determina-dos para pendiente máxima se indican en la tabla (004-2) Pág. 23 para los diferentes tipos de carretera y terreno.
- c) Pendiente Mínima.- La pendiente mínima en zonas con sección en corte y/o balcón no deberá ser menor del cero punto cinco por - ciento (0.5%) y en zonas con sección en terraplén la pendiente podrá ser nula.
- d) Longitud Crítica.- Los valores de la longi-tud crítica de las tangentes verticales con pendientes mayores que la gobernadora, se - obtendrán de la gráfica mostrada en la figura (004.4) Pág. 24.

004-B.02 Visibilidad

- a) Curvas Verticales en Cresta.- Para que las curvas verticales en cresta cumplan con la distancia de visibilidad necesaria su longi-tud deberá calcularse a partir del paráme-tro K, que se obtiene con la expresión:



$$m = \frac{D_p^2}{8R_1} = \frac{D_R^2 G_1}{9170}$$

$$R_1 = R - \frac{a + 3A}{4} \quad G_1 = \frac{1146}{R_1}$$

- a - ancho de la calzada en tangente
- A - ampliación en la curva
- D_p - distancia de visibilidad de parada

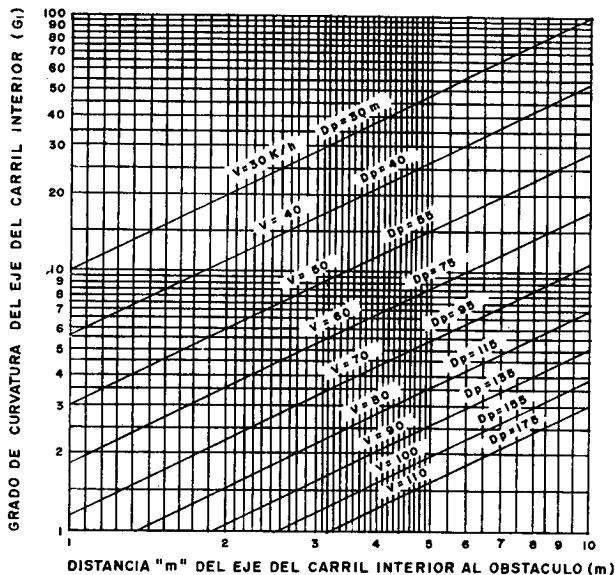


FIG.004.3 DISTANCIA MINIMA NECESARIA A OBSTACULOS EN EL INTERIOR DE CURVAS CIRCULARES PARA DAR LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.

CARRETERA TIPO	PENDIENTE GOBERNADORA (%)				PENDIENTE MAXIMA (%)			
	TIPO DE TERRENO				TIPO DE TERRENO			
	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO		PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
E	-	7	9		7	10	13	
D	-	6	8		6	9	12	
C	-	5	6		5	7	8	
B	-	4	5		4	6	7	
A	-	3	4		4	5	6	

TABLA 004-2 VALORES MAXIMOS DE LAS PENDIENTES GOBERNADORA Y DE LAS PENDIENTES MAXIMAS.

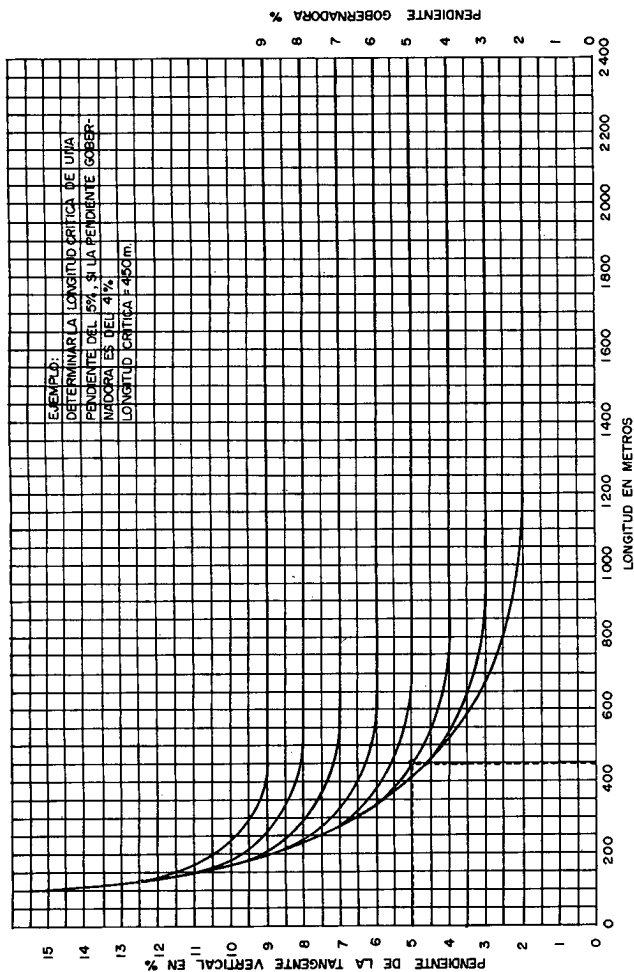


FIG. 004.4 LONGITUD CRITICA DE TANGENTES VERTICALES CON PENDIENTE MAYOR QUE LA GOBERNADORA

$$K = \frac{D^2}{2 (\sqrt{H} + \sqrt{h})^2}$$

En donde:

D= Distancia de visibilidad, en metros.

H= Altura del ojo del conductor (1.14m).

h= Altura del objeto (0.15 m).

- b) Curvas Verticales en Columpio.- Para que las curvas verticales en columpio cumplan con la distancia de visibilidad necesaria, su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K que se obtiene con la expresión:

$$K = \frac{D^2}{2 (TD + H)}$$

En donde:

D= Distancia de visibilidad, en metros.

T= Pendiente del haz luminoso de los faros (0.0175).

H= Altura de los faros (0.61 m).

- c) Requisitos de visibilidad:

- 01) La distancia de visibilidad de parada deberá proporcionarse en todas las curvas verticales, este requisito esta tomado en cuenta en el valor del parámetro K especificado en la tabla (004-3) Pág. 26.
- 02) La distancia de visibilidad de encuentro deberá proporcionarse en las curvas verticales en cresta de las carreteras tipo "E"; tal como se especifica en la tabla - (004-3) Pág. 26.
- 03) La distancia de visibilidad de rebase solo se proporcionará cuando así lo indiquen - las especificaciones de proyecto y/o lo ordene la Secretaría. Los valores del parámetro

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	VALORES DEL PARAMENTO K (m/%)				LONGITUD ACEPTABLE	MINIMA (m)
	CURVAS EN CRESTA		CURVAS EN COLUMPIO			
	CARRETERA	T I P O	CARRETERA	T I P O		
	E	D, C, B, A	E, D, C, B, A			
30	4	3	4	4	20	
40	7	4	7	7	30	
50	12	8	10	10	30	
60	23	14	15	15	40	
70	36	20	20	20	40	
80	-	31	25	25	50	
90	-	43	31	31	50	
100	-	57	37	37	60	
110	-	72	43	43	60	

TABLA 004-3 VALORES MINIMOS DEL PARAMENTO K Y DE LA LONGITUD MINIMA ACEPTABLE DE LAS CURVAS VERTICALES.

tro K para satisfacer este requisito son:

Velocidad de proyecto en km/h	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Parámetro K para rebase en m/%	18	32	50	73	99	130	164	203	245

004-B.03 Curvas Verticales.- Las curvas verticales se rán parábolas de eje vertical y están definidas por su longitud y por la diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales que unen. Los elementos que las caracterizan se muestran en la figura (004.5) Pág. 28.

a) Longitud Mínima:

01) La longitud mínima de las curvas verticales se calculará con la expresión:

$$L = KA$$

En donde:

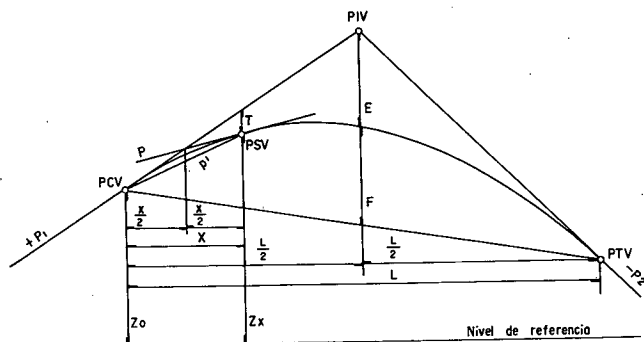
L = Longitud mínima de la curva vertical, en metros.

K = Parámetro de la curva cuyo valor mínimo se especifica en la tabla (004-3) - Pág. 26.

A = Diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales, en por ciento.

02) La longitud mínima de las curvas verticales en ningún caso deberá ser menor a lo indicado en la tabla (004-3) Pág. 26 y a la mostrada en las figuras (004.6) y (004.7) Págs. 29 y 30.

b) Longitud Máxima.- No existirá límite de longitud máxima para las curvas verticales. En el caso de curvas verticales en cresta con



- PIV Punto de intersección de las tangentes verticales
- PCV Punto en donde comienza la curva vertical
- PTV Punto en donde termina la curva vertical
- PSV Punto cualquiera sobre la curva vertical

- P_1 Pendiente de la tangente de entrada, en m/m
- P_2 Pendiente de la tangente de salida, en m/m
- A Diferencia algebraica de pendientes
- L Longitud de la curva vertical, en metros
- K Variación de longitud por unidad de pendiente (parámetro)

$$A = P_1 - (-P_2)$$

$$K = L/A$$

- X Distancia del PCV a un PSV, en metros
- P Pendiente en un PSV, en m/m
- P' Pendiente de una cuerda, en m/m
- E Externa, en metros
- F Flecha, en metros
- T Desviación de un PSV a la tangente de entrada, en metros
- Z_0 Elevación del PCV, en metros
- Z_x Elevación de un PSV, en metros

$$P = P_1 - A(X/L)$$

$$P' = 1/2(P_1 + P)$$

$$E = (AL)/8$$

$$F = E$$

$$T = 4E(X/L)^2$$

$$Z_x = Z_0 + (P_1 - \frac{Ax}{2L})X$$

Nota. Si X y L se expresan en estaciones de 20m la elevación de un PSV puede calcularse con cualquiera de las expresiones:

$$Z_x = Z_0 + (20P_1 - \frac{10AX}{L})X$$

$$Z_x = Z_{x-1} + 20P_1 - \frac{10A}{L}(2X-1)$$

FIG. 004.5 ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL

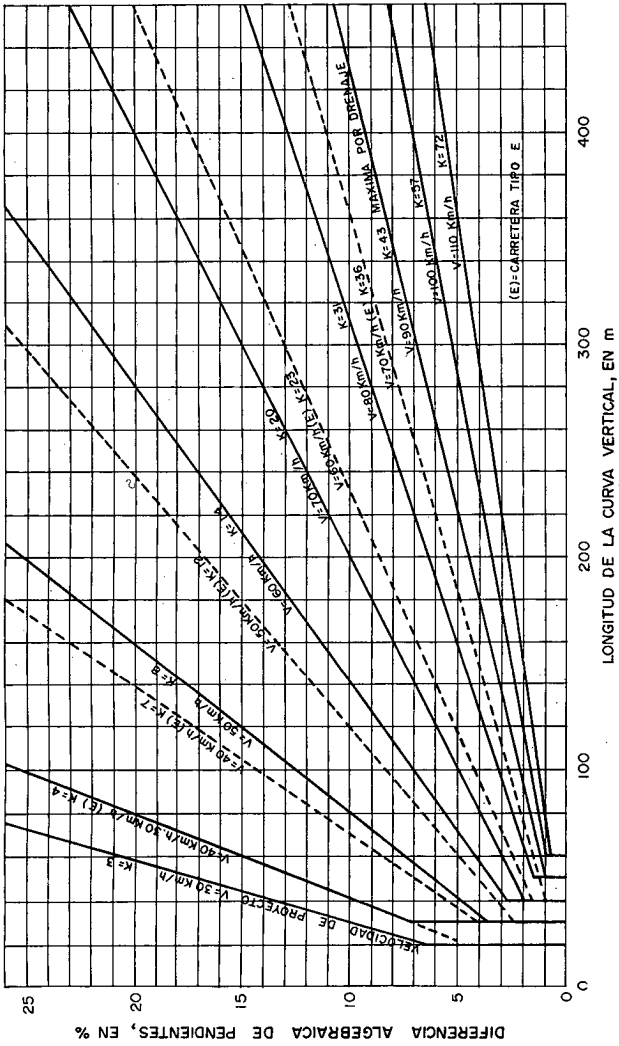


FIG. 004.6 LONGITUD MINIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN CRESTA

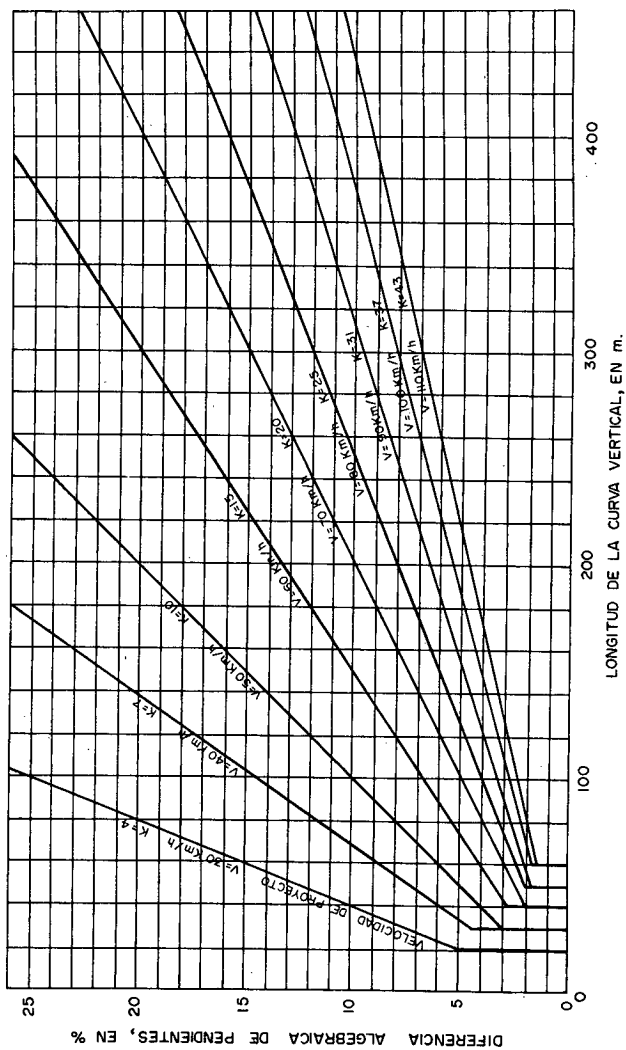


FIG. 004.7 LONGITUD MINIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO

pendiente de entrada y salida de signos contrarios, se deberá revisar el drenaje cuando a la longitud de la curva proyectada corresponda un valor del parámetro K superior a 43.

004-C DE LA SECCION TRANSVERSAL

004-C.01 La sección transversal está definida por la corona, las cunetas, los taludes, las contracunetas, las partes complementarias y el terreno comprendido dentro del derecho de vía, como se muestra en las figuras (004.8) y (004.9) Págs. 32 y 33.

004-C.02 Corona.- La corona está definida por la calzada y los acotamientos con su pendiente transversal, y en su caso, la faja separadora central.

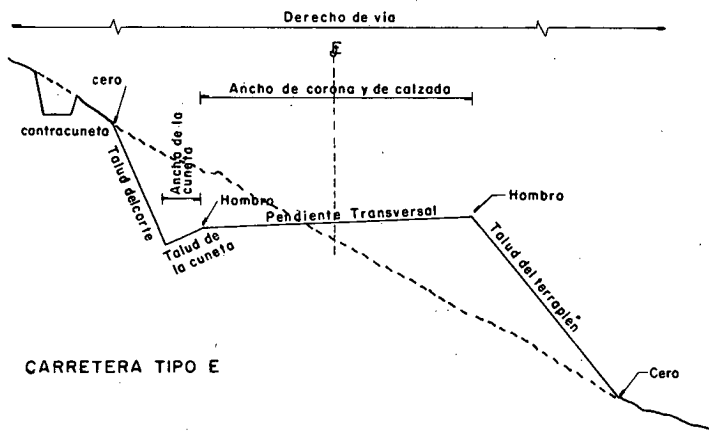
004-C.03 En tangentes del alineamiento horizontal el ancho de la corona para cada tipo de carretera y de terreno, deberá ser el especificado en la tabla (004-4) Pág. 34.

004-C.04 En curvas y transiciones del alineamiento horizontal el ancho de la corona deberá ser la suma de los anchos de la calzada, de los acotamientos y en su caso, de la faja separadora central.

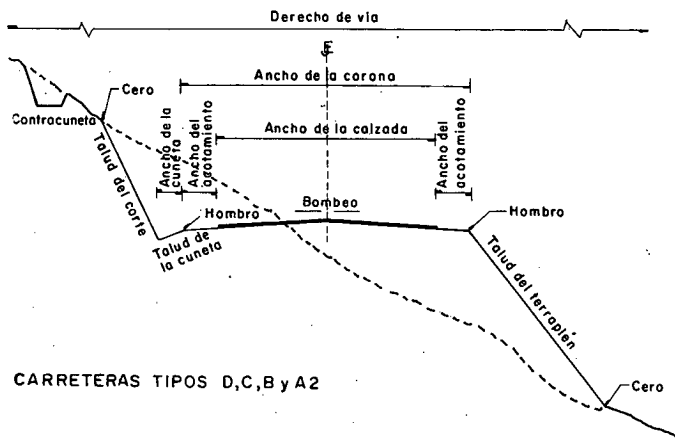
004-C.05 Calzada.- El ancho de la calzada deberá ser:

- a) En tangente del alineamiento horizontal, el especificado en la tabla (004-4) Pág. 34.
- b) En curvas circulares del alineamiento horizontal, el ancho en tangente más una ampliación en el lado interior de la curva circular, cuyo valor se especifica en las tablas (004-5), (004-6), (004-7) y (004-8) Págs. 37, 38, 39 y 40.
- c) En curvas espirales de transición y en transiciones mixtas.

El ancho en tangente más una ampliación variable en el lado interior de la curva espi



CARRETERA TIPO E



CARRETERAS TIPOS D,C,B y A2

FIG. 004.8 SECCION TRANSVERSAL EN TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL PARA CARRETERAS TIPOS E,D,C,B y A2

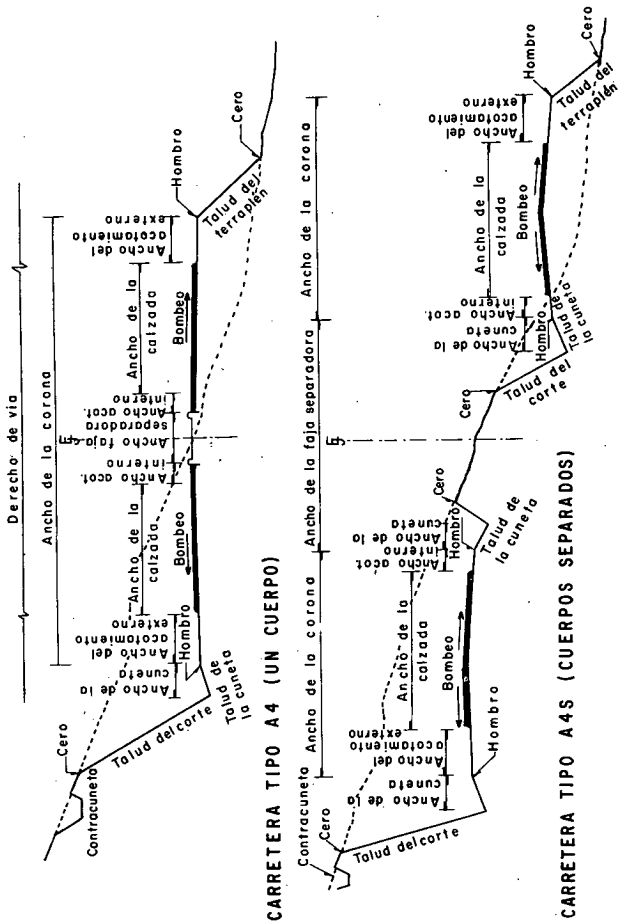


FIG. 004.9 SECCION TRANSVERSAL EN TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL PARA CARRETERA TIPOS A4

TIPO DE CARRETERA	A N C H O S D E				FAJA SEPARADORA CENTRAL (m)
	CORONA (m)	CALZADA (m)	ACOTAMIENTOS (m)		
E	4.00	4.00	-	-	-
D	6.00	6.00	-	-	-
C	7.00	6.00	0.50	-	-
B	9.00	7.00	1.00	-	-
(A2)	12.00	7.00	2.50	-	-
A	22.00 mínimo	2 x 7.00	EXT	INT	1.00 mínimo
			3.00	0.50	
(A4S)	2 x 11.00	2 x 7.00	3.00	1.00	8.00 mínimo

*. Deberá prolongarse la carpeta hasta la guarnición

TABLA 004-4 ANCHOS DE CORONA, DE CALZADA, DE ACOTAMIENTOS Y DE LA FAJA SEPARADORA CENTRAL

ral o en el de la transición mixta, cuyo valor está dado por la expresión:

$$A = \frac{L}{L_e} A_c$$

En donde:

A = Ampliación del ancho de la calzada en un punto de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.

L = Distancia del origen de la transición al punto cuya ampliación se desea determinar en metros.

L_e = Longitud de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.

A_c = Ampliación total del ancho de la calzada correspondiente a la curva circular, en metros.

d) En tangentes y curvas horizontales para carreteras Tipo "E".

01) El ancho de la calzada en carreteras Tipo "E", no requerirá de ampliación por curva horizontal.

02) Por requisitos operacionales será necesario ampliar el ancho de la calzada, formando libraderos, para permitir el paso simultáneo a dos vehículos. El ancho de la calzada en la zona del libradero será el correspondiente al de la carretera Tipo "D".

03) La longitud de los libraderos será de veinte (20) metros más dos transiciones de cinco (5) metros cada una.

04) Los libraderos se espaciarán a una distancia de doscientos cincuenta (250) metros, o menos, si así lo requiere la visibilidad entre ellos.

004-C.06 Acotamientos.- El ancho de los acotamientos

deberá ser para cada tipo de carretera y tipo de terreno, según se indica en la tabla (004-4) Pág. 34.

004-C.07 Pendiente Transversal.- En tangentes del alineamiento horizontal el bombeo de la corona deberá ser:

- a) De menos dos por ciento (-2%) en carreteras Tipo "A", "B", "C" y "D" pavimentadas.
- b) De menos tres por ciento (-3%) en carreteras Tipo "D" y "E" revestidas.

004-C.08 En curvas circulares del alineamiento horizontal, la sobreelevación de la corona deberá ser:

- a) De diez por ciento (10%) para el grado máximo de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto.
- b) Igual a los valores indicados en las tablas (004-5), (004-6), (004-7) y (004-8) Págs. - 37, 38, 39 y 40 para grados de curvatura inferiores al grado máximo correspondiente a cada velocidad de proyecto.

004-C.09 En curvas espirales de transición y en transiciones mixtas, la sobreelevación de la corona en un punto cualquiera de las curvas estará dada por la expresión:

$$S = \frac{L}{Le} Sc$$

En donde:

S = Sobreelevación de la corona en un punto cualquiera de la curva espiral de transición o de la transición mixta, en por ciento.

L = Distancia del origen de la transición al punto considerado en el que se desea determinar la sobreelevación de la corona, en metros.

Le= Longitud de la curva espiral de transición o de la transición mixta, en metros.

Sc= Sobreelevación de la corona correspondiente al grado

VELOCIDAD		30			40			50			60			70			
Gc	Rc	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	
0	30	2291.84	20	30	10	20	30	13	20	30	16	30	30	19	30	30	22
1	00	1145.92	20	30	10	20	30	13	30	30	16	30	30	19	30	30	22
1	30	763.94	20	30	10	30	30	13	30	30	16	30	30	19	40	30	22
2	00	572.36	20	30	10	30	30	13	30	30	16	40	30	19	40	30	22
2	30	458.37	30	30	10	30	30	13	40	30	16	40	30	19	50	30	22
3	00	381.97	30	30	10	40	30	13	40	30	16	50	30	19	50	40	22
3	30	327.40	30	30	10	40	30	13	40	30	16	50	30	19	60	47	26
4	00	286.48	30	30	10	40	30	13	50	30	16	50	30	19	60	53	30
4	30	254.65	40	30	10	40	30	13	50	30	16	60	41	20	60	60	34
5	00	229.18	40	30	10	50	30	13	50	30	16	60	45	22	70	67	37
5	30	208.35	40	30	10	50	30	13	50	32	16	60	50	24	70	73	41
6	00	190.99	40	30	10	50	30	13	60	35	16	60	55	26	70	80	45
6	30	176.29	50	30	10	50	30	13	60	38	16	70	59	28	80	87	49
7	00	163.70	50	30	10	50	30	13	60	41	16	70	64	31	80	93	52
7	30	152.79	50	30	10	60	30	13	70	44	18	70	68	33	80	100	56
8	00	143.24	50	30	10	60	30	13	70	47	19	80	73	35			
8	30	134.81	50	30	10	60	30	13	70	50	20	80	77	37			
9	00	127.32	50	30	10	60	30	13	70	53	21	80	82	39			
9	30	120.62	60	30	10	70	32	13	70	55	22	80	86	41			
10	00	114.59	60	30	10	70	33	13	80	58	24	90	91	44			
11	00	104.17	60	30	10	70	37	13	80	65	26	90	100	48			
11	00	95.49	60	30	10	80	40	13	90	71	28						
13	00	68.15	70	30	10	80	43	14	90	76	31						
14	00	61.85	70	30	10	80	47	15	90	82	33						
15	00	76.39	70	30	10	90	50	16	100	88	35						
16	00	71.62	80	30	10	90	53	17	100	94	38						
17	00	67.41	80	30	10	90	57	18	110	100	40						
18	00	63.66	80	30	10	100	60	19									
19	00	60.31	90	32	10	100	63	20									
20	00	57.30	90	33	10	100	67	21									
22	00	52.09	100	37	10	110	73	23									
24	00	47.75	100	40	10	120	80	26									
26	00	44.07	110	43	10	130	87	28									
28	00	40.93	110	47	11	130	93	30									
30	00	38.20	120	50	12	140	100	32									
32	00	35.81	130	53	13												
34	00	33.70	130	57	14												
36	00	31.83	140	60	14												
38	00	30.16	150	63	15												
40	00	28.65	150	67	16												
42	00	27.28	160	70	17												
44	00	26.04	160	73	18												
46	00	24.91	170	77	18												
48	00	23.87	180	80	19												
50	00	22.92	180	83	20												
52	00	22.04	190	87	21												
54	00	21.22	190	90	22												
56	00	20.46	200	93	22												
58	00	19.76	200	97	23												
60	00	19.10	210	100	24												

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.
En carreteros tipo E no se dará la ampliación por curvatura a menos que se proyecten libraderos en curva horizontal.

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición mixta, en metros.

Nota.- Para grados intermedios no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal.

TABLA 004-5 AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPO E y D

NORMAS DE SERVICIOS TECNICOS

VELOCIDAD	40			50			60			70			80			90			100			
	Gc	Rc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	
0° 15'	4583.63	20	2.0	22	20	2.0	28	20	2.0	34	20	2.0	39	20	2.0	45	20	2.0	50	30	2.0	56
0° 30'	2291.84	20	2.0	22	20	2.0	28	20	2.0	34	20	2.0	39	20	2.0	45	20	2.0	50	30	2.0	56
0° 45'	1527.89	20	2.0	22	20	2.0	28	20	2.0	34	20	2.0	39	20	2.0	45	20	2.0	50	40	3.0	56
1 00'	1145.92	20	2.0	22	30	2.0	28	30	2.0	34	30	2.5	39	30	3.0	45	40	3.6	50	40	4.6	56
1 15'	916.74	30	2.0	22	30	2.0	28	30	2.3	34	40	3.0	39	40	3.7	45	40	4.5	50	50	5.6	56
1 30'	763.94	30	2.0	22	30	2.0	28	40	2.8	34	40	3.6	39	40	4.4	45	50	5.3	50	50	6.5	56
1 45'	694.81	30	2.0	22	30	2.2	28	40	3.2	34	40	4.1	39	50	5.0	45	50	6.0	50	60	7.3	56
2 00'	572.96	30	2.0	22	40	2.5	28	40	3.6	34	50	4.8	39	50	5.7	45	50	6.8	50	60	8.1	56
2 15'	509.30	30	2.0	22	40	2.8	28	40	4.0	34	50	5.1	39	50	6.2	45	60	7.4	50	60	8.7	70
2 30'	458.37	40	2.1	22	40	3.1	28	50	4.4	34	50	5.5	39	60	6.7	45	60	7.9	57	70	9.3	74
2 45'	416.70	40	2.3	22	40	3.4	28	50	4.7	34	50	6.0	39	60	7.2	46	60	8.4	60	70	9.6	77
3 00'	381.97	40	2.5	22	50	3.7	28	50	5.1	34	60	6.4	39	60	7.7	49	70	8.8	63	70	9.9	79
3 15'	352.59	40	2.7	22	50	3.9	28	50	5.4	34	60	6.8	39	60	8.1	52	70	9.2	66	80	10.0	80
3 30'	327.40	40	2.9	22	50	4.2	28	50	5.7	34	60	7.1	40	70	8.5	54	70	9.6	69			
3 45'	305.58	50	3.1	22	50	4.4	28	60	6.0	34	60	7.5	42	70	8.8	56	70	9.8	71			
4 00'	286.48	50	3.3	22	50	4.7	28	60	6.3	34	60	7.8	44	70	9.1	58	80	9.9	71			
4 15'	269.63	50	3.4	22	60	4.9	28	60	6.6	34	70	8.1	45	70	9.4	60	80	10.0	72			
4 30'	254.65	50	3.6	22	60	5.1	28	60	6.9	34	70	8.4	47	80	9.6	61						
4 45'	241.25	50	3.8	22	60	5.4	28	60	7.1	34	70	8.7	49	80	9.8	63						
5 00'	229.18	50	3.9	22	60	5.6	28	70	7.4	36	70	8.9	50	80	9.9	63						
5 30'	208.35	60	4.2	22	60	6.0	28	70	7.8	37	80	9.3	52	90	10.0	64						
6 00'	190.99	60	4.5	22	70	6.3	28	70	8.2	39	80	9.6	54									
6 30'	176.29	60	4.8	22	70	6.7	28	80	8.6	41	90	9.8	55									
7 00'	163.70	70	5.1	22	70	7.0	28	80	8.9	43	90	9.9	55									
7 30'	152.79	70	5.3	22	80	7.3	29	90	9.1	44	90	10.0	56									
8 00'	143.24	70	5.6	22	80	7.6	30	90	9.4	45												
8 30'	134.81	80	5.8	22	80	7.9	32	90	9.6	46												
9 00'	127.32	80	6.1	22	90	8.2	33	100	9.7	47												
9 30'	120.62	80	6.3	22	90	8.4	34	100	9.8	47												
10 00'	114.59	90	6.5	22	100	8.6	35	100	9.9	48												
11 00'	104.17	90	6.9	22	100	9.0	36	110	10.0	48												
12 00'	95.49	100	7.3	23	110	9.3	37															
13 00'	88.15	100	7.6	24	110	9.6	38															
14 00'	81.85	110	7.9	25	120	9.8	39															
15 00'	76.39	110	8.2	26	120	9.9	40															
16 00'	71.62	120	8.5	27	130	10.0	40															
17 00'	67.41	120	8.7	28	140	10.0	40															
18 00'	63.66	130	8.9	28																		
19 00'	60.31	130	9.1	29																		
20 00'	57.30	140	9.2	29																		
21 00'	54.57	140	9.4	30																		
22 00'	52.09	150	9.5	30																		
23 00'	49.82	150	9.6	31																		
24 00'	47.75	160	9.7	31																		
25 00'	45.84	160	9.8	31																		
26 00'	44.07	170	9.9	32																		
27 00'	42.44	170	9.9	32																		
28 00'	40.93	180	10.0	32																		
29 00'	39.51	190	10.0	32																		
30 00'	38.20	190	10.0	32																		

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.

Sc Sobre elevación, en porcentaje

Le Longitud de la transición, en metros

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usarán transiciones mixtas)

Notas.- Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se contienen por interpolación lineal

TABLA 004-6 AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPO C

VELOCIDAD		50			60			70			80			90			100			110		
Gc	Re	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le
0°15'	4583.68	0	2.0	28	0	2.0	34	0	2.0	39	0	2.0	45	0	2.0	50	0	2.0	56	0	2.0	62
0°30'	2291.84	0	2.0	28	0	2.0	34	2.0	2.0	39	2.0	2.0	45	2.0	2.0	50	2.0	2.3	56	2.0	2.7	62
0°45'	1527.89	2.0	2.0	28	2.0	2.0	34	2.0	2.0	39	2.0	2.3	45	3.0	2.8	50	3.0	3.4	56	3.0	4.0	62
1°00'	1145.92	2.0	2.0	28	2.0	2.0	34	2.0	2.3	39	3.0	3.0	45	3.0	3.6	50	3.0	4.3	56	3.0	5.2	62
1°15'	916.74	2.0	2.0	28	2.0	2.3	34	3.0	3.0	39	3.0	3.7	45	4.0	4.5	50	4.0	5.5	56	4.0	6.3	62
1°30'	763.94	2.0	2.0	28	3.0	2.8	34	3.0	3.9	39	3.0	4.4	45	4.0	5.3	50	4.0	6.4	56	4.0	7.3	64
1°45'	654.81	3.0	2.2	28	3.0	3.2	34	3.0	4.1	39	4.0	5.0	45	4.0	6.1	50	4.0	7.3	56	5.0	8.1	71
2°00'	572.96	3.0	2.3	28	3.0	3.6	34	3.0	4.6	39	4.0	5.7	45	4.0	6.7	50	5.0	8.1	56	5.0	8.9	78
2°15'	509.30	3.0	2.8	28	4.0	4.0	34	4.0	5.1	39	4.0	6.2	45	5.0	7.3	50	5.0	8.7	56	6.0	9.4	83
2°30'	459.37	3.0	3.1	28	4.0	4.4	34	4.0	5.3	39	5.0	6.8	45	5.0	7.9	57	6.0	9.2	74	6.0	9.8	86
2°45'	416.70	3.0	3.4	28	4.0	4.7	34	4.0	6.0	39	5.0	7.3	47	5.0	8.4	60	6.0	9.6	77	6.0	10.0	88
3°00'	381.97	4.0	3.7	28	4.0	5.1	34	5.0	6.4	39	5.0	7.7	49	6.0	8.8	63	6.0	9.9	79			
3°15'	352.59	4.0	3.9	28	4.0	5.4	34	5.0	6.7	39	5.0	8.1	52	6.0	9.2	66	6.0	10.0	80			
3°30'	327.40	4.0	4.2	28	5.0	5.7	34	5.0	7.1	40	6.0	8.5	54	6.0	9.6	69						
3°45'	305.58	4.0	4.4	28	5.0	6.0	34	5.0	7.5	42	6.0	8.8	56	6.0	9.8	71						
4°00'	286.48	4.0	4.7	28	5.0	6.3	34	5.0	7.8	44	6.0	9.1	58	7.0	9.9	71						
4°15'	269.63	5.0	4.9	28	5.0	6.6	34	6.0	8.1	45	6.0	9.4	60	7.0	10.0	72						
4°30'	254.65	5.0	5.1	28	5.0	6.9	34	6.0	8.4	47	7.0	9.6	61									
4°45'	241.25	5.0	5.4	28	6.0	7.1	34	6.0	8.7	49	7.0	9.7	62									
5°00'	229.18	5.0	5.6	28	6.0	7.4	36	6.0	8.9	50	7.0	9.9	63									
5°15'	208.35	6.0	6.0	28	6.0	7.8	37	7.0	9.3	52	8.0	10.0	64									
6°00'	190.99	6.0	6.3	28	7.0	8.2	39	7.0	9.6	54												
6°30'	176.29	6.0	6.7	28	7.0	8.6	41	8.0	9.8	55												
7°00'	163.70	6.0	7.0	28	7.0	8.9	43	8.0	9.9	55												
7°30'	152.79	7.0	7.3	29	8.0	9.1	44	8.0	10.0	56												
8°00'	143.24	7.0	7.6	30	8.0	9.4	45															
8°30'	134.81	7.0	7.9	32	8.0	9.6	46															
9°00'	127.32	8.0	8.2	33	9.0	9.7	47															
9°30'	120.62	8.0	8.4	34	9.0	9.8	47															
10°00'	114.59	8.0	8.6	34	9.0	9.9	48															
10°30'	109.13	9.0	8.8	35	10.0	10.0	48															
11°00'	104.17	9.0	9.0	36	10.0	10.0	48															
11°30'	99.64	9.0	9.2	37																		
12°00'	95.49	10.0	9.3	37																		
12°30'	91.67	10.0	9.5	38																		
13°00'	88.15	10.0	9.6	38																		
13°30'	84.88	11.0	9.7	39																		
14°00'	81.85	11.0	9.8	39																		
14°30'	79.03	11.0	9.8	39																		
15°00'	76.39	11.0	9.9	40																		
15°30'	73.93	12.0	9.9	40																		
16°00'	71.62	12.0	10.0	40																		
16°30'	69.45	12.0	10.0	40																		
17°00'	67.41	13.0	10.0	40																		

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición, en metros

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usaran transiciones mixtas)

Nota: Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal

TABLA 004-7 AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPO B y A(A2)

NORMAS DE SERVICIOS TÉCNICOS

VELOCIDAD		70						80						90						100						110					
Gc	Rc	Ac		Sc	Le		Ac		Sc	Le		Ac		Sc	Le		Ac		Sc	Le		Ac		Sc	Le						
		A4S	A4		A4S	A4	A4S	A4		A4S	A4	A4S	A4		A4S	A4	A4S	A4		A4S	A4	A4S	A4		A4S	A4	A4S	A4			
0° 15'	4583.68	0	20	20	39	67	0	20	20	45	76	0	30	20	50	86	0	30	20	56	95	0	30	20	62	105					
0° 30'	2291.84	20	30	20	39	67	20	30	20	45	76	20	40	20	50	86	20	40	23	56	95	20	50	27	62	105					
0° 45'	1527.89	20	40	20	39	67	20	40	23	45	76	30	50	28	50	86	30	60	34	56	95	30	60	40	62	105					
1 00	1145.92	20	50	25	39	67	30	50	30	45	76	30	60	36	50	86	30	70	45	56	95	30	70	52	62	105					
1 15	916.14	30	50	30	39	67	30	60	37	45	76	40	60	45	50	86	40	70	55	56	95	40	80	63	62	105					
1 30	763.94	30	60	35	39	67	30	60	44	45	76	40	70	53	50	86	40	80	64	56	95	40	90	73	64	109					
1 45	684.81	30	60	41	39	67	40	70	50	45	76	40	80	61	50	86	40	90	73	58	99	50	100	81	71	121					
2 00	572.96	30	70	46	39	67	40	80	57	45	76	40	90	67	50	86	50	90	81	65	110	50	100	89	78	133					
2 15	509.30	40	80	51	39	67	40	90	62	45	76	50	100	73	53	89	50	100	87	70	118	60	110	94	83	141					
2 30	458.37	40	80	55	39	67	50	90	68	45	76	50	100	79	57	97	60	110	92	74	125	60	120	98	86	147					
2 45	416.70	40	80	60	39	67	50	90	73	47	79	50	110	84	60	103	60	110	96	77	131	60	120	100	88	150					
3 00	381.97	50	90	64	39	67	50	100	77	49	84	60	110	88	63	108	60	120	99	79	135										
3 15	352.59	50	90	67	39	67	50	110	81	52	88	60	120	92	66	113	60	130	100	80	136										
3 30	327.40	50	100	71	40	68	60	110	85	54	92	60	120	96	69	118															
3 45	305.58	50	110	75	42	71	60	120	88	56	96	60	130	98	71	120															
4 00	286.48	50	110	78	44	74	60	120	91	58	99	70	130	99	71	121															
4 15	269.63	60	110	81	45	77	60	130	94	60	102	70	140	100	72	122															
4 30	254.65	60	120	84	47	80	70	130	96	61	104																				
4 45	241.25	60	120	87	49	83	70	140	97	62	106																				
5 00	229.18	60	130	89	50	85	70	140	99	63	108																				
5 15	218.27	60	130	91	51	87	80	140	100	63	108																				
5 30	208.35	70	140	93	52	89	80	150	100	64	109																				
5 45	199.29	70	140	95	53	90																									
6 00	190.99	70	150	96	54	91																									
6 15	183.35	70	150	97	54	92																									
6 30	176.29	80	160	96	55	93																									
6 45	169.77	80	160	99	55	94																									
7 00	163.70	80	160	99	55	94																									
7 15	158.06	80	160	100	56	95																									
7 30	152.79	80	170	100	56	95																									

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición, en metros.

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usaran transiciones mixtas)

Notas.-Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por Interpolación lineal.
 A4S-Dos carriles en cada cuerpo (cuerpos separados) con el eje de proyecto en el centro de cada calzada
 A4-Cuatro carriles en un solo cuerpo, con el eje de proyecto coincidiendo con el eje geométrico.

TABLA 004-8 AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPO A (A4S Y A4)

de curvatura, en por ciento.

- a) Para el desarrollo de la sobreelevación de la corona se utilizará la longitud de la espiral de transición o de la transición mixta, según se indica en la figura (004.10) Pág. 42.
- b) En los extremos de las curvas espirales de transición o de las transiciones mixtas se harán los ajustes indicados en la figura (004.10) Pág. 42 para ligar la sobreelevación con el bombeo.
- c) La longitud mínima de las transiciones mixtas y de las espirales de transición será la indicada en las tablas (004-5), (004-6), (004-7) y (004-8) Págs. 37, 38, 39 y 40.
- d) En todos los casos la transición mixta deberá proyectarse considerando un medio de su longitud sobre la tangente del alineamiento horizontal y el medio restante dentro de la curva circular.

004-C.10 Faja Separadora Central.- La faja separadora central deberá proyectarse únicamente en carreteras Tipo "A" de cuatro carriles.

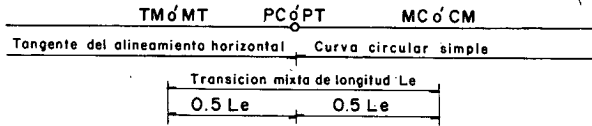
- a) Cuando la sección transversal esté formada por un sólo cuerpo del ancho mínimo de la faja separadora central deberá ser de un (1.00) metro.
- b) Cuando la sección transversal esté formada por dos cuerpos separados, el ancho mínimo de la faja separadora central deberá ser de ocho (8) metros.

004-C.11 Taludes.- Los taludes estarán definidos por su inclinación, expresada numéricamente por el recíproco de la pendiente.

- a) En Terraplén.- El talud de la sección transversal en terraplén deberá ser de uno y me-

LOCALIZACION RELATIVA DE LAS TRANSICIONES

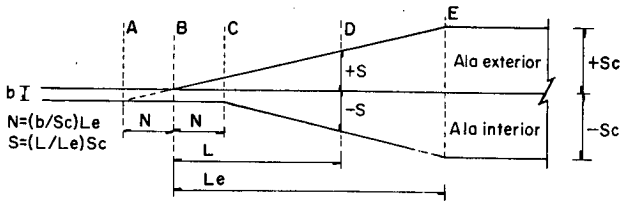
a) Transición mixta



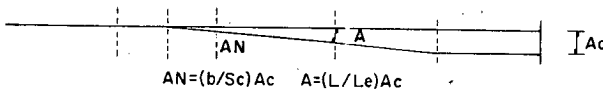
b) Espiral de transición



VARIACION DE LA SOBREELEVACION



VARIACION DE LA AMPLIACION



SECCIONES TRANSVERSALES

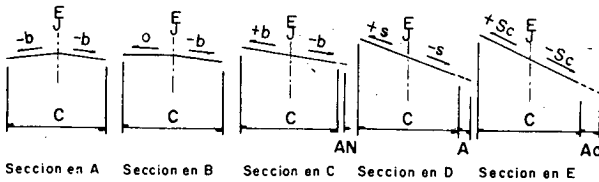


FIG.004.10 DESARROLLO DE LA SOBREELEVACION Y LA AMPLIACION

dio a uno (1.5 : 1), pudiendo tener una inclinación diferente si así lo especifica la Secretaría.

- b) En Corte.- El talud de la sección transversal en corte deberá ser el que especifique la Secretaría.

004-C.12 Cunetas.- Las cunetas serán de forma triangular y están definidas por su ancho y sus taludes.

- a) Ancho.- El ancho de la cuneta, medido horizontalmente entre el hombro de la corona y el fondo de la cuneta, deberá ser de un metro (1.00 m), pudiendo ser mayor si por capacidad hidráulica así se requiere.

- b) Taludes.- El talud interno de la cuneta deberá ser de tres a uno (3:1). El talud externo de la cuneta será el correspondiente al de corte.

004-C.13 Contracunetas.- Las contracunetas serán, generalmente, de forma trapezoidal y están definidas por su ancho de plantilla, su profundidad y sus taludes. Su utilización, ubicación y dimensiones estarán sujetas a los estudios de drenaje y geotécnicos, o a lo que especifique la Secretaría.

004-C.14 Obras Complementarias.- Las obras complementarias de la sección transversal, tales como guarniciones, bordillos, lavaderos, banquetas, defensas y dispositivos para el control del tránsito, deberán considerarse en el proyecto cuando así lo especifique la Secretaría.

004-C.15 Derecho de Vía.- El derecho de vía está definido por su ancho y su longitud. El ancho del derecho de vía es variable. Para su determinación, es conveniente tomar en cuenta la recomendación que al respecto se indica en el Capítulo 005 de este Título.

CAPITULO 2.01.01.005
RECOMENDACIONES GENERALES

005-A DE LA CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS
CARRETERAS.

005-A.01 Para la selección del tipo de carretera con fines de proyecto, se observará lo siguiente:

- a) Con base en el TDPA para el horizonte de proyecto, el cual no será mayor de veinte (20) años, se adoptará uno de los tipos de carretera establecidos en el inciso (002-A.01) de este Título.
- b) En la aplicación de los distintos tipos mencionados en el inciso (002-A.01) de este Título, deberá tenerse en cuenta que a lo largo de la carretera en proyecto podrán existir tramos con volúmenes de tránsito muy diferentes. En tales casos, se deberá contar con los datos del párrafo a) de este inciso, para proyectar cada tramo de acuerdo al tipo de carretera que corresponda.
- c) Cuando el TDPA estimado para el horizonte de proyecto, sea similar o coincida con alguno de los límites establecidos para clasificar los diferentes tipos de carretera y se presente en consecuencia un caso de frontera, se deberá seleccionar el tipo de carretera de rango inferior.
- d) En algunos casos de frontera y cuando las condiciones particulares lo ameriten, para decidir el tipo de carretera, es recomendable efectuar evaluaciones operacionales y económicamente que contemplen tanto los costos de - construcción de la obra, como los correspondientes a la operación y conservación de la

misma. Eventualmente se podrán considerar es estrategias de construcción de tipo evolutivo, contemplando la posibilidad de pasar de un tipo de carretera a otro de rango superior.

005-A.02 Para la determinación de las características de la carretera, dentro de los tipos definidos en el inciso (002-A.01) de este Título, se observará lo siguiente:

- a) En lo que se refiere a la configuración del terreno, para la correcta interpretación de estas especificaciones se conviene en clasificarlo como sigue:
 - a.1) TERRENO TIPO PLANO. Aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y generalmente de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula.
 - a.2) TERRENO TIPO LOMERIO. Aquel cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de cuarenta y cinco (45) por ciento.
 - a.3) TERRENO TIPO MONTAÑOSO. Aquel que tiene pendientes transversales mayores de cuarenta y cinco (45) por ciento, caracterizado por accidentes topográficos notables.
- b) La clasificación del terreno, se definirá no solamente por la configuración topográfica - general, sino por las características que el terreno imprime a la carretera, tanto por lo que se refiere a su geometría, como a la magnitud de sus movimientos de tierra; como puede ser el caso de una carretera localizada en un parteaguas de zona montañosa en donde el terreno pudiera clasificarse como plano o lomerío.
- c) La velocidad de proyecto, se seleccionará de acuerdo a la severidad de las condiciones to

pográficas y a la función de la carretera. Cuando la magnitud de los volúmenes de tránsito lo ameriten, se requiere hacer análisis económicos para determinar la velocidad de proyecto óptima.

- d) Cuando en el proyecto, por razones topográficas, se pase de un tramo de alta velocidad a otro de baja, se procurará intercalar un tramo de transición con velocidades intermedias, para que el cambio sea gradual. Los decrementos en velocidad de proyecto serán de diez (10) kilómetros por hora.

005-B DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD

005-B.01 Como mínimo las carreteras deberán proyectarse con la distancia de visibilidad de parada, o de encuentro para carretera Tipo "E" según lo disponen los incisos (004-A.04) y (004-B.03) de este Título. Sin embargo, para carreteras de dos carriles, se procurará proyectar tramos con distancia de visibilidad de rebase siempre que no se eleven considerablemente los costos de construcción, de manera que en tramos de cinco (5) kilómetros, se tengan los siguientes subtramos con distancia de visibilidad de rebase.

- | | |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) Para carreteras Tipo "D" | Un subtramo de 600 m
ó
Dos subtramos de 300 m. |
| b) Para carreteras Tipo "C" | Un subtramo de 1500 m
ó
dos subtramos de 750 m
ó
Tres subtramos de 500 m
ó
Cuatro subtramos de - 375 m. |
| c) Para carreteras Tipo "B" y "A ₂ " | Un subtramo de 3000 m
ó
Dos subtramos de 1500 m
ó |

Tres subtramos de -
1000 m. ó
Cuatro subtramos de
750 m. ó
Cinco subtramos de -
600 m. ó
Seis subtramos de 500
m.

005-C DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

005-C.01 Para el proyecto del alineamiento horizontal conviene observar lo siguiente:

- a) Las tangentes muy largas pueden resultar peligrosas, sobre todo para carreteras con altas velocidades de proyecto. Esta situación podrá evitarse sustituyendo dichas tangentes por otras de menor longitud unidas entre sí por curvas suaves.
- b) El grado de las curvas circulares se debe elegir de manera que se ajusten lo mejor posible a la configuración del terreno. En general, el grado de curvatura será el menor posible para permitir la mayor fluidez del tránsito, pero sin perder de vista el costo de construcción.
- c) Se evitarán cambios bruscos en el alineamiento horizontal. Así, al pasar de una tangente larga a una curva, esta debe ser de grado pequeño, bastante menor que el máximo especificado. Análogamente, si el proyecto comprende un tramo sinuoso entre dos (2) de buen alineamiento se procurará que el grado de las curvas vaya aumentando paulatinamente - hacia las curvas de mayor grado usadas en el tramo sinuoso.
- d) El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible, sin dejar de ser congruente con la topografía. Un alineamiento que se

adapta al terreno es preferible a otro con tangentes largas pero con repetidos cortes y terraplenes.

- e) Conviene evitar las curvas circulares compuestas y las curvas consecutivas en el mismo sentido. El efecto desfavorable que estas curvas ejercen sobre el conductor de un vehículo se reduce cuando:
 - e.1) La longitud en metros de la tangente que separa el PT del PC de dos curvas circulares con transiciones mixtas, es mayor o igual a uno punto siete (1.7) veces la velocidad de proyecto en kilómetro por hora.
 - e.2) La longitud en metros de la tangente que separa el ET del TE de dos curvas circulares con espirales de transición es mayor o igual a uno punto siete (1.7) veces la velocidad de proyecto en kilómetros por hora, menos la semisuma de las longitudes de las espirales.
 - e.3) La longitud en metros de la tangente que separa el PT del TE o el ET del PC de dos curvas circulares, teniendo una de ellas espiral y la otra transición mixta, es mayor o igual a uno punto siete (1.7) veces la velocidad de proyecto en kilómetros por hora, menos la longitud de la espiral.
- f) Cuando la longitud de la tangente entre curvas consecutivas en el mismo sentido no cumple con lo indicado en el párrafo anterior, se podrán sustituir por:
 - f.1) Una sola curva que se ajuste, en lo posible, al trazo original.
 - f.2) Otras curvas de mayor grado, pero menores al máximo, para lograr la condición de tangente libre de uno punto siete (1.7) veces la velocidad de proyecto, expresada anteriormente.

- g) Cuando en una curva horizontal con talud de corte en su lado interior, no se satisfaga la distancia de visibilidad de parada, se puede recurrir a cualquiera de las soluciones siguientes:
- g.1) Recortar el talud interior de la curva.
 - g.2) Disminuir el grado de la curva.
- h) Cuando los ángulos centrales de las curvas sean pequeños, se evitarán longitudes de curva corta para quitar la apariencia de codo.
- i) Se procurará que la longitud máxima de una curva horizontal con o sin espirales de transición no exceda la distancia recorrida por el vehículo en 20 segundos a la velocidad de proyecto.

005-C.02 Con relación al alineamiento vertical, se procurará observar lo siguiente:

- a) Se proyectarán alineamientos con cambios de pendientes suaves, en vez de tangentes verticales con variaciones bruscas de pendiente. Los controles para el proyectista son la pendiente gobernadora, la pendiente máxima y su longitud crítica, que siempre que sea posible se escogerán menores a los máximos especificados.
- b) Cuando para salvar desniveles apreciables se disponga de tangentes verticales con pendientes escalonadas, se procurará poner las pendientes más fuertes al comenzar el ascenso.
- c) Es preferible un perfil escalonado, en lugar de una pendiente sostenida. Para proyectar este tipo de alineamiento deben tomarse en cuenta los conceptos de pendiente gobernadora, pendiente máxima y longitud crítica de pendiente.
- d) El alineamiento vertical deberá prever el espacio para alojar las obras de drenaje u

- otra estructura que se requiera.
- e) Se debe evitar que la cima de un columpio - quede alojada en corte o balcón a menos que se justifique económicamente.
 - f) Los alineamientos verticales que tienen sucesivamente curvas pronunciadas en cresta y en columpio, suelen presentarse en alineamientos horizontales rectos en donde el alineamiento vertical sigue sensiblemente el perfil del terreno, resultando caminos antiestéticos y peligrosos en las maniobras de rebase. Estos perfiles pueden evitarse introduciendo cierta curvatura horizontal y/o suavizando las pendientes con algunos cortes y terraplenes. Esta recomendación es particularmente aplicable a caminos con altos volúmenes de tránsito.
 - g) Siempre que económicamente sea posible, se procurará que la longitud de las curvas verticales sea mayor que la mínima, aún para - bajas velocidades de proyecto.
 - h) Deberá evitarse el proyecto de curvas verticales sucesivas con la misma concavidad o - convexidad, con tangentes intermedias muy - cortas; esta recomendación es particularmente aplicable a curvas en columpio.
 - i) Cuando el terreno lo permita y no se incremente sensiblemente el costo de construcción las curvas verticales deberán proyectarse - para satisfacer las distancias de visibilidad de rebase.
 - j) Cuando el desnivel a vencer obliga a mantener una pendiente en tramos de gran longitud o en longitudes superiores a la crítica, puede proyectarse un carril de ascenso adicional, si el nivel de servicio deseado lo justifica.
 - k) Cuando esté previsto el proyecto de un en-

tronque a nivel en tangentes con pendiente, que afecte sensiblemente la incorporación o desincorporación, se procurará disminuir la pendiente en la zona del entronque.

005-C.03 Con relación a la combinación del alineamiento horizontal con el vertical, se procurará observar lo siguiente:

- a) En alineamientos verticales que originen terraplenes altos y largos son deseables alineamientos horizontales rectos o de muy suave curvatura.
- b) Los alineamientos horizontal y vertical deben estar balanceados. Las tangentes o las curvas horizontales suaves en combinación con pendientes fuertes y curvas verticales cortas, o bien una curvatura excesiva con pendientes suaves corresponden a diseños pobres. Un diseño apropiado es aquel que combina ambos alineamientos ofreciendo el máximo de seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad en la operación, además de una apariencia agradable dentro de las restricciones impuestas por la topografía.
- c) Cuando el alineamiento horizontal está constituido por curvas con grados menores al máximo, se recomienda proyectar curvas verticales con longitudes mayores que las mínimas especificadas; siempre que no se incremente considerablemente el costo de construcción de la carretera.
- d) Conviene evitar la coincidencia de la cima de una curva vertical en cresta con el inicio o terminación de una curva horizontal.
- e) Debe evitarse proyectar la cima de una curva vertical en columpio en o cerca de una curva horizontal.
- f) En general, cuando se combinen curvas verti-

cales y horizontales, o una esté muy cerca de la otra, debe procurarse que la curva vertical esté fuera de la curva horizontal o totalmente incluida en ella, con las salvedades mencionadas.

- g) Los alineamientos deben combinarse para lograr el mayor número de tramos con distancias de visibilidad de rebase, tal y como se indica en la cláusula 005-B de este Capítulo.
- h) En donde esté previsto el proyecto de un tronque, los alineamientos deben ser lo más suave posible.

005-C.04 Con relación a la sección transversal, se procurará observar lo siguiente:

- a) Cuando se prevean defensas, bordillos, señales, etc., a los lados del camino, deberá ampliarse la corona, de manera que los anchos de los acotamientos correspondan a los especificados.
- b) Los bordillos sólo deberán proyectarse en terraplenes con taludes erosionables.
- c) El ancho del derecho de vía deberá determinarse por tramos ó zonas de acuerdo al tipo de carretera, para lo cual se establecerá en cada caso su función, su evolución, requerimientos de construcción, conservación, futuras ampliaciones, uso actual y futuro de la tierra, así como servicios requeridos por los usuarios. Esta determinación debe apoyarse en un análisis económico y en la disponibilidad de recursos.

I N D I C E

PARTE 2.01

PROYECTO GEOMETRICO

TITULO 2.01.01

CARRETERAS

	Clasificación	Página
CAPITULO 2.01.01.001.-DESCRIPCION		1
CONTENIDO	001-A	1
Proyecto geométrico	001-A.01	1
DEFINICION	001-B	1
Significación de términos	001-B.01	1
DEFINICION DE TERMINOS	001-C	2
Acotamiento	001-C.01	2
Alineamiento horizontal	001-C.02	2
Alineamiento vertical	001-C.03	2
Ampliación de curva	001-C.04	2
Banqueta	001-C.05	2
Bombeo	001-C.06	2
Bordillo	001-C.07	2
Calzada	001-C.08	2
Cero	001-C.09	2
Contracuneta	001-C.10	3
Corona	001-C.11	3
Cuneta	001-C.12	3
Curva circular horizontal	001-C.13	3
Curva espiral de transición	001-C.14	3
Curva vertical	001-C.15	3
Curva vertical en columpio	001-C.16	3
Curva vertical en cresta	001-C.17	3
Defensa	001-C.18	3
Derecho de vía	001-C.19	3
Distancia de visibilidad de en-		
cuentro	001-C.20	3
Distancia de visibilidad de pa-		
rada	001-C.21	3
Distancia de visibilidad de re-		
base	001-C.22	4
Normas para proyecto geométrico	001-C.23	4
Faja separadora central	001-C.24	4
Grado de curvatura	001-C.25	4
Grado máximo de curvatura	001-C.26	4
Guarniciones	001-C.27	4
Hombro	001-C.28	4
Horizonte de proyecto	001-C.29	4
Lavadero	001-C.30	5

NORMAS DE SERVICIOS TECNICOS

	Clasificación	Página
Libradero	001-C.31	5
Longitud crítica	001-C.32	5
Pendiente	001-C.33	5
Pendiente gobernadora	001-C.34	5
Pendiente máxima	001-C.35	5
Pendiente mínima	001-C.36	5
Rasante	001-C.37	5
Sección transversal	001-C.38	5
Sobreelevación	001-C.39	5
Talud	001-C.40	5
Tangente horizontal	001-C.41	5
Tangente vertical	001-C.42	6
Tangente mixta	001-C.43	6
Tránsito diario promedio anual (TDPA)	001-C.44	6
Velocidad de marcha	001-C.45	6
Velocidad de proyecto	001-C.46	6
REFERENCIAS	001-D	6
Referencias	001-D.01	6
CAPITULO 2.01.01.002.-CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS CARRETERAS		7
Clasificación	002-A	7
Clasificación de acuerdo con su tránsito diario promedio anual	002-A.01	7
Normas para proyecto	002-A.02	7
Caso especial de carreteras de más de cuatro carriles	002-A.03	7
CARACTERISTICAS	002-B	7
Dimensiones de las carreteras	002-B.01	8
Valores de las características	002-B.02	8
CAPITULO 2.01.01.003.- DISTANCIAS DE VISIBILIDAD		11
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	003-A	11
Fórmula de distancia de visibili- dad de parada y tabla	003-A.01	11
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE	003-B	11
Fórmula de distancia de visibili- dad de rebase	003-B.01	11
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ENCUEN- TRO	003-C	11
Fórmula de distancia de visibili- dad de encuentro	003-C.01	11
CAPITULO 2.01.01.004.- CARACTERIS- TICAS GEOMETRICAS		15
DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL	004-A	15
Tangentes	004-A.01	15
Curvas circulares y tabla	004-A.02	15
Curvas espirales de transición	004-A.03	16
Visibilidad	004-A.04	19

LIBRO 2

	Clasificación	Página
DEL ALINEAMIENTO VERTICAL	004-B	21
Tangentes	004-B.01	21
Visibilidad	004-B.02	21
Curvas verticales	004-B.03	27
DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	004-C	31
Definición de la sección	004-C.01	31
Corona	004-C.02	31
Tangentes del alineamiento horizontal	004-C.03	31
Curvas y transiciones del alineamiento horizontal	004-C.04	31
Calzada	004-C.05	31
Acotamientos	004-C.06	35
Pendiente transversal	004-C.07	36
Curvas circulares del alineamiento horizontal	004-C.08	36
Curvas espirales de transición del alineamiento horizontal	004-C.09	36
Faja separadora central	004-C.10	41
Taludes	004-C.11	41
Cunetas	004-C.12	43
Contracunetas	004-C.13	43
Obras complementarias	004-C.14	43
Derecho de vía	004-C.15	43
CAPITULO 2.01.01.005.-RECOMENDACIONES GENERALES		45
CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS CARRETERAS	005-A	45
Selección del tipo de carretera	005-A.01	45
Determinación de características de carreteras	005-A.02	46
DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD	005-B	47
Distancia de visibilidad de proyecto	005-B.01	47
DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS	005-C	48
Proyecto del alineamiento horizontal	005-C.01	48
Proyecto con relación al alineamiento vertical	005-C.02	50
Proyecto con relación a la combinación del alineamiento horizontal con el vertical	005-C.03	52
Proyecto con relación a la sección transversal	005-C.04	53

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

PARTE 2.01
PROYECTO GEOMETRICO

TITULO 2.01.01
CARRETERAS

	Clasificación	Página
Clasificación y características de las carreteras	Tabla 002-1	9
Distancia de visibilidad de <u>pa</u> <u>rada</u>	Tabla 003-1	12
Elementos de la curva circular	Figura 004.1	17
Grado máximo de curvatura	Tabla 004-1	18
Elementos de la curva circular con espirales	Figura 004.2	20
Distancia mínima necesaria a - obstáculos en el interior de curvas circulares, dada por - la distancia de visibilidad - de parada	Figura 004.3	22
Valores máximos de las <u>pendien</u> <u>tes</u> gobernadora y de las <u>pen</u> <u>dientes</u> gobernadora y de las pendientes máximas	Tabla 004-2	23
Longitud crítica de tangentes verticales con pendiente ma- yor que la gobernadora	Figura 004.4	24
Valores mínimos del parámetro K y de la longitud mínima <u>acep</u> <u>table</u> de las curvas verticales	Tabla 004-3	26
Elementos de la curva vertical	Figura 004.5	28
Longitud mínima de las curvas verticales en cresta	Figura 004.6	29
Longitud mínima de las curvas verticales en columpio	Figura 004.7	30
Sección transversal en <u>tangen</u> <u>te</u> del alineamiento horizontal para carreteras tipos E, D, C, B y A2	Figura 004.8	32
Sección transversal en <u>tangen</u> <u>te</u> del alineamiento horizontal para carreteras tipos A4	Figura 004.9	33

NORMAS DE SERVICIOS TECNICOS

	Clasificación	Página
Anchos de corona, de calzada, de acotamientos y de la faja separadora central	Tabla 004-4	34
Ampliaciones, sobreelevaciones y transiciones para carreteras tipos E y D	Tabla 004-5	37
Ampliaciones, sobreelevaciones y transiciones para carreteras tipo C	Tabla 004-6	38
Ampliaciones, sobreelevaciones y transiciones para carreteras tipos B y A (A ₂)	Tabla 004-7	39
Ampliaciones, sobreelevaciones y transiciones para carreteras tipo A (A _{4S} y A ₄)	Tabla 004-8	40
Desarrollo de la sobreelevación y la ampliación	Figura 004.10	42

Esta edición de 10,000 ejemplares para la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se terminó de imprimir en el mes de Octubre de 1984, en los talleres de Imprecolor, S. A. de C. V. Acapulco #36-303 C.P. 06700 México, D. F.