



Construction Design Elaboration,
Interrupted-Traffic Roads,
Calculating Method of Capacities
in Semaforized Intersections

Обработка проектов строительства. Пути
непрерывного хода. Методы расчета
емкости semaфорных пересечений

Esta norma establece los métodos de cálculo de la capacidad, volumen y nivel de servicio en los accesos de las intersecciones semaforizadas.

Es aplicable tanto en la proyección como en la revisión.

1. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma se tendrán en cuenta los siguientes términos y definiciones:

- 1.1 Acceso a la intersección. Sección de vía que es usada por los vehículos que se aproximan al área común de la intersección de dos o más vías.
- 1.2 Factor de carga. Relación entre el número de fases verdes cargadas y el número total de fases verdes durante la hora escogida para el análisis. (Véase Anexo A)
- 1.3 Nivel de servicio. Término que interpreta las condiciones de operación en los accesos de las intersecciones, cuando por éstos circulan determinado volumen de tránsito. (Véase Anexo A).
- 1.4 Volumen de servicio. Número máximo de vehículos que pueden pasar por un acceso de una intersección, tomando en cuenta sus características ambientales, de control, de tránsito y geométricas, mientras las condiciones límites de operación fijadas para el nivel de servicio seleccionado se mantenga. (Véase Anexo A).
- 1.5 Capacidad. Número máximo de vehículos que pueden pasar por un acceso de una intersección, tomando en cuenta sus características ambientales, de control, de tránsito y geométricas, bajo las condiciones límites de operación del nivel de Servicio E.
- 1.6 Flujo interrumpido. Circulación de vehículos por una sección de vía sometida a paradas frecuentes debido a factores externos de la corriente vehicular. Ej: Señales, Semáforos y otros.
- 1.7 Factor hora pico. Relación entre el número de vehículos contados durante una hora pico y cuatro veces el número de vehículos contados durante los quince minutos de mayor flujo dentro de la hora pico.
- 1.8 Zona central de comercio. Zona de la ciudad de gran actividad comercial, elevada intensidad peatonal, con ómnibus y vehículos comerciales cargando o descargando mercancías y personas, de gran demanda de espacios para parquear y alta razón de reemplazo en dichos parqueos.

1.9 Zona aledaña a la zona central de comercio. Zona de la ciudad ubicada en los contornos de la zona central, de gran variación en cuanto a sus actividades comerciales (incluye Industrias II-geras, almacenes, locales para brindar servicio a los automóviles, pequeñas tiendas y algunas concentraciones de áreas residenciales). Se caracteriza por tener un número moderado de peatones, una razón baja de reemplazo en los parqueos y que la mayor parte del tránsito se relaciona con viajes que no tienen ni origen ni destino dentro del área.

1.10 Zona de comercio alejada geográficamente del centro comercial. Zona ubicada a una cierta distancia geográfica de la zona central y de sus áreas aledañas, sometida a la influencia de estos últimos, y en la que la actividad fundamental es el comercio. Esta zona tiene su propio tránsito local relacionado con el tránsito que va y viene de la zona central, intensidad moderada de peatones, demanda elevada de áreas para parqueos y razones moderadas de reemplazo en los parqueos.

1.11 Zona residencial. Zona de la ciudad en que la actividad fundamental es el desarrollo residencial, pero donde pequeñas áreas de comercio pueden ser incluidas. Se caracteriza por tener poca intensidad peatonal y baja razón de reemplazo en los parqueos.

1.12 Vehículos por hora de luz verde. Cantidad de vehículos que pasan por un acceso de una intersección semaforizada durante una sumatoria de tiempos de proyecciones de luz verde igual a una hora.

2. Determinación de la capacidad y volúmenes de servicio

La capacidad y volúmenes de servicio se determinan afectando los vehículos por hora de luz verde que pueden pasar por el acceso que se analiza y para las condiciones promedio (véase Fig. de la 1 a la 5 Anexo B), por adecuados factores de corrección que toman en cuenta los parámetros reales de la intersección que es objeto de estudio, y que por lo general se apartan de las condiciones promedio.

Para el cálculo de la capacidad y volúmenes de servicio se utiliza la siguiente expresión:

$$VS = Z \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 \cdot F4 \cdot F5 \cdot F6 \cdot \frac{V}{C} \quad (1)$$

donde:

VS* Volumen de servicio

Z Vehículos por hora de luz verde (véase Fig. de la 1 a la 5, Anexo B). Este valor se obtiene con la anchura del acceso y el nivel de servicio fijado, el cual responde a un factor de carga dado (véase tabla 1)

F1 Factor de ajuste que toma en cuenta el factor hora pico y el tamaño de la población (véase parte superior de las Figs. 1 a la 5, Anexo B).

* El volumen de servicio del nivel de servicio E, es igual a la capacidad del acceso analizado.

- F2 Factor de ajuste que toma en cuenta la zona donde está ubicada la parada. (Véase Figs. de la 1 a la 5, Anexo B)
- F3 Factor de ajustes que toma en cuenta el por ciento de los camiones y ómnibus que no realizan paradas en el acceso analizado (véase tabla 1, Anexo B)
- F4 Factor de ajustes que toma en cuenta el por ciento de los giros de derecha. (Véase tabla 2, Anexo B y Anexo C)
- F5 Factor de ajustes que toma en cuenta el por ciento de los giros de izquierda, (véase tabla 2 y 3, Anexos B y C)
- F6 Factor de ajustes que toma en cuenta el efecto de los ómnibus que realizan paradas en el acceso analizado, (véase Figs. de la 6 a la 9, Anexo B)
- V Tiempo de verde del acceso analizado
- C Duración del ciclo semafórico

La relación V/C permite llevar los vehículos por hora de luz verde a vehículos por hora.

Para una mejor comprensión, véase ejemplos en el Apéndice.

2.1 Determinación de la capacidad y volúmenes de servicio en carriles reservados de giro

Para este caso el cálculo de los volúmenes de servicio se efectúa independientemente del resto de la sección, a la que se le aplica la expresión (1). Al final los dos volúmenes se suman.

Para los carriles reservados de giro se utiliza la siguiente expresión:

$$VS = \left\{ Z + \left[0.82 (N - 1) \right] \right\} \cdot F3 \cdot A \cdot V/C \quad (2)$$

donde:

- VS Volumen de servicio del carril o carriles de giro (vph)
- Z Vehículos por hora de luz verde (véase tabla 1, Anexo D).
- 0.8 Constante
- N Número de carriles de giro
- F3 Igual significado que el establecido en la sección 2
- A Relación entre el ancho del carril analizado y la anchura del carril tomado como base, que es igual a 3 m
- V Tiempo de verde
- C Duración del ciclo semafórico

Para una mejor comprensión véase ejemplo 3 en el Apéndice.

3. Determinación de los niveles de servicio

El nivel de servicio que presta un acceso de una intersección se determina mediante los siguientes pasos:

a) Mediante un riguroso estudio de campo determine:

- Número de fases verdes cargadas
- Número total de fases verdes durante la hora

b) Con los datos anteriores determine el factor de carga:

$$F . C = \frac{\text{No. de fases verdes cargadas/H}}{\text{No. total de fases verdes/H}}$$

donde:

H horas

c) Con el factor de carga determine el nivel de servicio por medio de la tabla 1 Anexo A.

COMPLEMENTO

Bibliografía consultada:

Buró de Investigación de carretera, reporte especial 87, manual de capacidad de carretera. USA, 1965

Buró de investigación de carretera, capacidad vial y calidad del servicio. USA, 1965

FERNANDEZ FERNANDEZ, NESTOR; ALONSO PAREDES, MANUEL MARTINEZ GOMEZ, ING. ABEL (TUTOR). Tesis de pregrado, "Reajuste de algunos parámetros del tráfico vehicular y peatonal en intersecciones semaforizadas". CUBA 1981

A. A. S. H. Vigilancia sobre el diseño geométrico de las carreteras rurales. USA. 1965

VALDES GONZALES, ANTONIO. Ingeniería del tráfico. Madrid, ESPAÑA. 1982

CAL y MAYOR, RAFAEL. Ingeniería de tránsito. MEXICO, 1974

Recomendaciones para el proyecto de intersecciones. Ministerio de Obras Públicas, Madrid, ESPAÑA. 1967

ANEXO A

INFORMACION ADICIONAL SOBRE EL FACTOR DE CARGA

Una fase verde se considera cargada cuando aparecen las siguientes condiciones:

- Que existan vehículos listos para entrar a la intersección en todos los carriles del acceso al proyectarse la luz verde.
- Que al proyectarse la verde todos los carriles se vean ocupados y los vehículos con intervalos aceptables entre ellos (≤ 3 m) se pongan en movimiento.

Tomando como base el factor de carga en esta norma se definen 6 niveles de servicio, desde el A hasta el F, los cuales abarcan perfectamente las condiciones existentes de operación en los accesos de las intersecciones. A cada nivel de servicio corresponde un "volumen de servicio", y se da en volúmenes horarios.

A continuación, en la tabla 1 se dan los niveles de servicio relacionados con el factor de carga y las condiciones de operación.

Tabla 1 NIVEL DE SERVICIO Y VOLUMENES MAXIMOS DE SERVICIO PARA LOS ACCESOS A LAS INTERSECCIONES AISLADAS

Nivel de servicio	Descripción del Flujo	Factor de carga
A	Flujo libre	0,0
B	Flujo estable	$< 0,1$
C	Flujo estable	$< 0,3$
D	Se aproxima al flujo inestable	$< 0,7$
E	Flujo inestable	$< 1,0$
F	Flujo forzado	No aplicable

ANEXO B

TABLAS Y GRAFICOS DE TRABAJO PARA LA DETERMINACION DE LOS NIVELES Y VOLUMENES MAXIMOS DE SERVICIO

Tabla 1. FACTORES DE AJUSTES PARA CAMIONES Y OMNIBUS QUE NO REALIZAN PARADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO (F3)

Camiones [*] y Omnibus %	Factor de ajuste	Camiones y Omnibus %	Factor de ajuste
0	1,05	11	0,94
1	1,04	12	0,93
2	1,03	13	0,92
3	1,02	14	0,91
4	1,01	15	0,90
5	1,00	16	0,89
6	0,99	17	0,88
7	0,98	18	0,87
8	0,97	19	0,86
9	0,96	20	0,85
10	0,95		

* Para porcentajes superiores al 20% utilice la siguiente expresión para determinar los factores de ajuste:

$$F3 = 1,05 - \frac{P}{100}$$

donde:

P Porcentaje de camiones y ómnibus

Tabla 2 Factores de ajuste para el giro de derecha en vías¹ de dos y de un solo sentido y giros de izquierda en vías¹ de un solo sentido (F4, F3)

Giros ² (%)	Factores de ajustes ³						
	Sin parqueo ³			Con parqueo ⁴			
	Anchura del acceso $A < 4,5$	Anchura del acceso $4,5 < A \leq 7,2$	Anchura del acceso $7,2 < A < 10,2$	Anchura del acceso $A \leq 5,0$	Anchura del acceso $6,0 < A \leq 6,7$	Anchura del acceso $6,7 < A < 11,7$	
1	2	3	4	5	6	7	
0	1,20	1,050	1,025	1,20	1,050	1,025	1,025
1	1,18	1,045	1,020	1,18	1,045	1,020	1,020
2	1,16	1,040	1,020	1,16	1,040	1,020	1,020
3	1,14	1,035	1,015	1,14	1,035	1,015	1,015
4	1,12	1,030	1,015	1,12	1,030	1,015	1,015
5	1,10	1,025	1,010	1,10	1,025	1,010	1,010
6	1,08	1,020	1,010	1,08	1,020	1,010	1,010
7	1,06	1,015	1,005	1,06	1,015	1,005	1,005
8	1,04	1,010	1,005	1,04	1,010	1,005	1,005
9	1,02	1,005	1,000	1,02	1,005	1,000	1,000
10	1,00	1,000	1,000	1,00	1,000	1,000	1,000
11	0,99	0,995	1,000	0,99	0,995	1,000	1,000
12	0,98	0,990	0,995	0,98	0,990	0,995	0,995
13	0,97	0,985	0,995	0,97	0,985	0,995	0,995
14	0,96	0,980	0,990	0,96	0,980	0,990	0,990
15	0,95	0,975	0,990	0,95	0,975	0,990	0,990
16	0,94	0,970	0,985	0,94	0,970	0,985	0,985
17	0,93	0,965	0,985	0,93	0,965	0,985	0,985
18	0,92	0,960	0,980	0,92	0,960	0,980	0,980
19	0,91	0,955	0,980	0,91	0,955	0,980	0,980
20	0,90	0,950	0,975	0,90	0,950	0,975	0,975

Tabla 2 (conclusión)

1	2	3	4	5	6	7
22	0,89	0,940	0,980	0,89	0,940	0,980
24	0,88	0,930	0,985	0,88	0,930	0,985
26	0,87	0,920	0,990	0,87	0,920	0,990
28	0,86	0,910	0,995	0,86	0,910	0,995
30+	0,85	0,900	1,000	0,85	0,900	1,000

Notas:

1. Sin carriles de giro ni señales por separado (caso básico).
2. Tomar en cuenta los giros de izquierda y los de derecha por separado (no sumar).
3. Para anchuras de accesos de 10,2 m o más, tomar el factor de ajuste igual a 1,00.
4. Para anchuras de accesos de 11,7 m o más, tomar el factor de ajuste igual a 1,00.

* Para carriles de giro y señales que lo indiquen, ver Anexo C.

Tabla 3 Factores de ajuste para el giro de izquierda en vías ¹ de dos sentidos (F₅)

Giros (%)	Factores de ajustes*						
	Sin parqueo			Con parqueo			
	Anchura del acceso A 4,5	Anchura del acceso A 10,2	Anchura del acceso A 10,2	Anchura del acceso A 6,0	Anchura del acceso A 11,7	Anchura del acceso A 11,7	Anchura del acceso A 11,7
1	2	3	4	5	6	7	
0	1,30	1,10	1,050	1,30	1,10	1,050	
1	1,27	1,09	1,045	1,27	1,09	1,045	
2	1,24	1,08	1,040	1,24	1,08	1,040	
3	1,21	1,07	1,035	1,21	1,07	1,035	
4	1,18	1,06	1,030	1,18	1,06	1,030	
5	1,15	1,05	1,025	1,15	1,05	1,025	
6	1,12	1,04	1,020	1,12	1,04	1,020	
7	1,09	1,03	1,015	1,09	1,03	1,015	
8	1,06	1,02	1,010	1,06	1,02	1,010	
9	1,03	1,01	1,005	1,03	1,01	1,005	
10	1,00	1,00	1,000	1,00	1,00	1,000	
11	0,98	0,99	0,995	0,98	0,99	0,995	
12	0,96	0,98	0,990	0,96	0,98	0,990	
13	0,94	0,97	0,985	0,94	0,97	0,985	
14	0,92	0,96	0,980	0,92	0,96	0,980	
15	0,90	0,95	0,975	0,90	0,95	0,975	
16	0,89	0,94	0,970	0,89	0,94	0,970	
17	0,88	0,93	0,965	0,88	0,93	0,965	
18	0,87	0,92	0,960	0,87	0,92	0,960	
19	0,86	0,91	0,955	0,86	0,91	0,950	
20	0,85	0,90	0,950	0,85	0,90	0,950	

Tabla 3 (conclusión)

1	2	3	4	5	6	7
22	0,84	0,89	0,940	0,84	0,89	0,940
24	0,83	0,88	0,930	0,83	0,88	0,930
26	0,82	0,87	0,920	0,82	0,87	0,920
28	0,81	0,86	0,910	0,81	0,86	0,910
30+	0,80	0,85	0,900	0,80	0,85	0,900

Notas:

1. Sin carriles de giro ni señales por separado (caso básico).
- * Para carriles de giro y señales que lo indiquen, ver Anexo C.

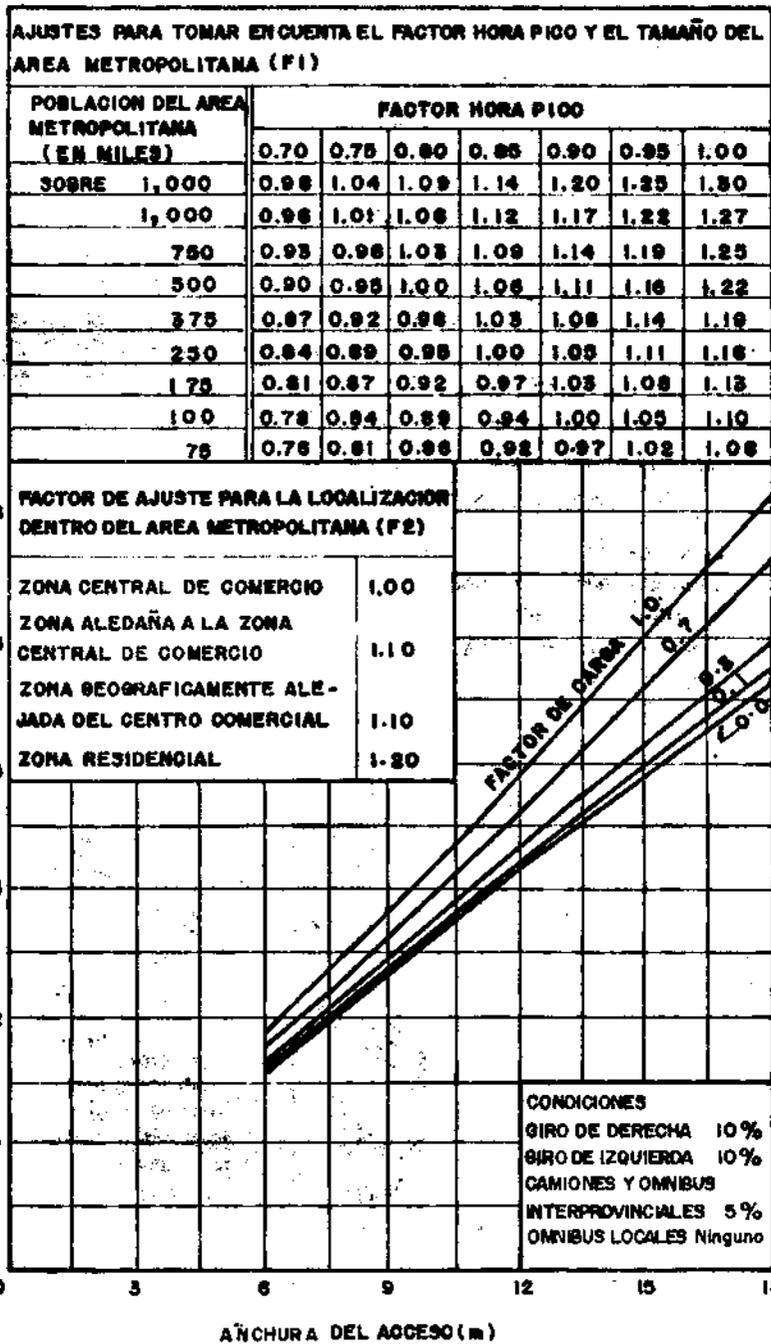


Fig. 1 Volumen de servicio en vehículos por hora de luz verde de semáforo en los accesos a las intersecciones, para calles de un solo sentido y no parqueo.

AJUSTES PARA TOMAR EN CUENTA EL FACTOR HORA PICO Y EL TAMAÑO DEL AREA METROPOLITANA (F1)

POBLACION DEL AREA METROPOLITANA (EN MILES)	FACTOR HORA PICO						
	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
SOBRE 1,000	0.98	1.04	1.09	1.14	1.19	1.24	1.29
1,000	0.96	1.01	1.06	1.11	1.17	1.22	1.27
750	0.93	0.99	1.04	1.09	1.14	1.19	1.24
500	0.91	0.96	1.01	1.06	1.11	1.16	1.21
375	0.88	0.93	0.98	1.03	1.08	1.13	1.18
250	0.85	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	1.15
175	0.82	0.87	0.92	0.97	1.02	1.07	1.12
100	0.79	0.84	0.89	0.94	0.99	1.04	1.09
75	0.76	0.81	0.86	0.91	0.97	1.02	1.07

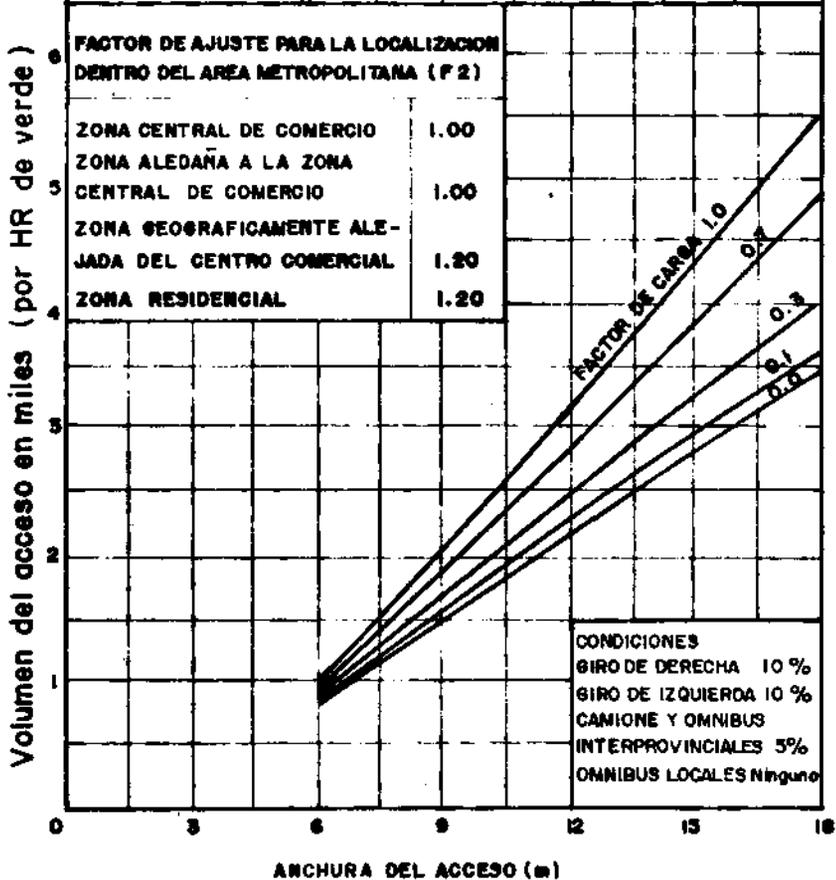


Fig 2.- Volumen de servicio en vehículos por hora de luz verde de semáforo en los accesos a las intersecciones, para calles de un solo sentido y parqueo a un solo lado.

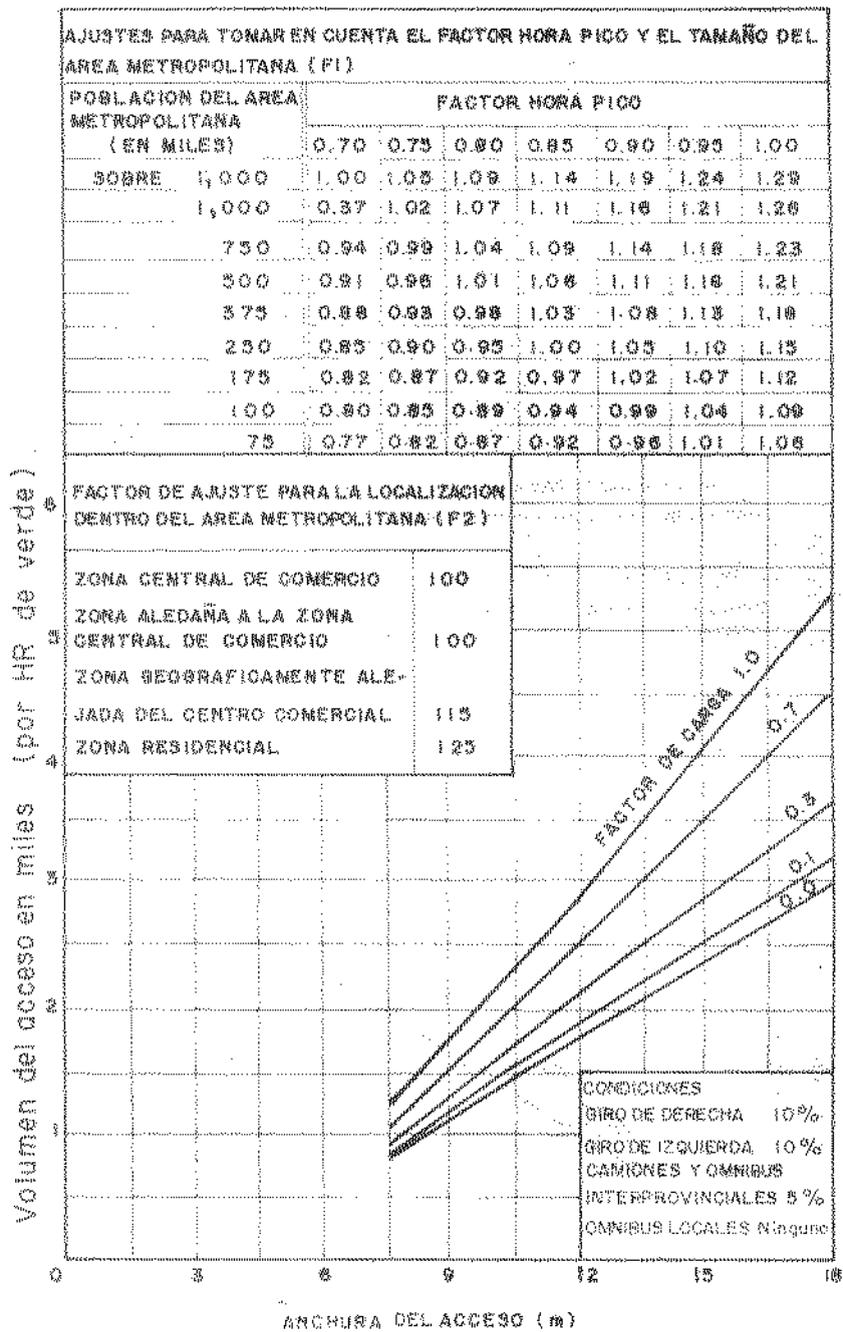


Fig 3.- Volumen de servicio en vehículos por hora de luz verde de semáforo en los accesos a las intersecciones, para calles de un solo sentido y parqueo a ambos lados.

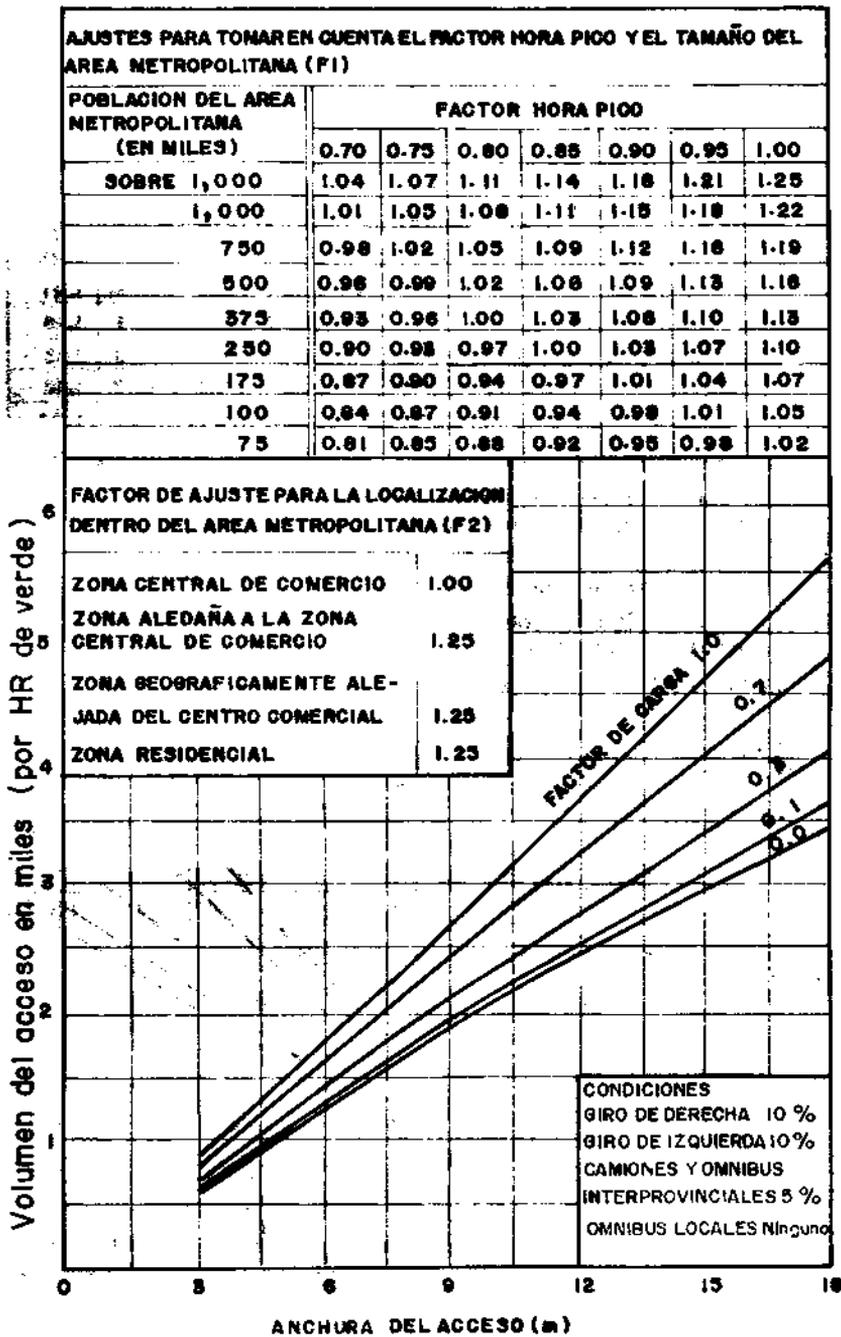


Fig 4. - Volumen de servicio en vehículos por hora de luz verde de semáforo en los accesos a las intersecciones, para calles de dos sentidos sin parqueo.

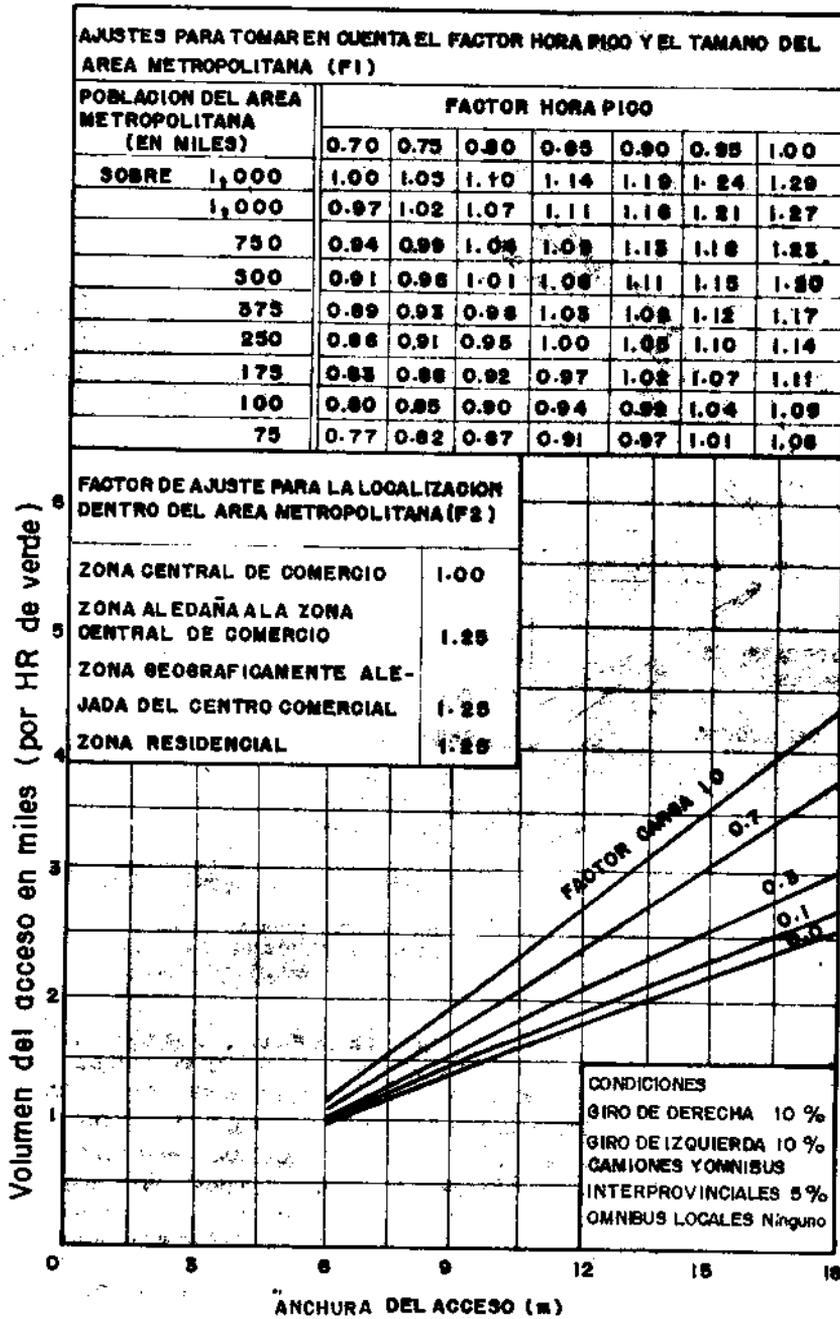


Fig 5.- Volumen de servicio en vehículos por hora de luz verde de semáforo en los accesos a las intersecciones, para calles de dos sentidos con parqueo.

FACTOR DE AJUSTE F6

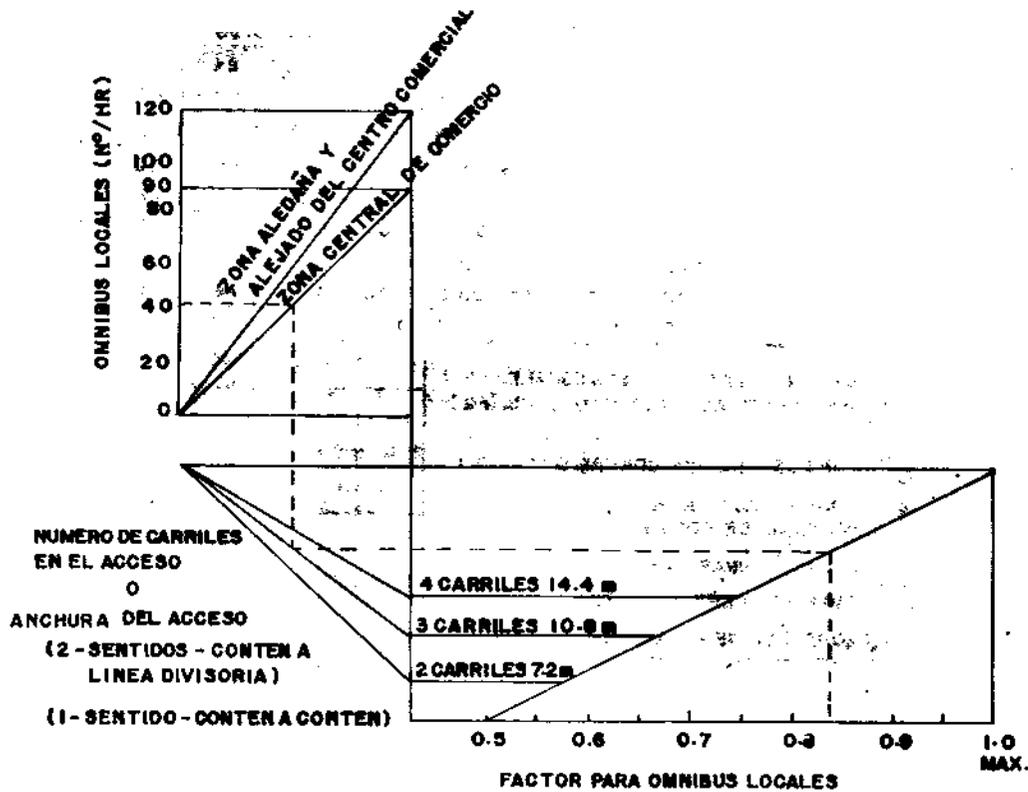


FIG. 6. - FACTOR DE AJUSTE PARA OMNIBUS LOCALES CON PARADA SITUADA EN EL SENTIDO DEL ACCESO ANALIZADO Y A UNA DISTANCIA \leq 20 M. ANTES DE LLEGAR A LA LINEA DE PARE. CALLES SIN PARQUEO.

NOTA: LA FORMA DE TRABAJAR CON LA FIGURA ES LA SIGUIENTE: SE ENTRA POR LA PARTE SUPERIOR CON EL NUMERO DE OMNIBUS, SE INTERCEPTA LA LINEA QUE REPRESENTA LA ZONA DONDE ESTA UBICADA LA PARADA, SE BAJA VERTICALMENTE HASTA CORTAR LA LINEA QUE REPRESENTA LA ANCHURA DEL ACCESO Y MOVIENDONOS HORIZONTALMENTE HACIA LA DERECHA SE INTERCEPTA LA LINEA INCLINADA QUE REPRESENTA LOS GIROS, PARA BAJAR INMEDIATAMENTE AL EJE DE ABCISAS Y TOMAR EL VALOR DEL FACTOR DE AJUSTE (VER LINEA DE PUNTOS EN EL GRAFICO) IGUAL CON EL RESTO DE LAS FIGURAS.

NOTA: PARA ZONA RESIDENCIAL TRABAJAR CON LA LINEA CORRESPONDIENTE A ZONA ALEDAÑA Y ALEJADA DEL CENTRO COMERCIAL (IGUAL PARA LAS FIGURAS 7,8 Y 9)

FACTOR DE AJUSTE F6

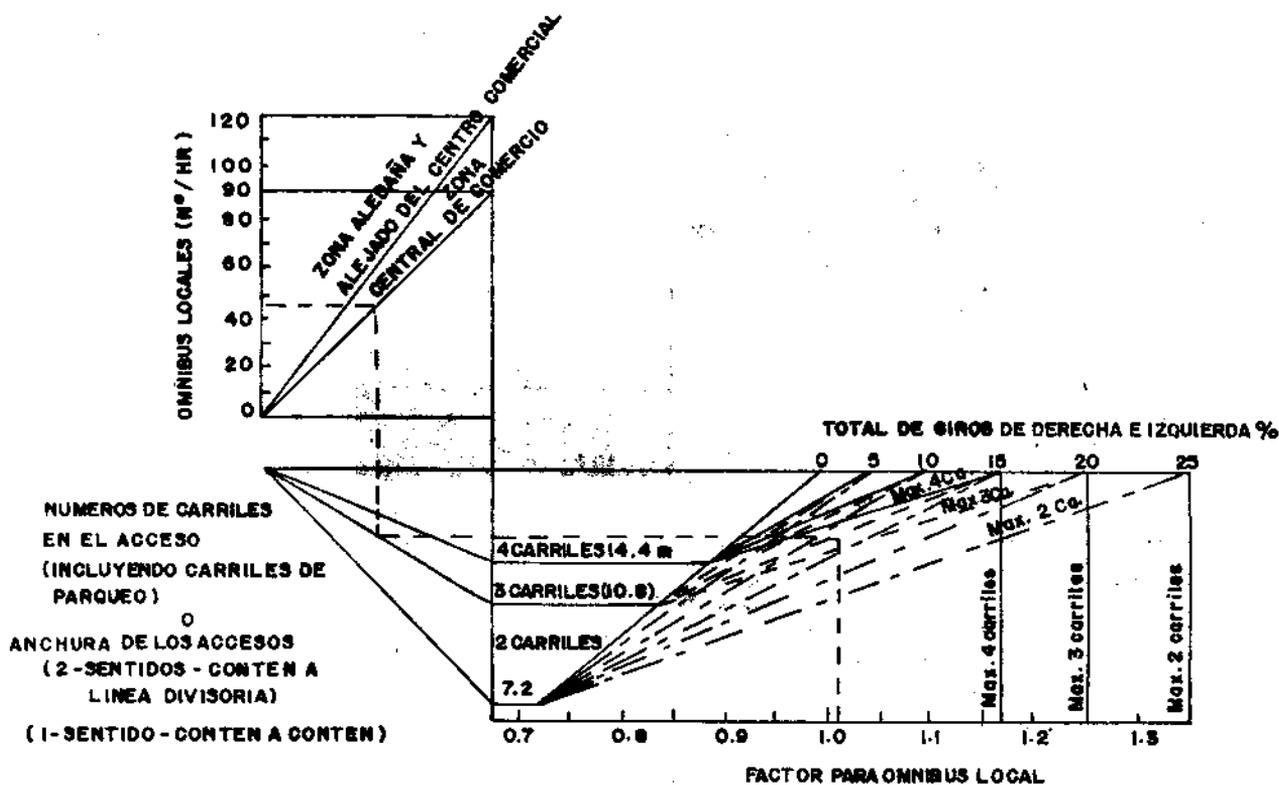


FIG. 7.- FACTOR DE AJUSTE PARA OMNIBUS LOCALES CON PARADA SITUADA EN EL SENTIDO DEL ACCESO ANALIZADO YA UNA DISTANCIA \approx 20 M. ANTES DE LLEGAR A LA LINEA DE PARE. CALLES CON PARQUEO.

NOTA: PARA ZONA RESIDENCIAL TRABAJAR CON LA LINEA CORRESPONDIENTE A ZONA ALEDAÑA Y ALEJADA DEL CENTRO COMERCIAL. (IGUAL PARA LAS FIGURAS 8 Y 9)

FACTOR DE AJUSTE F6

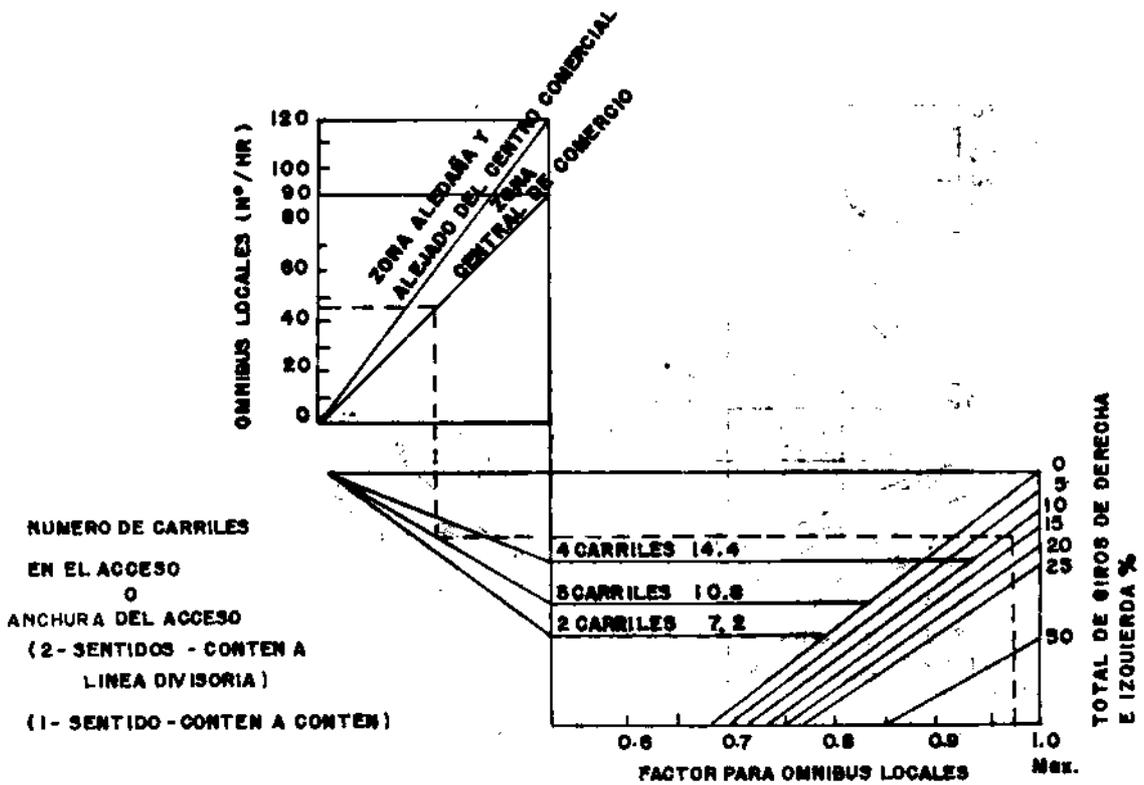


FIG. 8.- FACTOR DE AJUSTE PARA OMNIBUS LOCALES CON PARADA SITUADA EN EL SENTIDO DEL ACCESO ANALIZADO Y A UNA DISTANCIA \leq 30 M. MAS ALLA DE LA LINEA DE PARE. CALLE SIN PARQUEO.

NOTA.- PARA ZONA RESIDENCIAL TRABAJAR CON LA LINEA CORRESPONDIENTE A ZONA ALEDAÑA Y ALEJADA DEL CENTRO COMERCIAL (IGUAL PARA LAS FIGURAS 6, 7 Y 9)

CUANDO LA LINEA TOTAL DE GIROS DE DERECHA E IZQUIERDA NO SE INTERSECTA CON LA LINEA DISCONTINUA, SE TOMA EL VALOR MAXIMO ESPECIFICADO EN LA ABCISA.

ANEXO C

AJUSTES PARA DISTINTOS TIPOS DE GIROS

Los giros se pueden realizar tomando en cuenta situaciones muy distintas unas de otras, tales como:

- Donde no existan carriles especiales o indicaciones de semáforos para facilitar los giros.

Esta condición se le conoce con el nombre de caso básico y es la que se ha tomado como base para elaborar los gráficos del Anexo B. Los factores de ajustes para los giros de derecha e izquierda se dan en las tablas 2 y 3 Anexo B.

- Semáforo indicando el giro, sin la existencia de carriles reservados para el giro.

Los pasos para obtener los factores de ajustes son los siguientes:

Giro de izquierda:

- a) Cuando no se efectúe el giro debido a que los vehículos de sentido contrario se encuentren circulando, el factor de ajuste se obtiene de acuerdo con el método básico (véase tabla 3 Anexo B), suponiendo un 0% de giro. (Véase ejemplo 2 en el Apéndice).
- b) Cuando se efectúe el movimiento de giro sin tránsito opuesto, el factor de ajuste se obtiene por medio del método básico (véase tabla 2 Anexo B), asumiendo que los giros se realizan en vías de un solo sentido. (Véase ejemplo 2 del Apéndice).

Giro de derecha:

En este caso los factores de ajuste se obtienen directamente de las tablas 2 y 3 Anexo B.

- Semáforos indicando el giro, en unión de carriles reservados para el giro.

Para esta situación reste la anchura del carril o carriles de giro de la anchura total del acceso y obtenga los factores de ajuste para el resto de la sección por medio del procedimiento básico (véase tablas 2 y 3 Anexo B). Asumiendo un 0% para los giros. Para el cálculo de la capacidad y volúmenes de servicio de los carriles reservados para los giros ver apartado 2.1 y ejemplo 3 en el Apéndice.

ANEXO D

CARRILES RESERVADOS DE GIRO

A continuación y para los distintos niveles de servicio se dan los vehículos por hora de luz verde a utilizar en la expresión (2) apartado 2.1, que permiten calcular la capacidad y los volúmenes de servicio de los carriles reservados para el giro.

Tabla 1 Vehículos por hora de luz verde para carriles reservados de giro (anchura de carril igual a 3 cm)

Nivel de servicio	Vehículo por hora de verde	% de camiones asumidos
A, B, C	800	5%
D	1 000	5%
E	1 200	5%

APENDICE

Para una mejor comprensión del uso de gráficos y tablas que nos permitan obtener los factores de ajuste, así como la determinación de las capacidades y volúmenes de servicio en los accesos a las intersecciones, se exponen los ejemplos siguientes:

Ejemplo 1. Determine el volumen de servicio que brinda el acceso analizado y su capacidad de acuerdo con las siguientes condiciones:

a)

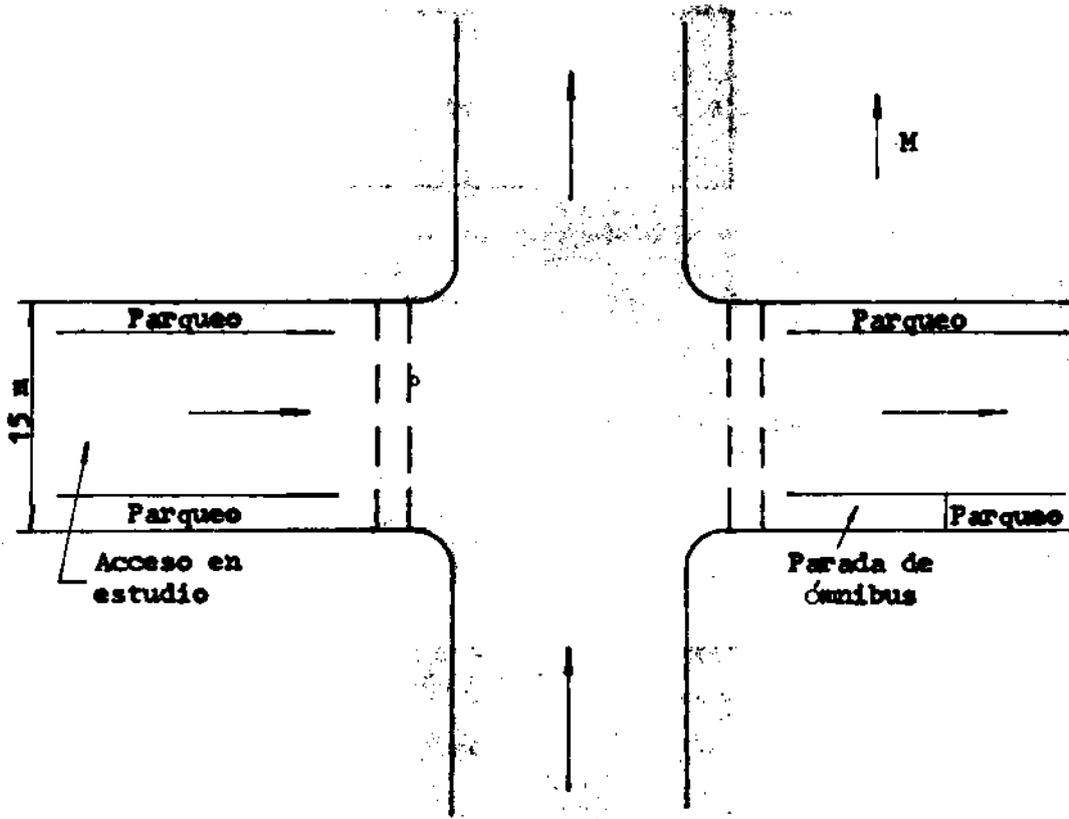


Fig. A

- b) El acceso bajo consideración es el del Oeste y tiene una anchura de 15 m
- c) Parqueo a ambos lados
- d) Zona aledaña a la zona central de comercio

- e) Población 175,000 habitantes
- f) Factor hora pico = 0,75
- g) Diez ciclos cargados por hora
- h) Ciclo del semáforo = 60 s
- i) Tiempo de luz verde = 30 s
- j) Giro de derecha, no hay
- k) 8% de giro a la izquierda
- l) No existen carriles reservados para el giro ni señales que lo indiquen
- m) 7% de camiones
- n) 10 ómnibus locales y parada situada a una distancia ≤ 30 m más allá de la línea de pare
- o) Máx. factor de carga observado en la zona igual a 0,9.

Solución

Tanto para el volumen de servicio como para la capacidad la expresión a utilizar es:

$$VS = Z \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 \cdot F4 \cdot F5 \cdot F6 \cdot \frac{V}{C}$$

a) Determinación del volumen de servicio

Datos generales y factores de ajustes

- Z = 2 600 vphv, obtenido con una anchura de acceso de 15 m y un factor de carga igual a $10/60 = 0,17$ (véase Fig. 3 Anexo B)
- F1 = 0,87, obtenido con un factor hora pico (F.H.P) = 0,75 y una población de 175 000 habitantes (véase parte superior Fig. 3 Anexo B)
- F2 = 1,00, por estar ubicada en la zona aledaña a la zona central, (véase parte superior Fig. 3 Anexo B)
- F3 = 0,98, obtenido con un 7% de camiones, (véase tabla 1 Anexo B)
- F4 = 1,00, obtenido con un 0% de giro a la derecha y una anchura de acceso de 15,0 m. (Véase tabla 2 Anexo B). Recordar que para anchuras superiores a los 11,7 m y parqueo el factor de ajuste toma el valor de 1,00.
- F5 = 1,00, aunque existe un 8% de giro, toma el valor de 1,00 debido a que $15,0 > 11,7$ m.
- F6 = 1,00, obtenido con 10 ómnibus, zona aledaña a la Zona Central y anchura de acceso igual a 15 m (Véase Fig. 9 Anexo B).

$$V = 30 \text{ s} \quad (\text{Dato})$$

$$C = 60 \text{ s} \quad (\text{Dato})$$

$$\frac{V}{C} = \frac{30}{60} = 0,5$$

Tomando en cuenta los factores de ajustes hallados anteriormente, el volúmen de servicio de acuerdo con las características dadas será:

$$VS = 2\ 600,0,87,1,00,0,98,1,00,1,00,0,99,0,50$$

$$VS = 1\ 097 \text{ vph}$$

De acuerdo con el factor de carga, cuyo valor es 0,17 y la tabla 1 del Anexo A, se puede afirmar que el nivel de servicio brindado por el acceso es el C. (Véase sección 3)

b) Determinación de la Capacidad

Datos generales y factores de ajustes

La capacidad se determina de la misma manera que el volúmen de servicio hallado anteriormente. Todos los factores de ajustes se mantienen iguales, excepto el factor de carga para este caso y de acuerdo con observaciones realizadas se toma igual a 0,90, y que se corresponde precisamente con el nivel de servicio E. Por lo tanto sólo queda determinar los vehículos por hora de luz verde.

$$Z = 3\ 800 \text{ vphv}$$

Por lo que:

$$VSe = 3\ 800,0,87,1,00,0,98,1,00,1,00,0,99,0,50$$

$$VSE = 1\ 604 \text{ vph}$$

Ejemplo 2. De los dibujos y datos que se ofrecen a continuación determine para el acceso del Oeste el volúmen de servicio para el nivel de servicio D.

a)

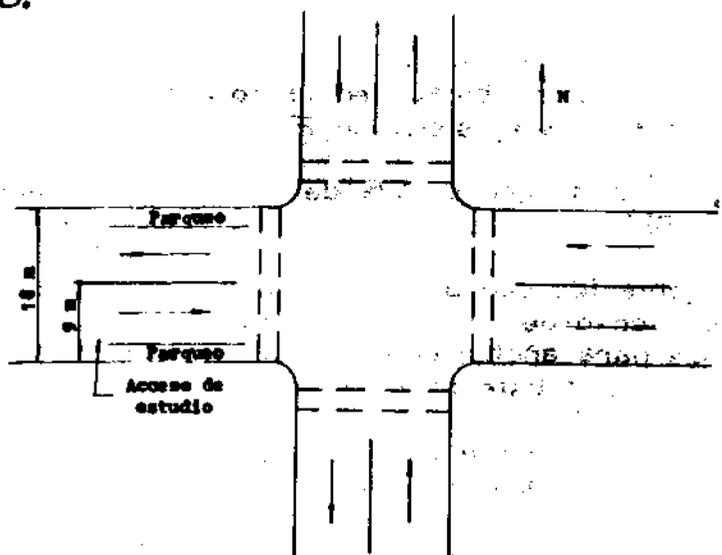


Fig. B

- b) Intersección de dos vías, de dos sentidos de circulación cada una.
- c) Parqueo a ambos lados
- d) Zona de comercio alejada geográficamente del Centro Comercial.
- e) Población del área metropolitana = 1 000 000 habitantes
- f) Factor hora pico = 0,75
- g) Duración del ciclo = 70 s
- h) Un primer tiempo de verde permitiendo todos los movimientos para el acceso del Oeste, sin tránsito opuesto y durante 15 s. (Actualmente en nuestro país este primer tiempo de verde se da también por medio de la indicación simultánea de la verde con flecha y la amarilla).

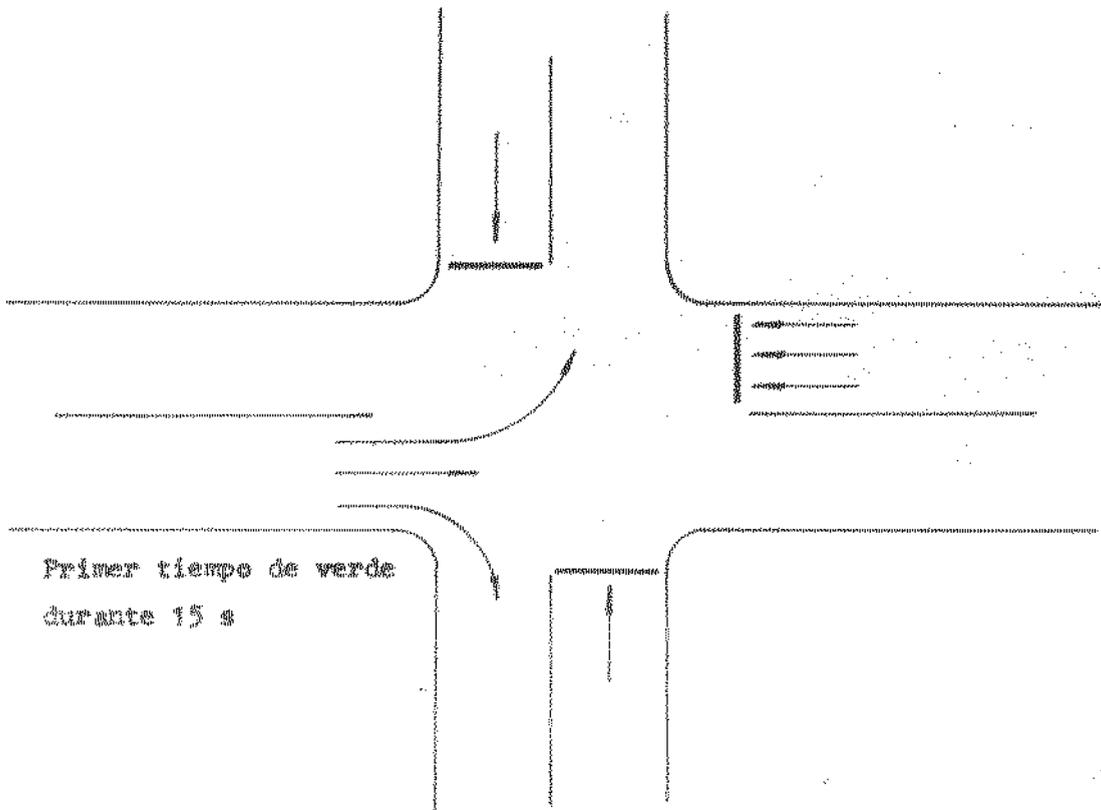


Fig. C

1. Un segundo tiempo de verde con tránsito opuesto durante 20 s.
 Se permiten todos los movimientos menos el giro de izquierda.

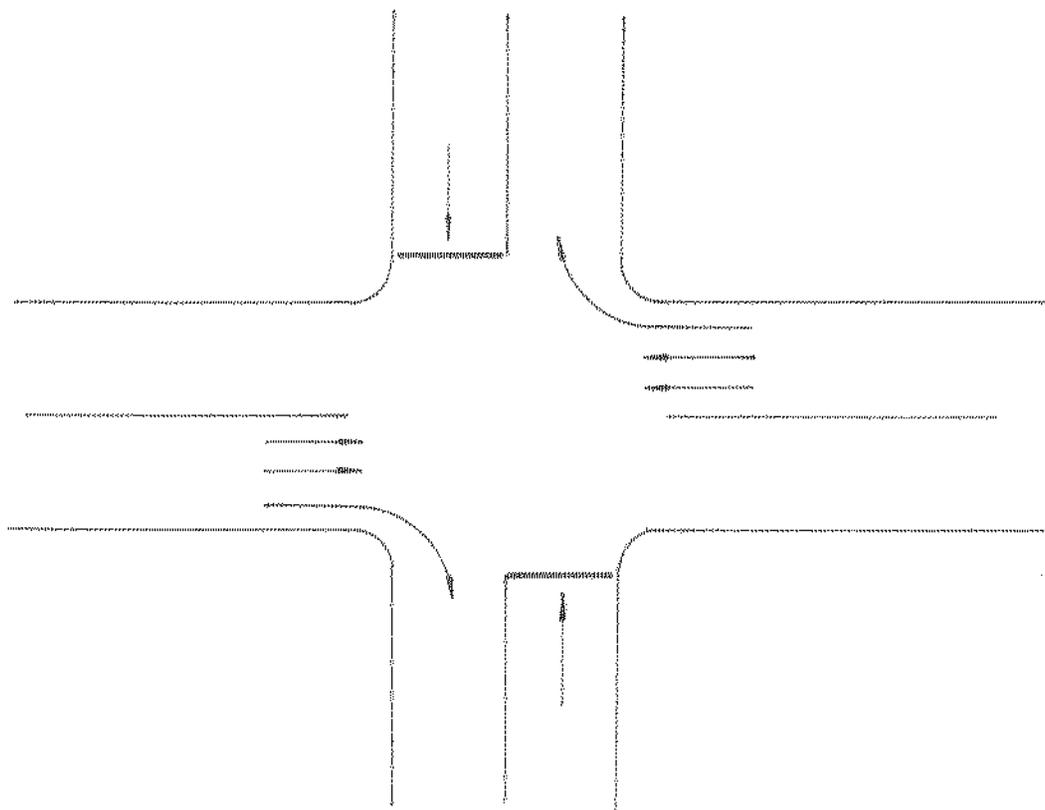


Fig. D

- j) 15% de giro de derecha
- k) 20% de giro de izquierda
- l) 3% de camiones
- m) Omnibus locales, no hay

Solución: Volumen de servicio D

La expresión a utilizar para los dos tiempos de verde es la (1) sección 2.

$$V_{SD} = Z \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 \cdot F4 \cdot F5 \cdot F6 \cdot \frac{V}{C}$$

Para este tipo de problema el volumen de servicio se determina mediante la suma de los volúmenes obtenidos para cada uno de los tiempos de verde, los cuales reflejan situaciones distintas en cuanto a los movimientos.

Datos generales y factores de ajustes

$F \cdot C = 0,70$ (factor de carga), (véase tabla 1 Anexo A nivel de servicio D)

$Z = 1\,700$ vphv, obtenido con una anchura de acceso de 9,00 m y un factor de carga igual a 0,70 (véase Fig. 5 Anexo B)

$F1 = 0,85$ obtenido con un factor hora pico (F.H.P) igual a 0,7 y una población de 1 000 000 habitantes (véase parte superior Fig. 5 Anexo B)

$F2 = 1,25$, por estar ubicada en zona de comercio alejada del centro. (Véase parte superior Fig. 5 Anexo B)

$F3 = 1,02$, obtenido con un 3% de camiones (véase tabla 1 Anexo B)

$F4 = 0,99$, obtenido con un 15% de giro a la derecha y una anchura de acceso de 9,00 m. (Véase tabla 2 Anexo B)

$F6 = 1,00$ (no hay ómnibus locales)

Primer tiempo verde

$F5 = 0,975$, obtenido con un 20% de giro a la izquierda y una anchura de acceso de 9,00 m. (Véase tabla 2 Anexo B)

Para esta situación como el tránsito de sentido opuesto está parado, el factor de ajuste se determina asumiendo que el giro de izquierda se realiza en vías de un solo sentido. (Véase Anexo C)

$$\frac{V}{C} = \frac{15}{70} = 0,21$$

Con los datos anteriores se está en disposición de obtener el primer volumen de servicio.

$$VS = 1\,700 \cdot 0,85 \cdot 1,25 \cdot 1,02 \cdot 0,99 \cdot 1,00 \cdot 0,975 \cdot 0,21$$

$$VS = 373 \text{ vph}$$

Segundo tiempo verde

F5 = 1,10, obtenido con 0 % de giro a la izquierda y una anchura de acceso de 9,00 m. (Véase tabla 3 Anexo B)

Para esta situación como el tránsito de sentido opuesto está circulando, el factor de ajuste se determina asumiendo un 0% de giro a la izquierda (véase Anexo C)

$$\frac{V}{C} = \frac{20}{70} = 0,29$$

El segundo volumen de servicio será:

$$VS_2 = 1\ 700 \cdot 0,85 \cdot 1,25 \cdot 1,02 \cdot 0,99 \cdot 1,00 \cdot 1,10 \cdot 0,29$$

$$VS_2 = 582 \text{ vph}$$

Tomando en cuenta los dos volúmenes anteriores, el volumen total será:

$$VS = 373 + 582 = 955 \text{ vph}$$

Ejemplo 3. De las figuras y datos que se brindan a continuación determine para el acceso del Oeste el volumen de servicio del nivel de servicio C.

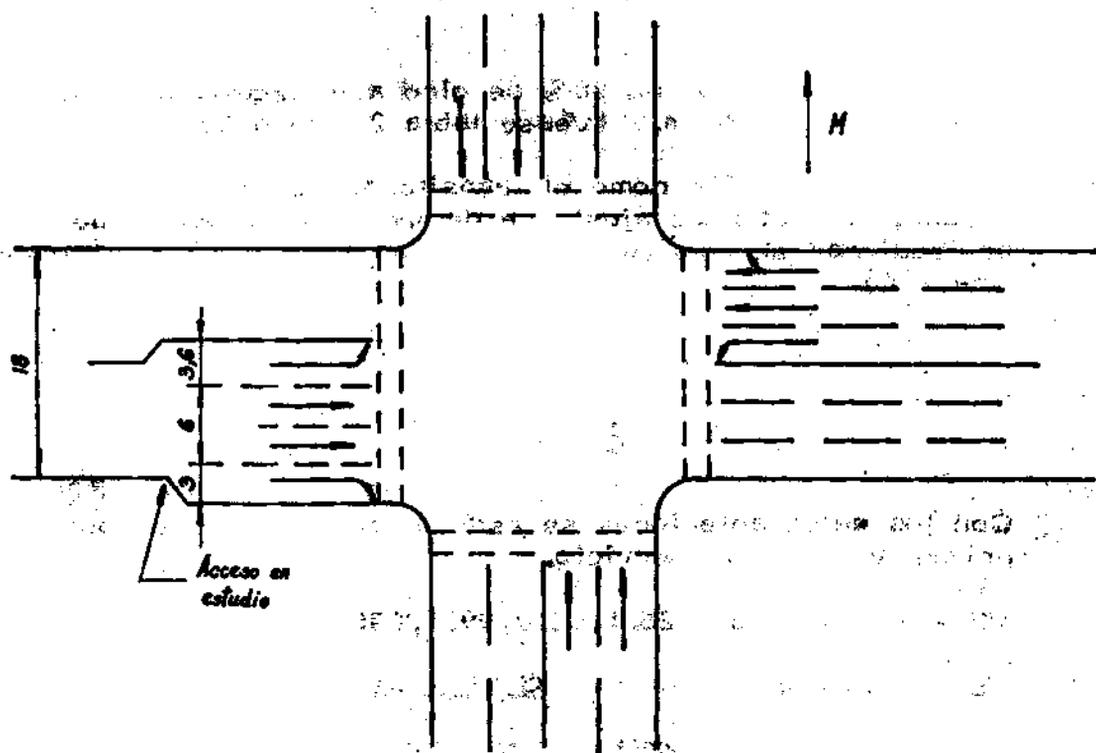


Fig. E

- a) Intersección de dos vías, de dos sentidos de circulación cada una.
- b) No parqueo
- c) Zona residencial
- d) Población del área metropolitana = 375 000 habitantes
- e) Factor hora pico = 0,85
- f) Giros de derecha = 10%
- g) Giros de izquierda = 20%
- h) Camiones, 6% para el giro de izquierda, 3% para el giro de derecha y resto de la sección.
- i) Omnibus locales, no hay
- j) Duración del ciclo 90 s
- k) Un primer tiempo de verde donde se permite el giro de izquierda simultáneo, para los dos sentidos de circulación durante 15 s

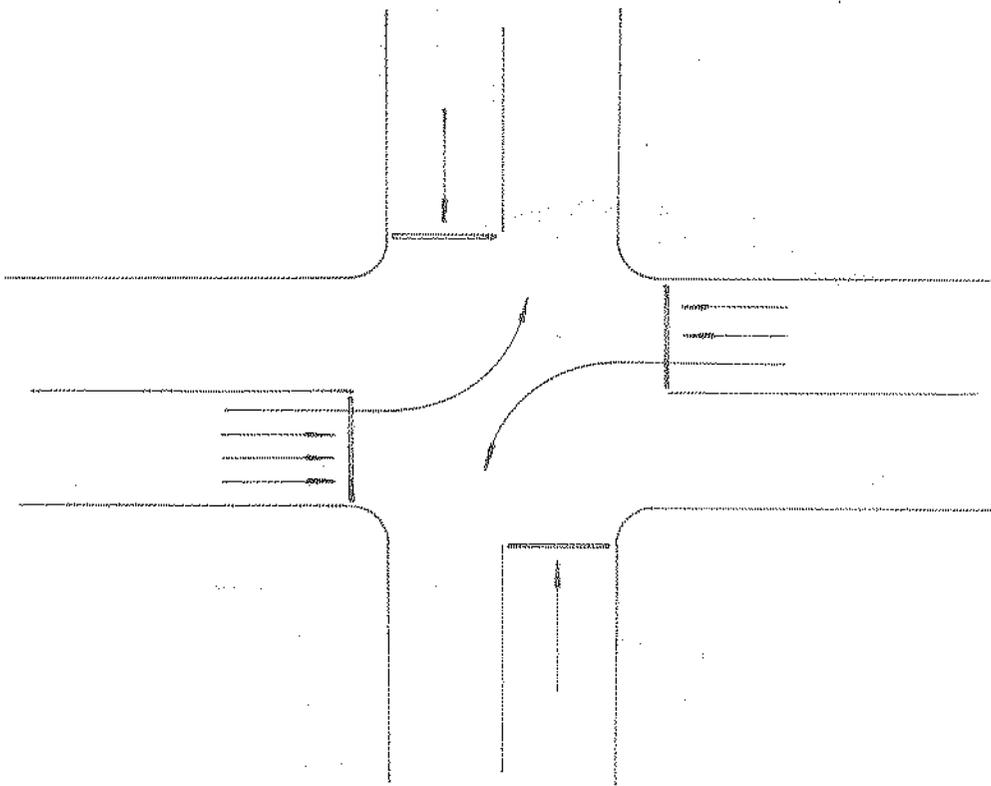


Fig. F

$N = 1$, un solo carril reservado para el giro de derecha

$F3 = 1,02$, obtenido con un 3% de camiones (véase tabla 1 Anexo B)

$A = \frac{3}{3} = 1$, anchura de carril analizado igual a 3 m

$V = 37$ s tiempo de verde asignado al giro de derecha

$C = 90$ s

$V/C = \frac{37}{90} = 0,41$

El volumen de servicio C para el carril de la derecha será:

$$VS_1 = \left\{ 800 + \left[0,8 \cdot 800(1-1) \right] \right\} \cdot 1,02 \cdot 1 \cdot 0,41$$

$$VS_1 = 335 \text{ vph}$$

Carril reservado para el giro de izquierda

Datos generales y factores de ajustes

$Z = 800$ vphv, obtenido de igual manera que el giro de derecha

$N = 1$, un solo carril reservado para el giro de izquierda

$F3 = 0,99$, obtenido con un 6% de camiones. (Véase tabla 1 Anexo B)

$A = \frac{3,6}{3} = 1,2$, anchura de carril analizado igual a 3,6 m

$V = 15$ s, tiempo de verde asignado al giro de izquierda

$C = 90$ s

$\frac{V}{C} = \frac{15}{90} = 0,17$

Por lo que el volumen de servicio C para el carril de la izquierda será:

$$VS_2 = \left\{ 800 + \left[0,8 \cdot 800(1-1) \right] \right\} \cdot 0,99 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 0,17$$

$$VS_2 = 162 \text{ vph}$$

Volumen de servicio para el resto de la sección

Datos generales y factores de ajustes

$F.C = 0,3$, (véase tabla 1 Anexo A, nivel de servicio C)

$Z = 1\ 400$ vphv, obtenido con una anchura de acceso de 6,00 m y un factor de carga igual a 0,3. (Véase Fig. 4 Anexo B).

$F1 = 1,03$, obtenido con un factor hora pico igual a 0,85 y una población de 375 000 habitantes (véase Fig. 5 Anexo B)

- F2 = 1,25, por estar ubicada en zona residencial. (Véase Fig. 5 Anexo B)
- F3 = 1,02, obtenida con un 3% de camiones. (Véase tabla 1 Anexo B)
- F4 = 1,05, obtenido con un 0% para el giro de derecha y una anchura de acceso igual a 6,00 m. Recordar que para esta parte de la sección se asume un 0% para los giros de derecha e izquierda. (Véase tabla 2 Anexo B. Véase Anexo C)
- F5 = 1,10, obtenido con un 0% para el giro de izquierda y una anchura de acceso igual a 6,00 m. (Véase tabla 3 Anexo B, véase Anexo G)
- F6 = 1,00, no hay ómnibus locales.
- V = 37 s, tiempo de verde asignado a esta parte del acceso
- C = 90 s
- $\frac{V}{C} = \frac{37}{90} = 0,41$

Por lo tanto el volumen de servicio para la sección asignada al tránsito que continúa recto es igual a:

$$VS_3 = 1\ 400 \cdot 1,03 \cdot 1,25 \cdot 1,02 \cdot 1,05 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 0,41$$

$$VS_3 = 871 \text{ vph}$$

Volumen total

Tomando en cuenta los volúmenes anteriores se puede decir que el volumen de servicio para el nivel de servicio C del acceso analizado es igual a:

$$VS_C = VS_1 + VS_2 + VS_3$$

$$VS_C = 335 + 162 + 871$$

$$VS_C = 1\ 368 \text{ vph}$$

Impreso: Unidad Impresora CEN

Tirada: 800 ejemplares

Fecha de Impresión: Octubre 1985