

GUÍA TÉCNICA	
CÓDIGO:	SEM-SMM-GT-001
VERSIÓN:	0

GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

Elaborado: Alvaro Joaquin Merida Ardaya		Revisado: Rony Marcelo Arteaga Velasquez		Aprobado: Ramiro Martin Burgos Siñani	
Puesto: Jefe Unidad de Planificación y Monitoreo de la Movilidad	Fecha: 16/08/2017	Puesto: Director de Planificación y Transporte Alternativo	Fecha: 16/08/2017	Puesto: Secretario Municipal de Movilidad	Fecha: 16/08/2017

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	SIGLAS	3
3.	OBJETIVO	3
4.	ALCANCE	3
5.	DESARROLLO DEL DOCUMENTO	3
5.1	FASE I: CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO.....	6
A.	Presentación del Proyecto	6
B.	Caracterización del Proyecto.....	6
B.1	Información General:.....	6
B.2	Información requerida por tipo de proyecto	6
i.	Proyecto de desarrollo tipo comercial.....	6
ii.	Residencial	7
iii.	Hospedaje	7
iv.	Educativos	7
v.	Equipamientos deportivos	8
vi.	Equipamientos de salud	8
vii.	Equipamientos industriales.....	8
viii.	Equipamientos de diversión y espectáculos.....	9
ix.	Equipamientos parques y áreas verdes.....	9
x.	Infraestructura de transporte	9
xi.	Infraestructura vial	10
C.	Determinación del área de influencia del proyecto	10
D.	Estimación Preliminar de la Demanda del Proyecto	10
D.1	Generación de Viajes	10
i.	Propuesta metodológica	11
ii.	Aforo de vehículos y peatones.....	12
D.2	Distribución de Viajes	14
	Propuesta metodológica	14

	GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL		GUÍA TÉCNICA	
			CÓDIGO:	SEM-SMM-GT-001
			VERSIÓN:	0

E.	Accesos y Señalización del Proyecto	15
F.	Estacionamientos	15
5.2	FASE II: CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO	16
A.	Definición de años de análisis	16
B.	Definición situación base	17
C.	Tasa de crecimiento por tipo de vehículo.....	18
C.1	Propuesta metodológica	18
D.	Modelación y simulación.....	19
E.	Análisis operacional.....	19
E.1	Capacidad y Nivel de servicio vehicular	19
E.2	Capacidad y Nivel de servicio peatonal	28
5.3	FASE III: INTERNALIZACIÓN DEL IMPACTO	29
A.	Medidas de mitigación	29
B.	Plan de contingencia para las afectaciones en vía.	29
5.4	CONTENIDO DEL ESTUDIO DE IMPACTO VIAL	30
5.5	FORMA DE PRESENTACION	31
-	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	32
-	ANEXOS DE LA GUIA TECNICA	32

1. INTRODUCCIÓN

La Ley Municipal de Transporte y Transito Urbano N° 15-18 determina los Estudios de Impacto Vial (EIV) como estudios de ingeniería de transito que determinan el impacto potencial en la movilidad cuando se realiza algún proyecto de desarrollo comercial, industrial, residencial, habitacional y de infraestructura de transporte.

Los Estudios de Impacto Vial deben ser realizados por el administrado y presentados a la Autoridad Municipal de Transporte y Transito (AMTT) (Secretaria Municipal de Movilidad) de manera previa a la construcción o remodelación de los proyectos antes mencionados. Para ello la AMT elabora la presente guía que contiene una metodología normalizada para los estudios que deben realizarse en los proyectos de desarrollo urbanos.

2. SIGLAS

EIV	Estudio de Impacto Vial
AMTT	Autoridad Municipal de Transporte y Tránsito
BRT	Bus Rapid Transit (autobuses de transito rápido)
LRT	Light Rail Transit (tren ligero)

3. OBJETIVO

Establecer criterios para el desarrollo de Estudios de Impacto Vial a ser desarrollados por el administrado para la construcción y/o remodelación de cualquier obra civil de construcción.

4. ALCANCE

La presente guía técnica debe ser aplicada por todos aquellos ciudadanos en el Municipio de La Paz que planifiquen la construcción y/o remodelación de cualquier obra civil de construcción, tipificados según la presente guía técnica.

5. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Se determina la necesidad de elaboración de un EIV de acuerdo a las fases que se plantean en la estructura de este manual.

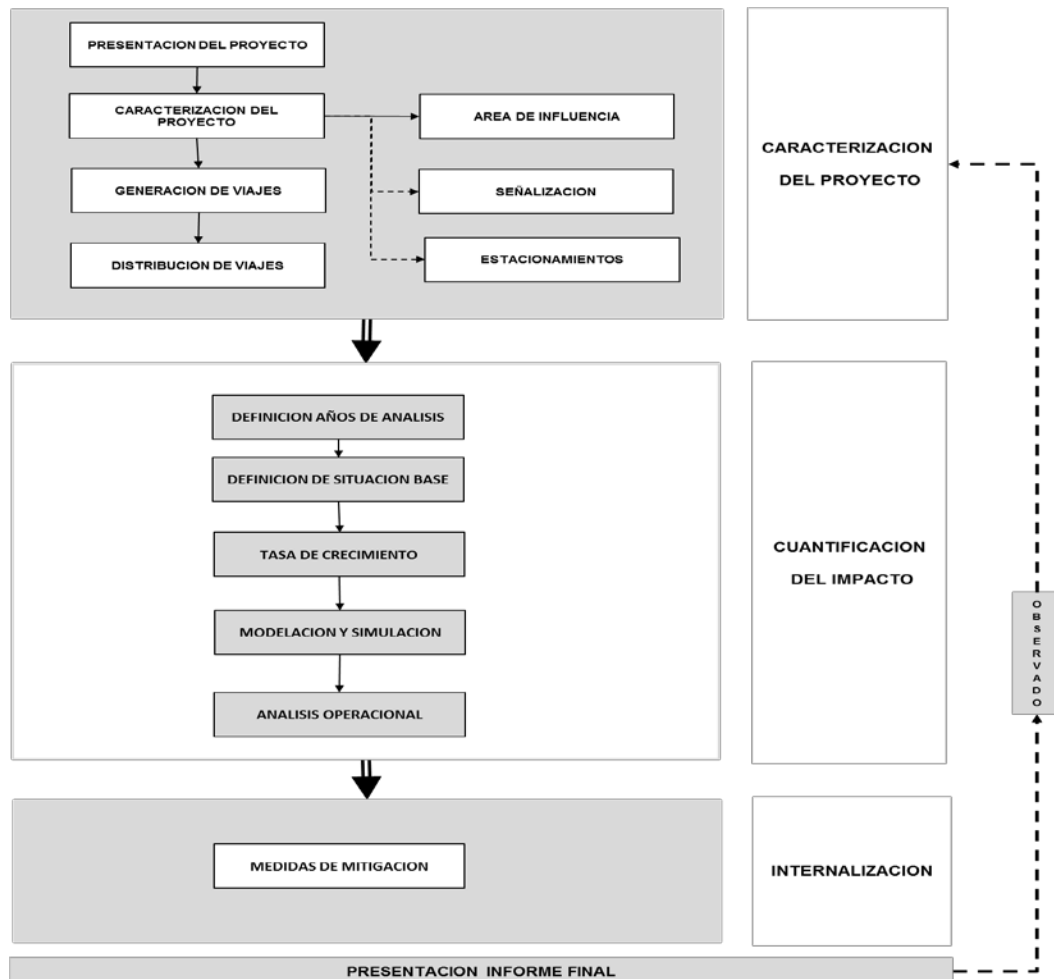
Son tres las fases contempladas en la elaboración de un EIV:

	GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL		GUÍA TÉCNICA	
		CÓDIGO:	SEM-SMM-GT-001	
		VERSIÓN:	0	

- A. Fase 1 Caracterización del Proyecto: En esta fase se analiza y evalúa la demanda generada por el proyecto de desarrollo planteado. Al culminar ésta, se iniciará el análisis especificado en la fase 2 y la fase 3, si la demanda generada (viajes producidos y atraídos) supera el 10% del flujo vehicular observado en la vía donde se encuentre el acceso principal al proyecto de desarrollo, en caso de no cumplirse esta condición, el “proponente” deberá entregar el documento de EIV solamente considerando el desarrollo de la fase 1.
- B. Fase 2 Cuantificación del Impacto: En esta fase se deben incorporar los datos que se generen acerca de la Cuantificación del Impacto considerando todos los elementos detallados para su análisis.
- C. Fase 3 Internalización del Impacto: En esta fase se deben incorporar las definiciones adoptadas para internalizar los impactos generados en el sistema vial y de transporte por la implementación del proyecto de desarrollo. En el informe que entrega el proponente se darán a conocer las soluciones que puntualicen el aporte directo de este, como resultado de incluir obras civiles en el área de influencia del proyecto de desarrollo.

El proponente debe presentar el documento de EIV, conforme a las especificaciones establecidas en esta guía, el cual será revisado por la AMTT y en el caso de que existan observaciones, el EIV será devuelto al proponente para subsanarlas.

A continuación se presenta el esquema general para este manual de acuerdo a lo descrito en los párrafos anteriores.



La metodología presentada permite que cualquier proyecto de desarrollo sea factible en su implementación siempre y cuando internalice los impactos generados y establezca condiciones operativas adecuadas para el sistema vial y de transporte.

Los impactos son externalidades que provocan costos a la sociedad y que se reflejan a través de perjuicios en los tiempos de viaje, restricción en la circulación vehicular y peatonal y generación de pérdidas económicas.

A continuación se detalla los procesos a seguir en cada una de las fases y que el proponente deberá considerar al momento de elaborar el EIV.

5.1 FASE I: CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

A. Presentación del Proyecto

Se deberá presentar documentación básica con referencia a los siguientes aspectos:

1. Describir el uso propuesto del proyecto de desarrollo
2. Especificar la cantidad y diversidad de actividades previstas
3. Presentar los planos de construcción, especificando superficies y las fases de desarrollo si existiesen. (escala 1:100 formato de modulo carta)
4. Especificar la cantidad y diseño de los accesos
5. Especificar la cantidad y ubicación de estacionamientos
6. Otros elementos que amplíen la información del proyecto de desarrollo

B. Caracterización del Proyecto

B.1 Información General:

Se deberá detallar los datos referentes a:

1. Describir el uso actual del sitio y su historia de uso reciente.
2. Presentar plano de localización en el entorno de la ciudad
3. Presentar plano describiendo la cercanía a vías principales.
4. Forma y numero de accesos/salidas o conexiones viales desde y hacia el proyecto de desarrollo.
5. Actividad de flujos de la movilidad del entorno del proyecto
 - a) Por tipo de vehículos:
 - i. transporte privado, transporte público y transporte de carga
 - b) Para peatones

B.2 Información requerida por tipo de proyecto

i. Proyecto de desarrollo tipo comercial

Son parte los proyectos de tiendas, restaurantes, supermercados, centrales de abasto, oficinas, estaciones de servicio, centros de eventos (ferias, exposiciones, etc.), estacionamientos de vehículos motorizados.

1. Identificar si es parte de un equipamiento existente (asociada a un proyecto) o se constituye en un proyecto de construcción nueva (independiente).
2. Superficie del terreno, construida y/o edificada.
3. Número de empleados. Especificar los turnos y su relación por superficie construida (empleados por turno/superficie construida).
4. Especificar si el proyecto es con o sin atención de público.
5. Número de clientes que se prevé atender.

	GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL		GUÍA TÉCNICA	
			CÓDIGO:	SEM-SMM-GT-001
			VERSIÓN:	0

- a) En caso de cines interesa número de asientos/superficie construida.
- b) Número de automóviles atendibles a la vez estaciones de servicio, comercio con atención desde el vehículo y talleres mecánicos) por superficie terreno.
6. Número de estacionamientos exigidos y total por superficie de terreno.
 - a) Diferenciar número de estacionamientos para empleados y para clientes/superficie terreno.
7. Facilidades de carga y descarga de productos u otro mobiliario requeridos.

ii. Residencial

Son parte los proyectos de viviendas-residenciales: viviendas colectivas, edificios de departamentos.

1. Identificar si es parte de un equipamiento existente (asociada a un proyecto) o se constituye en un proyecto de construcción nueva (independiente).
2. Superficie del terreno, construida y/o edificada.
3. Número total de viviendas o departamentos
4. Número de estacionamientos por vivienda y otros tipos de estacionamientos (visitas).
5. Densidad ocupacional del proyecto.
6. Accesos/salidas a vías del entorno del proyecto y específicamente a la vía principal.
7. Etapas del proyecto si las hubiere.

iii. Hospedaje

Son parte los proyectos de equipamientos de hospedaje: resort, hotel, hostel, residencial, casa de hospedaje, etc.

1. Identificar si es parte de un equipamiento existente (asociada a un proyecto) o se constituye en un proyecto de construcción nueva (independiente).
2. Superficie del terreno, construida y/o edificada.
3. Número de camas.
4. Número de estacionamientos exigidos y total por superficie de terreno.
 - a) Diferenciar número de estacionamientos para huéspedes, visitantes y personal.
5. Identificar las superficies de equipamientos destinados a otras actividades complementarias (salas de espectáculos, de conferencias, restaurantes, gimnasios, tiendas, etc.).

iv. Educativos

Son parte los proyectos de equipamientos educativos: unidades educativas, universidades, etc.

1. Identificar si es parte de un equipamiento existente (asociada a un proyecto) o se constituye en un proyecto de construcción nueva (independiente).
2. Superficie del terreno, construida y/o edificada.
3. Identificar las superficies de equipamientos destinados a otras actividades complementarias (auditorios, gimnasios, campos deportivos, etc.).
4. Número de estudiantes en horarios de mayor ocupación.
5. Número de personal administrativo y docentes en horario de mayor ocupación.
6. Número de estacionamientos exigidos y total por superficie de terreno.
 - a) Diferenciar número de estacionamientos para estudiantes (si los hubiere), docentes, empleados, administrativos.

v. Equipamientos deportivos

Son parte los proyectos deportivos: estadios deportivos, coliseos, campo deportivo o conjunto de ellos.

1. Identificar si es parte de un equipamiento existente (asociada a un proyecto) o se constituye en un proyecto de construcción nueva (independiente).
2. Identificar las superficies complementarias (zona administrativa, auditorios, etc.).
3. Detallar la capacidad (en número de espectadores).
4. Número de estacionamientos exigidos y total por superficie de terreno.
 - a) Diferenciar número de estacionamientos para espectadores, empleados, administrativos u otros.
5. Horario de los eventos públicos.

vi. Equipamientos de salud

Son parte los proyectos de equipamientos de salud: hospitales, centros de salud, etc.

1. Identificar si es parte de un equipamiento existente (asociada a un proyecto) o se constituye en un proyecto de construcción nueva (independiente).
2. Especificar si prestan atención ambulatoria y/o con internado.
3. Especificar el número de camas.
4. Superficie del terreno, construida y/o edificada.
5. Número de estacionamientos exigidos y total por superficie de terreno.
 - a) Diferenciar número de estacionamientos para personal de salud, administrativos, visitas u otros.
6. Número de empleados administrativos y personal de salud en horario de máxima ocupación.

vii. Equipamientos industriales

Son parte los proyectos de equipamientos industriales: fábricas, centros de distribución de productos, etc.

1. Identificar si es parte de un proyecto de construcción aislada o es parte de un equipamiento existente (asociada a un proyecto) o algún otro tipo de equipamiento (parque industrial).
2. Superficie del terreno, construida y/o edificada.
3. Número de trabajadores/empleados en horario de mayor ocupación.
4. Número y tipo de vehículos de uso de la industria (camiones, camionetas, autos, etc.).
5. Número de estacionamientos exigidos y total por superficie de terreno.
 - a) Diferenciar número de estacionamientos para personal, por tipo de vehículo, en zonas de descanso o zonas de permanencia temporal.

viii. Equipamientos de diversión y espectáculos

Son parte los proyectos de equipamientos de diversión y espectáculos: cines, teatros, centros culturales, auditorios, etc.

1. Identificar si es parte de un equipamiento existente (asociada a un proyecto) o se constituye en un proyecto de construcción nueva (independiente).
2. Superficie del terreno, construida y/o edificada.
3. Número de estacionamientos exigidos y total por superficie de terreno.
 - a) Diferenciar número de estacionamientos para espectadores y personal.
4. Número de espectadores o clientes en horario de máxima ocupación.
5. Identificar los horarios de funcionamiento.

ix. Equipamientos parques y áreas verdes

Son parte los proyectos de equipamientos de parques y áreas verdes: jardín botánico, zoológicos, plazas, parque urbano, sitios de picnic, etc.

1. Identificar si es parte de un equipamiento existente (asociada a un proyecto) o se constituye en un proyecto de construcción nueva (independiente).
2. Superficie del terreno, construida y/o edificada.
3. Número de estacionamientos exigidos y total por superficie de terreno.
 - a) Diferenciar número de estacionamientos para visitantes y personal.
4. Identificar los horarios de funcionamiento.

x. Infraestructura de transporte

Son parte los proyectos de infraestructura de transporte: tipo aéreos (aeropuertos o aeródromos) tipo terrestre (terminales, estaciones, intercambiadores modales u otros), tipo de transporte por cable (teleférico).

1. Cantidad de pasajeros / hora / sentido (o si corresponde pasajeros / día) y/o cantidad de volúmenes de carga / día.
2. Superficie del terreno, construida y/o edificada.
3. Número de estacionamientos exigidos y total por superficie de terreno.
 - a) Diferenciar número de estacionamientos para usuarios de la infraestructura (cuando corresponda) y personal empleados.
4. Horarios previstos de arribo y salidas de vehículos de transporte de pasajeros (según corresponda a la infraestructura).

xi. Infraestructura vial

Son parte los proyectos de infraestructura de vial: apertura y mejoramiento en vías urbanas, puentes, viaductos, distribuidores, túneles, sistemas de transporte público (BRT, LRT, monorrieles, trenes urbanos).

1. Descripción del proyecto.
2. Determinación del área de influencia directa e indirecta.
3. Caracterización de la infraestructura vial existente en el área de influencia directa (tipos de vías, superficies de rodadura, características geométricas, etc).

C. Determinación del área de influencia del proyecto

El área de influencia dependerá de la ubicación y tamaño del proyecto de desarrollo tomando en cuenta los siguientes criterios:

1. Obligatoriamente se debe tomar todas las intersecciones del entorno inmediato.
2. Considerar las demás intersecciones por donde se estime la incorporación del flujo desde y hacia el proyecto de desarrollo u otras intersecciones críticas.
3. Considerar si se encuentra en planeación otros proyectos de desarrollo cercanos, para determinar el crecimiento del flujo en el área de influencia.

De acuerdo al tipo de desarrollo, el análisis para el área de influencia debe ser coordinado con el personal técnico de la Autoridad Municipal del Transporte y Tránsito (AMTT).

D. Estimación Preliminar de la Demanda del Proyecto

D.1 Generación de Viajes

La Generación de Viajes es el proceso de estimación para determinar el número de viajes que van comenzar o a terminar dentro del área de estudio.

Para la cuantificación de la generación de tráfico se debe determinar tasas de generación de viajes con base a observaciones en otros sitios similares al proyecto de desarrollo con el objetivo de generar un modelo.

Para esto se deben realizar encuestas y/o aforos en los sitios seleccionados, tanto en los accesos peatonales como en los accesos vehiculares.

Se debe obtener datos a lo largo del día, para distinguir los desplazamientos en hora punta y en distintos días de la semana, incluidos los días de fin de semana.

i. Propuesta metodológica ¹

Consiste en obtener una función de regresión estadística que explique la variación del número de viajes que se generan en el proyecto de desarrollo por medio de la selección de variables independientes.

1. Selección de los sitios generadores similares
 - i. Se deberá estudiar al menos tres sitios y preferiblemente cinco para establecer tasas de generación de viajes.
Se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - Verificar que el (los) sitio(s) presenten accesos visibles y pueden ser controlados para facilitar la recolección de datos.
 - Seleccionar sitio(s) con semejanza entre la realidad del proyecto de desarrollo que se implementara y la realidad del lugar para el cual se generara un modelo.
 - Seleccionar sitio(s) con actividad similar en al menos un 85% y un tiempo de funcionamiento de al menos 2 años.
2. Selección de las variables
 - i. La(s) variable(s) independiente(s) debe seleccionarse de tal forma que la información esté disponible del sitio seleccionado incluyendo características de uso de suelo y socioeconómicas.
 - ii. El número de viajes debe estar influenciado de manera lógica con la(s) variable(s).
 - iii. A manera de recomendación se presenta las siguientes variables que pueden ser tomadas en cuenta:

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE
Variables socioeconómicas	1. Nivel de ingresos 2. Edad 3. Estatus profesional 4. Tamaño de hogar 5. Propiedad vehicular 6. Número de viajes (por ejemplo por viajes/empleador) 7. Motivo de viaje
Variables de las condiciones físicas del sitio seleccionado	1. Población 2. Densidad 3. Empleo

¹ La propuesta metodológica es desarrollada en base a Trip Generation Handbook 2001 del Institute of Transportation Engineers (ITE).

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE
	4. Número de estacionamientos 5. Superficie construida y/o edificada 6. Superficie ocupada o alquilada

3. Levantamiento de información de campo

- i. Realizar el levantamiento de información en:
 - a) los accesos identificados al (los) sitio(s) similar(es)
 - b) en las vías adyacentes de acuerdo al área de influencia definido.
- ii. Realizar aforos manuales con el detalle de la distribución direccional y la clasificación de los vehículos.

ii. Aforo de vehículos y peatones

Se realizaran dichas mediciones por 15 horas consecutivas en días ordinarios y fines de semana.

Existen las siguientes salvedades:

1. Para proyectos educativos y habitacionales se podrá realizar mediciones como mínimo en dos periodos: entre las 7:00 y 10:00, y entre las 17:00 y 20:00 durante dos días hábiles de la semana (entre martes y jueves)
2. Para proyectos de diversión y espectáculos se deberá realizar durante los días viernes.
3. Adicionalmente, de acuerdo al tipo de equipamiento a desarrollarse, se requerirá realizar aforos en otros horarios y días de fin de semana.

En los Anexos 1 y 2 se presentan los formularios base para el levantamiento de información de aforos vehiculares y peatonales.

4. Selección de los periodos para levantamiento de campo

- i. Se realizaran mediciones por 15 horas consecutivas (de 7:00 a 22:00) en días de la semana y fines de semana por 13 horas consecutivas (de 7:00 a 20:00).
- ii. Si se tiene considerados mediciones en diferentes accesos, estos deben ser realizados de manera simultánea.
- iii. Evitar mediciones en épocas de vacaciones, días feriados, periodos de lluvia y eventos fortuitos.

5. Procesamiento de la información

- i. Seleccionar y obtener las horas de mayor volumen – hora pico.
 - a) Las horas pico deben ser obtenidas como mínimo en horario de mañana y horario de la tarde.
 - b) Las horas pico deben obtenerse en los accesos identificados al (los) sitio(s) similar(es) y en las vías adyacentes de acuerdo al área de influencia definido.

- ii. Calcular las tasas de generación de viajes considerando las unidades de medición (superficie de construcción, superficie ocupada y alquilada, número de estacionamientos, número de empleados, etc.) adoptadas y comparar con los datos de aforos realizados.

Calculo de la tasa de generación de viajes

$$Z = \frac{X}{Y}$$

Donde:

Z: tasa de generación de viajes

X: variable seleccionada en el punto 2 (ejemplo: superficie construida, número de empleados, etc.)

Y: número de viajes por hora

Calculo de la Tasa promedio de generación de viajes

$$\mu = \frac{Z}{n}$$

Donde:

μ : tasa promedio de generación de viajes

Z: tasa de generación de viajes

n: número de observaciones

- iii. Estimar los viajes generados para el proyecto de desarrollo.
- iv. Obtener la(s) ecuación(es) de regresión que expliquen la generación de viajes a través de las variables seleccionadas en el punto 2.
- a) Métodos estadísticos

$$Y = a + b \cdot X$$

Donde:

$$a = \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum Y_i \sum X_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

En caso de que fuera posible estimar varias regresiones con diferentes variables, se recomienda seguir los siguientes criterios:

1. Elegir aquella que guarde una mayor causa directa en la variación del viaje generado por un determinado uso del suelo y que se pueda proyectar con precisión para otros desarrollos propuestos.
2. Que se obtenga de una primera medida y no derivada de una segunda.
3. La mejor estimación será dada por el coeficiente de correlación R^2 que comprendan valores $R^2 \geq 0,75$ se consideran un buen ajuste.
4. En cada estimación se recomienda utilizar variables que sean estables y que no cambien; por ejemplo las características físicas m^2 de suelo construido, número de viviendas, departamentos, tiendas, etc.

El tráfico generado por el sitio debe ser contado, si es factible, para un período de 7 días para determinar los picos durante los días de semana y de fin de semana. Como mínimo debe recolectarse información durante un período de 15 horas, aunque es preferible utilizar un período de 24 horas continuas.

Los aforos de volúmenes de tráfico direccionales deben ser fraccionados en períodos de 15 minutos. Los datos son obtenidos a través de mediciones efectuadas en el sitio.

D.2 Distribución de Viajes

La distribución de viajes relaciona los viajes producidos y los viajes atraídos para cada par de zonas basados en características del uso de suelo y del sistema de transporte.

Propuesta metodológica ²

El modelo de gravitación establece los siguientes pasos:

- i. Está definido por la siguiente formula:

$$T_{ij} = P_i \left(\frac{A_j f(c_{ij})}{\sum A_j f(c_{ij})} \right)$$

Donde:

T_{ij} : número de viajes de la zona i a la zona j

P_i : número de viajes producciones en la zona i

A_j : número de viajes atraídos a la zona j

$f(c_{ij})$: función de impedancia que relaciona la separación espacial entre dos zonas

La función de impedancia es la que permite que los viajes menos convenientes (más distantes, más costosos etc.) sean castigados.

$$f(c_{ij}) = a \times t_{ij}^b \times e^{c \times t_{ij}}$$

Donde:

² La propuesta metodológica es desarrollada en base al documento Travel Estimation Techniques for Urban Planning del National Cooperative Highway Research Program Report 365.

$f(c_j)$: función de impedancia
 a, b, c : coeficientes del modelo
 t_{ij} : tiempo de viaje entre las zonas i y j
 e : base de logaritmo natural

PROPOSITO DEL VIAJE	a	b	c
Hogar-trabajo	28.507	-0,020	-0,123
Hogar como origen	139.173	-1,285	-0,094
No tiene origen en el hogar	219.113	-1,332	-0,100

Fuente: Travel Estimation Techniques for Urban Planning del National Cooperative Highway Research Program Report 365.

Se debe realizar una encuesta origen-destino de viajes. Esta puede ser llevada a cabo dependiendo la localización del sitio similar escogido, de las siguientes maneras:

1. Encuesta OD de hogares o
2. Encuesta OD de intersección

Las encuestas deberán ser realizadas en un tipo de localización actualmente existente similar al proyecto de desarrollo y ubicada en un área socioeconómicamente similar a donde se ubicaría el nuevo proyecto. En el Anexo 3 se presenta el formulario base para el levantamiento de información de encuestas Origen-Destino.

E. Accesos y Señalización del Proyecto

Se debe presentar los siguientes datos:

1. Plano de todas las plantas a escala (escala 1:100) con el detalle de los accesos.
2. Plano de señalización horizontal y vertical en base a las siguientes consideraciones:
 - a. Definir la configuración de la red vial interna (si corresponde) y el esquema de circulación con las dimensiones y el plan previsto.
 - b. Incluir las consideraciones para las rutas de servicio y emergencias que pueda requerir el nuevo desarrollo. En esto, es importante que el proyecto especifique entre otros:
 - c. El espacio previsto para el estacionamiento de vehículos de mudanza en proyectos de desarrollo habitacional.
 - d. El espacio previsto para el estacionamiento de vehículos de diferentes dimensiones.
 - e. Definir los anchos de las islas, la demarcación vial, las medidas de seguridad vial, la visibilidad, etc.
 - f. Incluir las consideraciones de velocidad vehicular y las medidas de control a implantar en la red interna del desarrollo.

F. Estacionamientos

Se deberá:

1. Describir la planificación de implementación de estacionamientos en base a los estándares previstos por Ley de Uso de Suelos Urbanos (LUSU) y/u otra normativa internacional aplicable.
2. Especificar el número de estacionamientos previstos.
3. El espacio previsto para la fila de los vehículos de clientes, en el caso de proyectos de desarrollo con servicio al vehículo. En ningún caso, los proyectos de desarrollo pueden utilizar el espacio vial de la red de Vías primarias y secundarias para la fila de vehículos de clientes. Se deberá especificar los siguientes puntos:
 - a. Cantidad y ubicación de los puntos de atención que impliquen detención del vehículo.
 - b. Tiempo de atención por cada punto de atención al vehículo.
 - c. Determinar el número de vehículos que debe estar en el área de espera o amortiguamiento en base a las relaciones correspondientes.

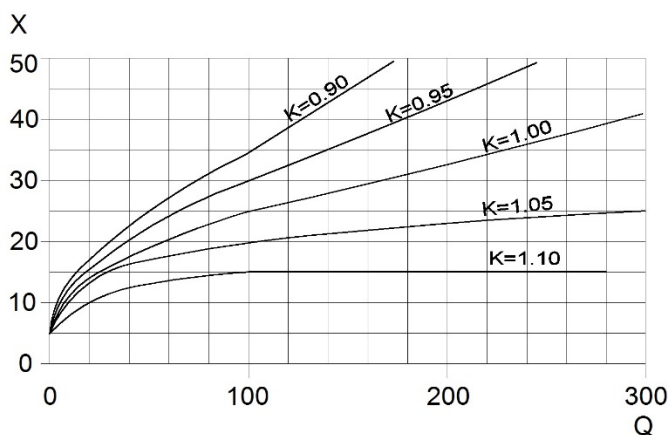
$$k = \frac{e \times n}{Q}$$

Donde:

e: número de puntos de atención a la demanda

n: número de vehículos que atiende un punto durante una hora

Q: frecuencia de llegada. Número máximo de vehículos que llegan durante la hora de máxima afluencia.



Donde:

X: capacidad del espacio para esperar (número de vehículos)

5.2 FASE II: CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO

A. Definición de años de análisis

Se entiende como años de análisis, al año futuro para el cual se realizará el estudio de impacto vial. Esto corresponde a:

1. El año en el cual el proyecto de desarrollo está completamente terminado,
2. El proyecto de desarrollo este ocupado,
3. El proyecto de desarrollo está operando a plena capacidad y
4. En caso de proyectos de infraestructura vial el año de apertura de la vía más 20 años.

De manera general se prevé que los años de análisis posibles para la proyección, sean de 5, 10 y 20 años de acuerdo a la vida útil del proyecto de desarrollo para los cuales se deberá medir el impacto.

Adicionalmente, si corresponde, se deberá presentar el análisis de proyección en los años:

1. Cuando el proyecto de desarrollo tenga diferentes fases de construcción,
2. Cuando se defina, mediante información institucional del gobierno municipal, gobierno departamental o gobierno estatal, cambios futuros en el sistema de transporte u obras en la red vial cercana al proyecto de desarrollo,
3. Cuando exista o se implemente otro proyecto particular que este alrededor del proyecto de desarrollo analizado y
4. Cuando la Autoridad Municipal de Transporte y Transito (AMTT) requiera algún horizonte de análisis específico.

B. Definición situación base

La información relacionada con la red vial, el sistema de transporte y desarrollos cercanos al área del proyecto de desarrollo debe ser recopilada y revisada. Los datos que se presentan en el cuadro a continuación son necesarios recopilar para un estudio de impacto vial.

CATEGORIA DE INFORMACION	DATOS REQUERIDOS
Volúmenes de Trafico	• Aforos vehiculares direccionales y clasificados • Aforos peatonales
Uso de Suelo	• Usos del suelo, mapa de riesgos y densidades en el área circundante al desarrollo • Características (usos, densidades, fecha de inauguración, etc.) de proyectos de desarrollos adicionales que hayan sido aprobados por el GAMLP. • Desarrollos anticipados para terrenos baldíos en el área de estudio • Ley de Uso de Suelo Urbano • Zonificación

CATEGORIA DE INFORMACION	DATOS REQUERIDOS
Demografía	Datos recientes de población y empleo dentro del área de estudio por áreas del censo.
Sistema Vial	- Características de la red vial circundante (geometría, sentidos de circulación, control de tránsito) y jerarquía vial. - Ubicación de semáforos, coordinación y fases - Características de estacionamiento
Datos de Transporte	- Características del transporte público. - Datos de origen y destino y distribución de viajes - Datos de accidentes

Es requerida la observación de campo para verificar las condiciones de operación del tránsito.

B1. Inventario vial

El formulario presentado en el Anexo 4 es la referencia para recopilar la información de la red vial.

C. Tasa de crecimiento por tipo de vehículo

C.1 Propuesta metodológica

La tasa de crecimiento está relacionada con factores como:

- a) Económicos
 - 1. Producto Interno Bruto
 - 2. Producto Interno Neto
 - 3. Producto Interno per cápita
- b) Demográficos
 - 1. Población
 - 2. Densidad
- c) Movilidad
 - 1. Propiedad vehicular

Se debe realizar un análisis de regresión iniciando a través de la siguiente expresión:

$$\ln P = A_0 + A_1 \ln IE$$

Donde:

P : flujo vehicular

A_0 : constante de la regresión

A_1 : coeficiente de regresión

IE: Indicador económico (Producto Interno Bruto, Producto Interno Neto, Producto Interno per cápita, Propiedad vehicular, Población u otros)

$$\text{tasa de crecimiento de trafico} = [(1 + tp)(1 + tpic \times A_1) - 1]$$

Donde:

tp : tasa de crecimiento de la población

$tpic$: tasa de crecimiento del producto interno per cápita

A_1 : elasticidad o coeficiente de regresión

D. Modelación y simulación

De acuerdo al tipo de desarrollo, el análisis para la asignación de tráfico puede requerir el uso de modelos de microsimulación, para lo cual se debe coordinar con el personal técnico de la Autoridad Municipal del Transporte y Tránsito (AMTT).

Los modelos de microsimulación recomendados son VISSIM, TRANSYT, u otros aprobados por la AMTT.

Se debe presentar la simulación para los flujos de la situación sin proyecto y con proyecto realizando el análisis si fuera requerido de una nueva intersección semaforizada, modificación de intersecciones, rediseños geométricos que afecten a la movilidad, cambios de paraderos de transporte público y/o estacionamientos que modifiquen la capacidad y nivel de servicio.

E. Análisis operacional

Para el análisis operacional se siguió la metodología presentada en el HCM 2000 (Highway Capacity Manual, 2000) en cuanto a la obtención de la capacidad y nivel de servicio en intersecciones.

E.1 Capacidad y Nivel de servicio vehicular

Los niveles de servicio definidos son los siguientes:

1. Nivel de servicio A: operación con demoras muy bajas, menores de 10 segundos por vehículo. La mayoría de los vehículos no se detienen durante la fase verde y no se detienen del todo. Longitudes de ciclo corto pueden contribuir a demoras mínimas.
2. Nivel de servicio B: operación con demoras entre 10 y 20 segundos por vehículo. Algunos vehículos comienzan a detenerse.
3. Nivel de servicio C: operación con demoras de entre 20 y 35 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos comienzan a malograrse.
4. Nivel de servicio D: operación con demoras entre 35 y 55 segundos por vehículo. Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en fase roja,

longitudes de ciclo amplias, o relaciones V7C altas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notables los ciclos malogrados.

5. Nivel de servicio E: operación con demoras entre 55 y 80 segundos por vehículo. Se considera como el límite aceptable de demoras. Las demoras son causadas por progresiones pobres, ciclos muy largos y relaciones v/c muy altas.
6. Nivel de servicio F: operación con demoras superiores a los 80 segundos por vehículo. Los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestión y operación saturada.

Niveles de servicio para una intersección sin semáforo		Niveles de servicio para una intersección con semáforo	
Nivel de servicio	Demora promedio (seg/vehículo)	Nivel de servicio	Demora promedio (seg/vehículo)
A	<10	A	<10
B	10 – 15	B	10 – 20
C	15 – 25	C	20 – 35
D	25– 35	D	35 – 55
E	35 – 50	E	55 – 80
F	> 50	F	> 80

La metodología de análisis consta de los siguientes pasos:

1. Parámetros de entrada

Se debe introducir la información presentada en la siguiente tabla:

TIPO DE CONDICIÓN	PARÁMETRO
Geométricas	Tipo de Área
	Número de carriles N
	Ancho promedio de carriles W
	Pendiente G%
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT

TIPO DE CONDICIÓN	PARÁMETRO
Trafico	Longitud de bahías Ls
	Estacionamiento
	Volumen de demanda por movimiento V (veh/h)
	Tasa de flujo de saturación base So (veh/h/carril)
	Factor de la hora de máxima demanda FHMD
	Porcentaje de vehículos pesados HV%
	Tasa de flujo peatonal en el acceso Vped (peatones/h)
	Transporte público local que paran en la intersección Nb (vehículos/h)
	Actividad de estacionamiento Nm (maniobras/h)
	Tipo de llegadas AT
	Proporción de vehículos que llegan en verde P
	Velocidad de aproximación Sa (km/h)
Semáforos	Longitud de ciclo C (seg)
	Tiempo de verde G (seg)
	Amarillo+Todo rojo, intervalo de cambio y despeje, entreverde, Y (seg)
	Operación accionada o prefijada
	Botón Peatonal
	Verde mínimo peatonal Gp (seg)
	Plan de fases
	Periodo de análisis T (h)

2. Agrupación de carriles

Se deben establecer en la intersección grupos de carriles apropiados, considerando tanto la geometría de la intersección como la distribución de los movimientos vehiculares. En general, se deberán establecer grupos de carriles separados cuando se disponga de bahías exclusivas para giros. Cuando se tienen carriles de giro compartidos, se deberá evaluar la operación en el carril para decidir si efectivamente funciona como carril exclusivo de giro o no.

3. Determinación de la tasa de flujo

Es necesario convertir los volúmenes horarios a tasas de flujo durante los 15 min a través del factor de la hora de máxima demanda:

$$v_p = \frac{V}{FHMD}$$

Donde v_p es la tasa de flujo durante los 15 minutos más cargados en vehículos/hora, V es el volumen horario en vehículos/hora, y FHMD el factor de la hora de máxima demanda, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$FHMD = \frac{V}{4 V_{15}}$$

Donde V es el volumen horario, y V_{15} es el volumen horario para los 15 minutos más cargados.

4. Determinación de la tasa de flujo de saturación

La tasa de flujo de saturación se define como la tasa máxima de flujo, en un acceso o grupo de carriles, que puede pasar a través de la intersección bajo las condiciones prevalecientes de tránsito y la calle, suponiendo que dicho acceso o grupo de carriles tiene el 100% del tiempo disponible como verde efectivo.

Las condiciones prevalecientes del tránsito incluyen los volúmenes por tipo de movimiento, su composición vehicular, maniobras de estacionamiento, paradas de autobuses y conflictos con peatones y ciclistas. Las condiciones prevalecientes de la calle describen las características geométricas de los accesos, en términos del número y ancho de carriles, pendientes y uso de carriles incluyendo carriles de estacionamiento. Las condiciones prevalecientes del semáforo incluyen la secuencia de fases, la asignación de tiempos y el tipo de operación.

Se puede determinar mediante estudios de campo, o calcular por la siguiente expresión:

$$s_i = s_o (N)(f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})(f_{Lpb})(f_{Rpb})$$

Donde:

s_i es la tasa de flujo de saturación,

s_o es el flujo de saturación base en vehículos por hora por carril,

N es el número de carriles,

f_w el factor de ajuste por ancho de carril,

f_{HV} el factor de ajuste por vehículos pesados,

f_g el factor de ajuste por pendiente de acceso,

f_p el factor de ajuste por estacionamiento,

f_{bb} el factor de ajuste por bloqueo de vehículos de transporte público,

f_a el factor de ajuste por tipo de área,

f_{LU} el factor de ajuste por utilización de carriles,

f_{LT} el factor de ajuste por vueltas a la izquierda,

f_{RT} el factor de ajuste por vueltas a la derecha,

f_{Lpb} el factor de ajuste izquierdo peatones y ciclistas,

f_{Rpb} el factor de ajuste derecho peatones y ciclistas.

El cálculo de los factores mencionados se presenta en la siguiente tabla:

FACTOR	FORMULA	DEFINICIÓN DE VARIABLES	NOTAS
Ancho de carril	$f_w = 1 + \frac{W - 3,6}{9}$	W = ancho de carril (m)	W $\geq$ 2,4 Si W $\geq$ 4,8 analizar como dos carriles
Vehículos pesados	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$	%HV = porcentaje de vehículos pesados	E _T = 2 autos por pesado
Pendiente	$f_G = 1 - \frac{\%G}{200}$	%G = porcentaje de pendiente del acceso	-6 $\leq$ %G $\leq$ +10
Estacionamiento	$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18Nm}{3600}}{N}$	N = número de carriles Nm = número de maniobras de estacionamiento por hora	0 $\leq$ Nm $\leq$ 180 f _p $\geq$ 0.05 f _p = 1 sin estacionamiento
Bloqueo de buses	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 NB}{3600}}{N}$	N = número de carriles NB = número de buses que paran por hora	0 $\leq$ NB $\leq$ 250 f _{bb} $\geq$ 0.05
Tipo de área	f _a = 0,9 en CBD f _a = 1 en otras áreas	CBD = distrito central de negocios	
Utilización de carriles	$f_{LU} = \frac{v_g}{Nv_{g1}}$	V _g = tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril V _{g1} = tasa de flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto del grupo N = número de carriles	
Vueltas a la izquierda	Carril exclusivo f _{LT} = 0,95	P _{LT} = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles	

FACTOR	FORMULA	DEFINICIÓN DE VARIABLES	NOTAS
	Carril compartido $f_{LT} = \frac{1}{1+0,05 PLT}$		
Vueltas a la derecha	Carril $f_{RT} = 0,85^{\text{exclusivo}}$	P_{RT} = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles	
	Carril compartido: $f_{RT} = 1 - 0,15PRT$		
	Carril simple: $f_{RT} = 1 - 0,135PRT$		
Bloqueo por peatones y bicicletas	$f_{lpb} = 1 - PLT(1-A_{pbT})(1-P_{LTA})$	P_{LT} = proporción vueltas a la izquierda en el grupo de carriles A_{pbT} = ajuste a la fase permitida P_{LTA} = proporción de vueltas a la izquierda que usan la fase protegida P_{RT} = proporción vueltas a la derecha en el grupo de carriles P_{RTA} = proporción de vueltas a la derecha que usan la fase protegida	
	$f_{lpb} = 1 - PRT(1-A_{pbT})(1-P_{RTA})$		

5. Determinación de la capacidad y la relación volumen capacidad

La capacidad en una intersección con control de semáforos se define para cada acceso o grupo de carriles, como la tasa de flujo máxima que puede pasar a través de la intersección bajo condiciones prevalecientes de tránsito, calle y del semáforo. Se calcula mediante la ecuación.

$$c_i = s_i \left(\frac{g_i}{C} \right) \quad (a)$$

Donde:

c_i: es la capacidad del grupo de carriles en vehículos/hora,

s_i: es la tasa de flujo de saturación del grupo de carriles en vehículos/hora,

g_i: es el tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles en segundos, y

C: es el ciclo del semáforo en segundos.

La relación volumen a capacidad, denominada grado de saturación, se calcula como:

$$x_i = \frac{v_i}{c_i} \quad (b)$$

Donde:

v_i: es la tasa de flujo de demanda, y c_i es la capacidad del grupo de carriles.

Reemplazando la (a) en (b):

$$x_i = \frac{v_i}{s_i \left(\frac{g_i}{C} \right)} = \left(\frac{v}{s} \right)_i$$

En esta expresión, al cociente $\left(\frac{v}{s} \right)_i$ se denomina relación de flujo.

Valores superiores a 1 en el grado de saturación indican un exceso de demanda sobre la capacidad.

6. Determinación de las demoras

Los valores derivados de los cálculos representan la demora media por control experimentada por los vehículos que llegan en el periodo de análisis. La demora por control incluye los movimientos a velocidades bajas y las detenciones en los accesos a la intersección, cuando los vehículos disminuyen la velocidad corriente arriba o cambian de posición en la cola. Se calcula como:

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3$$

Donde:

d: es la demora media por control en segundos/vehículo,

d₁: la demora uniforme en segundos/vehículos,

PF. el factor de ajuste por coordinación,

d₂: la demora incremental en segundos/vehículo, y

d₃: la demora por cola inicial en segundos/vehículo.

	GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL		GUÍA TÉCNICA	
			CÓDIGO:	SEM-SMM-GT-001
			VERSIÓN:	0

Para determinar el factor de ajuste por coordinación, se tiene en cuenta la proporción de vehículos que llegan en verde. Se calcula de la siguiente manera:

$$PF = \frac{(1 - P)f_{PA}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)}$$

Donde:

P: es la proporción de vehículos que llegan en verde,

g/C: es la proporción de tiempo verde disponible, y

F_{pa}: es el factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan en verde.

El valor de P se puede estimar como:

$$P = R_p \left(\frac{g}{C}\right)$$

Donde:

R_p: es la relación de pelotón, la cual se puede estimar conociendo el tipo de arribo. Esta relación toma valores entre 0 y 2, correspondiendo 0 a una progresión muy pobre, 1 a arribos aleatorios, y 2 a una progresión excepcional, con excelente coordinación.

La demora uniforme *d₁*, es la que ocurriría si los vehículos llegaran uniformemente distribuidos, tal que no exista saturación durante ningún ciclo. Se calcula como:

$$d_1 = \frac{0.5 C \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, x) \frac{g}{C}\right]}$$

La demora incremental *d₂* toma en consideración las llegadas aleatorias, que ocasiona que algunos ciclos se sobresature. Se expresa como:

$$d_2 = 900T \left[(x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8kIC}{cT}} \right]$$

Donde T es la duración del periodo analizando, en 0.25 h, k es el factor de demora incremental que depende del ajuste de los controladores de intersecciones accionadas (se toma un valor de 0,50 para intersecciones prefijadas), e I es un factor de ajuste por entradas de la intersección corriente arriba.

La demora por cola inicial *d₃* es aquella que se da cuando existe una cola residual antes del periodo de análisis T. Se calcula con la siguiente expresión:

$$d_3 = \frac{1800 Q_b(1 + u) t}{cT}$$

Donde Q_b es la cola inicial al principio del periodo T en vehículos, c es la capacidad en vehículos/hora, T es la duración del periodo analizado en 0,25 h, t es la duración de la demanda insatisfecha en hora, y u es el parámetro de demora.

La demora en cualquier acceso, se determina como un promedio ponderado de las demoras totales de todos los grupos de carriles del mismo, de la siguiente manera:

$$v_a = \frac{\sum_{i=1}^A (d_i v_i)}{\sum_{i=1}^A v_i}$$

Donde A es el número de carriles en el acceso, d_a la demora en el acceso en segundos/vehículo, d_i la demora en el grupo de carriles i en segundos/vehículo, y v_i el volumen ajustado en el grupo de carriles i en vehículos/hora.

La demora en la intersección también se determina como un promedio ponderado de las demoras en todos los accesos de la misma, de la siguiente manera:

$$v_i = \frac{\sum_{A=1}^I (d_A v_A)}{\sum_{A=1}^I v_A}$$

Donde I es el número de accesos en la intersección, d_1 la demora en la intersección en segundos/vehículo, d_A la demora en el acceso A en segundos/vehículo, y v_A el volumen ajustado en el acceso A en vehículos/hora.

7. Determinación del nivel de servicio

Una vez calculada la demora promedio, se determina el nivel de servicio, comparando con los valores enunciados previamente. Se obtiene para cada grupo de carriles, para cada acceso, y para la intersección como un todo.

Formularios de resumen de datos

En el Anexos 5 se presentan los formularios base para el registro del flujo vehicular, el volumen ajustado y flujo de saturación y el cálculo de capacidad y nivel de servicio.

E.2 Capacidad y Nivel de servicio peatonal

Los niveles de servicio definidos son los siguientes:

NIVEL DE SERVICIO	ESPACIO (m ² /p)	TASA DE FLUJO (p/min/m)	VELOCIDAD (m/s)	TASA V/C
A	> 5.6	≤ 16	> 1.30	≤ 0.21
B	> 3.7 – 5.6	> 16 – 23	> 1.27 – 1.30	> 0.21 – 0.31
C	> 2.2 – 3.7	> 23 – 33	> 1.22 – 1.27	> 0.31 – 0.44
D	> 1.4 – 2.2	> 33 – 49	> 1.14 – 1.22	> 0.44 – 0.65
E	> 0.75 – 1.4	> 49 – 75	> 0.75 – 1.14	> 0.65 – 1.0
F	≥ 0.75	variable	≤ 0.75	variable

En el caso de que el flujo peatonal genere la formación de pelotones u otro patrón de tránsito, los Niveles de Servicio se determinan con la siguiente tabla.

NIVEL DE SERVICIO	ESPACIO (m ² /p)	TASA DE FLUJO (p/min/m)
A	> 49	≤ 1.6
B	> 8 – 49	> 1.6 – 10
C	> 4 – 8	> 10 – 20
D	> 2 – 4	> 20 – 36
E	> 1 - 2	> 36 – 59

La metodología de análisis consta de los siguientes pasos:

1. Determinación del ancho efectivo de acera

$$W_E = W_T - W_O$$

Donde:

W_E : ancho efectivo de acera (m)

W_T : ancho total de la acera (m)

W_O : ancho de la acera con obstrucciones (m)

El ancho efectivo de la acera toma en cuenta los obstáculos que pueden existir y que interfieren con la libre circulación de peatones

2. Tasa de flujo peatonal

$$V_p = \frac{V_{15}}{15 \times W_E}$$

V_p = Tasa de flujo peatonal (p/min/m)

V_{15} = Flujo pico de 15 minutos (p/15 min)

W_E = Ancho efectivo de acera (m)

3. Determinación del nivel de servicio

Una vez calculada la tasa de flujo peatonal, se determina el nivel de servicio, comparando con los valores enunciados previamente.

La relación Volumen/Capacidad (V/C) se calcula considerando una capacidad de 75 p/min/m.

5.3 FASE III: INTERNALIZACIÓN DEL IMPACTO

A. Medidas de mitigación

Las medidas recomendadas en este punto deben generar soluciones de circulación segura, rápida y eficiente hacia y desde el proyecto en estudio, minimizando los impactos operacionales al tránsito cercano.

- En base a la comparación de escenarios se deberá evaluar los impactos del proyecto considerando parámetros de:
 - Niveles de servicio de las condiciones existentes y con la proyección sin incluir el tráfico generado por el proyecto.
 - Niveles de servicio de las condiciones existentes y con la proyección que incluyan el tráfico generado por el proyecto.
- En todos los casos se deberá describir las mejoras a la vialidad. Estos pueden ser:
 - Implementación y/o cambios en los dispositivos de control de tránsito.
 - Cambios de los sentidos de circulación.
 - Evaluación de los tiempos de retardo y formación de colas.
 - Mejoras geométricas de la infraestructura vial.
 - Factibilidad de implementación de las mejoras propuestas.

B. Plan de contingencia para las afectaciones en vía.

Durante la etapa de construcción del proyecto de desarrollo, incluyendo todas sus fases proyectadas si corresponde; es requerido que el “proponente” presente un plan de contingencia en cuanto se evidencien afectaciones tanto a las vías de circulación vehicular como a la circulación peatonal y/o ciclistas. Se entenderá como afectaciones a cualquier tipo de obstrucción que se genere producto de la construcción.

El plan de contingencia debe considerar mínimamente:

- Plan de desvíos para la circulación vehicular, tanto privado como público. Debe incluir la temporalidad de la implementación de desvíos y los sistemas de control que fueran requeridos.
En caso de que se afecten paradas del servicio público de transporte colectivo deberán estar especificado las modificaciones de su ubicación y la provisión de señalización.
- Plan de desvíos para la circulación peatonal. Este plan deberá precisar dispositivos y/o medidas que garanticen la circulación peatonal de manera segura tanto en las cercanías del

	GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL		GUÍA TÉCNICA	
		CÓDIGO:	SEM-SMM-GT-001	
		VERSIÓN:	0	

proyecto en construcción como en las proximidades de la calzada o vías de circulación vehicular.

5.4 CONTENIDO DEL ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

El contenido mínimo de un estudio de impacto vial deberá incluir las siguientes secciones:

1. Introducción

Características del desarrollo

Usos del suelo propuestos

Ubicación

Planos propuestos

Fases de construcción

Ubicación del proyecto de desarrollo en el área de estudio

2. Características de la Red Vial

Descripción de la red vial existente

Operación del tráfico actual

Operación del transporte público

3. Proyecciones de volúmenes de tráfico

Accesos propuestos al desarrollo

Generación de viajes

Distribución de viajes

Volúmenes de tráfico proyectados (base, para cada año horizonte)

4. Análisis de operación del tráfico

Operación del tráfico base proyectado (para cada año)

Análisis de capacidad (año base)

Operación de tráfico proyectado, incluyendo tráfico generado (para cada año)

	GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL		GUÍA TÉCNICA
			CÓDIGO: SEM-SMM-GT-001
			VERSIÓN: 0

Análisis de capacidad (incluye tráfico generado)

Circulación en el desarrollo y necesidades de estacionamiento

5. Medidas de mitigación

Mejoras necesarias para la condición aceptable de la movilidad en cada año de horizonte.

Mejoras necesarias para la condición aceptable de la movilidad proyectada, incluyendo el tráfico generado por el desarrollo

6. Conclusiones

Planos que se debe presentar (escala 1:100 formato de modulo carta)

1. Plano de ubicación del proyecto con delimitación del área de influencia.
2. Plano de situación actual del área de influencia incluyendo usos de suelo, mobiliario, sentidos de circulación y dispositivos de control de tránsito complementado con un panel fotográfico.
3. Plano de accesibilidad vehicular y peatonal mostrando la circulación vehicular interna y la ubicación de ingreso/egreso vehicular/peatonal al/del proyecto.
4. Plano de distribución de las áreas por actividad y todas las vías perimétricas.
5. Plano de propuestas de mitigación de impactos negativos detallando el área de intervención de señalización y obras sobre la vía pública a ser ejecutadas por el propietario del proyecto.

5.5 FORMA DE PRESENTACION

El “proponente” deberá presentar el Estudio de Impacto Vial del proyecto de desarrollo considerando los siguientes aspectos:

- En la caratula y en la primera hoja se describirá el título completo, el nombre del autor o consultor del trabajo, identificándolo con su cedula de identidad respectiva y los nombres de los colaboradores que participaron en el trabajo. También deberá incluirse la fecha de elaboración.
- El texto del informe se redactara en hojas tamaño carta debidamente numeradas.
- Presentar un ejemplar del informe con sus respectivos anexos y un CD conteniendo el informe y anexos, en formato editable.
- Los planos y gráficos que no estén insertos al texto deberán de ser elaborados en tamaño carta o doble carta legibles. De requerirse un tamaño mayor, los mismos deberán estar

	GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL		GUÍA TÉCNICA	
			CÓDIGO:	SEM-SMM-GT-001
			VERSIÓN:	0

apropiadamente doblados hasta alcanzar el tamaño carta y ser incluidos en sobres individuales incorporado al informe.

- El informe debe incorporar las tablas, gráficos y planos/imágenes explicativos que sean requeridos.
- El informe debe incorporar fotografías actualizadas del lugar.
- Debe incluir todos los anexos que sean considerados necesarios.

El Estudio de Impacto Vial deberá ser presentado en la Plataforma de Atención Ciudadana de la Subalcaldía Periférica (Calle Uruguay Esq. Av. Montes) o en las Plataformas Integrales de Atención Ciudadana habilitadas en los diferentes puntos de la ciudad (Sur y Camacho).

- DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Trip Generation Handbook 2001. Institute of Transportation Engineers (ITE).
- Travel Estimation Techniques for Urban Planning. National Cooperative Highway Research Program Report 365.
- HCM 2000. Highway Capacity Manual, 2000.

- ANEXOS DE LA GUIA TECNICA

- Anexo 1. Formulario de aforos vehiculares.
- Anexo 2. Formulario de aforos peatonales.
- Anexo 3. Formulario de encuesta origen destino.
- Anexo 4. Formulario de inventario vial.
- Anexo 5. Formulario resumen de datos. Registro del flujo vehicular, el volumen ajustado y flujo de saturación y el cálculo de capacidad y nivel de servicio.

	GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL		GUÍA TÉCNICA	
			CÓDIGO:	SEM-SMM-GT-001
			VERSIÓN:	0

ANEXO Nº 1

AFOROS VEHICULARES CLASIFICADOS											
NOMBRE :									FECHA (D/M/A):		
VÍA DE CONTEO:									HORA INICIO		
SENTIDO:									Nº ESTACIÓN		
(CAMBIAR DE PLANA CADA 15 MINUTOS)											
Nº	TIPO DE VEHICULO										
1	AUTOMÓVILES, VAGONETAS Y CAMIONETAS PEQUEÑAS 										
2	TAXIS 										
3	RADIO TAXIS 										
4	TRUFIS 										
5	CARRYS DE 7 PASAJEROS 										
6	MINIBUSES DE 14 PASAJEROS 										
7	MICROS DE 21 ASIENTOS 										
8	BUSES DE 30 O MÁS ASIENTOS 										
9	BUSES GRANDES (DE 50 O MÁS ASIENTOS) 										
10	CAMIONES Y CAMIONETAS DE CARGA 										
11	FLOTAS INTERDEPARTAMENTALES 										
12	MOTOCICLETAS 										
13	MINIBUSES ESCOLARES O INSTITUCIONALES (HASTA 14 PASAJEROS) 										
14	BUSES ESCOLARES (DE MÁS DE 21 ASIENTOS) 										
15	MINIBUSES INTERPROVINCIALES (HASTA 14 PASAJEROS) 										
16	BUSES INTERPROVINCIALES (DE MÁS DE 21 ASIENTOS) 										
17	OTROS VEHICULOS (VOLICURTAS, TRACTORES, ETC) 										

	GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL		GUÍA TÉCNICA	
			CÓDIGO:	SEM-SMM-GT-001
			VERSIÓN:	0

ANEXO N° 2

CONTEO DE PEATONES

NOMBRE

VÍA:

CONTEO EN:

SENTIDO I:

SENTIDO II:

DÍA/FECHA:

CRUCE:

ACERA:

CROQUIS:

CLASIFICACIÓN

HORA	SENTIDO	NIÑOS (< 13 AÑOS)	JÓVENES (14-25 AÑOS)	MAYORES (26-59 AÑOS)	ANCIANOS (>59 AÑOS)	PERSONAS CARGANDO NIÑOS	PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA		
							NO VIDENTES	SILLA DE RUEDAS	CON MULETAS
II	↑								
	↓								
II	↑								
	↓								
II	↑								
	↓								
II	↑								
	↓								
II	↑								
	↓								
II	↑								
	↓								
II	↑								
	↓								

	GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL		GUÍA TÉCNICA	
			CÓDIGO: SEM-SMM-GT-001	
	VERSIÓN: 0			

ANEXO N° 3

PLANILLA DE ENCUESTAS ORIGEN-DESTINO												
ENCUESTADOR.....				UBICACIÓN								
SUPERVISOR.....												
DÍA.....												
FECHA...../...../2016												
N°	hora de encuesta	¿cuál es su actividad principal?	origen del viaje	destino del viaje	¿cuál es el motivo de su viaje?							
		1. empleado	calle / avenida / plaza	calle / avenida / plaza	1. al trabajo							
		2. trabajador independiente			2. del trabajo							
		3. estudiante			3. estudio							
		4. labores del hogar			4. regreso a casa							
		5. retirado/jubilado			5. comer o tomar algo							
	a.m.				6. hacer mercado							
					7. otras compras							
	p.m.		Zona:	Zona:	8. salud							
					9. recreación							
					10. diligencia o trámite							
					11. asistir acto cultural/religioso							
					12. otro							
N°	hora de encuesta	¿cuál es su actividad principal?	origen del viaje	destino del viaje	¿cuál es el motivo de su viaje?							
		1. empleado	calle / avenida / plaza	calle / avenida / plaza	1. al trabajo							
		2. trabajador independiente			2. del trabajo							
		3. estudiante			3. estudio							
		4. labores del hogar			4. regreso a casa							
		5. retirado/jubilado			5. comer o tomar algo							
	a.m.				6. hacer mercado							
					7. otras compras							
	p.m.		Zona:	Zona:	8. salud							
					9. recreación							
					10. diligencia o trámite							
					11. asistir acto cultural/religioso							
					12. otro							
N°	hora de encuesta	¿cuál es su actividad principal?	origen del viaje	destino del viaje	¿cuál es el motivo de su viaje?							
		1. empleado	calle / avenida / plaza	calle / avenida / plaza	1. al trabajo							
		2. trabajador independiente			2. del trabajo							
		3. estudiante			3. estudio							
		4. labores del hogar			4. regreso a casa							
		5. retirado/jubilado			5. comer o tomar algo							
	a.m.				6. hacer mercado							
					7. otras compras							
	p.m.		Zona:	Zona:	8. salud							
					9. recreación							
					10. diligencia o trámite							
					11. asistir acto cultural/religioso							
					12. otro							
N°	hora de encuesta	¿cuál es su actividad principal?	origen del viaje	destino del viaje	¿cuál es el motivo de su viaje?							
		1. empleado	calle / avenida / plaza	calle / avenida / plaza	1. al trabajo							
		2. trabajador independiente			2. del trabajo							
		3. estudiante			3. estudio							
		4. labores del hogar			4. regreso a casa							
		5. retirado/jubilado			5. comer o tomar algo							
	a.m.				6. hacer mercado							
					7. otras compras							
	p.m.		Zona:	Zona:	8. salud							
					9. recreación							
					10. diligencia o trámite							
					11. asistir acto cultural/religioso							
					12. otro							
N°	hora de encuesta	¿cuál es su actividad principal?	origen del viaje	destino del viaje	¿cuál es el motivo de su viaje?							
		1. empleado	calle / avenida / plaza	calle / avenida / plaza	1. al trabajo							
		2. trabajador independiente			2. del trabajo							
		3. estudiante			3. estudio							
		4. labores del hogar			4. regreso a casa							
		5. retirado/jubilado			5. comer o tomar algo							
	a.m.				6. hacer mercado							
					7. otras compras							
	p.m.		Zona:	Zona:	8. salud							
					9. recreación							
					10. diligencia o trámite							
					11. asistir acto cultural/religioso							
					12. otro							
N°	hora de encuesta	¿cuál es su actividad principal?	origen del viaje	destino del viaje	¿cuál es el motivo de su viaje?							
		1. empleado	calle / avenida / plaza	calle / avenida / plaza	1. al trabajo							
		2. trabajador independiente			2. del trabajo							
		3. estudiante			3. estudio							
		4. labores del hogar			4. regreso a casa							
		5. retirado/jubilado			5. comer o tomar algo							
	a.m.				6. hacer mercado							
					7. otras compras							
	p.m.		Zona:	Zona:	8. salud							
					9. recreación							
					10. diligencia o trámite							
					11. asistir acto cultural/religioso							
					12. otro							
N°	hora de encuesta	¿cuál es su actividad principal?	origen del viaje	destino del viaje	¿cuál es el motivo de su viaje?							
		1. empleado	calle / avenida / plaza	calle / avenida / plaza	1. al trabajo							
		2. trabajador independiente			2. del trabajo							
		3. estudiante			3. estudio							
		4. labores del hogar			4. regreso a casa							
		5. retirado/jubilado			5. comer o tomar algo							
	a.m.				6. hacer mercado							
					7. otras compras							
	p.m.		Zona:	Zona:	8. salud							
					9. recreación							
					10. diligencia o trámite							
					11. asistir acto cultural/religioso							
					12. otro							

ANEXO Nº 4

INVENTARIO VIAL														
PROYECTO NOMBRE DE LA VÍA FECHA														
A) CARACTERÍSTICAS VIALES														
1	TIPO DE VÍA	<table border="1"> <tr> <td>PAVIMENTO</td> <td>PAVIMENTO</td> <td>OTRO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	PAVIMENTO	PAVIMENTO	OTRO				<table border="1"> <tr> <td>1 SENTIDO</td> <td>2 SENTIDOS</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	1 SENTIDO	2 SENTIDOS			
PAVIMENTO	PAVIMENTO	OTRO												
1 SENTIDO	2 SENTIDOS													
2	S1: SENTIDO 1 ACERA N-E-O-S S2: SENTIDO 2 ACERA N-E-O-S ANCHO CARRIL (m)	<table border="1"> <tr> <td>1 Carril</td> <td>2 Carriles</td> <td>3 Carriles</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	1 Carril	2 Carriles	3 Carriles				<table border="1"> <tr> <td>EXISTE ESTACIONAMIENTO</td> </tr> <tr> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>NO</td> </tr> </table>	EXISTE ESTACIONAMIENTO	SI	NO		
1 Carril	2 Carriles	3 Carriles												
EXISTE ESTACIONAMIENTO														
SI														
NO														
3														
4	EXISTE MEDIANERA?	SI	NO											
5	EXISTE JARDINERA?	ANCHO MEDIANERA:												
6	EXISTE BARRERA DE SEPARACIÓN?	ANCHO JARDINERA:												
ACERA:														
8	S1: SENTIDO 1 ACERA N-E-O-S	NO EXISTE	S2: SENTIDO 2 ACERA N-E-O-S											
9	ANCHO ACERA S1 (m)		ANCHO ACERA S2 (m)											
B) SEÑALIZACIÓN														
10	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	<table border="1"> <tr> <td>PARE</td> </tr> <tr> <td>CEDA PASO</td> </tr> <tr> <td>GIRO</td> </tr> <tr> <td>INFORMATIVO</td> </tr> <tr> <td>PROHIBIDO ESTACIONAR</td> </tr> <tr> <td>OTRO</td> </tr> </table>	PARE	CEDA PASO	GIRO	INFORMATIVO	PROHIBIDO ESTACIONAR	OTRO						
PARE														
CEDA PASO														
GIRO														
INFORMATIVO														
PROHIBIDO ESTACIONAR														
OTRO														
11	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	<table border="1"> <tr> <td>DIVISION CARRIL</td> </tr> <tr> <td>LINEA DE PARE</td> </tr> <tr> <td>PASO PEATONAL</td> </tr> <tr> <td>PASO CEBRA</td> </tr> <tr> <td>FLECHA DIRECCIONAL</td> </tr> </table>	DIVISION CARRIL	LINEA DE PARE	PASO PEATONAL	PASO CEBRA	FLECHA DIRECCIONAL							
DIVISION CARRIL														
LINEA DE PARE														
PASO PEATONAL														
PASO CEBRA														
FLECHA DIRECCIONAL														
C) AMBIENTAL														
12	JARDINERA EN LA ACERA													
	ANCHO S1 (m)		ANCHO S2 (m)											
13	ARBOLES EN LA ACERA													
	ANCHO S1 (m)		ANCHO S2 (m)											
14	POSTES DE LUZ													
	ANCHO S1 (m)		ANCHO S2 (m)											
15	OTROS													
	ANCHO S1 (m)		ANCHO S2 (m)											
16														
D) USO DEL SUELO														
	RESIDENCIAL													
	COMERCIAL													
	SERVICIOS PUBLICOS													
	SERVICIOS VARIOS													
	SERVICIOS AUTOMOTRICES													
	INDUSTRIAL													
	OTROS													
E) CONTROL DE TRANSITO														
	EXISTE SEMAFORO?	SI	NO											

ANEXO Nº 5

PLANILLA DE REGISTRO												
Información General												
Proyecto: _____						Intersección: _____						
Fecha: _____						Zona: _____						
Periodo de Analisis: _____						Año: _____						
Geometría de la Intersección												
— = Ancho Vía ↑ = Recto ↘ = Derecha ↙ = Izquierda ↗ = Recto + Derecha ↖ = Izquierdo + Recto ↘↙ = Izquierda + Derecha ↗↖ = Izquierda + Recto + Derecha												
Datos del Volumen												
	ESTE			OESTE			NORTE			SUR		
	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹
Volumen, V (veh/h)												
% Vehiculos Pesados, % HV												
Factor Hora Pico, FHP												
Fijo (F) o Actuado (A)												
Inicio de tiempo perdido, I _s (s)												
Extension de tiempo verde efectivo												
Tipo de Llegada, TL												
Volumen peatonal aproximado, ² v _{ped} (p/h)												
Volumen bicicletas aproximado, ² v _{bic} (bicycles/h)												
Estacionamiento (S o N)												
Maniobras de estacionamiento, Nm (maneuvers)												
Detencion de vehiculos de T. Público (buses/h)												
Minimo tiempo para peatones, G _p (s)												
Fases de Sistema Semáforo												
D I A G R A M A	01	02	03	04	05	06	07	08				
TIEMPO	G= Y=	G= Y=	G= Y=	G= Y=	G= Y=	G= Y=	G= Y=	G= Y=				
Giros Protegidos			Giros permitido para peatones			Duracion ciclo, C= _____ s						
Notes												
1. RT volúmenes, como se muestra 2. Aproximación pedestre y volúmenes de bicicletas son los que entran en conflicto con los giros a la derecha desde el enfoque de la materia.												

PLANILLA VOLUMEN AJUSTADO Y FLUJO DE SATURACION												
INFORMACION GENERAL												
PROYECTO: _____												
AJUSTE DE VOLUMEN												
	ESTE			OESTE			NORTE			SUR		
	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Volumen (veh/h)												
Factor hora pico PHF												
Flujo ajustado $v_p = V/PHF$ (veh/h)												
Agrupacion de carriles												
Ajuste por flujo en el total de carriles												
Proporción de giros izquierda-derecha												
Flujo de Saturacion												
Flujo inicial, s_0 (pc/h/ln)												
Número de carriles, N												
Factor ajuste por ancho de carriles, f_w												
Factor ajuste por vehiculos pesados, f_{HV}												
Factor ajuste por pendiente, f_g												
Factor ajuste por estacionamiento, f_p												
Factor ajuste por transporte público, f_{bb}												
Factor ajuste por tipo de área, f_a												
Factor ajuste por utilizacion de carril, f_{LU}												
Factor ajuste por giro izquierda, f_{LT}												
Factor ajuste por giro derecha, f_{RT}												
Factor ajuste por giro izquierda, f_{LT}												
Factor ajuste por giro izquierda de peatones/ciclistas f_{Lpb}												
Factor ajuste por giro derecha de peatones/ciclistas f_{Rpb}												
Flujo de saturacion, s (veh/h)												
$s = s_0 \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{LU} \cdot f_{RT} \cdot f_{Lpb} \cdot f_{Rpb}$												
Notas												



GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

GUÍA TÉCNICA

CÓDIGO:

SEM-SMM-GT-001

VERSIÓN:

0

PLANILLA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

INFORMACION GENERAL

PROYECTO: _____

ANÁLISIS DE CAPACIDAD

	ESTE			OESTE			NORTE			SUR		
	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Número de fase												
Tipo de fase												
Carriles												
Flujo de ajuste, v (veh/h)												
Flujo de saturación, s (veh/h)												
Tiempo perdido, $t_L(s)$, $t_L = I_1 + Y - e$												
Tiempo efectivo de verde, $g(s)$, $g = G + Y - t_L$												
Relación en verde, g/C												
Capacidad de carriles, $c = s(g/C)$, (veh/h)												
Tasa v/c												
Tasa flujo, v/s												
Grupo de carriles críticos												
Suma de las tasas de flujo para grupo de carriles críticos, $Y_c = \sum (\text{grupo de carriles criticos}, v/s)$												
Tiempo perdido por ciclo, L (s)												
Tasa crítica de flujo a la relación de capacidad, X_c $X_c = (Y_c) / (C - L)$												

Capacidad de grupo de carriles, Retardo de control, y determinación LOS

	ESTE			OESTE			NORTE			SUR		
Grupo de carriles												
Flujo ajustado, v (veh/h)												
Capacidad de carriles, c (veh/h)												
Tasa v/c , $X = v/c$												
Relación verde total, g/C												
Demora $d_1 = \frac{0.50 C [1 - (g/C)]^2}{1 - [\min(1, X) g/C]} (s/veh)$												
Demora incremental calibrada, k												
Demora incremental, d_2 $d_2 = 900T \left[(X-1) + \sqrt{(X-1)^2 + \frac{8kIX}{CT}} \right] (s/veh)$												
Demora de cola inicial, d_3 (s/veh)												
Demora uniforme, d_1 (s/veh)												
Factor ajuste progresivo, PF												
Demora, $d = d_1(PF) + d_2 + d_3$ (s/veh)												
Nivel de servicio												
Demora de aproximación, $d_A = \frac{\sum (d)(v)}{\sum v} (s/veh)$												
Nivel de servicio												
Flujo de aproximación, v_A (veh/h)												
Demora de intersección, $d_I = \frac{\sum (d_A)(v_A)}{\sum v_A} (s/veh)$												

Notas

- Para los giros a la izquierda permitidos, la capacidad mínima es $(1 + P_L)(3600/C)$.
- Los parámetros de fase primaria y secundaria se suman para obtener parámetros de grupo de carril.
- Para semáforos fijos o no actuados, $k = 0.5$.
- T = duración del análisis (h); típicamente $T = 0.25$, que es para la duración del análisis de 15 min.
 I = factor de ajuste de la medición del filtrado de aguas arriba: $I = 1$ para intersecciones aisladas.