

ANEXO 2
(Anexo al Artículo 12º)
METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN DE SEMÁFOROS DE
PRIORIDAD

CAPITULO I
MARCO CONCEPTUAL

Si la instalación y operación de los Semáforos de Prioridad son correctas, estos podrán aportar diversas ventajas. En cambio, si uno o más semáforos son instalados u operados en forma deficiente, servirán para entorpecer el tránsito, tanto de vehículos como de peatones. Es muy importante que antes de seleccionar y poner a funcionar un semáforo de prioridad, se efectúe un estudio completo de las condiciones de la intersección y del tránsito, y se cumpla con los requisitos que la experiencia ha fijado. También es importante que después que el sistema de semáforos de prioridad empiece a funcionar, se compruebe que los mismos respondan a las necesidades del tránsito y, si fuera necesario, se hagan los ajustes pertinentes.

Cuando el proyecto o la operación de un semáforo o sistema de semáforos es deficiente, ya sea por falta de elementos de juicio, o bien porque se ha abusado de los semáforos como una panacea para resolver todos los problemas, puede presentarse una o varias de las siguientes **desventajas**:

- Se incurre en gastos no justificados para soluciones que podían haberse resuelto solamente con señales o en otra forma económica.
- Causan demoras injustificadas a cierto número de usuarios, especialmente tratándose de volúmenes de tránsito pequeños, al causar retardos molestos por excesiva duración de luz roja o del tiempo total del ciclo.
- Producen reacción desfavorable en el público, con la consiguiente falta de respeto hacia ellos o hacia las autoridades
- Incrementan el número de accidentes del tipo de alcance, por cambios sorpresivos de color.
- Ocasionan pérdidas innecesarias de tiempo en las horas del día cuando se presentan escasos volúmenes de tránsito que no requieren control de semáforos.
- Aumentan la frecuencia o gravedad de ciertos accidentes cuando la conservación es deficiente, especialmente en

casos de focos quemados o interrupciones del servicio eléctrico.

- En intersecciones rurales, la aparición intempestiva de un semáforo ocasiona accidentes cuando no hay avisos previos adecuados.

CAPITULO II **GLOSARIO**

A los fines de la utilización de términos propios de la Ingeniería de Tránsito para la confección de la Memoria de Ingeniería se incorpora el siguiente Glosario:

- **Indicación de señal:** Es el encendido de una de las luces del semáforo o una combinación de varias luces al mismo tiempo.
- **Ciclo o longitud del ciclo:** Tiempo necesario para que el disco indicador efectúe una revolución completa. En otras palabras, es el tiempo necesario para una secuencia completa de todas las indicaciones de la señal del semáforo.
- **Movimiento:** Maniobra o conjunto de maniobras de un mismo acceso que tienen el derecho de paso simultáneamente y forman una misma fila.
- **Intervalo:** Cualquiera de las diversas divisiones del ciclo, durante la cual no cambian las indicaciones de señal del semáforo.
- **Fase:** Parte del ciclo asignada a cualquier combinación de uno o más movimientos que reciben simultáneamente el derecho de paso, durante uno o más intervalos. Es la selección y ordenamiento de movimientos simultáneos. Una fase puede significar un sólo movimiento vehicular, un sólo movimiento peatonal o una combinación de movimientos vehiculares y peatonales. Una fase comienza con la pérdida del derecho de paso de los movimientos que entran en conflicto con los que lo ganan.
- **Secuencia de fases:** Orden predeterminada en que ocurren las fases de ciclo.
- **Reparto:** Porcentaje de la longitud del ciclo asignado a cada una de las diversas fases.
- **Intervalo de despeje:** Tiempo de exposición de una indicación amarilla del semáforo que sigue al intervalo verde. Es un aviso de precaución para pasar de una fase a la siguiente.

- **Intervalo todo rojo:** Tiempo de exposición de una indicación roja para todo el tránsito que se prepara a circular. Es utilizado en la fase que recibe el derecho de paso después del amarillo de la fase que lo pierde, con el fin de dar un tiempo adicional que permita a los vehículos, que pierden el derecho de paso, despejar la intersección antes de que los vehículos, que lo hagan, reciban el verde. Se aplica sobre todo en aquellas intersecciones que sean excesivamente anchas. También puede ser utilizado para crear una fase exclusiva para peatones.
- **Intervalo de cambio de fases:** Intervalo que puede consistir solamente en un intervalo de cambio amarillo o que puede incluir un intervalo adicional de despeje todo rojo.

CAPITULO III
REQUISITOS PARA EL EMPLAZAMIENTO Y UTILIZACIÓN
DE
SISTEMAS DE CONTROL POR SEMÁFOROS DE PRIORIDAD

Los requisitos que debe cumplir la Municipalidad o Comuna para la instalación de semáforos de prioridad serán presentados –ante la Autoridad de Aplicación– en una **“Memoria de Ingeniería de Instalación de Semáforos de Prioridad”**, ajustada a lo establecido en el presente Anexo, y que deberá estar elaborada y firmada por un profesional de incumbencia vial con matrícula habilitante, quien será responsable de la información allí incluida. La **“Memoria de Ingeniería de Instalación de Semáforos de Prioridad”** deberá contener lo siguiente:

1. Aprobación de la Dirección Provincial Vialidad.

El profesional de incumbencia vial elaborará una **“Memoria de Justificación de Instalación de Semáforos de Prioridad”**, la que deberá presentar a la Dirección Provincial de Vialidad a los fines de su aprobación.

Dicha Memoria deberá **justificar** la necesidad de la instalación de los Semáforos de Prioridad, debiendo contener:

a) **Determinación del tipo de travesía.**

Deberá definirse el tipo de travesía de acuerdo a la zona atravesada, basado en lo prescripto en el artículo

2° del decreto reglamentario de la ley 8980 y en el siguiente criterio de clasificación:

a-1) Travesía urbana: marcado desarrollo o definición de casco urbano y gran actividad comercial a lo largo de la misma, en poblaciones concentradas con cantidad de habitantes superiores a 1000.

a-2) Travesía semi-urbana: escasa o mínima ocupación o desarrollo del casco urbano y actividad comercial a lo largo de la travesía. Es el caso de los suburbios de ciudades o de las poblaciones del orden de los 1000 habitantes. Puede registrar la presencia de accesos a la localidad, de estaciones de servicio, paradas de ómnibus interurbanos, etc.

b) Determinación de la velocidad máxima reglamentada en la travesía.

La velocidad máxima de la travesía se deberá determinar, aplicando lo establecido en el Decreto Reglamentario de la Ley N°8560. Debe tenerse en cuenta que el emplazamiento de semáforos de prioridad sólo puede darse si la velocidad máxima determinada es igual o inferior a 60 km/h.

c) Identificación del tramo donde se pretenda instalar semáforos de prioridad.

Para ello se deberá elaborar una planimetría urbana a escala adecuada conteniendo el inicio y final de la travesía, indicando longitudes de cuadra, con sentidos de circulación de las calles que acceden a la misma, identificación de centros de actividad comercial, industrial, educativa, etc., ubicación de intersecciones semaforizadas y/o a semaforizar, densidad de superficie ocupada por cuadra, señalización y demarcación establecida en el punto 2 del presente capítulo, y/o cualquier otro dato que sea de interés.

d) Determinación del volumen de tránsito horario pico (Vh) en la travesía y en la vía secundaria de la intersección.

Mediante censos de tránsito o datos fehacientes aportados por el titular de la vía o concesionario, se determinará el volumen de tránsito de la hora pico, tanto en la travesía como en la vía secundaria.

e) Determinación del volumen de tránsito horario equivalente.

Para determinar el volumen de tránsito horario equivalente se deberá tener en cuenta la cantidad de vehículos pesados y el factor de hora pico para las vías de la intersección.

Los factores y formulas para el cálculo son las siguientes:

Pp (% de pesados)

Ep (factor equivalencia)

Fvp (factor de vehículos pesados) = $100/100+Pp(Ep-1)$

Fhp (factor de hora punta)

Vh (volumen horario)

Vh(eq) (volumen horario equivalente) = $(Vh/Fhp) \times (1/fvp)$

f) Determinación del cumplimiento de requisitos relativos al tránsito.

Los semáforos de prioridad se deberán instalar sólo si se reúnen uno o más de los siguientes requisitos:

Requisito 1: Intensidad mínima de tránsito de las vías que se cruzan.

Para justificar la instalación de semáforos de prioridad, la intensidad mínima de vehículos que debe registrarse en la intersección deberá ser la que se da en el siguiente cuadro:

Número de carriles de circulación		Vehículos por hora en la Travesía (ambos sentidos)		Veh./h en el acceso de mayor volumen (calle secundaria-un sentido)	
Travesía	accesos	Urbano	Semi-urbano	Urbano	Semi-urbano
1	1	300	200	100	75
2 o más	1	400	300	100	75
2 o más	2 o más	400	300	150	100
1	2 o más	300	200	150	100

Cuadro aportado por la D.P.V. de Córdoba.

El requisito se satisface cuando durante cada una de las cualesquiera diez horas del día adoptadas como representativas tanto en la travesía como en la calle secundaria o acceso de mayor volumen de tránsito, se superan los valores mínimos indicados en la tabla y si la instalación de los semáforos no desvirtúa el objetivo fundamental de la travesía.

Requisito 2: Interrupción del tránsito continuo.

Este requisito se aplica cuando las condiciones de operaciones de la calle principal son de tal naturaleza que el tránsito de calle secundaria sufre demoras, o riesgos excesivos, al entrar o cruzar la calle principal.

Para justificar la instalación de semáforos de prioridad, la intensidad mínima de vehículos que debe registrarse en la intersección deberá ser la que se da en el siguiente cuadro:

Número de carriles de circulación		Vehículos por hora en la Travesía (ambos sentidos)		Veh./h en el acceso de mayor volumen (calle secundaria-un sentido)	
Travesía	accesos	Urbano	Semi-urbano	Urbano	Semi-urbano
1	1	500	350	50	35
2 o más	1	600	420	50	35
2 o más	2 o más	600	420	67	46
1	2 o más	500	350	67	46

Cuadro aportado por la D.P.V. de Córdoba.

El requisito se satisface cuando durante cada una de las cualesquiera diez horas del día adoptadas como representativas tanto en la travesía como en la calle secundaria o acceso de mayor volumen de tránsito, se superan los valores mínimos indicados en la tabla y si la instalación de los semáforos no provoca molestias a la circulación progresiva del tránsito de la travesía.

Requisito 3: Intensidad mínima de peatones.

Se satisface este requisito si durante cada una de las cualesquiera diez horas de un día representativo se tienen un volumen de tránsito de más de 450 vehículos y 150 peatones en el cruce de mayor volumen.

El semáforo que se instale conforme a este requisito deberá ser del tipo de acción mediante pulsador por parte del peatón

Si no se satisface, al menos uno de los requisitos enunciados anteriormente, la intersección deberá regularse con señales verticales fijas de prioridad.

La Dirección Provincial de Vialidad, de considerar que la “Memoria de Justificación de Instalación de Semáforos de Prioridad”, reúne los requisitos exigidos, procederá a emitir la consecuente aprobación.

Esta aprobación es imprescindible para continuar el trámite ante la Autoridad de Aplicación.

2. Colocación de señalización y demarcación.

Instalar en la travesía lo siguiente:

- a) Señal I-500 de “Entrada a Zona Urbana” y señal I-510 de “Fin de Zona Urbana”. Estas señales se emplazarán siempre que la velocidad máxima determinada según el punto 1-b) de un valor igual o inferior a 70 km/h.
- b) Señales R-301 de “Velocidad Máxima” de la travesía y las señales de velocidad máxima intermedias para pasar de la velocidad genérica de la ruta a la velocidad máxima de travesía. Las señales R-301 de velocidad máxima de la travesía se deberán emplazar en ambos costados de la ruta, visibles desde un sentido de circulación.
- c) Señales R-501 de “Fin de limitación de velocidad”, donde finalice la zona de travesía. Estas señales, también se emplazarán en ambos costados de la ruta, visibles desde un sentido de circulación, pudiendo utilizarse los postes donde se han colocado las señales de velocidad máxima de travesía, pero orientadas para el sentido de circulación opuesto.
- d) Después de la señal I-510 se deberán emplazar señales R-413 “Alumbrado de corto alcance”, en ambos costados de la ruta, visibles desde un sentido de circulación.
- e) De existir zonas de prohibición de adelantamiento, las mismas deberán estar señalizadas en su comienzo y en su fin con las señales R-350 y R-502 respectivamente. Estas señales se emplazarán en ambos costados de la ruta, visibles desde un sentido de circulación.
- f) Además, deberá indicarse en la planimetría las zonas donde se emplazarán los semáforos y donde se efectuará la notificación de la infracción.

El tipo de señales y su emplazamiento deberán ajustarse a lo establecido en el Decreto Reglamentario de la Ley N°8560. El Municipio o Comuna es el

responsable de la instalación y conservación permanente de las señales indicadas.

3. Sistema de control

Descripción del sistema de registro gráfico, del sistema de archivo de la información y de todo otro dato que requiera la autoridad de aplicación.

El sistema de registro gráfico debe captar todos los movimientos de vehículos de la intersección regulada por los semáforos de prioridad. Es decir tanto los de travesía como de las vías secundarias.

El sistema deberá garantizar la correcta detección de la infracción, sin dejar lugar a dudas que el traspaso de la línea de detención se produjo con el semáforo ya en rojo. Para ello el registro gráfico que se le remita al presunto infractor deberá contener 3 imágenes:

- a) El vehículo antes de transponer la línea de detención y el semáforo en rojo.
- b) El vehículo después de superada la línea de detención y el semáforo en rojo.
- c) El vehículo con su dominio perfectamente legible.

El sistema de registro gráfico debe, además de identificar al vehículo en infracción, contener la identificación del lugar, la fecha y la hora.

4. Descripción del emplazamiento de los semáforos.

Descripción del emplazamiento de los semáforos. La intersección a controlar debe estar dentro de la zona definida por las señales I-500 e I-510.

5. Homologación de sistema de control.

La homologación de sistema de control se ajustara a lo dispuesto en el artículo 14° de la ley 8980 y de la presente reglamentación.

6. Determinación de los tiempos del semáforo.

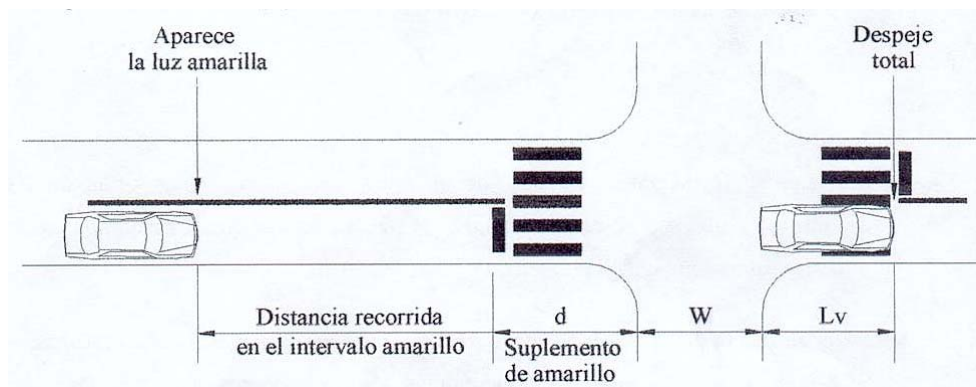
La distribución de los tiempos de cada fase debe estar en relación directa con los volúmenes de tránsito de los movimientos correspondientes. En otras palabras, la duración de cada fase y del ciclo dependerá de la demanda. El análisis deberá efectuarse para todo los movimientos de la intersección.

El cálculo deberá seguir el siguiente procedimiento que, a los fines de ser usado como ejemplo, sólo considera dos fases:

- a) Cálculo del intervalo del cambio de fase.

La función principal del intervalo del cambio de fase, es la de alterar a los usuarios de un cambio en la asignación del derecho al uso de la intersección.

Para calcular el intervalo de cambio de fase, deberá considerarse el tiempo de reacción del conductor, el tiempo de incertidumbre del conductor, el tiempo y el espacio de deceleración y el tiempo necesario de despeje de la intersección, de acuerdo a la siguiente figura:



Pudiéndose utilizar la siguiente expresión:

Intervalo de cambio = Amarillo + Todo Rojo

$$y = (t + t_1 + v/2a + d/v) + (W + Lv)/v$$

Donde:

y : Intervalo de cambio de fase, amarillo más todo rojo(s)

t: tiempo de percepción – reacción del conductor (usualmente 1.00 s)

t₁: tiempo de incertidumbre del conductor (Usualmente 0.8 s)

v: velocidad de aproximación de los vehículos (m/s)

a: tasa de deceleración (valor usual 3.05 m/s²) (verificar valores para vehículos pesados)

d: distancia entre la línea de tensión y el inicio de la intersección (m)

W: ancho de la intersección (m)

L_v: longitud del vehículo (valor sugerido para automóviles: 6.00 m y para camiones con acoplado: 18.00 m)

b) Cálculo del ciclo y de los tiempos del verde.

- Tiempo perdido por fase 11 y 12
- Tiempo total perdido por ciclo. $L = 11 + 12$
- Máximas relaciones de flujo actual (q) a flujo de saturación (s) por cada vía para cada fase. $Y = q/s$ (Y1, Y2)

La adopción de más de dos fases en la intersección deberá estar plenamente justificada y, de ser así, deberá provocar el menor nivel de impedancia sobre los vehículos de la travesía (vía principal).

c) Cálculo de la longitud del ciclo óptimo

$$Co = (1,5 L + 5) / (1 - Y1 - Y2)$$

El tiempo máximo del ciclo debe ajustarse a lo establecido en manual de capacidad.

d) Tiempo de verde efectivo total (gr).

$$Gr = Co - L$$

e) Reparto de los tiempos verdes efectivos (gi).

7. Análisis comparativo del nivel de servicio de la travesía.

El mismo se efectuará comparando el tiempo que se demora en circular por un tramo de ruta en zona rural, de longitud equivalente al de la travesía, con el que se demoraría en la propia travesía. Ambos con igual volumen de tránsito.

8. Determinación del nivel de servicio de la intersección regulada por semáforos

Se deberá presentar el Nivel de Servicio que tendría la intersección sin semáforos y con semáforos, tanto para el año cero como para el año diez. Para el análisis de capacidad de la intersección regulada por semáforos se deberá utilizar el procedimiento del capítulo 9 del Manual de capacidad, contemplando todos los movimientos que, debido a su importancia, deban poseer una fase.

9. Procedimiento.

La descripción de la operación y procedimiento de la constatación y notificación de la infracción. Deberá incluirse el acuerdo firmado con la Autoridad de Aplicación respecto de los agentes de tránsito municipales que actuarán como Autoridad de Control, según lo establecido en el artículo 3 del Anexo A de la presente reglamentación.

10. Información adicional.

Se deberá aportar toda otra información que requiera la autoridad de Aplicación.

Una vez aceptada la “Memoria de Ingeniería de Instalación de Semáforos de Prioridad”, el sistema se aprobará y registrará en el padrón de la Dirección de Prevención de Accidentes de Tránsito habilitado a tal fin, e incorporado al Registro Provincial de Antecedentes de Tránsito.

Una vez que el Municipio o Comuna haya colocado la señalización, realizado la demarcación, instalado el equipamiento de control y posea personal capacitado, deberá comunicarlo a la autoridad de aplicación y, a partir de ese momento, estará en condiciones de poner en funcionamiento el sistema de control.

CAPITULO IV **SEÑALES DE PRIORIDAD FIJA**

Instalación

Cuando no se satisfagan los requisitos para proceder a la instalación de semáforos, el Municipio o Comuna está obligado a instalar señales de prioridad fija.

La vía sujeta a restricción será siempre la secundaria, nunca se le quitará la prioridad a la travesía. Las señales “CEDA EL PASO” (R-1) y “PARE” (R-2) son las señales básicas para asignar las prioridades de paso y, si fuera necesario, también se emplazarán las señales “CALZADA CON PRIORIDAD CONTINUA” (R-3) y “FIN DE PRIORIDAD CONTINUA” (R-4).

Registro de la infracción

El incumplimiento de lo reglamentado por estas señales deberá ser sancionado. Para ello los Municipios o Comunas podrán utilizar dispositivos de registro gráfico de estas infracciones.

Aquellos Municipios o Comunas que instalen dispositivos de registro gráfico por violación de semáforos en rojo, están obligados también a constatar mediante agentes de tránsito o mediante dispositivos de registro gráfico, la violación de la prioridad fija, las infracciones por adelantamiento en zonas prohibidas (líneas continuas longitudinales), y otras infracciones que se detecten.