

## **FICHA 5.2**

### **Intersecciones semaforizadas**

#### 1. Definición y tipos

Se consideran Intersecciones semaforizadas las que están reguladas permanente o mayoritariamente mediante sistemas de luces que establecen las prioridades de paso por la intersección.

La semaforización de intersecciones puede ser un instrumento eficaz para la reducción de la congestión, la mejora de la seguridad o para apoyar diversas estrategias de transporte (promoción del transporte público, reforzamiento de la jerarquía viaria, potenciación de peatones y ciclistas, etc).

Prácticamente, cualquier tipo de intersección es susceptible de semaforización. No obstante, un buen aprovechamiento de los sistemas modernos de semaforización puede requerir modificaciones en la localización de las intersecciones y en el diseño de sus elementos (isletas canalizadoras, etc).

De acuerdo con la forma de regulación que establecen pueden distinguirse los siguientes tipos de sistemas de semaforización:

*Sistemas de ciclo y fases de duración prefijada*, que se mantienen constantes con independencia de las variaciones de tráfico en sus ramales. No obstante, sus fases pueden variarse desde el centro de control, y coordinarse con las de otras intersecciones.

*Sistemas coordinados en "ondas verdes"*: conjunto de intersecciones con fases prefijadas, pero sincronizadas entre sí, para permitir el movimiento de vehículos sin paradas, a lo largo de un itinerario, a una velocidad determinada.

*Sistemas adaptables automáticamente a la demanda*, en las que las fases del ciclo varían en función de los datos de la longitud de colas existentes en cada ramal, que son recibidos y procesados por un ordenador. Una forma particular de estos sistemas son los semáforos que mantienen la fase verde en la vía principal hasta que se presenta un vehículo en la secundaria.

*Sistemas que conceden prioridad de paso al transporte público*, mediante detectores que activan la fase verde de este al aproximarse a la intersección, tornando a fase roja todos los movimientos que puedan resultar incompatibles.

*Semáforos dosificadores ("ramp metering")*. Se trata de semáforos cuyas fases verdes sólo permiten el paso de un vehículo. El número de fases verdes por ciclo puede dosificar la intensidad de tráfico que pasa por ellos y suele regularse

automáticamente en función de la mayor o menor congestión aguas arriba de los mismos. Pueden instalarse en vías de un sólo carril (rampas de acceso a autopistas o autovías) o en batería, en el tronco principal de una autopista, sincronizados para que no coincidan sus fases verdes.

*Semáforos accionables manualmente por peatones o ciclistas, en los que se activa la fase verde al presionar un mecanismo.*

## 2. Especificaciones

### 2.1. Parámetros geométricos

Se estará a lo dispuesto para las intersecciones convencionales a nivel (Ficha 5.1). No obstante, debe tenerse en cuenta que:

- Deben preverse plataformas de espera dimensionadas en función de las colas previsibles.
- La regulación semafórica con giros a la izquierda requiere carriles de espera y recorridos específicos.
- Los giros a la derecha permitidos en fase roja, deben contar con carriles especiales de espera.
- Los sistemas que conceden prioridad al transporte público, exigen la reserva de bandas especiales para su paso por la intersección.
- Los semáforos dosificadores exigen plataformas de espera con suficiente capacidad.

### 2.2. Capacidad

Para el cálculo de la capacidad en intersecciones convencionales a nivel se utilizarán las "Recomendaciones para el proyecto de intersecciones", del Ministerio de Obras Públicas, el "Manual de Capacidad en Carreteras", del Transport Research Board editado en España por la AIPCR o cualquier otro procedimiento o manual, siempre que se cite explícitamente y sea de reconocida solvencia.

### 2.3. Distancias en ondas verdes

Para garantizar la posibilidad de establecer ondas verdes en un itinerario de dos sentidos de circulación y a una determinada velocidad, es preciso mantener una distancia mínima entre intersecciones. En la tabla siguiente, se indican las velocidades de coordinación que pueden establecerse en una vía en función de la distancia entre intersecciones y la duración total del ciclo semafórico.

CUADRO 5.2 - 2.3 VELOCIDADES DE ONDA VERDE (km/h), DURACIÓN DEL CICLO (seg) Y DISTANCIAS MÍNIMAS (m) EN INTERSECCIONES (Vías con dos sentidos de circulación)											
D(m) C(s)	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
60 s	24	30	36	42	45	54	60	66	72	78	85
90 s	16	20	24	26	32	36	40	44	48	52	56

D= distancia entre 2 intersecciones consecutivas. C= duración del ciclo  
Fuente: CETUR,1990.

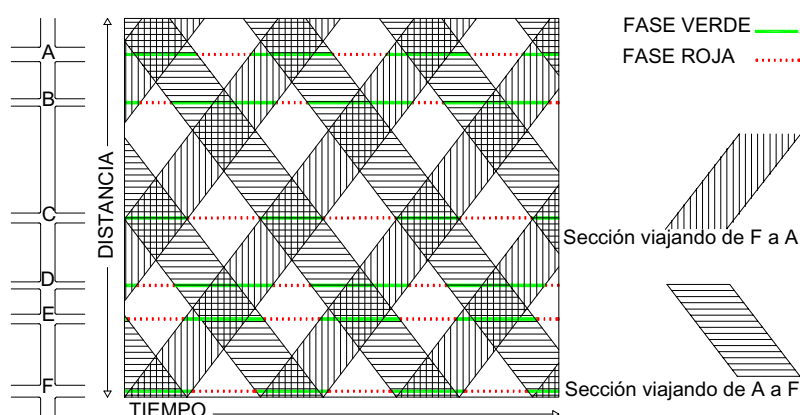


Figura 5.2-1. DURACIÓN DE LAS FASES EN ONDA VERDE (Fuente: IHT, D.o.t., 1987)

### 3. Ámbito de aplicación

Las intersecciones semaforizadas son el tipo de intersección más característico de las áreas urbanas, al proporcionar unas reglas de paso simples y universales. Son aconsejables a partir de ciertos umbrales de intensidad de tráfico, por encima de los cuales las intersecciones convencionales se muestran incapaces de funcionar sin regulación. Como referencia indicativa, la semaforización debe considerarse cuando las intensidades de las vías confluyentes son del orden de los 300 vehículos por hora en cada una, o 500 en la principal y 100 en la secundaria.

La semaforización es especialmente indicada en intersecciones con mala visibilidad.

La semaforización es desaconsejable en áreas rurales, sobre carreteras que discurren por campo abierto, debido al cambio que introducen en el régimen de circulación continua. Cuando deban utilizarse en este medio, deben estudiarse con detalle y preseñalizarse claramente.

Las ondas verdes son de utilidad, tanto en itinerarios en los que se desea garantizar una buena fluidez del tráfico, como en aquellos en los que se desea contener la velocidad de los automóviles por debajo de un determinado umbral.

Con el primer objetivo, son recomendables en vías urbanas de la red principal, en las que, en general, exigen la supresión de algunas intersecciones o su conversión en convencionales, para conseguir las distancias mínimas que permitan la sincronización de los semáforos en una onda de una determinada velocidad.

Con el segundo objetivo, las ondas verdes son recomendables, también, en vías de la red principal, cuando atraviesan áreas de alta frecuentación peatonal o de intenso tráfico local. Asimismo, son recomendables en carreteras, a lo largo de travesías de áreas urbanas o suburbanas.

Los sistemas que dotan de prioridad al transporte colectivo son aconsejables en la travesía de intersecciones por carriles bus o sistemas de capacidad intermedia (tranvías, metro ligero, etc), allí donde se disponga del espacio suficiente para reservarles las bandas de circulación necesarias.

Los semáforos dosificadores son especialmente indicados:

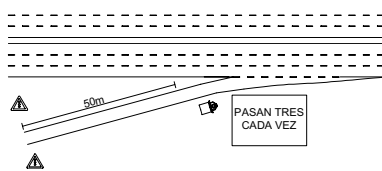


Figura 5.2-2. SEMÁFORO DOSIFICADOR EN ACCESO A LA RED VIARIA METROPOLITANA

En las rampas de acceso a autopistas y autovías urbanas congestionadas, en las que se quiera evitar las perturbaciones que ocasiona la entrada de grupos de vehículos. Suelen instalarse en puntos, desde los que existen caminos alternativos a la autopista a la que dan acceso, ya que actúan como disuasores de los automovilistas, cuando producen colas (éstas deben ser visibles desde el viario próximo). En las rampas dosificadas, es necesario prever las adecuadas plataformas de espera para que las colas no afecten al viario próximo.

En el tronco de autopistas o autovías, son recomendables para regular la intensidad de tráfico antes de la entrada a tramos de menor capacidad (puentes, túneles, etc) o a áreas urbanas en las que se pretende contener el volumen o la velocidad de los vehículos. En ambos casos, el resultado de la dosificación puede ser la formación de colas y, en este sentido, los semáforos dosificadores permiten planificar la localización de estas colas en los puntos menos desfavorables y preparar un tramo de vía para acogerlas (con mayor número de carriles, por ejemplo).

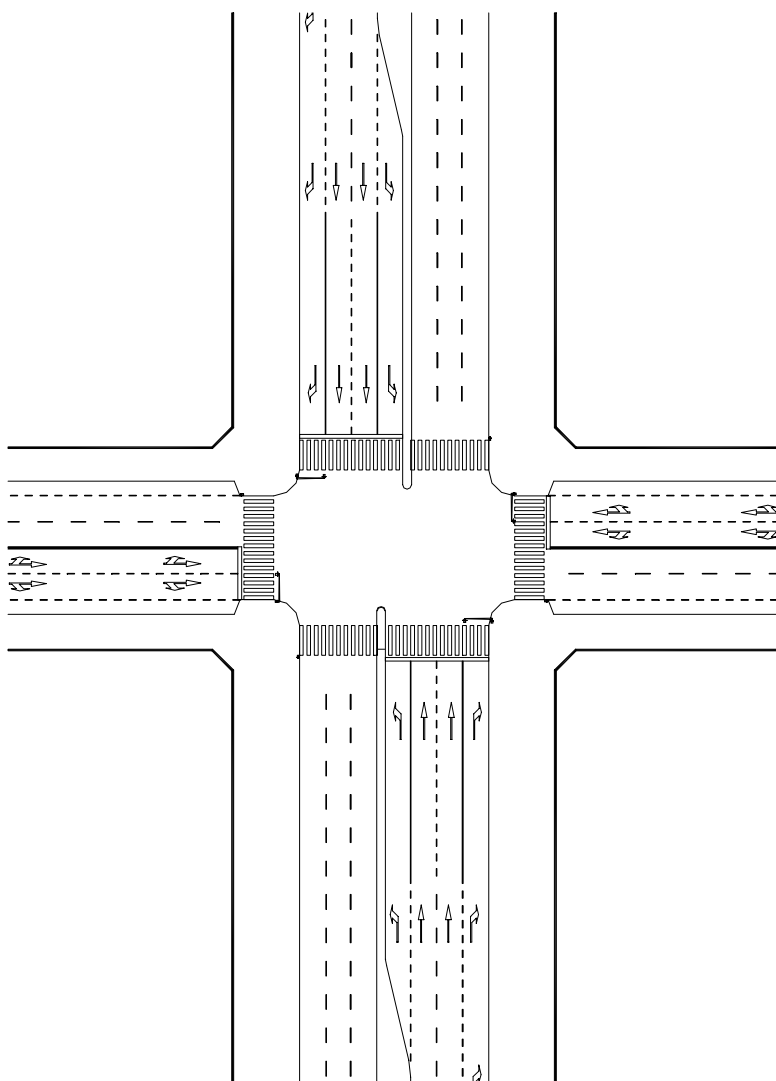


Figura 5.2-3. INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA TIPO EN VIARIO PRINCIPAL (Fuente: Ayuntamiento de Madrid, 1989 y elaboración propia)



## INSTRUCCIONES BÁSICAS

*Se dispondrán bandas de paso específicas y/o plataformas de espera en casos de regulación semafórica con giros a la izquierda, giros a la derecha permitidos en fase roja, sistemas que conceden prioridad al transporte público y semáforos dosificadores.*

## INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

*Para el cálculo de la capacidad en intersecciones semaforizadas, se utilizarán las "Recomendaciones para el proyecto de intersecciones", del Ministerio de Obras Públicas, el "Manual de Capacidad en Carreteras", del Transport Research Board editado en España por la AIPCR o cualquier otro procedimiento o manual, siempre que se cite explícitamente y sea de reconocida solvencia*

*Para garantizar la posibilidad de establecer ondas verdes en un itinerario de dos sentidos de circulación y a una determinada velocidad, se cumplirán las distancias mínimas entre intersecciones contenidas en el cuadro del apartado 2.3 de la presente ficha.*

## Referencias Bibliográficas

- AASHTO (1995)  
*A policy on geometric design of highways and streets 1994*  
AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), Washington, D.C.
- AAW (1993)  
*Urban traffic areas. Part 4. Intersections*  
Vejdirektoratet - Vejreguludvalget. Denmark.
- Ayuntamiento de Madrid, (1989)  
*Normalización de elementos constructivos para obras de urbanización*. Tomo primero y segundo. Ayto. de Madrid. Area de Urbanismo e Infraestructuras.
- CETUR (1990)  
*Instruction sur les Conditions Techniques d'Amenagement des Voies Rapides Urbaines (ICTAVRU)*  
C.E.T.U.R., Bagneux.
- CETUR (1987)  
*Carrefours urbains. Conception et aménagement. Guide et dossier pilote*.  
C.E.T.U.R., Bagneux.
- Directorate of Public Roads (1985)  
*Road system and road standard. Proposal for revision of road design policy manuals*  
Public Road Administration, Directorate of Public Roads, Norway.
- Hoz, Carlos de la; Pozueta, Julio (1991)  
*Diseño de carreteras en áreas suburbanas*  
Comunidad de Madrid. Consejería de Política Territorial. Dirección General de Transportes.
- Institution of Highways and Transportation and the Department of Transport (1987)  
*Roads and Traffic in Urban Areas*  
HMSO, London.
- Manchón, F.; Santamera, J. (1995)  
*Recomendaciones para el diseño y proyecto del viario urbano*  
Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid.
- M.O.P.U. (1987)  
*Recomendaciones para el proyecto de intersecciones*  
Dirección General de Carreteras, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- M.O.P.U. (1990)  
*"Borrador de Instrucción, 3.1.I.C.90-Trazado". Instrucción de Carreteras (1964) e Instrucción de Autopistas (1975)*  
Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid.
- Transport Research Board (1987)  
*Manual de capacidad en carreteras*  
Asociación Técnica de la Carretera. Madrid.
- VSS (1985)  
*Norme suisse*  
Union des Professionnels Suisses de la Route, VSS. Zurich.