

TEMA 9

VISIBILIDAD. DISTANCIA DE PARADA. VISIBILIDAD DE PARADA. DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO. VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO. DISTANCIA DE CRUCE. VISIBILIDAD DE CRUCE. VISIBILIDAD EN CURVAS CIRCULARES.

1. INTRODUCCIÓN. CONCEPTO DE VISIBILIDAD.
2. DISTANCIA DE PARADA Y VISIBILIDAD DE PARADA.
3. DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO Y VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO.
4. DISTANCIA DE CRUCE Y VISIBILIDAD DE CRUCE.
5. VISIBILIDAD EN LAS INTERSECCIONES.
6. VISIBILIDAD EN CURVAS CIRCULARES.
7. VISIBILIDAD EN GLORIETAS.

1. INTRODUCCIÓN. CONCEPTO DE VISIBILIDAD

El **trazado de una carretera**, tanto en planta y alzado como la sección tipo adoptada, se diseña en relación directa con la velocidad a la que se desea que circulen los vehículos en condiciones de comodidad y seguridad aceptables.

Para evaluar cómo se distribuyen las velocidades en cada sección, se considerarán fijos los factores que incidan en ella relacionados con la clase de carretera y la limitación genérica de velocidad asociada a ella, así como las características propias de las secciones próximas.

Se considerarán esencialmente variables la composición del tráfico (en particular el porcentaje de vehículos pesados) y la relación entre la intensidad de la circulación y la capacidad de la carretera.

A efectos de aplicación de la Norma 3.1-IC de Trazado de 2016, se definen las siguientes **velocidades**:

A efectos de aplicación de la presente Norma, se consideran:

- **Velocidad específica de una curva circular (Ve)**: Velocidad que puede mantener un vehículo a lo largo de una curva circular considerada aisladamente, en condiciones de comodidad y seguridad, cuando encontrándose el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, las condiciones meteorológicas, del tráfico y legales son tales que no imponen limitaciones a dicha velocidad.
- **Velocidad de proyecto de un tramo (Vp)**: Velocidad para la que se definen las características geométricas del trazado de un tramo de carretera en condiciones de comodidad y seguridad.
- **Velocidad de recorrido de un tramo (Vr)**: Media armónica ponderada de las velocidades de recorrido de subtramos homogéneos, dada por la expresión:

$$V_r = \frac{\sum l_k}{\sum (l_k / V_{rk})}$$

Siendo:

l_k = Longitud del subtramo k.

V_{rk} = Velocidad de recorrido de un subtramo k, calculada como el cociente entre su longitud y el tiempo medio de recorrido de todos los vehículos que circulan por dicho subtramo, incluyendo los tiempos de demora debidos a detenciones o paradas.

Se considerará que un subtramo homogéneo es aquel en el que la velocidad se puede considerar constante.

- **Velocidad libre (VI)**: Velocidad a la que puede circular un vehículo ligero sin más condicionantes que las características de la carretera y el límite establecido por la regulación legal vigente.

□ **V85:** Velocidad operativa característica de un elemento, representada por el percentil ochenta y cinco (85) de la distribución de velocidades libres temporales de vehículos ligeros observadas en servicio. En fase de proyecto deberá ser estimada.

Para comparar velocidades entre tramos se analizarán las condiciones del trazado en un tramo adyacente de longitud no menor que diez kilómetros (\neq 10 km), salvo que se modifique la clase de carretera por alguno de los criterios indicados en el apartado 2.2 de la Orden 3IC.

Las velocidades de proyecto y de recorrido que se adopten estarán, en general, definidas en los estudios de carreteras correspondientes, en función de los siguientes factores:

En cualquier punto de la carretera el usuario tiene una **visibilidad** que depende, sin considerar las capacidades psicofísicas de los conductores, su experiencia u otros factores relacionados con la atención durante la conducción,

- por un lado, de la forma, dimensiones y disposición de los elementos de trazado, y
- por otro de la velocidad del vehículo.

Además, para cada tipo de maniobra que realice el conductor se necesita una **visibilidad mínima**. Por tanto, para determinar la visibilidad mínima exigible de un tramo de carretera habrá que considerar qué maniobras se van a realizar y cuál es la velocidad de los vehículos en ese tramo.

En la fase de diseño de una vía habrá que considerar la velocidad de proyecto y las maniobras permitidas para garantizar que en todo punto se dispone de la **visibilidad que exige la normativa**.

Análogamente, si un tramo no dispone de **visibilidad suficiente** para realizar una determinada maniobra, ésta deberá prohibirse. Sin embargo, en cualquier tramo de carretera se debe disponer como mínimo de la visibilidad de parada en todos sus puntos.

La normativa que regula los aspectos técnicos de la visibilidad es la **Norma 3.1-IC de Trazado**, de la Instrucción de Carreteras, aprobada Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, cuyo objeto es la definición de la redacción de estudios en materia de trazado que proporcionen unas características adecuadas de funcionalidad, seguridad y comodidad de la circulación compatibles con consideraciones económicas y ambientales. En este marco, cobra especial importancia las especificaciones de visibilidad.

En cualquier punto de la carretera el usuario tiene una visibilidad que depende, a efectos de la Norma 3.1-IC de Trazado de:

- la forma,
- dimensiones y
- disposición de los elementos del trazado.

Para que las distintas maniobras puedan efectuarse de forma segura, se precisa una visibilidad mínima que depende de la velocidad de los vehículos y del tipo de maniobra.

La Norma 3.1-IC de Trazado considera las siguientes **visibilidades**:

- de parada,
- de adelantamiento
- de decisión y
- de cruce.

El **planteamiento** que realiza la Norma en el cálculo de la visibilidad es análogo para las tres:

- en primer lugar se define la distancia de la maniobra (de parada, adelantamiento, de decisión o cruce) como la longitud necesaria para que un vehículo tipo que circula a la velocidad de proyecto realice la maniobra una vez que toma la decisión de realizarla, y
- posteriormente se define la visibilidad de la maniobra como la visibilidad real que un conductor dispone en un determinado punto, considerando determinados parámetros como por ejemplo posición del punto de vista o condiciones de iluminación.

Si la visibilidad de maniobra supera a la distancia de maniobra, se permitirá la misma, en caso contrario deberán adoptarse las medidas pertinentes (prohibir la maniobra, reducir la velocidad en ese tramo, modificar el trazado de la vía, etc.).

Visibilidad con niebla

Las **nieblas con una visibilidad entre 100 y 200 m** afectan sensiblemente a la conducción segura de los usuarios de la vía, por lo que la señalización dinámica basada en el establecimiento de separaciones mínimas, uso del alumbrado antiniebla y recomendación de una serie de velocidades máximas ayudarán al conductor a adoptar las medidas de seguridad y de atención en la conducción óptimas.



Figura 1. Señalización dinámica aconsejada con nieblas (visibilidad entre 100 y 200 m).

Las **nieblas con una visibilidad inferior a 100 m** afectan de manera drástica y acusada a la seguridad vial de los usuarios de la vía, e incluso, a la propia fluidez del tráfico, por lo que se hace necesaria una señalización dinámica basada en el establecimiento de separaciones mínimas, uso del alumbrado antiniebla y recomendación de una velocidad máxima aconsejable inferior a 70 km/h, e incluso, si se estima necesario, limitación de la velocidad.



Figura 2. Señalización dinámica aconsejada con nieblas (visibilidad inferior a 100 m).

2. DISTANCIA DE PARADA Y VISIBILIDAD DE PARADA

2.1 Distancia de parada

Se define como **distancia de parada** (D_p) la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción y el de frenado.

En la Instrucción se establece una ecuación con **dos sumandos**:

- el primero es el espacio recorrido por el vehículo a la velocidad de proyecto durante el tiempo de percepción y reacción, y
- el segundo el es espacio recorrido mientras dura la aplicación de los frenos hasta la detención total.

$$D_p = D_{pr} + D_f$$

Siendo:

- D_p : distancia de parada.
- D_{pr} : distancia de percepción y reacción.
- D_f : distancia de frenado.

El **tiempo de percepción y reacción** es el tiempo preciso para divisar un objeto en la calzada y reaccionar aplicando los frenos oscila entre 0,5 y 1 segundo, dependiendo de las características del conductor, condiciones meteorológicas, características del objeto, etc.

Sin embargo, en la práctica y, a efectos de cálculo de la distancia de parada, se consideran normalmente valores superiores. Así, la AASTHO (American Association of State Highway and Transportation Officials) fija este tiempo en 1,5 segundos y la Instrucción Española en 2 segundos, cifra evidentemente conservadora.

La **distancia recorrida** durante el tiempo de percepción y reacción es el producto de la velocidad inicial del vehículo por el tiempo de percepción y reacción (2 segundos).

$$D_{pr} = V \times t_{pr} = V \times 2 \quad (V \text{ en m/s})$$

Por otro lado, el cálculo de la **distancia de frenado** será una aplicación inmediata del teorema de la conservación de la energía: igualando la energía cinética inicial a la energía de rozamiento disipada durante el frenado se puede deducir la distancia de frenado. Así resultará:

$$\mu_r \cdot m \cdot g \cdot D_f = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \rightarrow D_f = \frac{V^2}{2 \cdot g \cdot \mu_r}$$

Siendo μ_r el **coeficiente de rozamiento neumático-pavimento**, m la masa del vehículo, g la aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$), D_f la distancia de frenado y v la velocidad de circulación del vehículo (se adopta para el cálculo la velocidad de proyecto).

Si el frenado se produce en rampa o pendiente habrá que considerar además la inclinación de la rampa o pendiente (i) que adopta valores positivos si es rampa (pues se reduce la distancia de frenado) y negativos si es pendiente (aumenta la distancia de frenado):

$$(\mu_r \pm i) \cdot m \cdot g \cdot D_f = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \rightarrow D_f = \frac{V^2}{2 \cdot g \cdot (\mu_r \pm i)}$$

Siendo:

- V : velocidad en km/h.
- μ_r : coeficiente de rozamiento longitudinal rueda-pavimento (adimensional).
- i : inclinación de la rampa o pendiente (en tanto por 1).
- g : aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$).
- t_{pr} : tiempo de percepción y reacción (s).

Por tanto, la **distancia de parada** resulta ser:

$$D_p = \frac{V}{3,6} \cdot t_{pr} + \frac{V^2}{254 (\mu_r \pm i)}$$

El valor de μ_r es función de la velocidad del vehículo. La Instrucción Española 3.1.I.C. de Trazado, recoge los valores del coeficiente de rozamiento longitudinal para diferentes velocidades en una tabla. Para valores intermedios de velocidad se podrá interpolar linealmente en dicha tabla.

A efectos de aplicación de la Norma 3.1-IC de Trazado se considerará como **distancia de parada mínima**, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto.

Si no se desea aplicar la fórmula, en la figura 3.1. de la Norma 3.1.-IC. Trazado, se representan los valores de la distancia de parada en función de la velocidad, para distintas inclinaciones de la rasante (se ha reproducido dicha figura en el anexo al presente tema -figura 1-).

2.2 Visibilidad de parada

Se considera como **visibilidad de parada** la distancia a lo largo de un carril que existe entre un obstáculo situado sobre la calzada y la posición de un vehículo que circula hacia dicho obstáculo, en ausencia de vehículos intermedios, en el momento en que puede divisarlo sin que luego desaparezca de su vista hasta llegar al mismo.

La Instrucción 3.1.-IC. de Trazado, fija la altura del obstáculo sobre la calzada en veinte centímetros (20 cm) y la altura del punto de vista del conductor sobre la calzada en un metro con diez centímetros (1,10 m).

La distancia del punto de vista al obstáculo se medirá a lo largo de una línea paralela al eje de la calzada y trazada a un metro con cincuenta centímetros (1,50 m) del borde derecho de cada carril, por el interior del mismo y en sentido de la marcha.

La visibilidad de parada se calculará siempre para condiciones óptimas de iluminación, excepto en el dimensionamiento de acuerdos verticales cóncavos, en cuyo caso se consideran las condiciones de conducción nocturna (apartado 5.3.2.1 de la Norma 3.1-IC de Trazado).

La visibilidad de parada será igual o superior a la distancia de parada mínima, siendo deseable que supere la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto incrementada en veinte kilómetros por hora (20 km/h). En cualquiera de estos casos se dice que existe visibilidad de parada.

La condición del párrafo anterior no será de aplicación para el caso en que se incurriera en costes económicos, medioambientales, sociales, afecciones al patrimonio arqueológico, artístico, histórico, etc, desproporcionados a los incrementos de seguridad obtenidos, dando en todo caso cumplimiento a los artículos 4 (Trazado en Planta) y 5 (Trazado en Alzado) de la Norma 3.1-IC de Trazado.

Todos los puntos de un determinado trazado de cualquier carretera deben disponer de visibilidad de parada. En el caso de que las causas por las que no exista visibilidad de parada mínima sean suficientemente justificadas se establecerán medidas oportunas, como por ejemplo la reducción de velocidad de circulación mediante señalización fija.

3. DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO Y VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

Antes de definir la distancia y visibilidad de adelantamiento, es fundamental conocer el concepto de distancia mínima de seguridad, necesario para el cálculo de aquellas.

3.1 Distancia mínima de seguridad

Cuando dos vehículos marchan a la misma velocidad, uno tras otro, ha de existir una distancia mínima entre ellos necesaria para que si el conductor que va delante aplica los frenos, el que le siga pueda detener su vehículo sin alcanzar al primero.

Puede suponerse que la deceleración es la misma para ambos vehículos durante el frenado.

Si t_{pr} es el tiempo de percepción y reacción del segundo conductor y L la longitud media normal de un vehículo, resultará que la distancia mínima de seguridad (s) es:

$$s = V \cdot t_{pr} + L$$

Considerando un tiempo de percepción en esta maniobra de dos segundos (2 s) y una longitud media de vehículo de seis metros (6 m), se obtiene la siguiente expresión:

$$s = \frac{2 \times V}{3,6} + 6 = 0,555 \times V + 6$$

Donde:

- s : distancia mínima de seguridad en m.
- V : velocidad de proyecto en km/h.

Esta fórmula conduce, en general, a valores altos; así en la práctica, la **AASTHO** propone la fórmula:

$$s = 0,189 V + 6 \quad (s \text{ en m, } V \text{ en km/h})$$

3.2. Distancia de adelantamiento

La **distancia de adelantamiento** (D_a) es la necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro o a varios de ellos que marchen por su misma vía a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula por sentido opuesto sin peligro de colisión y sin obligar a disminuir la velocidad a este último.

La distancia de adelantamiento es muy superior a la de parada (cerca de tres veces para carreteras de dos carriles y doble sentido de circulación). Por ello, puede resultar difícil y costoso conseguir la visibilidad de adelantamiento a lo largo de todo el trazado, especialmente en terreno montañoso.

La distancia necesaria para el adelantamiento depende de múltiples factores tales como: velocidad de los vehículos que intervienen en la maniobra, pericia de los conductores, condiciones meteorológicas, etc.

Las **Instrucciones de Carreteras** fijan estas distancias bien en base a observaciones empíricas, bien admitiendo determinadas hipótesis en la forma de realizarse la maniobra de adelantamiento para obtener así fórmulas que permitan su cálculo.

Dada la mayor complejidad del cálculo de la distancia de adelantamiento frente a la de parada, la Instrucción española no desarrolla la formulación de cálculo, sino que ofrece una tabla donde a partir de la velocidad de proyecto se obtiene la distancia de parada. Sin embargo se considera interesante comentar brevemente la justificación matemática de los valores adoptados en la mencionada tabla, basada en las formulaciones de la AASTHO.

La **AASTHO** formula las siguientes hipótesis para el **cálculo** de dicha **distancia de adelantamiento**:

1. Que el vehículo que va a ser adelantado marcha a velocidad uniforme.
2. Que el vehículo que va a realizar la maniobra de adelantamiento se ve obligado a circular a la misma velocidad que el vehículo que va delante de él hasta llegar al tramo con la necesaria visibilidad de adelantamiento.
3. Que al llegar a dicha zona, el conductor del vehículo que va a adelantar, debe disponer del tiempo necesario para percatarse de que no viene ningún vehículo en dirección contraria.
4. Que la maniobra de adelantamiento se realiza acelerando durante toda ella.
5. Que al iniciarse la maniobra de adelantamiento, aparece un vehículo en sentido opuesto, a la velocidad de proyecto del tramo, vehículo que llega a la altura del que ha efectuado el adelantamiento en instante en que éste termina su maniobra.

Teniendo en cuenta estas hipótesis se establece que la distancia de adelantamiento es una ecuación con tres sumandos, (como se observa en la figura 2 del anexo), según la expresión:

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3$$

- El primer sumando D_1 se corresponde a la distancia recorrida por el vehículo que adelanta durante el tiempo de percepción y reacción (t_{pr}) necesario para iniciar la maniobra de adelantamiento, lógicamente circulando a la misma velocidad del vehículo adelantado, que condiciona su movimiento.

La AASTHO considera este t_{pr} igual a tres segundos (3 s), ligeramente superior al de parada debido a la dificultad que entraña la toma de decisión de realizar el adelantamiento.

- El segundo sumando corresponde a la distancia recorrida durante la maniobra de adelantamiento propiamente dicha, acelerando de forma constante desde la velocidad del vehículo adelantado durante el tiempo de duración de la maniobra de adelantamiento hasta rebasar al vehículo, más la distancia de separación de seguridad entre los dos vehículos, tanto al inicio como al final del adelantamiento.
- El último sumando corresponde a la distancia recorrida por el por el vehículo que circula en dirección opuesta durante el tiempo que dura la maniobra de adelantamiento.

La diferencia de velocidad entre los vehículos adelantante y adelantado se estima en valores de quince (15), veinte (20) y treinta (30) kilómetros por hora (km/h), siendo quince kilómetros por hora (15 km/h) el que mayor coeficiente de seguridad supone, pues implica una mayor duración del adelantamiento.

En cuanto a los valores de la aceleración los factores fundamentales que influyen son la velocidad específica, características mecánicas del vehículo y habilidad de los conductores. La AASTHO considera unos valores que se encuentran tabulados en función de la velocidad específica.

La fórmula adoptada por la Instrucción española se obtiene a partir de la fórmula AASTHO, utilizando el valor de diferencia de velocidad entre vehículos de 15 km/h. Es, por consiguiente, una fórmula de carácter conservador. Con la aplicación de esta fórmula se llega a los valores de la tabla 3.2 de la Instrucción una vez redondeadas las distancias obtenidas.

3.3. Visibilidad de adelantamiento

Se considerará como **visibilidad de adelantamiento** la distancia que existe a lo largo del carril por el que se realiza el mismo entre el vehículo que efectúa la maniobra de adelantamiento y la posición del vehículo que circula en sentido opuesto, en el momento en que puede divisarlo, sin que luego desaparezca de su vista hasta finalizar el adelantamiento.

La Instrucción de Carreteras 3.1.- IC. Trazado considera que el punto de vista del conductor al igual que el del vehículo contrario se sitúa a un metro con diez centímetros (1,10 m) sobre la calzada.

La distancia entre el vehículo que adelanta y el que circula en sentido opuesto, se medirá a lo largo del eje de la carretera.

Se procurará obtener la máxima longitud posible en que la visibilidad de adelantamiento sea superior a la distancia de adelantamiento (D_a) en carreteras de dos sentidos en una calzada. Donde se obtenga, se dice que existe visibilidad de adelantamiento y su proporción deseable será del cuarenta por ciento (40%) por cada sentido de circulación y lo más uniformemente repartido que se pueda.

*****Aunque no se incluya en los epígrafes de este tema, siguiendo la Orden 3 IC actualmente vigente, cabe nombrar también la:***

DISTANCIA DE DECISIÓN.

Se define como distancia de decisión D_d , la distancia medida a lo largo de la trayectoria que realiza un vehículo para que su conductor, en un entorno viario que puede estar visualmente congestionado, perciba la información proporcionada por la señalización y la existencia de una situación inesperada o difícil de percibir, las reconozca, valore el riesgo que representan, adopte una velocidad y una trayectoria adecuadas y lleve a cabo con seguridad y eficiencia la maniobra necesaria.

VISIBILIDAD DE DECISIÓN.

Se considerará como visibilidad de decisión la distancia en línea recta entre la posición de un vehículo en movimiento (definido por el punto de vista del conductor) y el elemento que debe observar el conductor medida sobre el eje de la carretera.

4. DISTANCIA DE CRUCE Y VISIBILIDAD DE CRUCE

4.1. Distancia de cruce

Se define como **distancia de cruce** (D_c) la longitud recorrida por un vehículo sobre una vía preferente, durante el tiempo que otro vehículo emplea en atravesar dicha vía.

Se calculará mediante la fórmula:

$$D_c = \frac{V \cdot t_c}{3,6}$$

Donde:

- D_c : distancia de cruce (m)
- V : velocidad (km/h) de la vía preferente.
- t_c : tiempo en segundos que se tarda en realizar la maniobra completa de cruce, es decir, el tiempo que necesita un vehículo en atravesar la vía preferente una vez que accede a ella desde otra vía.

Para determinar el valor de t_c (**tiempo de cruce**) se aplica la cinemática. El tiempo de cruce estará constituido por dos sumandos.

$$t_c = t_{pr} + t_m$$

- El primero (t_{pr}) es el **tiempo de percepción y reacción** del conductor que va a realizar el cruce, en segundos. Se trata del tiempo necesario empleado en observar el cruce y determinar si puede atravesarlo en condiciones de seguridad. Se adoptará siempre un valor constante igual a dos segundos ($t_{pr} = 2s$).
- El segundo sumando se calcula a partir del tiempo que necesita un vehículo para atravesar la longitud del cruce partiendo del reposo, acelerando de forma constante. Se deduce a partir de la siguiente expresión de la cinemática:

$$t_m = \sqrt{\frac{2 \cdot (l + w)}{9,8 \cdot j}}$$

Siendo:

- d : longitud en metros a atravesar por el vehículo. Se trata del sumatorio de los siguientes valores:

$$d = l + w + 3$$

Donde:

- l : longitud del vehículo que atraviesa la vía principal. Se considerarán los siguientes valores, en función del estudio del tipo de tráfico en el cruce:

- $l = 18$ m para vehículos articulados.
- $l = 10$ m para vehículos pesados rígidos.
- $l = 5$ m para vehículos ligeros.
- w : anchura del total de carriles (m) de la vía principal.
- 3: tres metros (3 m), que es la distancia de seguridad que deja el conductor entre el frontal de su vehículo y el borde del carril exterior de la vía preferente (ver figura 3 del anexo).
- j : aceleración del vehículo que realiza la maniobra de cruce, en unidades “g”. Se toman distintos valores para vehículos ligeros, pesados rígidos y articulados:
 - $j = 0,15$ para vehículos ligeros,
 - $j = 0,075$ para vehículos pesados rígidos, y
 - $j = 0,055$ para vehículos articulados.

Se considerará como **distancia de cruce mínima**, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto de la vía preferente.

4.2. Visibilidad de cruce

Se considerará como **visibilidad de cruce**, la distancia que precisa ver el conductor de un vehículo para poder cruzar otra vía que intercepta su trayectoria, medida a lo largo del eje de su carril. Está determinada por la condición de que el conductor del vehículo de la vía preferente pueda ver si un vehículo se dispone a cruzar sobre dicha vía (figura 3 del anexo).

Se considerará a todos los efectos que el vehículo que realiza la maniobra de cruce parte del reposo y está situado a una distancia, medida perpendicularmente al borde del carril más próximo de la vía preferente, de tres metros (3m).

Se adoptará una altura del punto de vista del conductor sobre la calzada principal de un metro con diez centímetros (1,10 m).

Todas las intersecciones se proyectarán de manera que tengan una visibilidad de cruce superior a la distancia de cruce mínima, siendo deseable que supere a la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto incrementada en veinte kilómetros por hora (20 km/h).

En cualquiera de estos casos se dice que existe visibilidad de cruce.

5. VISIBILIDAD EN LAS INTERSECCIONES

Como en cualquier tramo de carretera debe existir en todos los accesos de la intersección, así como en las vías auxiliares, una visibilidad de parada adecuada. Pero además, es necesario que desde cada acceso pueda verse una cierta longitud de los otros.

Un vehículo A (figura 5) circula por un acceso en el que la velocidad específica es V_a al llegar a una distancia D_a igual a la distancia de parada (correspondiente a la velocidad V_a) debe ser capaz de ver en ambos sentidos de la otra carretera una distancia D_b igual a la distancia de parada correspondiente a la velocidad específica V_b de la misma.

Se define así un “**triángulo de visibilidad**” dentro del cual no debe haber ningún obstáculo (edificaciones, plantaciones, anuncios, etc.) que impida al conductor del vehículo A ver todos los objetos que estén en la calzada de la carretera principal dentro de la distancia D_b .

Cuando no sea posible despejar por completo la zona comprendida dentro del triángulo de visibilidad, será necesario reducir la velocidad en el acceso secundario por medio de señales de limitación de velocidad, con lo cual, se reducirá la correspondiente distancia de parada y el área necesaria de visibilidad.

Si la distancia de visibilidad de parada fuera muy pequeña, será preciso obligar a detenerse a los vehículos mediante una señal de STOP.

El triángulo de visibilidad mencionado debe mantenerse en todos los accesos, tanto si los vehículos tienen en ellos preferencia de paso, como si deben cederlo a otros. En los accesos que no tienen preferencia, es necesario considerar también la distancia de visibilidad que necesita un vehículo para decidirse a atravesar la carretera principal antes de que lleguen a ella los vehículos con prioridad de paso (visibilidad de cruce).

Esta distancia de visibilidad desde la línea de parada depende del tipo de vehículo parado y de la velocidad específica, inclinación y anchura de la vía principal.

Si no fuera posible conseguir la distancia de visibilidad necesaria, será preciso limitar la velocidad de los vehículos en la vía principal o regular la intersección por medio de semáforos.

En las **intersecciones reguladas por semáforos**, bastará que estos sean visibles desde una distancia suficiente y con los criterios de colocación recogidos en las recomendaciones para la colocación de semáforos de la Normativa de Señalización con Semáforos de la Federación Española de Municipios y Provincias.

Es aconsejable que los vehículos sean capaces de ver, al entrar en la intersección, parte de los otros accesos (del orden de 10 metros).

6. VISIBILIDAD EN CURVAS CIRCULARES

La **visibilidad de la carretera desde un punto dentro de una curva circular**, puede verse estorbada por obstáculos adyacentes a la carretera en la parte interior de la curva (figura 4 del anexo).

Para que exista la **distancia de visibilidad (D)** a lo largo del trazado de la curva de radio R, desde un punto que dista b del borde interior de la misma, es necesario que no haya ningún obstáculo a una distancia F, que depende del radio (R), de la distancia del punto de vista del conductor al borde de la calzada más próximo al obstáculo (b) y de la visibilidad mínima a obtener, según la siguiente expresión matemática que se deduce aplicando trigonometría:

$$F = R - (R + b) \times \cos \frac{31,83 \times D}{R + b}$$

Siendo:

- b: distancia del punto de vista del conductor al borde de la calzada más próximo al obstáculo (m).
- R: radio del borde de la calzada más próxima al obstáculo (m).
- F: distancia mínima del obstáculo al borde de la calzada más próximo a él (m).
- D: distancia de visibilidad (m).

El valor angular de la fórmula anterior estará expresado en gonios o grados centesimales.

Habrá que asegurar siempre que en cualquier punto de una curva circular de cualquier vía exista al menos una distancia de visibilidad (D), correspondiente a la visibilidad de parada. Para ello, habrá que despejar de obstáculos la distancia F. Si ello no fuera posible, habrá que aumentar el radio de la curva, de forma que el obstáculo quedará a una distancia superior al valor F correspondiente al radio elegido. Si tampoco fuera posible aumentar el radio sería necesario limitar la velocidad de la carretera, de forma que la distancia visible coincidiera con la de la parada correspondiente a dicha velocidad.

En carreteras de dos carriles, puede determinarse de la misma forma la distancia que debe estar despejada para tener visibilidad de adelantamiento. Como esta distancia es mucho mayor que la correspondiente a la de parada, puede ser difícil obtenerla en curvas de radio pequeño, especialmente en secciones en desmonte, haciéndose necesario la prohibición de adelantamiento en curvas.

7. VISIBILIDAD EN GLORIETAS

La **glorieta** es un tipo especial de intersección, caracterizada porque los tramos que en ella confluyen se comunican a través de un anillo en el que se establece una circulación rotatoria alrededor de una isleta central. En una glorieta, las trayectorias de los vehículos no se cruzan, sino que convergen y divergen: por ello el número de puntos de conflicto es más reducido que en otros tipos de nudo, especialmente al aumentar el número de tramos que confluyen en la intersección.

La visibilidad se considera con una altura de los ojos del conductor de un metro y cinco centímetros (1,05 m), y una altura del obstáculo de un metro y cinco centímetros (1,05 m). Las señales, el mobiliario vial y las plantaciones no deben obstruir la visibilidad; aunque objetos aislados y alargados, como báculos de alumbrado, soportes de señales o pilas de viaductos no constituyen obstrucción siempre que tengan menos de quinientos milímetros (500 mm) de anchura.

En zona urbana debe evitarse que el desarrollo urbano junto a la glorieta perturbe la visibilidad.

En una glorieta a distinto nivel debe cuidarse de que no haya obstrucción debida a barreras, barandillas o estribos. Si no pueden cumplirse las condiciones expuestas en los apartados siguientes, deberá reforzarse la señalización para advertir a los conductores de un mayor peligro potencial.

7.1. Visibilidad en la entrada.

- Visibilidad hacia la izquierda.

Fuera de poblado, y desde una distancia de la marca de "ceda el paso" no inferior a la distancia necesaria para la detención a partir de la velocidad de recorrido del acceso, deberá mantenerse despejada una zona de visibilidad tangente a una circunferencia concéntrica con el borde exterior de la calzada anular, y cuyo radio sea inferior en dos metros (2 m) al de éste (figura 6).

En cualquier carril de entrada, desde la marca de "ceda el paso", debe verse toda la calzada anular hasta la entrada anterior, o una distancia mínima de cincuenta metros (50 m), medida por su eje, hacia la izquierda si dicha entrada estuviera a más distancia. Debe comprobarse que se dispone de esta visibilidad también desde el centro del carril izquierdo, quince metros (15 m) antes de la marca de "ceda el paso" (figura 7).

- Visibilidad hacia la derecha.

En cualquier carril de entrada, desde la marca de "ceda el paso", debe verse toda la calzada anular hasta la siguiente salida, o una distancia mínima de cincuenta metros (50 m), medida por su eje, hacia la derecha si dicha entrada estuviera a más distancia. Debe comprobarse que se dispone de esta visibilidad también desde el centro del carril derecho, quince metros (15 m) antes de la marca de "ceda el paso" (figura 8).

- Visibilidad hacia un paso de peatones.

Si en un acceso hubiera un paso para peatones, deberá ser visible desde una distancia no inferior a la necesaria para detenerse desde su velocidad de recorrido.

En cualquier carril de entrada, desde la marca de "ceda el paso", deberá verse todo el paso para peatones de la siguiente salida, si estuviera a menos de cincuenta metros (50 m) de la glorieta (figura 9).

7.2. Visibilidad en el interior de la glorieta.

Desde cualquier punto situado en la calzada anular a dos metros (2 m) de la isleta central, debe verse toda esa calzada hasta la siguiente salida, o una distancia mínima de cincuenta metros (50 m), medida por su eje, hacia delante si dicha salida estuviera a más distancia (figura 10).

ANEXOS

(TEMA 9)

ANEXO I

FIGURA 1. DISTANCIA DE PARADA

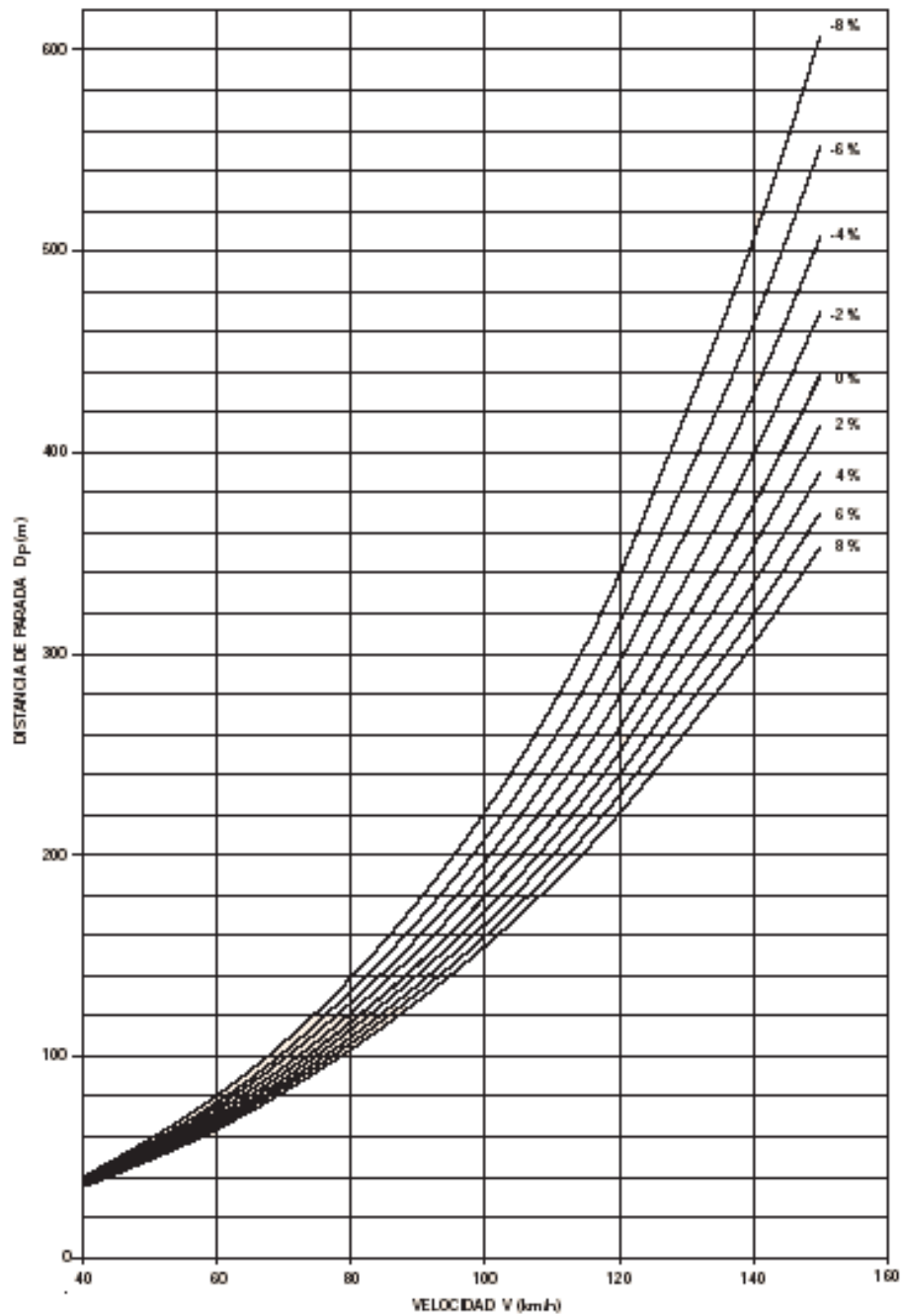
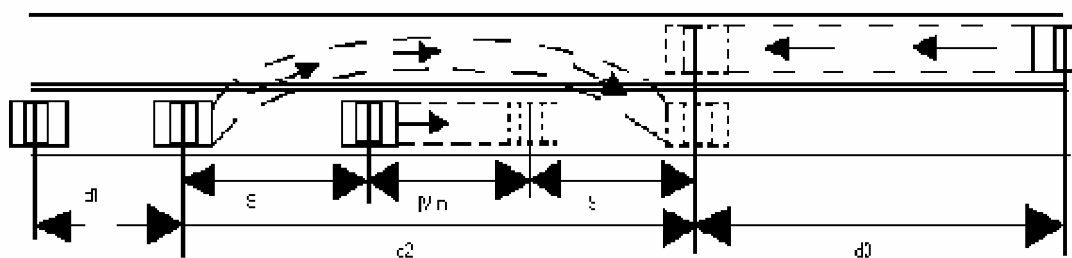


FIGURA 2. DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO



Velocidad específica (Km/h)	40	50	60	70	80	90	100
Distancias adelantamiento en calzadas con dos carriles en m.	200	300	400	450	500	550	600

FIGURA 3. VISIBILIDAD DE CRUCE

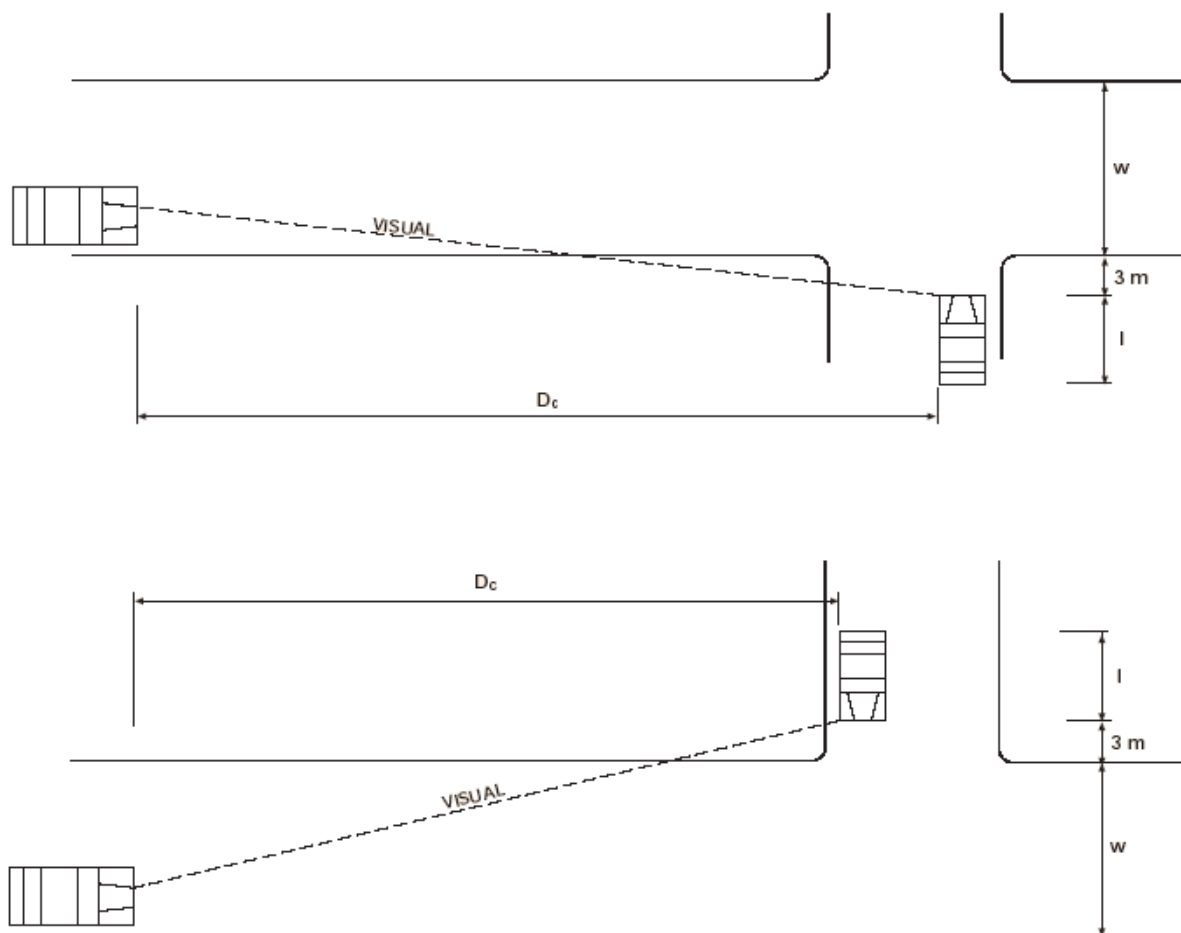


FIGURA 4. VISIBILIDAD EN CURVAS CIRCULARES

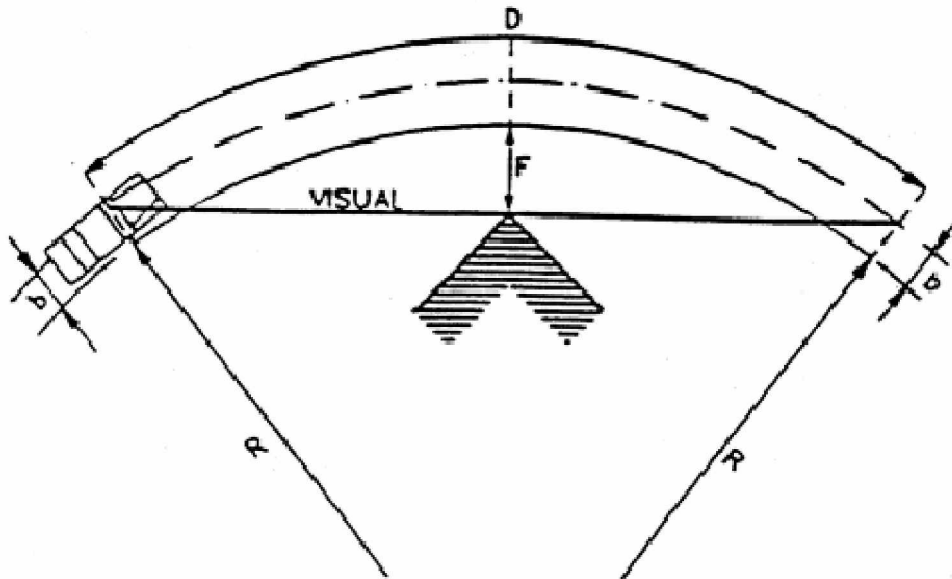
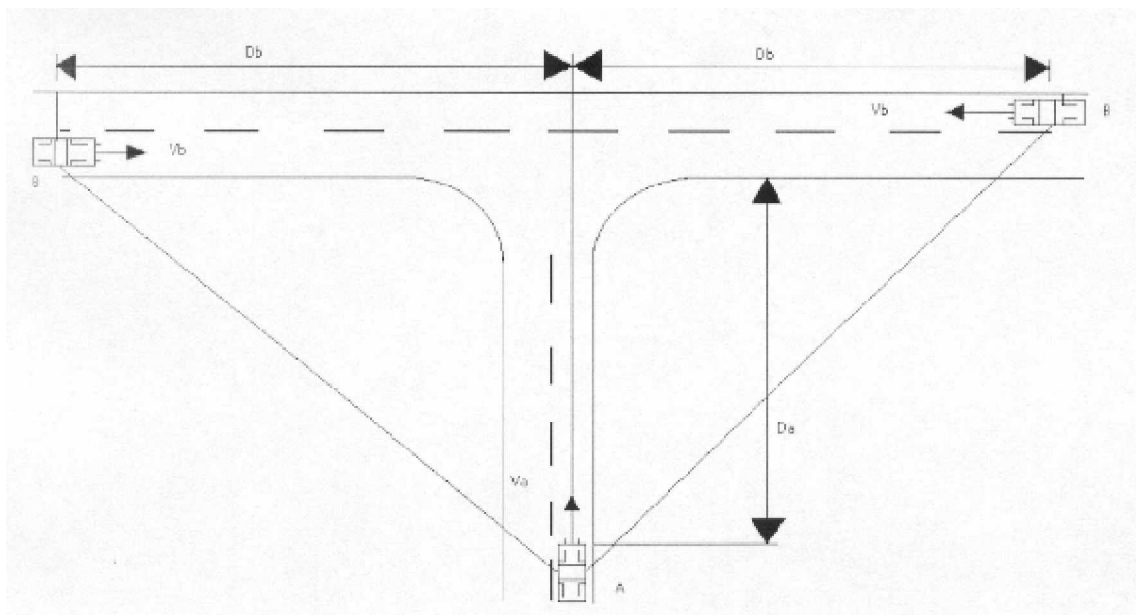


FIGURA 5. VISIBILIDAD EN INTERSECCIONES



VISIBILIDAD EN GLORIETAS

FIGURA 6

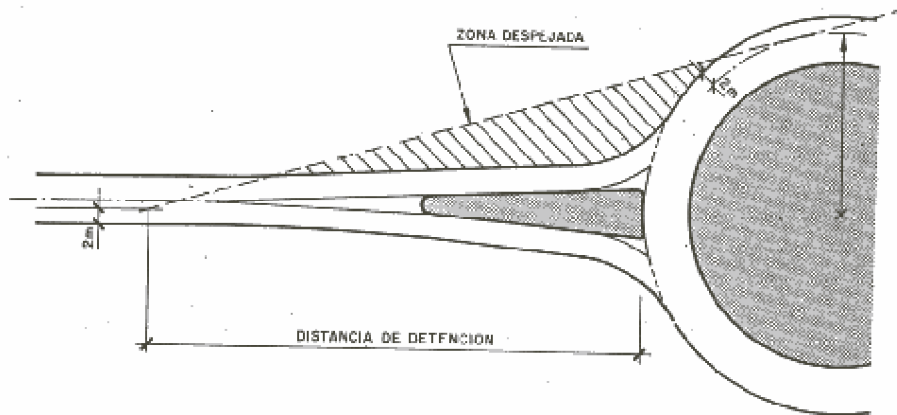


FIGURA 7

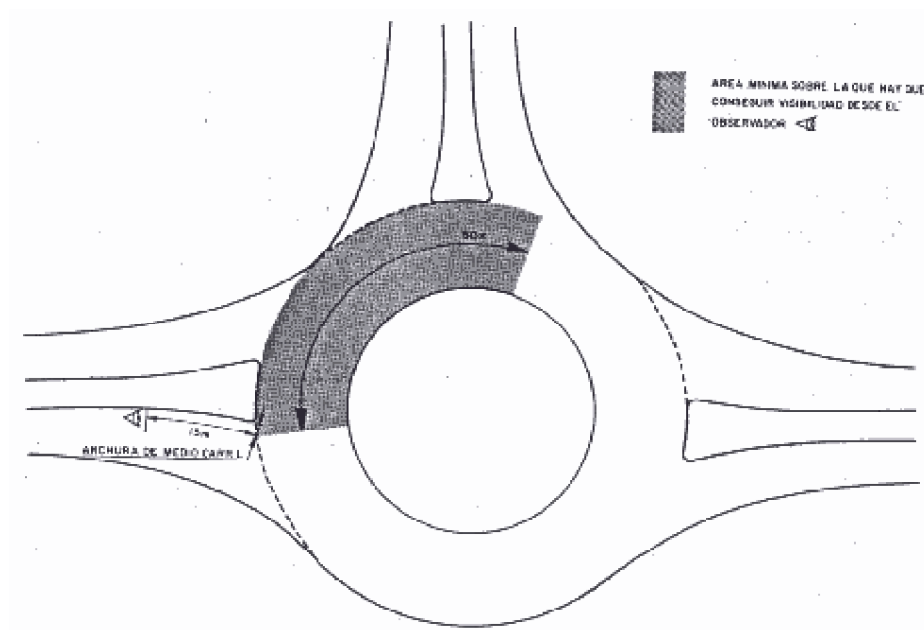


FIGURA 8

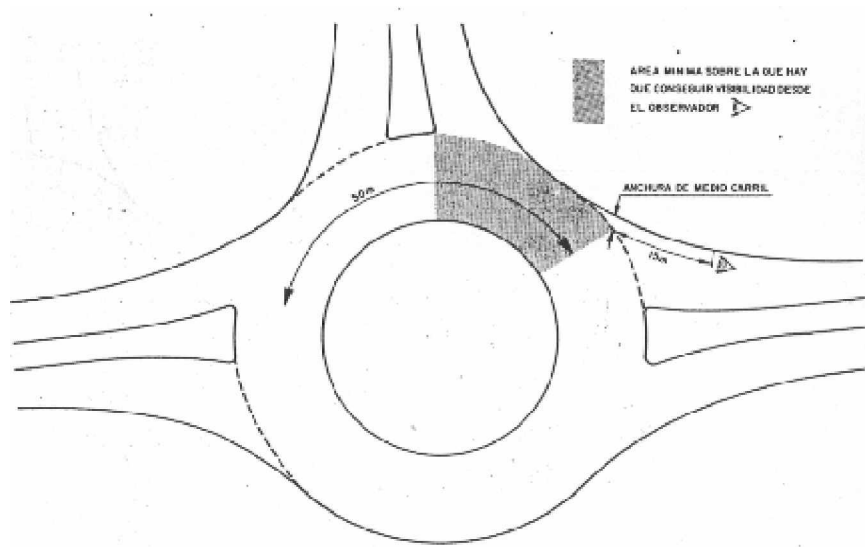


FIGURA 9

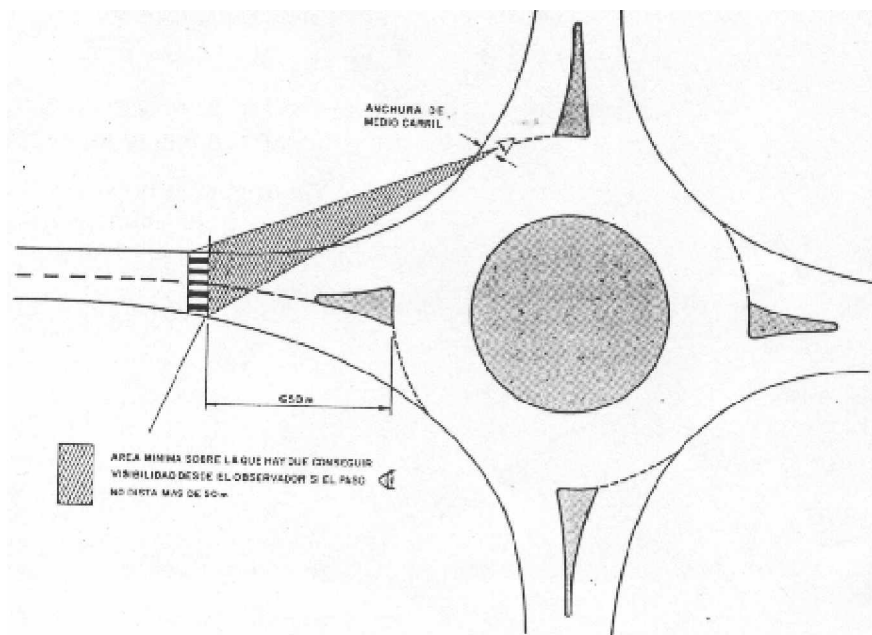


FIGURA 10

