

Manual de Procedimientos y Metodología de los Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano EISTU

Región Metropolitana

Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones
Región Metropolitana

Noviembre de 2001

INDICE

INDICE.....	2
1 INTRODUCCIÓN.....	4
2 PROCEDIMIENTO.....	6
2.1 INSTANCIAS DE INGRESO DE UN EISTU	6
2.2 ETAPAS Y PROCEDIMIENTO	8
2.3 UMBRALES QUE DEFINEN EL REQUERIMIENTO DE UN EISTU.....	12
2.4 CATEGORÍAS DE EISTU	15
3 ESTUDIO TÁCTICO SIN REASIGNACIÓN.....	17
3.1 ESTUDIO TÁCTICO SIN REASIGNACIÓN: MENOR.....	17
3.1.1 <i>Área de Influencia</i>	17
3.1.2 <i>Caracterización de la Situación Actual</i>	18
3.1.3 <i>Proposición de Medidas de Mitigación</i>	18
3.1.4 <i>Presentación de las Medidas de Mitigación</i>	19
3.1.5 <i>Presentación del Informe para su Aprobación</i>	20
3.2 ESTUDIO TÁCTICO SIN REASIGNACIÓN: MAYOR.....	20
3.2.1 <i>Definiciones Iniciales</i>	20
3.2.2 <i>Caracterización de la Situación Actual</i>	22
3.2.3 <i>Estimación de la Demanda de Transporte</i>	23
3.2.4 <i>Definición de la Oferta Vial</i>	24
3.2.5 <i>Modelación y Simulación</i>	24
3.2.6 <i>Proposición de Medidas de Mitigación</i>	26
3.2.7 <i>Prediseño Físico, Operativo y de Seguridad de Tránsito</i>	28
3.2.8 <i>Presentación del Informe para su Aprobación</i>	29
4 ESTUDIO TÁCTICO CON REASIGNACIÓN.....	30
4.1 DEFINICIONES INICIALES	30
4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	31
4.3 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE.....	32
4.4 DEFINICIÓN DE LA OFERTA VIAL	33
4.5 MODELACIÓN Y SIMULACIÓN	33
4.6 PROPOSICIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	36
4.7 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	38
4.8 PREDISEÑOS FÍSICOS, OPERATIVOS Y DE SEGURIDAD DE TRÁNSITO	40
4.9 PRESENTACIÓN DEL INFORME PARA SU APROBACIÓN.....	40
5 ESTUDIO ESTRATÉGICO.....	42
5.1 DEFINICIONES INICIALES	43
5.2 CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	43
5.3 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE.....	44
5.4 DEFINICIÓN DE LA OFERTA VIAL Y DE TRANSPORTE	45
5.5 MODELACIÓN Y SIMULACIÓN	45
5.6 PROPOSICIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	46

5.7	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	48
5.8	PREDISEÑO FÍSICO Y OPERATIVO	48
5.9	PRESENTACIÓN DEL INFORME PARA SU APROBACIÓN.....	48
ANEXO A. MODELOS DE DEMANDA.....		51
ANEXO B: FUENTES DE INFORMACIÓN.....		54
ANEXO C: MODELACIÓN DE REDES DE INTERSECCIONES CON TRANSYT		57
ANEXO D: LISTA DE CHEQUEO DE SEGURIDAD VIAL		70
ANEXO E: METODOLOGÍA EISTU PROYECTOS PROVINCIA DE CHACABUCO		86
ANEXO F: FICHA DE PRESENTACIÓN		89

1 Introducción

Durante los últimos años, el crecimiento urbano experimentado en algunas regiones de nuestro país ha hecho imperioso el desarrollo y perfeccionamiento de la operación de los mecanismos de evaluación de impactos sobre el Sistema de Transporte Urbano, de tal forma de responder adecuadamente a los requerimientos que la ciudad demanda en esta materia.

Es precisamente en este contexto que, con fecha 30 de Agosto del 2000 los señores Ministros de Obras Públicas, Transportes y Telecomunicaciones y Vivienda y Urbanismo y Bienes Nacionales, suscribieron un Acta de Acuerdo orientada a coordinar y dotar de mayor eficiencia al sistema de evaluación, designando para este efecto a las Secretarías Regionales Ministeriales de Transportes y Telecomunicaciones (SEREMITT) para que actuaran como Ventanilla Única del Sistema de Evaluación de los Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano.

Asimismo, dicho instrumento estableció, que la denominada Ventanilla Única se pondría en servicio, en una primera fase, en las regiones de Tarapacá, del Bío Bío y Metropolitana; definiendo además un procedimiento de aprobación de los Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano, el que constaría de tres etapas, a saber: la presentación del EISTU y revisión de la Ventanilla Única; la corrección de las observaciones por parte del Titular, en caso que corresponda y, finalmente el reingreso del EISTU al sistema de evaluación, para ser en definitiva, aprobado o rechazado. Así también, el Acta de Acuerdo biministerial contiene directrices de comunicación al Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, tendientes a socializar este nuevo procedimiento, informando a los organismos públicos correspondientes. Finalmente, se estableció que los Ministerios comparecientes suscribirían un acuerdo marco relativo a los estudios de evaluación de impactos sobre el sistema de transporte urbano que producen los proyectos de edificación y loteo, incluyendo una metodología de evaluación de dichos estudios.

Coherente con lo anterior, y a la luz de la experiencia recogida en el proceso de Marcha Blanca de la Ventanilla Única en la Región Metropolitana, con fecha 23 de octubre de 2001 los Secretarios Regionales Metropolitanos de Vivienda y Urbanismo, Obras Públicas y Transportes y Telecomunicaciones, concurrieron a la suscripción de un documento que, en primer término establece la necesidad de precisar y sistematizar el ingreso y egreso de las presentaciones de los EISTU, considerando para este efecto, que éstas podrán corresponder a la Dirección de Obras del Municipio correspondiente o la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo. Por otra parte, se conviene que la Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones de la Región Metropolitana, actuando como Ventanilla Única de los Ministerios de Obras Públicas y Transporte y Telecomunicaciones, establecerá mediante Resolución Exenta, los

procedimientos y metodología para la aprobación o rechazo del EISTU. Finalmente, se establece que las diferencias que pudiesen surgir en relación con la aplicación de las normativas o los procedimientos de aprobación de los EISTU, serán resueltas en primera instancia por los Secretarios Regionales Ministeriales de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones y Vivienda y Urbanismo y, en segunda instancia, por los Ministros de Obras Públicas - Transportes y Telecomunicaciones y Vivienda y Urbanismo – Bienes Nacionales.

El Acta mencionada fue ratificada en la reunión del Comité de Ministros de la Ciudad y del Territorio del día 24 de octubre de 2001, con la consideración que en aquellos casos en que existiere controversia y se requiera la resolución de los Secretarios Regionales Ministeriales, se establece un plazo de 30 días para la concreción de un pronunciamiento sobre el particular.

En consecuencia y, dando así cumplimiento a los acuerdos alcanzados por las autoridades se ha procedido a la elaboración y sanción del presente Manual, el que sintetiza los procedimientos y metodología que deberán considerarse en todos los Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano (EISTU), en el caso específico de la Región Metropolitana.

Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones
Región Metropolitana

Santiago, Noviembre de 2001.

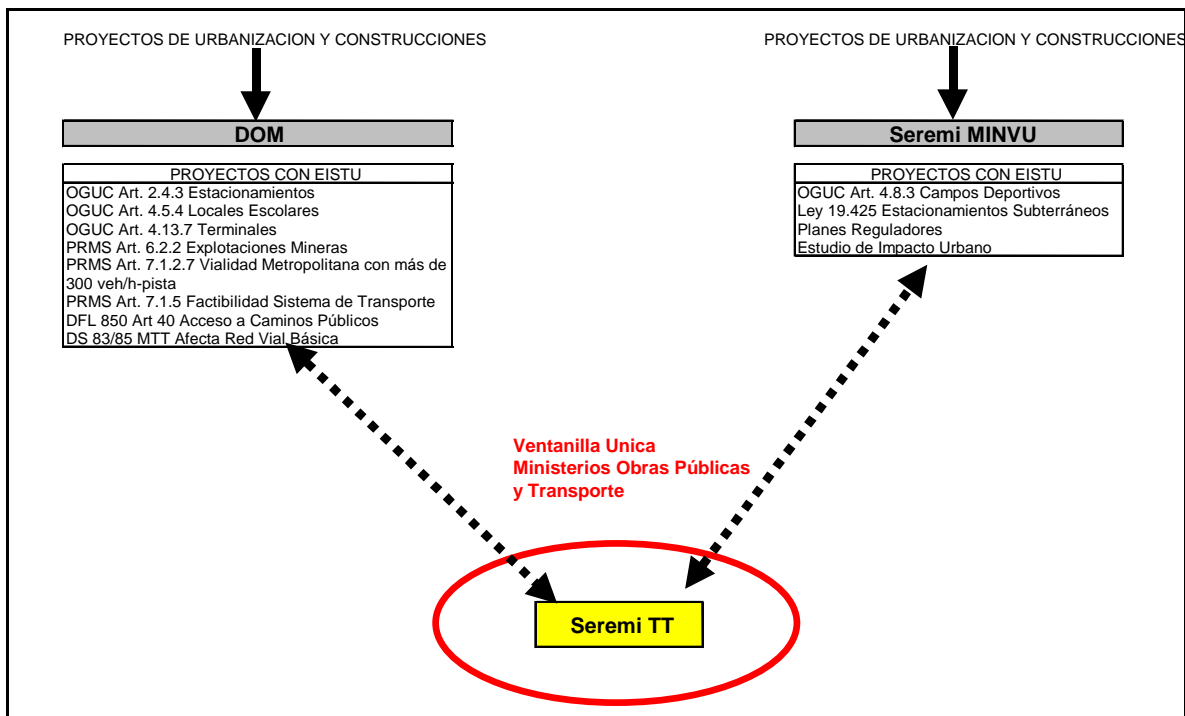
2 Procedimiento

2.1 Instancias de Ingreso de un EISTU

Existen dos instancias de ingreso para la aprobación de proyectos de urbanización y construcciones que pueden requerir Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano (EISTU):

- La Dirección de Obras del Municipio correspondiente (DOM)
- La Secretaría Metropolitana de Vivienda y Urbanismo (Seremi MINVU)

Figura N° 2.1
Instancias de Ingreso de un EISTU



a) La Dirección de Obras del Municipio correspondiente

El procedimiento que deberán seguir los Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano (EISTU) se relacionará con la solicitud de Permiso de Edificación o Subdivisión del Suelo Urbano que el proyecto requiera. Para tal efecto, el Director de Obras Municipales deberá exigir al momento de otorgar dicho permiso, el estudio respectivo debidamente aprobado por la Secretaría

Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones de la Región Metropolitana.

Del conjunto de proyectos que ingresan a la DOM del municipio correspondiente para su aprobación, los que requieren de Estudio de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano (EISTU) son los regulados por las siguientes normativas:

- Art. 2.4.3 OGUC: Estacionamientos
- Art. 4.5.4 OGUC: Locales escolares
- Art. 4.13.7 OGUC: Terminales
- Art. 6.2.2 PRMS: Explotaciones mineras
- Art. 7.1.2.7 PRMS: Vialidad Metropolitana con más de 300 veh/hr-pista
- Art. 7.1.5 PRMS: Factibilidad del sistema de transporte
- Art. 40 DFL 850 MOP: Proyectos con acceso a caminos públicos
- Art. 3 DS 83/85 MTT: Proyectos que afecten la operación de la Red Vial Básica

En estos casos, la DOM correspondiente hará exigible el EISTU y lo remitirá a la Seremitt RM que actuará como Ventanilla Única de los Ministerios de Obras Públicas y Transporte y Telecomunicaciones.

Una vez aprobado o rechazado en definitiva el EISTU, la Seremitt RM remitirá el resultado a la DOM correspondiente para los fines que señala la Ley.

b) Proyectos que ingresan a través de la SEREMI MINVU

Del conjunto de proyectos que ingresan a la Seremi Minvu RM para su aprobación, los que requieren de un EISTU son los regulados por las siguientes normativas:

- Art. 4.8.3 OGUC: Campos Deportivos
- Ley 19.425: Estacionamientos Subterráneos
- Estudios de Capacidad Vial de Planes Reguladores Comunes, Intercomunales y Metropolitanos
- Estudios de Impacto Vial asociado a las ZUDC y AUDP

En estos casos, la Seremi Minvu RM hará exigible el EISTU y lo remitirá a la Seremitt RM quien actuará como Ventanilla Única de los Ministerios de Obras Públicas y Transporte y Telecomunicaciones.

Una vez aprobado o rechazado en definitiva el EISTU, la Seremitt RM remitirá el resultado a la Seremi Minvu RM para los fines que señala la Ley.

2.2 Etapas y Procedimiento

Las etapas y plazos considerados en la tramitación total de un EISTU, son las siguientes:

Etapas 1: Presentación del EISTU y Revisión. Una vez ingresado el EISTU en la Seremitt RM, ésta se pronunciará en un plazo no mayor a 60 días hábiles a contar de la fecha de recepción. El día sábado se considera día hábil.

Etapas 2: Corrección de Observaciones. En caso de existir observaciones, el Titular del proyecto tendrá un plazo máximo de 60 días hábiles para dar respuesta a las observaciones formuladas.

Etapas 3: Aprobación o Rechazo del EISTU. Una vez que el Titular presente las correcciones a la totalidad de las observaciones, la Seremitt RM se pronunciará respecto del estudio corregido en un plazo no mayor a 30 días hábiles, aprobándolo o rechazándolo.

Para cada una de las etapas, se deberá considerar lo siguiente.

Etapas 1 : Presentación del EISTU y Revisión

- a) La presentación del EISTU deberá ceñirse a las exigencias metodológicas que se presentan en los Capítulos 3, 4 y 5 de este documento, para lo cual el EISTU deberá seguir el mismo ordenamiento que se contempla en dichos capítulos. Así también, el documento deberá ser encabezado por la Ficha de Presentación, según se detalla en el Anexo F, la cual resumirá los antecedentes principales del proyecto y del EISTU. En caso que la presentación no cumpla con estos requisitos, será devuelto inmediatamente al Titular sin considerar su ingreso al Sistema de Evaluación de los Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano (SEISTU), informando de lo ocurrido en el acto a la DOM o Seremi Minvu RM, según corresponda, y al Titular responsable del proyecto.
- b) Una vez ingresado el EISTU al SEISTU, se solicitará a los integrantes de la Ventanilla Única que manifiesten interés en participar de la revisión del EISTU, con la finalidad de solicitar al Titular las copias respectivas y enviarlas a cada una de las Instituciones que participarán de la revisión.
- c) En caso que la Ventanilla Única deba formular observaciones al estudio, éstas se efectuarán en un solo acto y por escrito, mediante Oficio Ordinario de la Seremitt RM dirigido a la DOM o Seremi Minvu RM, según corresponda, con copia al Titular del proyecto. Por el contrario, en caso de no existir observaciones al estudio se emitirá la aprobación en los términos señalados en la letra (d) de la etapa 3.

- d) En el evento que no exista pronunciamiento dentro del plazo de 60 días hábiles, el estudio se entenderá aprobado automáticamente.

Etapa 2 : Corrección de Observaciones

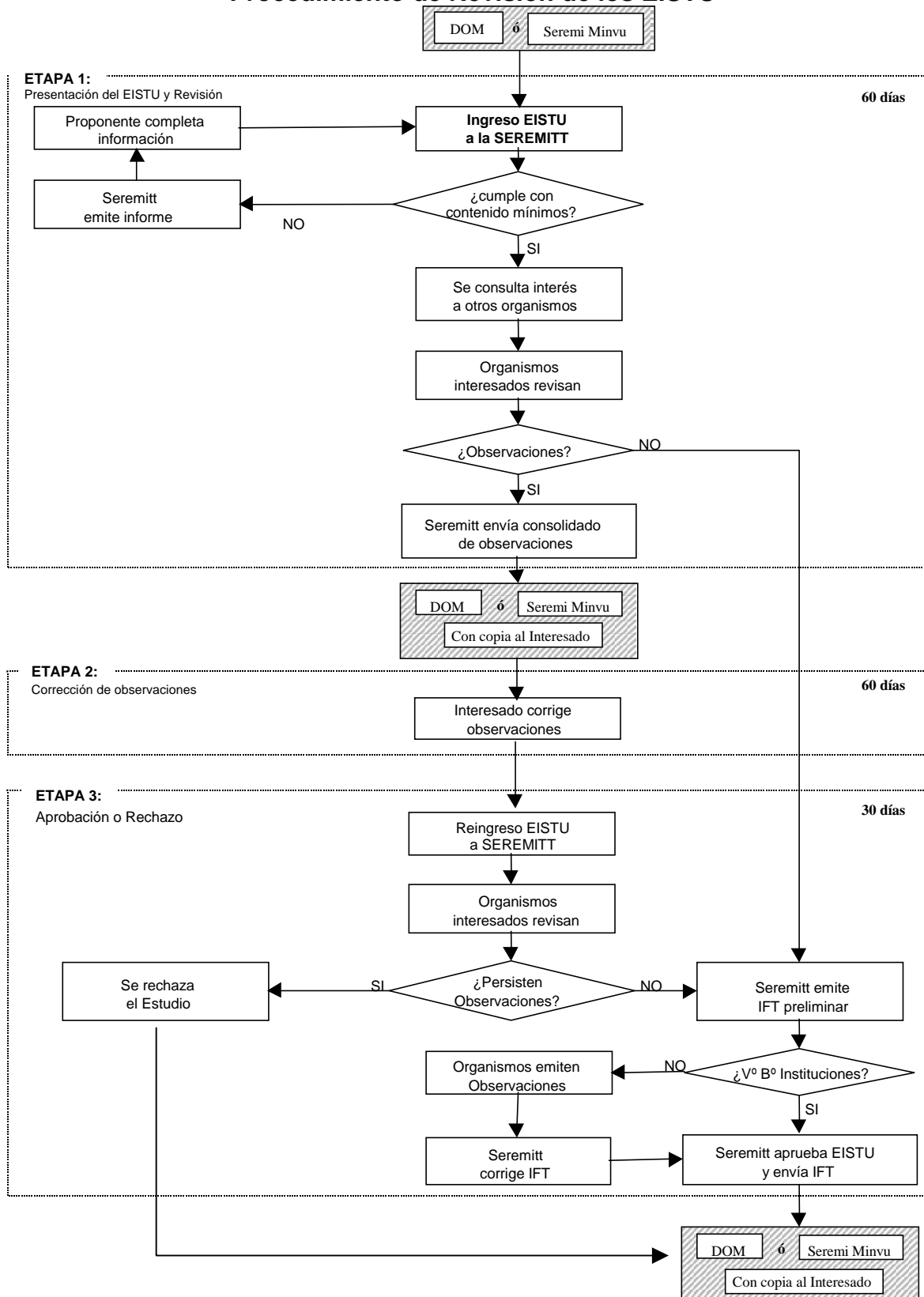
- a) El Titular del proyecto tendrá un plazo máximo de 60 días hábiles para dar respuesta a las observaciones formuladas. Si el Titular se excede en el plazo estipulado, se asumirá que se trata de un ingreso nuevo, reiniciándose el proceso en la Etapa 1.
- b) La revisión del estudio corregido se hará sólo sobre aquellos aspectos observados al estudio original. No obstante lo anterior, si durante el proceso de corrección, el interesado por iniciativa propia o a raíz de las observaciones formuladas, introduce modificaciones al proyecto que alteran la presentación original, el proceso deberá reiniciarse a partir de la Etapa 1.

Etapa 3 : Aprobación o Rechazo del EISTU

- a) Una vez superadas las observaciones, el Titular del proyecto deberá presentar ante la Seremitt RM, una versión corregida del EISTU, acompañado de una Minuta donde se aclare cada una de las observaciones formuladas.
- b) En esta oportunidad se deberán presentar tantas copias como las solicitadas en la Etapa 1, de tal forma que sea posible solicitar el pronunciamiento de cada una de las Instituciones Públicas que participan de la revisión del EISTU.
- c) En esta oportunidad, a la luz del pronunciamiento de la Ventanilla Única, sólo corresponderá aprobar o rechazar el estudio.
- d) Al momento de aprobar el EISTU, el Secretario Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones de la Región Metropolitana emitirá un Informe de Factibilidad Técnica que resumirá las medidas de mitigación que surgieron del estudio y será acompañado de los respectivos planos, todo debidamente visado, lo cual se comunicará mediante Oficio Ordinario dirigido a la DOM respectiva o a la Seremi Minvu RM, según corresponda, con copia al Titular. En caso contrario, si el estudio es rechazado el Secretario Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones de la Región Metropolitana, comunicará dicha calificación de la misma forma que el caso anterior.
- e) Cualquier modificación posterior a las medidas de mitigación que hayan sido aprobadas, tanto en los aspectos operacionales como físicos de las vías y espacio público en general que se encuentren involucrados, deberá ser aprobada por la Seremitt RM, como representante de la Ventanilla Única de la Región Metropolitana.

En la Figura 2.2, se ilustra gráficamente el detalle de cada una de las etapas descritas anteriormente.

Figura N° 2.2
Procedimiento de Revisión de los EISTU



2.3 Umbrales que definen el Requerimiento de un EISTU

El requerimiento de un EISTU deberá ser evaluado en primera instancia por la DOM correspondiente o por la Seremi Minvu RM, según corresponda. Para este efecto, se deberá considerar lo expuesto en el punto 2.1 del presente capítulo y los umbrales que se definen en el Cuadro 2.1.

Cuadro N° 2.1
Umbrales que definen el Requerimiento de un EISTU¹

N°	Instrumento Legal	Artículo	Proyectos		Requiere EISTU
1		Art. 2.4.3	Que contemplen Estacionamientos	Residencial	Más de 250 Estacionamientos
				No Residencial	Más de 150 Estacionamientos
2	Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones	Art. 4.5.4	Locales Escolares		Más de 720 Alumnos
3		Art. 4.8.3	Locales y Establecimientos de dominio público o privado destinados a la práctica de deportes, de actividades sociales y/o recreativas.		Más de 150 Estacionamientos o carga de ocupación superior a 1.000 personas
4		Art. 4.13.7	Terminales		Categorías B y C
5		Art. 7.1.5	Con Estacionamientos de Uso No Habitacional		Más de 150 Estacionamientos
6	Generadores de Viajes		Más de 3.000 Viajes/día		
7	Generadores de Vehículos		Más de 100 Vehículos		
8	Ordenanza Plan Regulador Metropolitano de Santiago	Art. 6.2.2	Explotaciones Mineras		Siempre para primera patente
9		Art. 7.1.2.7	Con frente a las Calles y Avenidas de la Vialidad Metropolitana		Flujo de la Calle o Avenida superior a 300 veh/hr-pista y proyecto contempla más de 50 estacionamientos
10	DFL 850	Art. 40	Colindantes con Caminos Públicos (CP)		Si colinda
11	DS 83/85	Art. 3°	Cualquiera		Si modifica las características físicas u operacionales de las vías que integren la Red Vial Básica (> 100 veh/hr).

¹ Existen otros casos que requieren de un EISTU, sin embargo, no están sujetos a planteamientos de umbrales. Ver punto 2.1 letra b).

El detalle de cada línea es el siguiente:

- Línea 1: La cantidad de estacionamientos deberá corresponder al menos a lo indicado en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones o lo que figure en los Planes Reguladores Intercomunales o Comunales respectivos. La definición de proyecto residencial y proyecto no residencial se detalla en la OGUC:
- Línea 2: La cantidad de alumnos deberá ser estimada como la capacidad máxima ofrecida por el establecimiento educacional para atender simultáneamente.
- Línea 3: Ver Línea 1 para la determinación del número de estacionamientos. La carga de ocupación se obtiene a partir de los que se indica en la OGUC:
- Línea 4: La cantidad de vehículos usuarios de un terminal deberá ser estimada según lo estipulado en el Art. 4.13.4 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- Línea 5: Ver Línea 1.
- Línea 6: Los viajes diarios generados en el caso de proyectos residenciales se calcularán de la siguiente forma:

$$VD = \sum_i T_i f V_i$$

Donde:

- VD : Total de viajes diarios generados asociados al proyecto
- T_i : Total de viajes diarios generados por hogar para hogares del estrato socioeconómico i , ver Anexo A: Modelos de Demanda.
- f : Relación hogares/vivienda obtenida a partir de antecedentes del último CENSO de Población.
- V_i : Total de viviendas contempladas en el proyecto para el estrato socioeconómico i .

Los viajes diarios generados en el caso de proyectos no residenciales, se calcularán de la siguiente forma:

$$VD = \sum_j T_j SupC_j$$

Donde:

VD : Total de viajes diarios generados asociados al proyecto

T_j : Total de viajes diarios generados por unidad de superficie construida para el tipo de actividad j , ver Anexo A.

$SupC_j$: Superficie total construida para el tipo de actividad j .

En el caso particular de proyectos destinados a educación, los viajes diarios generados se estimarán a partir del número de matrículas del establecimiento.

Línea 7: Los vehículos generados en el caso de proyectos residenciales, se obtendrán a partir de la siguiente expresión:

$$VG = \sum_i TM_i f V_i$$

VG : Total de vehículos generados por el proyecto

TM_i : Tasa de motorización (veh/hogar) asociada al nivel socioeconómico i , obtenida a partir de los antecedentes que se presentan en el Anexo A.

f : Relación hogares/vivienda obtenida a partir de antecedentes del último CENSO de Población.

V_i : Total de viviendas contempladas en el proyecto para el estrato socioeconómico i .

Línea 8: Cualquier Explotación Minera al momento de solicitar la primera Patente respectiva, deberá contar con un EISTU aprobado.

Línea 9: Se refiere a proyectos con frente a las calles y avenidas de la Vialidad Metropolitana cuyos flujos vehiculares sean iguales o superiores a 300 vehículos/hora, por pista, y que generen la obligación de 50 o más estacionamientos.

Línea 10: Se deberá identificar si el proyecto es colindante con alguna vía declarada como Camino Público por el MOP.

Línea 11: Se deberá identificar si el proyecto modifica las características físicas u operacionales de las vías que integran la Red Vial Básica. Para lo cual, y en el contexto de esta metodología, dicha condición se cumplirá si el proyecto genera un flujo vehicular sobre la Red Vial Básica, superior a 100 veh/hr, en el período más crítico de la semana. La Red Vial Básica (RVB) corresponde a la definida por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

2.4 Categorías de EISTU

Se distinguirán tres tipos de EISTU:

- Estudio Táctico sin Reasignación;
- Estudio Táctico con Reasignación; y
- Estudio Estratégico.

La identificación del tipo de estudio que corresponde a un determinado proyecto se realizará de acuerdo a los criterios que se estipulan en el Cuadro 2.2 siguiente.

Casos especiales, no contemplados en el Cuadro 2.2, son los Planos Reguladores Comunes, Intercomunales o Seccionales, cuyo análisis se deberá realizar siguiendo la Metodología de Cálculo Capacidad Vial de los Planes Regulares (MINVU,1997). Así también, en el caso de proyectos de tipo ZDUC o AUDP localizados en la provincia de Chacabuco se deberá utilizar la metodología que se detalla en el Anexo E. Por último, en los proyectos de estacionamientos subterráneos (Ley N° 19.425), deberá considerarse el tipo de estudio que se obtiene al aplicar los criterios que figuran en el Cuadro N° 2.2, para el caso del Art. 2.4.3 de la OGUC.

Cuadro Nº 2.2
Umbral para la exigencia de un EISTU

Instrumento Legal	Artículo	Proyectos		Unidad	Estudio Táctico Sin Reasignación	Estudio Táctico Con Reasignación	Estudio Estratégico
Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones	Art. 2.4.3	Que contemplen Estacionamientos ²	Residencial	Estacionamiento	251 - 600	601 - 10.000	> 10.000
			No Residencial	Estacionamiento	151 - 600	601 - 10.000	> 10.000
	Art. 4.5.4	Locales Escolares		Alumnos	721 - 3.000	> 3.000	-
	Art. 4.8.3	Localidades de dominio público o privado destinados a la práctica de deportes, de actividades sociales o recreativas.		Estacionamiento	151 - 600	601 - 10.000	> 10.000
				Carga ocupación (personas) ³	1.001-5.000	> 5.000	-
	Art. 4.13.7	Terminales		Categoría	Cat. B y C < 200 vehículos usuarios	Cat. C >= 200 vehículos usuarios	-
Ordenanza Plan Regulador Metropolitano de Santiago	Art. 6.2.2	Explotaciones Mineras		-	Cualquiera para primera patente	-	-
	Art. 7.1.2.7	Con frente a Vialidad Metropolitana con más 300 veh/hr-pista	Residencial	Estacionamiento	251 - 600	601 - 10.000	> 10.000
			No Residencial	Estacionamiento	151 - 600	601 - 10.000	> 10.000
	Art. 7.1.5	Con Estacionamientos de Uso No Habitacional		Estacionamiento	151 - 600	601 - 10.000	> 10.000
		Generadores de Viajes		Viajes/día	3.001 - 35.000	35.001 - 180.000	> 180.000
Generadores de Vehículos		Vehículo	100 - 2.700	2701 - 13.500	> 13.500		
DFL 850	Art. 40	Colindantes con Caminos Públicos (CP)		-	Según criterios anteriores.		
DS 83/85	Art. 3°	Cualquiera		Vehículos/hr	100 - 2.700	2701 - 13.500	> 13.500

² La definición de proyecto residencial y proyecto no residencial puede ser consultada en el Art. 1.1.2 de la OGUC.

³ La metodología para el cálculo de la carga de ocupación puede ser consultada en el Art. 4.2.4 de la OGUC.

3 Estudio Táctico sin Reasignación

Este tipo de estudio se clasifica en dos categorías: Menor y Mayor. Los estudios de ámbito Menor estarán destinados al análisis de proyectos en los que principalmente se requiere estudiar aspectos relacionados con la seguridad de tránsito (materializada a través de una adecuada señalización y demarcación), accesibilidad al transporte público y diseño de accesos. En general, en este tipo de estudio no se requerirá el uso de herramientas de simulación de tráfico, a diferencia de los estudios de ámbito mayor.

3.1 Estudio Táctico sin Reasignación: Menor

Este tipo de estudios esta enfocado a proyectos que, si bien requieren un EISTU, por sus características se espera un bajo nivel de impacto sobre la vialidad pública. Se ha determinado que dentro de este tipo se encuentran, los siguientes proyectos:

- Establecimientos Escolares con una cantidad inferior a 1.500 alumnos;
- Proyectos de viviendas económicas donde el valor de cada una de ellas no supere las 1.000 UF;
- Estaciones de Servicio que cuenten con menos de 20 estacionamientos;

En este tipo de proyectos lo relevante es el estudio de aspectos relacionados con la seguridad de tránsito, accesibilidad al transporte público y diseño de accesos, entre otros.

La metodología para la realización de este tipo de estudio puede ser desagregada en las siguientes etapas:

1. Área de Influencia;
2. Caracterización de la situación actual y del proyecto;
3. Proposición de Medidas de Mitigación;
4. Prediseño Físico, Operativo y de Seguridad de Tránsito;

A continuación se describe cada una de las etapas mencionadas previamente.

3.1.1 Área de Influencia

El área de influencia abarcará desde cada ingreso o egreso a la vialidad pública analizada, hasta la intersección(es) semaforizada(s) más próxima(s). En caso que la distancia desde el ingreso o egreso a la intersección semaforizada sea superior a 300 metros, se considerará la intersección de prioridad más próxima.

3.1.2 Caracterización de la Situación Actual

Esta caracterización consistirá de un detalle de los aspectos de señalización y demarcación, conteniendo como mínimo una descripción del proyecto especialmente en lo relativo a aspectos de tránsito existente, así como también de la infraestructura física y de operación vial en el Área de Influencia.

En este punto se solicita presentar una planimetría a escala 1:500 o similar con un catastro básico de la señalización y demarcación existente en el Área de Influencia, en el cual, además, se describa el estado y visibilidad de la señalización y demarcación e indiquen claramente la existencia de paraderos de buses, números de pistas, ancho y sentidos de tránsito de las calzadas, anchos de las aceras y pavimentos, cruces peatonales y otros elementos de segregación tales como vallas peatonales, si existieran.

3.1.3 Proposición de Medidas de Mitigación

La propuesta de medidas de mitigación surgirá fundamentalmente de un análisis de aspectos operativos, criterios de seguridad de tránsito y accesibilidad al transporte público. Como resultado del análisis realizado, se espera medidas de mitigación tendientes a disminuir los impactos generados por el nuevo emplazamiento en el Área de Influencia, las que deberán quedar claramente detalladas en el estudio.

Estas medidas pueden abordar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Habilitación de áreas segregadas de la vialidad pública para la operación de vehículos especiales (tales como, furgones escolares) y estacionamientos de corta estadía. Estas áreas deberán diseñarse considerando los criterios establecidos en el REDEVU.
- Mejoramiento y Ampliación de Aceras, las que deberán cumplir con la normativa vigente según lo detallado en el Punto 3.1.5 siguiente.
- Implementación de facilidades peatonales, con su debida justificación y aclaración del cumplimiento de la normativa. Estas medidas deberán orientarse a facilitar la accesibilidad de los usuarios del proyecto al transporte público.
- Mejoramiento del equipamiento de paraderos de transporte público.
- Complementación a la señalización y demarcación existente, la cual deberá estar conforme a la última versión aprobada del Manual de Señalización de Tránsito y tener en consideración las recomendaciones de CONASET (ver

Anexo D). Esta propuesta deberá contener una breve descripción que argumente las modificaciones efectuadas.

- Implementación de medidas de gestión para intersecciones del Área de Influencia, tales como: mejoramiento de pavimentos, cambio de radios de giro y modificación a la semaforización existente, entre otras. En este último caso, se deberá realizar un análisis de justificación de acuerdo al Manual de Señalización de Tránsito y contar con el informe favorable del organismo encargado de autorizar las modificaciones de las instalaciones semafóricas⁴.

3.1.4 Presentación de las Medidas de Mitigación

La presentación de las medidas tendrá el carácter de prediseño y se realizará sobre una planimetría escala 1:500 o similar, que cubra toda el área afectada.

El Prediseño deberá enmarcarse en la normativa vigente en relación con la localización y geometría de los Accesos y Estacionamientos proyectados, teniendo presente para ello lo siguiente:

- Las condiciones fundamentales y estándares de diseño definidos para cada tipo de vía en el Título II, Capítulo 3 de la OGUC.
- Los anchos mínimos de pavimento para calzadas y aceras definidos en el Título III, Capítulo 2 de la OGUC.
- Los requisitos para los accesos estipulados en el Título II, Capítulo 4 de la OGUC.
- El número de estacionamientos de acuerdo a lo establecido por el Instrumento de Planificación Territorial y el Título II, Capítulo 4 de la OGUC.
- Caracterización de los dispositivos para el desplazamiento de rodados según lo establece el Artículo 2.2.8 de la OGUC y el punto 3.402.205 del Manual REDEVU.
- Otras materias que es conveniente tener presente para la revisión de normas durante la realización del estudio, corresponden a las siguientes: Cruce de peatones en sección normal de una vía (Punto 3.402.2 REDEVU); Justificación de Facilidades Peatonales (Manual de Señalización de Tránsito, última versión aprobada); Bandas de estacionamientos (Punto 3.502.203 REDEVU); Modificaciones Anchos de Calzada (Punto 3.502.204 REDEVU) y Acceso Típico (Punto 3.404.2 REDEVU).

⁴ En el caso del Gran Santiago corresponde a la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT).

- La señalización y demarcación se presentará conforme al Manual de Señalización de Tránsito (última versión aprobada), poniendo especial énfasis en aquella señalización y demarcación motivo del proyecto y en la eliminación o mejora de la existente.

En la elaboración del prediseño se deberá tener presente aspectos relativos a la seguridad vial de los usuarios. Para esta tarea resultará útil la Lista de Chequeo de Seguridad Vial elaborada por CONASET y contenida en el Anexo D.

3.1.5 Presentación del Informe para su Aprobación

El informe final deberá contener un resumen de las tareas descritas, incluyendo como mínimo:

- a) Ficha de Antecedentes Básicos (ver Anexo F)
- b) Descripción del Proyecto materia del Estudio
- c) Caracterización de la Situación Actual
- d) Prediseños Físicos, Operativos y de Seguridad de Tránsito
- e) Conclusiones
- f) Anexo de Mediciones de Tránsito
- g) Anexo Planos
- h) Anexo Medios Magnéticos, incluyendo una copia completa del estudio.

3.2 Estudio Táctico sin Reasignación: Mayor

La metodología para la realización de este tipo de estudio deberá ser desagregada en las siguientes etapas:

- 1. Definiciones Iniciales;
- 2. Caracterización de la Situación Actual;
- 3. Estimación de la Demanda de Transporte;
- 4. Definición de la Oferta Vial;
- 5. Modelación y Simulación;
- 6. Proposición de Medidas de Mitigación;
- 7. Prediseño Físico y Operativo;
- 8. Presentación del Informe para su Aprobación;

3.2.1 Definiciones Iniciales

- a) Área de Influencia

El área de influencia a considerar se definirá a partir de la aplicación de las siguientes tareas:

- Identificar las principales rutas de ingreso y egreso de los usuarios del proyecto.
- Estas rutas deberán conectar el proyecto con la red vial básica o estructurante del sector, en cada una de las direcciones posibles de distribución de los viajes, contemplándose al menos las cuatro direcciones básicas (N, S, E y O).
- Se podrá agregar o restringir el análisis a los destinos u orígenes que sean propios del proyecto, todo lo cual deberá estar debidamente fundamentado. Así por ejemplo, el análisis podrá apoyarse en la distribución observada en encuestas origen destino y/o en proyectos de características similares que existan en el sector.
- Una vez identificadas las rutas principales de entrada y salida, el área de influencia se definirá por un conjunto de intersecciones sobre dichas rutas, contemplándose como máximo, las 20 intersecciones semaforizadas (de prioridad) más cercanas.
- El número final de intersecciones a considerar, surgirá de aplicar los siguientes criterios:
 - La distancia entre dos intersecciones semaforizadas consecutivas, no debe superar los 300 metros.
 - En el caso que no existan intersecciones semaforizadas, se analizarán las intersecciones de prioridad, utilizando el mismo criterio de 300 metros.
 - En ningún caso se podrá dejar de considerar, al menos, la intersección más próxima al ingreso o egreso del proyecto sobre cada una de las rutas, sea ésta semaforizada o de prioridad.

b) Periodización

Los períodos a considerar en el estudio, surgirán de la superposición de los períodos críticos para la red de tránsito del área de influencia y aquellos asociados al proyecto e identificados como de mayor operación. El resultado deberá ser la elección de a lo más tres períodos críticos del conjunto.

Los períodos críticos para la red de tránsito del área de influencia, se determinarán a partir de las redes de semáforos existentes o mediante mediciones continuas de flujo en el área de influencia. Un análisis más detallado de esta tarea puede ser revisado en los puntos 2.2 y 2.3 del

Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana, **MESPIVU** (SECTU, 1988)⁵.

c) Corte Temporal

Considerando que luego de comenzar a operar se produce un período de ajuste de los flujos asociados al proyecto, el año de corte de los escenarios en los que se evaluará el impacto corresponderá al año siguiente a aquel en que se estima que el proyecto se encontrará terminado y operando plenamente. En algunos casos éste se conoce con relativa certeza, en otros, el Consultor deberá realizar una estimación fundada.

3.2.2 Caracterización de la Situación Actual

Una vez definida el área de influencia, se deberá realizar un catastro de ella, con el propósito de caracterizar la situación actual. Esto involucra recopilar la siguiente información de oferta y demanda de transporte:

Desde el punto de vista operativo:

- Periodización existente en el área de estudio;
- Regulación de intersecciones;
- Jerarquía de las vías del área de influencia y ancho de faja de acuerdo al instrumento de planificación, pertenencia a categorías: Vialidad Urbana MINVU, RVB, RVE, o Camino Público;
- Sentidos de circulación;
- Programación actual de los semáforos del área de influencia;
- Señalización y demarcación;
- Medición de flujos por tipo de vehículo y movimiento para los períodos que corresponda;
- Otros antecedentes operativos relevantes a juicio del Consultor.

Desde el punto de vista físico:

- Número y uso de pistas;
- Ancho de calzada y mediana si existe;
- Pendiente aproximada de las vías;
- Longitud de vías o ejes entre líneas de detención;
- Localización de paraderos de transporte público;
- Otros antecedentes físicos relevantes a juicio del consultor.

Se requerirá presentar un esquema en planta del área, en escala adecuada (1:1.000 o similar) donde se vierta toda la información recopilada.

⁵ Se advierte al lector que a lo largo de este documento se hacen numerosas referencias a este manual. El adecuado conocimiento de las materias tratadas en él, será de gran utilidad al momento de elaborar un EISTU.

El contar con un Estudio de Capacidad Vial del Plan Regulador Comunal aprobado podrá facilitar la tarea de caracterizar la situación actual, tanto desde el punto de vista operativo como físico.

Por último, existen organismos que poseen información que puede ser de gran utilidad para esta y otras etapas del estudio. En Anexo B “Fuentes de Información”, se presenta una lista de dichos organismos y se indica el tipo de información que poseen.

3.2.3 Estimación de la Demanda de Transporte

La demanda de transporte es la variable fundamental para determinar el impacto del proyecto. En este sentido, su estimación deberá estar debidamente fundada, pudiéndose considerar los criterios que se establecen más adelante.

La demanda se estimará para el corte temporal identificado y para dos escenarios: Escenario Base y Escenario con Proyecto.

a) Escenario Base

La demanda de transporte para el Escenario Base se estimará proyectando al año de corte el flujo vehicular observado en la situación actual. Para esto se podrá considerar tasas de crecimiento avaladas por estudios de ámbito superior, por ejemplo, un estudio estratégico o un Estudio de Capacidad Vial.

b) Escenario con Proyecto

En este caso, la demanda de transporte se obtendrá al incorporar al Escenario Base, para el mismo año de corte, la demanda correspondiente al proyecto.

Se podrá considerar en este caso, que el flujo vehicular generado por el proyecto tiene directa relación con los estacionamientos proyectados.

Especial cuidado deberá tenerse en los proyectos de edificación habitacional destinados a hogares de nivel socioeconómico bajo, es decir, con baja tasa de motorización. En este caso, la demanda de transporte relevante corresponderá a los viajes en transporte público que realicen esos hogares, la cual podrá ser estimada a partir de la EOD que exista en la comuna donde se emplaza el proyecto. En ausencia de tal información, podrán considerarse los antecedentes de otras comunas con similares características socioeconómicas y de transporte. La importancia de este enfoque radica en que el impacto de estos viajes no es exclusivamente sobre la vialidad sino que también sobre la operación del sistema de transporte público.

En el caso de estudios asociados a proyectos de edificación no residencial, los flujos vehiculares obtenidos a partir del número de estacionamientos deberán considerar factores de corrección por índice de rotación. En el caso de instalaciones industriales se deberá conocer algunas características del proceso productivo, tales como los niveles de producción y necesidades de insumos proyectadas, las cuales posteriormente serán transformadas en flujos vehiculares por actividad (camiones, vehículos livianos y otros) utilizando supuestos debidamente fundados. En este caso, el impacto sobre el sistema de transporte público también debe ser considerado, analizándose los viajes que realizarán los trabajadores del proyecto.

3.2.4 Definición de la Oferta Vial

a) Escenario Base

La oferta vial para la situación base corresponderá a la existente más la vialidad financiada por otras fuentes y que se encontrará en operación al año de simulación.

La vialidad nueva a considerar se obtendrá de los Programas de Inversión de Instituciones Públicas. La lista de estos proyectos puede generarse a partir de la información que posean las Municipalidades respectivas y los Ministerios encargados de la ejecución de Obras Viales Urbanas.

La caracterización de la vialidad actual será obtenida de los catastros físicos y operativos descritos anteriormente. Las características viales de los proyectos nuevos se deberá obtener de los respectivos proyectos de ingeniería de detalle.

b) Escenario con Proyecto

El Escenario con Proyecto será analizado en dos etapas consecutivas: sin incorporar ningún tipo de medidas de mitigación y, posteriormente, incluyendo los mejoramientos que se propongan en el EISTU, lo que se ha denominado “Escenario con Proyecto Mejorado”.

3.2.5 Modelación y Simulación

a) Escenario Base

La modelación y posterior simulación del Escenario Base considerarán los siguientes aspectos:

- Como primera tarea será necesario realizar una simulación de la situación actual con el propósito de calibrar y ajustar los modelos a utilizar. Esta tarea es fundamental para asegurar una correcta estimación y análisis del impacto del proyecto. Para la calibración se deberán seguir los criterios del punto 3.1.3 del MESPIVU. Los resultados de la calibración deben quedar reportados en el informe.
- La alimentación de los modelos en el Escenario Base se realizará teniendo presente lo estipulado en los puntos anteriores, en materia de demanda y oferta vial.
- Las simulaciones se deberán realizar en los períodos identificados en el punto 3.2.1 (b).
- Los modelos que podrán usarse para las diferentes simulaciones serán:
 - TRANSYT/Versión 8S, en el caso de redes de semáforos, o el que la autoridad de tránsito competente determine⁶;
 - SIDRA para analizar intersecciones aisladas semaforizadas o de prioridad;
 - IRENE para simular la operación de paraderos de buses;
 - Otros software de simulación de tráfico, por ejemplo los de microsimulación, que posean mejores características para analizar un determinado proyecto, lo cual deberá estar debidamente justificado.
- En el caso de las comunas donde estén implementados Sistemas de Control de Tráfico, las redes de semáforos definidas en el EISTU deberán ser compatibles con las redes de esos sistemas. Las redes del EISTU deberán simularse con la versión TRANSYT/8S, siguiendo las recomendaciones que aparecen en el Anexo C: Modelación de Redes de Intersecciones con TRANSYT.

b) Escenario con Proyecto

La modelación del Escenario con Proyecto, obtenido de la superposición del Escenario Base y los flujos vehiculares y demanda de transporte público asociados al proyecto, deberá considerar los siguientes aspectos:

- La modelación del Escenario con Proyecto deberá respetar las rutas de entrada y salida identificadas en el área de influencia, cuidando que la

⁶ En la Región Metropolitana la UOCT solicita la utilización de TRANSYT / Versión 8S, cuando se requiere simular la operación de intersecciones que forman parte de una red.

distribución de los flujos sea proporcional a las generaciones/atracciones por cada una de ellas. Esta distribución de los flujos deberá apoyarse en la información contenida en estudios de ámbito superior (ECV, EOD u otro), encuesta o mediciones realizadas en proyectos de similares características localizados en el área de influencia u otros antecedentes que el consultor considere adecuados, todo lo cual deberá quedar claramente reportado.

- La oferta vial corresponderá a la misma que figura en el Escenario Base, de tal forma de estimar el impacto real que generará el proyecto si no se considera ningún tipo de medida de mitigación. Lo mismo vale para la oferta de transporte público.
- Coherente con lo anterior, en los casos donde el área de influencia incluya semáforos coordinados, los programas computacionales deberán ser utilizados solamente en modalidad de simulación.

Finalmente, los indicadores operativos a calcular en estas condiciones, tanto para el Escenario Base como Con Proyecto, tanto en intersecciones como en paraderos de transporte público, son los siguientes:

- Longitud de cola
- Grado de saturación
- Demora media por vehículo
- Número medio de detenciones por vehículo

3.2.6 Proposición de Medidas de Mitigación

Esta etapa del estudio tiene por objetivo, en primer lugar, la identificación de los impactos que se producirán en el área de influencia por la implementación del proyecto. La identificación se realiza a través de la comparación de indicadores operativos de la red vial en el Escenario Base y en el Escenario con Proyecto.

Transporte Privado

En el caso del impacto generado por el flujo vehicular, la comparación de los indicadores se realiza para los accesos de cada intersección del área de influencia por las cuales circularán vehículos asociados al proyecto, de acuerdo a las rutas identificadas previamente. En cada acceso se analizarán los movimientos existentes, las pistas que lo conforman o las líneas de detención (LD) definidas, según corresponda al tipo de modelación realizada. Para cada movimiento, pista o LD se deberá calcular la capacidad de reserva, la cual se define en este caso, como el flujo vehicular (veq/hr) equivalente a la diferencia entre el 90% de la capacidad y el flujo obtenido en la simulación del Escenario Base.

De esta forma, si q_o y Q_o son el flujo y la capacidad en el Escenario Base expresados en veq/hr, respectivamente, entonces la capacidad de reserva Q_r está dada por la siguiente expresión:

$$Q_r = \begin{cases} 0,9Q_o - q_o & q_o < 0,9Q_o \\ 0 & q_o \geq 0,9Q_o \end{cases}$$

En este caso se entenderá que el proyecto no genera impacto y que, por lo tanto, no se requieren medidas de mitigación, si para todos los movimientos, pistas o LD del área de influencia se cumplen las siguientes condiciones:

- a) El incremento de flujo entre el Escenario con Proyecto y el Escenario Base es inferior a un 20 % de la capacidad de reserva;
- b) El grado de saturación en el Escenario con Proyecto se mantiene en el nivel del Escenario Base si la capacidad de reserva es nula;

Por el contrario, si alguna de estas condiciones no se cumple, se dirá que el proyecto genera un impacto al Sistema de Transporte Urbano, el cual deberá ser mitigado a través de la definición de alternativas de solución.

En caso de que se requieran alternativas de transporte para mitigar los impactos a la circulación vehicular, se deberá tener en consideración lo siguiente.

- En primer lugar se deberá analizar la posibilidad de mitigar los impactos a través de la reprogramación de los semáforos del Área de Influencia. Si esos semáforos pertenecen a una red coordinada, deberá analizarse una reprogramación de la red coordinada completa⁷.
- Si no es suficiente mitigar los impactos a través de la reprogramación de los semáforos, se deberá considerar la implementación de medidas físicas.

La eficacia de las alternativas de transporte para mitigar los impactos detectados se verificará mediante la simulación del **Escenario con Proyecto Mejorado**, para lo cual deberá cumplirse para cada uno de los movimientos, pista o LD del área de influencia, que el incremento de flujo entre el Escenario con Proyecto y el Escenario Base sea inferior a un 20 % de la capacidad de reserva, considerando la nueva capacidad generada por las medidas de mitigación. Así también, se deberá cuidar de no deteriorar significativamente los niveles de servicio de los modos alternativos.

⁷ La reprogramación de la red completa involucra otras tareas, tales como la reconfiguración de los controladores, sintonía fina de las programaciones y calibración del sistema dinámico de control de tránsito, en caso que corresponda.

En caso de existir más de una alternativa, se deberá elegir aquella que presente mejores indicadores operativos.

Transporte Público

En el caso del impacto de la demanda adicional sobre el sistema de transporte público, la comparación de los indicadores se realizará en los paraderos identificados en el catastro del área de influencia, sean estos formales o informales. Además, se deberá prestar especial atención en verificar si la cobertura, frecuencia y tasa de ocupación de los buses permiten entregar un adecuado nivel de servicio a los usuarios asociados al proyecto.

Las alternativas propuestas para mitigar el impacto sobre el sistema de transporte público pueden consistir en proposiciones de mejoras: del diseño de los paraderos y su equipamiento, de la accesibilidad de los usuarios a los paraderos (veredas, pasos peatonales), señalización y demarcación.

Otros Impactos

En la identificación de los impactos también será necesario el juicio del consultor para cubrir los casos que los criterios anteriores no son capaces de detectar, impactos que deberán ser mitigados con las respectivas alternativas de transporte. Un ejemplo de esto lo constituye la seguridad vial, para lo cual se recomienda utilizar la Lista de Chequeo de Seguridad Vial elaborada por CONASET, ver Anexo E.

Las alternativas que se propongan para mitigar impactos no modelables, deberán cumplir la normativa o recomendación respectiva (Ejemplo: Recomendaciones CONASET).

3.2.7 Prediseño Físico, Operativo y de Seguridad de Tránsito

Una vez identificadas las Medidas de Mitigación, se deberá realizar un prediseño que contenga las características físicas, operativas y de seguridad de tránsito de cada una de ellas. La propuesta final se deberá presentar en una planimetría a escala 1:500 o similar con el prediseño geométrico, de señalización y demarcación. Se deberá incluir entre otros aspectos, según corresponda:

- Características físicas de la alternativa: número de pistas, sentido de tránsito, radio de giro, ancho de aceras y su pavimento, rebajes de solera, etc. El prediseño deberá ser compatible con la faja definida para las vías en el instrumento de planificación y con los proyectos propuestos por las unidades ejecutoras respectivas (SERVIU, MOP y Municipalidad de Santiago). Será necesario considerar también lo indicado en el punto 3.1.4.

- Semaforización, señalización y demarcación en el Área de Influencia, poniendo especial énfasis en aquella señalización y demarcación motivo del proyecto y en la eliminación o mejora de la existente.
- Proposición de implementación o mejoras a paraderos de buses, cruces peatonales y elementos de segregación tales como vallas peatonales.

3.2.8 Presentación del Informe para su Aprobación

El informe final deberá contener un resumen de las tareas descritas, incluyendo como mínimo:

- a) Ficha de Antecedentes Básicos (ver Anexo F)
- b) Descripción del Proyecto materia del Estudio
- c) Definiciones Iniciales
- d) Caracterización de la Situación Actual
- e) Estimación de la Demanda de Transporte
- f) Definición de la Oferta Vial
- g) Modelación y Simulación
- h) Planteamiento y Análisis de Alternativas de Transporte
- i) Prediseños Físicos, Operativos y de Seguridad de Tránsito
- j) Conclusiones
- k) Anexo de Mediciones de Tránsito
- l) Anexo de Archivos de Entrada y Salida de modelos computacionales
- m) Anexo Planos
- n) Anexo Medios Magnéticos, incluyendo una copia completa del estudio.

4 Estudio Táctico con Reasignación

La metodología para la realización del estudio deberá considerar como mínimo las siguientes etapas:

- Definiciones Iniciales;
- Caracterización de la Situación Actual;
- Estimación de la demanda de transporte;
- Definición de la Oferta Vial;
- Modelación y Simulación;
- Proposición de Medidas de Mitigación;
- Evaluación de Alternativas
- Prediseño Físico, Operativo y de Seguridad de Tránsito;
- Presentación del Informe para su Aprobación;

A continuación se describe cada una de estas etapas.

4.1 Definiciones Iniciales

a) Área de Influencia

El Área de Influencia de Estudios Tácticos con Reasignación debe ser analizada caso a caso, dado que está directamente relacionado con las características del proyecto, del entorno y la modelación que se considere. Como guía se sugiere seguir las recomendaciones que aparecen en los puntos 2.1.4.3 y 3.2.1.3 del MESPIVU.

b) Periodización

Los períodos a considerar en el estudio, surgirán de la superposición de los períodos críticos para la red de tránsito del área de influencia y aquellos asociados al proyecto e identificados como de mayor operación. El resultado deberá ser la elección de un máximo de tres períodos críticos del conjunto.

Los períodos críticos para la red de tránsito del área de influencia se determinarán a partir de las redes de semáforos existentes o mediante mediciones continuas de flujo en el área de influencia, ver puntos 2.2 y 2.3 del MESPIVU.

c) Corte Temporal

Coherente con el tipo de estudio requerido, los cortes temporales a considerar deberán incorporar el mediano plazo. Para tal efecto, se deberá simular el año

siguiente a aquel en que se estima que el proyecto se encontrará operando plenamente y 5 años después.

d) Zonificación

Dado que se suponen efectos de reasignación de viajes, la demanda de transporte debe ser analizada a partir de matrices de viajes por par origen-destino, modo y período. La eventual existencia de un Estudio Estratégico de Transporte Urbano o un Estudio de Capacidad Vial (ECV) aprobado que incluya el área de influencia del proyecto puede facilitar en alto grado la tarea de definir una zonificación. No obstante debe tenerse en cuenta que normalmente será necesario desagregarla para lograr una adecuada representación de la generación y atracción de viajes del proyecto. Si no existen los estudios mencionados, la definición de zonificación se podrá realizar según los criterios del punto 3.2.2.2 del MESPIVU.

4.2 Caracterización de la Situación Actual

Una vez definida el área de influencia se deberá realizar un catastro de ella. Esto involucra recopilar la siguiente información de oferta y demanda de transporte:

Desde el punto de vista operativo:

- Periodización existente en el área de estudio;
- Regulación de intersecciones;
- Sentidos de circulación;
- Programación actual de los semáforos del área de influencia;
- Demora en paraderos de transporte público;
- Señalización y demarcación;
- Medición de flujos por tipo de vehículo y tasas de ocupación, para los períodos que corresponda;
- Otros antecedentes operativos relevantes a juicio del Consultor.

Desde el punto de vista físico:

- Número y uso de pistas;
- Ancho de calzada;
- Pendiente aproximada de las vías;
- Longitud de vías o ejes entre líneas de detención;
- Localización de paraderos de transporte público;
- Otros antecedentes físicos relevantes a juicio del consultor.

Toda la información recolectada, deberá ser presentada en un esquema en planta del área, en escala adecuada (1:1.000 o similar).

El contar con un Estudio de Capacidad Vial del Plan Regulador Comunal aprobado podrá facilitar la tarea de caracterizar la situación actual, tanto desde el punto operativo como físico.

Por último, existen organismos que poseen información que puede ser de gran utilidad para ésta y otras etapas del estudio. En Anexo B: Fuentes de Información, se presenta una lista de dichos organismos y se indica el tipo de información que poseen.

4.3 Estimación de la Demanda de Transporte

Los estudios tácticos con reasignación de flujos vehiculares requerirán de un análisis formal de la demanda de transporte. Esto significa que se deberán estimar los viajes para cada uno de los modos más utilizados en el área de influencia. Para cumplir este objetivo, se requerirá previamente un análisis fundado a partir de la EOD que eventualmente exista en la comuna donde se emplaza el proyecto. En ausencia de esta información se podrán hacer supuestos y asimilación con otras comunas que cuenten con ella y presenten características socioeconómicas y de transporte similares a la estudiada, todo lo cual deberá ser reportado fundadamente.

Se entenderá en este caso, como “Estimación de la Demanda de Transporte” a la determinación de las matrices modales correspondientes a la zonificación considerada, siendo los flujos vehiculares el resultado de la asignación de la matriz de transporte privado a la red de modelación.

En este sentido, la demanda se estimará para cada uno de los cortes temporales y para dos escenarios: Escenario Base y Escenario con Proyecto.

a) Escenario Base

El Escenario Base podrá ser construido siguiendo las indicaciones que figuran en el punto 2.4.1.3 del MESPIVU. Sin embargo, si existe un Estudio Estratégico de Transporte o un Estudio de Capacidad Vial (ECV) aprobado en la comuna donde se localiza el proyecto, es recomendable que la estimación de la demanda de transporte se obtenga a partir de lo que figura en dichos estudios, considerando las siguientes correcciones, si procede:

- Rezonificación del área de influencia del proyecto, con la finalidad de lograr una adecuada representación de los fenómenos que se producirán en su entorno.
- Corrección de las matrices de viaje, considerando la rezonificación y descontando los viajes asociados al proyecto, utilizando para este efecto, las tasas de generación/atracción y/o los modelos de regresión lineal propios del estudio estratégico o ECV.

Este procedimiento originará matrices cuyos totales de viajes son equivalentes a las del estudio estratégico o ECV, pero estarán asociados a la nueva zonificación.

b) Escenario con Proyecto

El Escenario con Proyecto en cuanto a demanda se obtendrá al agregar a las matrices del Escenario Base los viajes generados/atraídos por efecto del proyecto.

4.4 Definición de la Oferta Vial

a) Escenario Base

La oferta vial para la situación base corresponderá a la existente más la vialidad financiada por otras fuentes y que se encuentre en operación antes de la puesta en marcha del proyecto materia de este estudio. Así también, el segundo corte temporal podrá incluir bajo el mismo criterio aquellos proyectos de transporte que cuenten con financiamiento.

La vialidad nueva a considerar se obtendrá de los Programas de Inversión de Instituciones Públicas. La lista de estos proyectos puede generarse a partir de la información que posean las Municipalidades respectivas y los Ministerios encargados de la ejecución de Obras Viales Urbanas.

La caracterización de la vialidad actual será obtenida de los catastros físicos y operativos descritos en el punto 4.2 anterior. Por su parte, las características físicas y operativas de los proyectos nuevos se deberá obtener de los respectivos proyectos o anteproyectos.

b) Escenario con Proyecto

El Escenario con Proyecto será equivalente al Escenario Base en cuanto a oferta vial. Existirá, además, un “Escenario con Proyecto Mejorado”, éste incorporará al Escenario con Proyecto los mejoramientos viales y de transporte propuestos en el estudio.

4.5 Modelación y Simulación

La Modelación y Simulación de los Escenarios Base y con Proyecto, se realizará para cada uno de los cortes temporales y períodos identificados en las letras b y c del punto 4.1 anterior.

a) Escenario Base

La modelación y posterior simulación del Escenario Base considerarán los siguientes aspectos:

- Como primera tarea será necesario realizar una simulación de la situación actual con el propósito de calibrar y ajustar los modelos a utilizar, en particular del Modelo de Asignación. Esta tarea es fundamental para asegurar una correcta estimación y análisis del impacto del proyecto. Para la calibración se recomienda seguir los criterios del punto 3.2.3 del MESPIVU.
- Para simular la operación de la red se utilizará una red codificada a nivel agregado (buffer) en las zonas más lejanas a la zona donde se localiza el proyecto y otra red codificada en detalle (inner) en el área inmediata del proyecto. La red agregada conectará la red detallada con el resto de la región en la que se encuentra inserta.
- Se deberá considerar una densificación de la red vial al interior de las zonas estratégicas o en zonas nuevas generadas a partir de la desagregación de la zonificación existente, con su respectiva categorización vial.
- La alimentación de los modelos a utilizar en el Escenario Base se realizará teniendo presente lo estipulado en los puntos anteriores en materia de demanda (matrices de viaje) y oferta vial (redes de modelación).
- Los modelos que podrán utilizarse para las diferentes simulaciones serán:
 - Modelo SATURN o equivalente que permita estimar las reasignaciones de flujo vehicular.
 - TRANSYT/Versión 8S, u otro que la UOCT determine en su momento, cuando se requiera simular la operación de intersecciones que forman parte una red.
 - SIDRA para analizar intersecciones aisladas semaforizadas o de prioridad;
 - IRENE para simular la operación de paraderos de buses;
 - Otros software de simulación de tráfico, como por ejemplo los de microsimulación, que posean mejores características para analizar un determinado proyecto, lo cual deberá estar debidamente justificado.

- En el caso de las comunas donde estén implementados Sistemas de Control de Tráfico, las redes de semáforos definidas en el EISTU deberán ser compatibles con las redes de esos sistemas. Las redes del EISTU deberán simularse con la versión TRANSYT/8S, siguiendo las recomendaciones que aparecen en el Anexo C: Modelación de Redes de Intersecciones con TRANSYT.

b) Escenario con Proyecto

La modelación del Escenario con Proyecto, obtenido de la asignación de los viajes a partir de las matrices modales respectivas, deberá considerar los siguientes aspectos:

- La asignación de los viajes en el Escenario con Proyecto deberá hacerse con la ayuda de un modelo de asignación de viajes.
- La oferta vial corresponderá a la misma que figura en el Escenario Base, de tal forma, de estimar el impacto real que generará el proyecto si no se considera ningún tipo de medida de mitigación.
- Coherente con lo anterior, en los casos donde el área de influencia incluya semáforos coordinados, los programas computacionales deberán ser utilizados **solamente** en modalidad de simulación. Las redes del EISTU deberán simularse con la versión TRANSYT/8S, siguiendo las recomendaciones que aparecen en el Anexo C: Modelación de Redes de Intersecciones con TRANSYT.

Finalmente, los indicadores a calcular de los distintos modelos, tanto para el Escenario Base como para el Escenario con Proyecto, pueden ser clasificados en dos tipos: Operativos y de Evaluación.

a) Indicadores Operativos

- Longitud de cola;
- Grado de saturación;
- Demora media por vehículo;
- Número medio de detenciones por vehículo.

b) Indicadores de evaluación

- Consumo de tiempo;
- Consumo de combustible;
- Otros costos de operación.

4.6 Proposición de Medidas de Mitigación

Esta etapa del estudio tiene por objetivo, en primer lugar, la identificación de los impactos que se producirán en el área de influencia por la implementación del proyecto.

Para identificar los puntos del área de influencia que se verán más afectados por la operación del proyecto, se deberán comparar los indicadores de operación de la red en el Escenario Base y en el Escenario con Proyecto.

Transporte Privado

La comparación de los indicadores se realizará para los accesos de cada intersección del área de influencia. En este sentido, en cada acceso se analizarán los movimientos existentes, las pistas que lo conforman o las líneas de detención (LD) definidas, según corresponda al tipo de modelación realizada. Para cada movimiento, pista o LD se deberá calcular la capacidad de reserva, la cual se define en este caso, como el flujo vehicular (veq/hr) equivalente a la diferencia entre el 90 % de la capacidad y el flujo obtenido en la simulación del Escenario Base.

De esta forma, si q_o y Q_o son el flujo y la capacidad en el Escenario Base, respectivamente, entonces la capacidad de reserva Q_r está dada por la siguiente expresión:

$$Q_r = \begin{cases} 0,9Q_o - q_o & q_o < 0,9Q_o \\ 0 & q_o \geq 0,9Q_o \end{cases}$$

Se entenderá que el proyecto no genera impacto y que, por lo tanto, no se requieren medidas de mitigación, si para todos los movimientos, pistas o LD del área de influencia se cumplen las siguientes condiciones:

- a) El incremento del flujo entre el Escenario con Proyecto y el Escenario Base es inferior a un 20 % de la capacidad de reserva;
- b) El grado de saturación en el Escenario con Proyecto se mantiene en el nivel del Escenario Base si la capacidad de reserva es nula;

Por el contrario, si alguna de estas condiciones no se cumple, se dirá que el proyecto genera un impacto al Sistema de Transporte Urbano, el cual deberá ser mitigado a través de la definición de alternativas de solución.

En caso de que se requieran alternativas de transporte para mitigar los impactos a la circulación vehicular, se deberá tener en consideración lo siguiente.

- En primer lugar se deberá analizar la posibilidad de mitigar los impactos a través de la reprogramación de los semáforos del Área de Influencia. Si esos semáforos pertenecen a una red coordinada, deberá analizarse una reprogramación de la red coordinada completa.
- Si no es suficiente mitigar los impactos a través de la reprogramación de los semáforos, se deberá considerar la implementación de medidas físicas.

La eficacia de las alternativas de transporte para mitigar los impactos detectados se verificará mediante la simulación del **Escenario con Proyecto Mejorado**, para lo cual deberá cumplirse para cada uno de los movimientos, pista o LD del área de influencia, que el incremento de flujo entre el Escenario con Proyecto y el Escenario Base sea inferior a un 20 % de la capacidad de reserva, considerando la nueva capacidad generada por las medidas de mitigación. Así también, se deberá cuidar de no deteriorar significativamente los niveles de servicio de los modos alternativos.

En caso de existir más de una alternativa, se deberá elegir aquella que presente mejores indicadores operativos.

Transporte Público

En el caso del impacto de la demanda adicional sobre el sistema de transporte público, la comparación de los indicadores se realizará en los paraderos identificados en el catastro del área de influencia, sean estos formales o informales. Además, se deberá prestar especial atención en verificar si la cobertura, frecuencia y tasa de ocupación de los buses permiten entregar un adecuado nivel de servicio a los usuarios asociados al proyecto.

Las alternativas propuestas para mitigar el impacto sobre el sistema de transporte público pueden consistir en proposiciones de mejoras: del diseño de los paraderos, de la accesibilidad de los usuarios a los paraderos (veredas, pasos peatonales), señalización y demarcación.

Mención aparte requiere el análisis de la operación de los furgones escolares en el caso de establecimientos educacionales.

Otros Impactos

En la identificación de los impactos también será necesario el juicio del consultor para cubrir los casos que los criterios anteriores no son capaces de detectar, impactos que deberán ser mitigados con las respectivas alternativas de transporte. Un ejemplo de esto, lo constituye la seguridad vial, para lo cual se recomienda utilizar la Lista de Chequeo de Seguridad Vial elaborada por CONASET, ver

Anexo D. Este aspecto tiene particular relevancia en el caso de proyectos de establecimientos educacionales.

Las alternativas que se propongan para mitigar impactos no modelables, deberán cumplir la normativa o recomendación respectiva (Ejemplo: Recomendaciones CONASET).

4.7 Evaluación de Alternativas

En caso de existir más de una alternativa, se deberá elegir aquella que presente mejores indicadores operativos. Sin embargo, si esto no es suficiente se deberá considerar una evaluación social que facilite la elección más adecuada.

En efecto, en aquellos casos donde exista más de una alternativa de solución y donde la selección de la más adecuada no sea obvia, esta se realizará eligiendo aquella que tiene asociado el menor valor social del consumo de recursos. Para ello se deberá utilizar los criterios vigentes de evaluación social de proyectos de transporte del Capítulo 9 del MESPIVU, considerando para este efecto, el vector de precios sociales de tiempo, combustible y costos de operación que anualmente entrega MIDEPLAN.

En cada período modelado, se calculará el costo social correspondiente a los consumos de tiempo, combustible y otros costos de operación simulados, ponderando los consumos por el vector de precios sociales antes indicado y las tasas de ocupación promedio por tipo de vehículo respectivas. Con el fin de determinar el costo anual, se deberá ponderar el costo de cada período modelado con la extensión anual de dicho período, la cual se indica en el Cuadro 4.1. Se podrán utilizar otros valores si el Consultor posee información más precisa.

Cuadro 4.1
Representatividad Anual de cada Período

Período	Representatividad anual (hrs/año)
Punta	910
Fuera de punta	4.602
Total	5.512

El período punta podrá ser subdividido en punta mañana y punta tarde, de contarse con información de ambos períodos. De trabajarse con otro período crítico, deberá determinarse su representatividad en horas anuales para efectos de la valoración del impacto.

Luego, usando los criterios vigentes de inversión social en proyectos de transporte del MESPIVU, se determinan los costos asociados a la operación en el Escenario

Base, con los flujos f_t , el cual se denomina $C(f_t)$. Para ello se considera la estimación de los Consumos de Tiempo, Consumos de Combustible y Consumos de Otros Costos de Operación, los cuales son valorizados según el vector de precios sociales vigente al momento de la evaluación, definido por MIDEPLAN.

Considerando el aumento de flujo F que originará el proyecto y los costos asociados a la operación en esta situación, en la cual ya se ha implementado el proyecto, se determina $C(f_t + F)$.

La valorización del impacto asociado se asumirá equivalente a la diferencia del costo social durante un período de N años. Esto se puede expresar como:

$$CS = [C(f_t + T) - C(f_t)] \left[\frac{(1+i)^{N+1} - 1}{i(1+i)^N} \right]$$

En este caso i corresponde a la tasa social de descuento (en la actualidad de un 12%), definida por MIDEPLAN. El valor de N corresponderá a 5 años. En las condiciones indicadas ($N=5$, $i=0,12$), el valor del factor a la derecha de la ecuación es de 4,6, por lo que la expresión anterior indica que el impacto asociado al proyecto inmobiliario será valorado en 4,6 veces el diferencial de costos que produzca.

El diferencial de costos CS representa el impacto que genera el proyecto en el Sistema de Transporte Urbano, medido de acuerdo a los criterios vigentes de inversión pública. Si CS es nulo, es decir, si el proyecto no provoca un aumento en el consumo de recursos de los usuarios, entonces el proyecto no tiene incidencia sobre el Sistema de Transporte Urbano o bien ha sido adecuadamente mitigado.

Si CS es relevante, la inversión social para no producir ningún impacto es equivalente a dicho valor. Luego, la inversión social óptima que se debería realizar, IS , corresponderá a:

$$IS = CS$$

Para transformar la inversión IS a nivel de precios privados IP , se utiliza un factor estándar de 1,33, es decir,

$$IP = 1,33 IS$$

Este valor de inversión privada IP , corresponde a lo que el proyecto debiera aportar para mantener el nivel de operación, consistentemente con los criterios de inversión pública vigentes. Dependerá del promotor del proyecto el proponer medidas de mejoramiento para reducir los costos de transporte, y de esta manera disminuir su impacto sobre el sistema.

Las medidas de mitigación podrán materializarse por etapas de acuerdo al desarrollo del proyecto.

4.8 Prediseños Físicos, Operativos y de Seguridad de Tránsito

Una vez identificadas las Medidas de Mitigación, se deberá realizar un prediseño que contenga las características físicas, operativas y de seguridad de tránsito de cada una de ellas. La propuesta final se deberá presentar en una planimetría a escala 1:500 o similar con el prediseño geométrico, de señalización y demarcación. Se deberá incluir entre otros aspectos, según corresponda:

- Características físicas de la alternativa: número de pistas, sentido de tránsito, radio de giro, ancho aceras y su pavimento, rebajes de solera, etc. El prediseño deberá ser compatible con la faja definida para las vías en el instrumento de planificación y con los proyectos planificados para ellas por la unidades ejecutoras respectivas (SERVIU, MOP y Municipalidad de Santiago). Será necesario considerar también lo indicado en el punto 3.1.4 anterior.
- Semaforización, señalización y demarcación en el Área de Influencia, poniendo especial énfasis en aquella señalización y demarcación motivo del proyecto y en la eliminación o mejora de la existente.
- Proposición de implementación o mejoras a paraderos de buses, cruces peatonales, elementos de segregación tales como vallas peatonales.
- Proposición de áreas segregadas para la operación de furgones escolares y estacionamientos de corta estadía.

El prediseño deberá respetar las normas del REDEVU y Manual de Señalización del Tránsito en sus versiones más recientes aprobadas y considerar los criterios de seguridad vial propuestos por CONASET y contenidos en el Anexo D.

4.9 Presentación del Informe para su Aprobación

El informe final deberá contener un resumen de las tareas descritas, incluyendo como mínimo:

- a) Ficha de Antecedentes Básicos (ver Anexo F)
- b) Descripción del Proyecto materia del Estudio
- c) Definiciones Iniciales
- d) Caracterización de la Situación Actual
- e) Estimación de la Demanda de Transporte
- f) Definición de la Oferta Vial

- g) Modelación y Simulación
- h) Proposición de Medidas de Mitigación
- i) Evaluación de Alternativas (si procede)
- j) Prediseños Físicos, Operativos y de Seguridad de Tránsito
- k) Conclusiones
- l) Anexo de Mediciones de Tránsito
- m) Anexo de Entrada y Salida de Modelos
- n) Anexo Planos
- o) Anexo Medios Magnéticos, incluyendo una copia completa del estudio.

5 Estudio Estratégico

Los proyectos que se analizan en este ámbito, son de una magnitud tal que su impacto se produce en gran parte de la ciudad. Para el análisis se podrá recurrir a un Estudio Estratégico del Sistema de Transporte Urbano que exista en la comuna donde se localiza el proyecto, siempre que dicho estudio haya sido aprobado por una institución competente en materia de transporte urbano.

En ausencia de un estudio de carácter estratégico, el EISTU deberá considerar el desarrollo de un estudio de esta naturaleza, sugiriéndose para este efecto consultar la “Metodología Simplificada de Análisis del Sistema de Transporte en Ciudades de Tamaño Medio” (SECTRA, 1997).

En caso de que exista un modelo estratégico, la metodología para la realización de este tipo de estudio puede ser desagregada en las siguientes etapas:

- Definiciones Iniciales;
- Caracterización de la Situación Actual;
- Estimación de la Demanda de Transporte;
- Definición de la Oferta Vial y de Transporte;
- Modelación y Simulación;
- Proposición de Medidas de Mitigación;
- Evaluación de Alternativas;
- Prediseño Físico y Operativo;
- Presentación del Informe para su Aprobación;

A continuación se describe cada una de estas etapas. Especial atención requieren los proyectos que se desarrollen en la Provincia de Chacabuco (Región Metropolitana), bajo el concepto de ZDUC o AUDP, cuyo análisis deberá ceñirse a lo descrito en el Anexo E: Metodología Estudio de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano para proyectos en la Provincia de Chacabuco. Es necesario también indicar que el análisis desde el punto de vista del transporte, de proyectos de Planes Reguladores Comunal, Intercomunales o Seccionales, deberá realizarse utilizando la Metodología de Cálculo Capacidad Vial de los Planes Reguladores (MINVU, 1997).

5.1 Definiciones Iniciales

a) Área de Influencia

El área de influencia del proyecto corresponde a toda el área contemplada en el estudio estratégico. En todo caso, el proyecto no podrá quedar fuera del área de análisis.

b) Periodización

Los períodos de análisis corresponden a los habituales de un estudio estratégico: Punta Mañana y Fuera de Punta.

c) Corte Temporal

Se considerarán los cortes temporales analizados en el Estudio Estratégico de referencia.

5.2 Caracterización de la Situación Actual

En los casos que se requiera modificar las condiciones de modelación que figuran en el Estudio Estratégico de Transporte, por ejemplo, con la finalidad de lograr una representación más detallada del entorno del proyecto, se requerirá contar con una adecuada caracterización de la situación actual del área a modificar.

En este sentido, una vez definida el área a modificar, se deberá realizar un catastro de ella. Esto involucra recopilar la siguiente información:

Desde el punto de vista operativo:

- Regulación de intersecciones;
- Sentidos de circulación;
- Programación actual de los semáforos del área de influencia;
- Señalización y demarcación;
- Medición de flujos por tipo de vehículo y tasas de ocupación, para los períodos que corresponda;
- Otros antecedentes operativos relevantes a juicio del Consultor.

Desde el punto de vista físico:

- Número y uso de pistas;
- Ancho de calzada;
- Pendiente aproximada de las vías;
- Longitud de vías o ejes entre líneas de detención;

- Localización de paraderos de transporte público;
- Otros antecedentes físicos relevantes a juicio del consultor.

Existen instituciones que poseen información que puede ser de gran utilidad para ésta y otras etapas del estudio. En Anexo B se presenta una lista de dichos organismos y se indica el tipo de información que poseen.

Se requerirá presentar un esquema en planta del área, en escala adecuada (1:1.000 o similar) donde se represente toda la información indicada anteriormente.

5.3 Estimación de la Demanda de Transporte

Los estudios estratégicos requerirán de un análisis formal de la demanda de transporte. Esto significa que se deberán estimar los viajes totales a partir de los submodelos de generación y atracción de viajes, calibrados en el contexto del Estudio Estratégico de Transporte.

La estimación en este caso, de la partición modal, distribución y asignación de viajes, será el resultado de la simulación con el modelo estratégico.

La demanda de transporte se estimará para cada uno de los cortes temporales del modelo estratégico y para dos escenarios: Escenario Base y Escenario con Proyecto.

a) Escenario Base

Corresponderá al contemplado en el Estudio Estratégico de Transporte, modificado con las precisiones necesarias para el proyecto en análisis y cuidando que el vector de generación / atracción de viajes no incluya el proyecto en estudio.

b) Escenario con Proyecto

El Escenario con Proyecto se obtendrá al superponer la situación base y los viajes generados / atraídos por efecto del proyecto. La estimación de viajes asociada al proyecto podrá ser realizada utilizando las tasas de generación/atracción y/o los modelos de regresión lineal propios del modelo estratégico.

5.4 Definición de la Oferta Vial y de Transporte

a) Escenario Base

La oferta vial para la situación base corresponderá a la existente más la vialidad financiada por otras fuentes y que se encuentre en operación antes de la puesta en marcha del proyecto materia de este estudio.

Por su parte, la vialidad nueva a considerar se obtendrá de los Programas de Inversión de Instituciones Públicas. La lista de estos proyectos puede generarse a partir de la información que posean las Municipalidades respectivas y los Ministerios encargados de la ejecución de Obras Viales Urbanas.

En los casos mencionados en el punto 5.2 anterior, la caracterización de la vialidad asociada al escenario base, será la considerada en el Estudio Estratégico complementada con la que figura en el mismo punto. Las características físicas y operativas de los proyectos nuevos se deberá obtener de los respectivos proyectos o anteproyectos.

b) Escenario con Proyecto

El Escenario con Proyecto será analizado en dos etapas consecutivas: sin incorporar ningún tipo de medidas de mitigación y, posteriormente, incluyendo los mejoramientos que se propongan en el EISTU, lo que se ha denominado “Escenario con Proyecto Mejorado”.

5.5 Modelación y Simulación

La Modelación y Simulación de los Escenarios Base y con Proyecto, se realizará para cada uno de los cortes temporales y períodos identificados en las letras b y c del punto 5.1 anterior.

a) Escenario Base

La simulación del escenario base se realizará con el modelo estratégico, considerando para este efecto todas las precisiones que se hayan incorporado, tanto en materia de demanda como de oferta vial y de transporte.

b) Escenario con Proyecto

La modelación del Escenario con Proyecto, se obtendrá a partir de la simulación con el modelo estratégico, considerando dos etapas:

- Sin incluir ningún tipo de medidas de mitigación

➤ Incluyendo medidas mitigatorias

En la primera etapa, la oferta vial corresponderá a la misma que figura en el Escenario Base, de tal forma, de estimar el impacto real que generará el proyecto si no se considera ningún tipo de medida de mitigación. Las medidas mitigatorias que el estudio proponga surgirán de la aplicación de los criterios que se describen en el punto 5.6 siguiente.

Finalmente, los indicadores a calcular a partir de las simulaciones, tanto para el Escenario Base como para el Escenario con Proyecto, pueden ser clasificados en dos tipos: Operativos y de Evaluación.

a) Indicadores Operativos

- Grado de saturación (transporte privado);
- Factores de carga de transporte público;
- Otros.

b) Indicadores de Evaluación

- Consumo de tiempo;
- Consumo de combustible;
- Otros costos de operación.

5.6 Proposición de Medidas de Mitigación

Esta etapa del estudio tiene por objetivo, en primer lugar, la identificación de los impactos que se producirán en el área de influencia por la implementación del proyecto.

En cada período los impactos pueden ser distintos, ya sea porque se produzcan en puntos diferentes o porque sean de naturaleza distinta.

Para identificar los puntos del área de influencia que se verán más afectados por la operación del proyecto, se deberán comparar los indicadores de operación de la red en el Escenario Base y en el Escenario con Proyecto sin implementar medidas de mitigación, para cada uno de los modos de transporte afectados.

Transporte Privado

La comparación de los indicadores se realizará para los arcos de los accesos de cada intersección del área de influencia. En este sentido, en cada arco de los accesos se deberá calcular la capacidad de reserva, la cual se define en este caso, como el flujo vehicular (veq/hr) equivalente a la diferencia entre el 90 % de la capacidad y el flujo obtenido en la simulación del Escenario Base.

De esta forma, si q_o y Q_o son el flujo y la capacidad en el Escenario Base en los períodos que se analizan, respectivamente, entonces la capacidad de reserva Q_r está dada por la siguiente expresión:

$$Q_r = \begin{cases} 0,9Q_o - q_o & q_o < 0,9Q_o \\ 0 & q_o \geq 0,9Q_o \end{cases}$$

Se entenderá que el proyecto no genera impacto y que, por lo tanto, no se requieren medidas de mitigación, si para todos los arcos del área de influencia se cumplen las siguientes condiciones:

- a) El incremento porcentual del flujo entre el Escenario con Proyecto y el Escenario Base es inferior a un 20 % de la capacidad de reserva;
- b) El grado de saturación en el Escenario con Proyecto se mantiene en el nivel del Escenario Base si la capacidad de reserva es nula;

Por el contrario, si alguna de estas condiciones no se cumple, se dirá que el proyecto genera un impacto al transporte privado, el cual deberá ser mitigado a través de la definición de alternativas de solución.

Transporte Público

Para identificar el impacto del proyecto en el sistema de transporte público, se deberá analizar entre otros elementos, la variación de la demanda (factor de carga) y del nivel de servicio de este modo entre el Escenario Base y el Escenario con Proyecto. En general se deberá buscar aumentar la demanda del transporte público y mejorar su nivel de servicio. En el caso del nivel de servicio es particularmente importante el análisis de la operación de los paraderos, ya que es allí donde se generan las demoras más importantes. Una disminución de la demanda o un empeoramiento del nivel de servicio serán indicadores de un impacto negativo del proyecto sobre este modo de transporte, que deberá ser mitigado a través de la definición de alternativas de solución.

Medidas de mitigación

La eficacia de las alternativas de transporte que se propongan para mitigar los impactos detectados se verificará mediante la simulación del Escenario con Proyecto Mejorado, cuyos indicadores operativos deberán cumplir las condiciones a) y b) y los alcances relativos al transporte público definidos anteriormente.

Se debe tener presente que los proyectos analizados en este caso tienen un alto impacto en el sistema de transporte urbano, razón por la cual, se espera propuestas de mejoramiento multimodal.

5.7 Evaluación de Alternativas

En caso de existir más de una alternativa, se deberá elegir aquella que presente mejores indicadores operativos en cada uno de los modos de transporte involucrados. Sin embargo, si esto no es suficiente se deberá considerar una evaluación social que facilite la elección más adecuada. Para este efecto, se podrá recurrir a los módulos de evaluación que poseen los Modelos Estratégicos.

5.8 Prediseño Físico y Operativo

Una vez identificadas las Medidas de Mitigación, se deberá realizar un prediseño que contenga las características físicas y operativas más relevantes. La propuesta final se deberá presentar en una planimetría a escala 1:1000 o similar, con el prediseño geométrico. Se deberá incluir entre otros aspectos, según corresponda:

- Descripción de las soluciones detallando oferta vial y esquemas operativos (regulación de intersecciones, señalización y demarcación). Las soluciones deberán ser compatibles con la faja definida para las vías en el instrumento de planificación y con los proyectos planificados para ellas por la unidades ejecutoras respectivas (SERVIU, MOP y Municipalidad de Santiago). Será necesario considerar también lo indicado en el punto 3.1.4. anterior.
- En el caso de proyectos de transporte público masivo, se deberá definir el trazado, perfiles tipo, localización de paraderos y facilidades de acceso para usuarios.

5.9 Presentación del Informe para su Aprobación

El informe final deberá contener un resumen de las tareas descritas, incluyendo como mínimo:

- a) Ficha de Antecedentes Básicos (Ver Anexo F)
- b) Descripción del Proyecto materia del Estudio
- c) Definiciones Iniciales
- d) Caracterización de la Situación Actual
- e) Estimación de la Demanda de Transporte
- f) Definición de la Oferta Vial
- g) Modelación y Simulación
- h) Proposición de Medidas de Mitigación
- i) Evaluación de Alternativas (si procede)
- j) Prediseño Físico y Operativo

- k) Conclusiones
- l) Anexo de Mediciones de Tránsito
- m) Anexo de Entrada y Salida de Modelos
- n) Anexo Planos
- o) Anexo Medios Magnéticos, incluyendo una copia completa del estudio.

ANEXOS

- Anexo A: Modelos de Demanda
- Anexo B: Fuentes de Información
- Anexo C: Modelación de Redes de Intersecciones con TRANSYT
- Anexo D: Lista de Chequeo de Seguridad Vial
- Anexo E: EISTU Proyectos Inmobiliarios en la Provincia de Chacabuco
- Anexo F: Ficha para la presentación de EISTU

Anexo A

Modelos de Demanda

Introducción

En este anexo se describen los modelos que se utilizan para estimar la demanda agregada de transporte y el número de vehículos asociados al proyecto. Estas variables son necesarias para la aplicación del Art. 7.1.5 de PRMS.

En el Art. 7.1.5 del PRMS se establece la necesidad de realizar un estudio de impacto vial en proyectos que:

- a) Generen más de 3.000 viajes diarios, o
- b) Generen más de 100 vehículos

En el caso a) los viajes se refieren a viajes generados con cualquier propósito, modo de transporte o período. En el caso b), la generación de vehículos se refiere al total de vehículos que poseen los usuarios del proyecto.

Demanda agregada de transporte

Para estimar la demanda agregada de transporte se desarrollaron modelos distintos para proyectos residenciales y no residenciales.

Para proyectos residenciales se recurrió a la información de la Encuesta Origen y Destino de Viajes del Gran Santiago de 1991 (EOD91). Utilizando la información del total de viajes con origen en el hogar (GEN BHI) y el número de hogares por categoría de ingreso, se definieron las tasas de viajes diarios que se reportan en la Tabla A.1.

Tabla A.1
Tasas de viajes diarios generados por hogar

Nivel Ingreso	Rango ingreso mensual	Nº viajes/hogar
Bajo	Menos 25 UF	2,93
Medio	Entre 25 y 130 UF	3,35
Alto	Más 130 UF	3,99

Para proyectos no residenciales se definieron tasas de viajes por unidad de superficie construida. Estas tasas se obtuvieron a partir de la información de la EOD91 sobre viajes generados (GEN NBH) y generados basados en el hogar de regreso (GEN BHR), y del Catastro de Bienes Inmuebles del SII de 1992. Los resultados obtenidos aparecen en la Tabla A.2.

Tabla A.2
Tasas de viajes diarios generados por unidad de superficie construida

Actividad	Nº viajes/m2 sup. Construida
Industria	0,006
Comercio	0,126
Servicios	0,107
Otros	0,126

Número de vehículos

Para estimar el número de vehículos asociados a proyectos residenciales se requiere conocer la tasa de motorización promedio por tipo de hogar. Utilizando la información de la EOD91, se obtuvieron los valores que figuran en la Tabla A.3

Tabla A.3
Tasa de motorización por hogar

Nivel Ingreso	Rango ingreso mensual	Nº de vehículos/hogar
Bajo	Menos 25 UF	0,19
Medio	Entre 25 y 130 UF	1,11
Alto	Más 130 UF	2,30

Anexo B

Fuentes de información

Introducción

En este anexo se entrega una lista de instituciones públicas que poseen información que podría ser útil para el desarrollo del EISTU.

SECTRA

SECTRA ha realizado o está realizando numeros estudios de transporte en la Región Metropolitana.

Parte de la información ya generada a través de los respectivos Estudios está disponible a través de la página web de SECTRA (www.sectra.cl) o en la biblioteca de esta institución.

Dirección: Teatinos # 950 Piso 16
Fono: (56-2)-6710935
Fax: (56-2)-6966477
Correo electrónico: sectra@sectra.cl

UOCT

La Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT) dispone de información de la mayoría de las intersecciones semaforizadas del Gran Santiago. Esta información consiste en las programaciones y datos sobre las redes coordinadas que existen.

Además, la UOCT distribuye gratuitamente el software de simulación TRANSYT versión 8S.

Dirección: Santa Beatriz 319, Santiago
Fono Fax: 235 2676 y 236 2701
Correo electrónico: uoct@uoct.mtt.cl

SEREMITT-RM

Dirección: Compañía 1357, Santiago
Fonos: 698 1022, 698 3556, y 698 3872
Fax: 688 3556

Otras instituciones

Además de los anteriores, existen otros organismos que poseen información que podría ayudar en el desarrollo del EISTU. Por ejemplo, la Dirección de Obras y la Dirección de Tránsito y Transporte Público del Municipio correspondiente a la localización del proyecto y el Ministerio de Obras Públicas, a través de:

- Coordinación General de Concesiones
Dirección: Merced 753, Santiago

- Subdirección de Vialidad Urbana Nacional
Dirección: Morandé N° 59, Piso 2, Santiago

Anexo C

Modelación de redes de intersecciones con TRANSYT

Introducción

En este Anexo se entregan algunos elementos útiles para la modelación de redes de intersecciones semaforizadas mediante el programa computacional TRANSYT.

TRANSYT se utiliza para encontrar la programación óptima de una red de intersecciones semaforizadas. La programación consiste en los inicios de verde en cada fase de cada semáforo, con sus respectivas duraciones, para un ciclo dado. TRANSYT busca la programación que genere el valor mínimo de un indicador de rendimiento que depende de las demoras de los usuarios y del consumo combustible en la red.

Además de intersecciones semaforizadas, TRANSYT puede simular la operación de intersecciones de prioridad y paraderos de buses, en casos simples.

TRANSYT es útil para programar los semáforos de una red, pero también se puede utilizar como una herramienta de simulación de la operación actual o futura de una red de intersecciones y paraderos de buses. En particular, cuando se prevea un cambio en la demanda como consecuencia de la implementación de un proyecto inmobiliario, siempre que no se generen reasignaciones importantes en la red.

A continuación se entrega una serie de criterios, recomendaciones y sugerencias para el correcto uso del programa TRANSYT.

Modelación de intersecciones semaforizadas

En la modelación de intersecciones semaforizadas una de las variables más importantes es el flujo de saturación. Este parámetro corresponde a la tasa máxima de descarga de una fila de vehículos formada en la línea de detención. En términos prácticos, se obtiene a partir de flujos de saturación básicos y factores de equivalencia y corrección.

Flujo de saturación básico

El flujo de saturación básico es la tasa a la que descarga una fila de automóviles que siguen directo en una línea de detención. Experiencias nacionales e inglesas han demostrado que existen factores que pueden modificar dicha tasa. Uno de ellos es la presencia de buses en la pista analizada.

Para el caso del Gran Santiago, se recomienda los siguientes valores para el flujo de saturación básico según el nivel de actividad del transporte público en la pista, en vías con pavimentos en buen estado:

Flujos de saturación básicos (Sb)

- 2.000 ADE/h en pistas sólo autos
- 1.800 ADE/h en pistas con autos y buses
- 1.700 ADE/h en pistas con paraderos de actividad baja
- 1.600 ADE/h en pistas con paraderos de actividad media
- 1.500 ADE/h en pistas con paraderos de actividad alta

Para otros centros urbanos es conveniente estimar en terreno el flujo de saturación. El método más recomendable es el de regresión lineal de Branston y Van Zuylen (1978).

Factores de equivalencia

Dado que TRANSYT utiliza los flujos expresados en unidades de vehículos equivalentes por hora (veq/h), se deben transformar a esa unidad los valores obtenidos en terreno, los que se obtienen en unidades de vehículos por hora (veh/h). Para esto se utilizan los factores de equivalencia por tipo de vehículo recomendados en el MESPIVU.

Una vez transformados los flujos a veq/h, éstos se agruparán en dos tipos arcos:

- Arcos de vehículos privados o tráfico general: autos + taxis + camiones
- Arcos de locomoción colectiva: buses + taxibuses

La clasificación anterior supone que los arcos tienen características distintivas: el transporte privado circula tratando de minimizar su tiempo de viaje, mientras que el transporte público lo hace buscando pasajeros y deteniéndose para transferirlos en los paraderos (formales e informales).

La capacidad también se utiliza en veq/h, por lo tanto, la obtención del flujo de saturación requiere solamente considerar el efecto de los virajes. Se distinguen dos tipos de virajes: sin oposición y con oposición.

Para los primeros se utilizan factores de equivalencia que son dependientes del radio de giro de acuerdo a la siguiente función:

$$f_v = \begin{cases} 1 + \frac{1,5}{r} & r < 10 \text{ m.} \\ 1 + \frac{150}{r^3} & r \geq 10 \text{ m.} \end{cases}$$

En caso de que no se conozca el radio de giro, se recomiendan los siguientes valores para f_v .

Viraje a la derecha : 1,25 ade/veq
 Viraje a la izquierda: 1,15 ade/veq

Para los virajes con oposición se recomienda distinguir dos casos:

- Si el flujo que vira es inferior a 120 veq/h entonces el movimiento se modela como un viraje sin oposición, pero con un factor de equivalencia mayor: 1,57 ade/veq.
- Si el flujo que vira es superior a 120 veq/h o si el nivel de conflicto generado por ese movimiento es importante entonces el movimiento se debe modelar utilizando la facilidad de TRANSYT que permite tratarlo como un movimiento secundario. Por lo tanto, se debe especificar el modelo lineal de capacidad del viraje, para lo cual se pueden seguir las recomendaciones que se entregan más adelante para la modelación de intersecciones de prioridad. En este caso el factor de equivalencia del movimiento es 1,0.

Factores de corrección

Además del efecto de los virajes se considerarán, si corresponde, reducciones del flujo de saturación por ancho de pista y pendiente. Las expresiones a utilizar son las siguientes:

Corrección por ancho de pista f_a , válido para ancho de pista $w = [2,4 ; 4,6]$:

$$f_a = \begin{cases} 0,55 + 0,14w & w < 3,0 \text{ m.} \\ 1 & 3,0 \text{ m.} \leq w \leq 3,7 \text{ m.} \\ 0,83 + 0,05w & w > 3,7 \text{ m.} \end{cases}$$

Corrección por pendiente f_p , válido para pendiente $i = [- 0,15 ; + 0,15]$

$$f_p = 1 + 0,15 i$$

donde i es la pendiente en tanto por uno. La pendiente se considera positiva si los vehículos descienden en el sentido de avance y negativa en caso contrario.

Finalmente, el flujo de saturación se calcula mediante la siguiente expresión:

$$S[\text{veq} / h] = \frac{f_a f_p}{f_c} [\text{veq} / \text{ade}] \times S_b [\text{ade} / h]$$

donde f_c es el factor de composición de flujo, dado por la expresión

$$f_c = \frac{\sum_i q_i f_i}{\sum_i q_i} [ade/veq]$$

donde f_i es el factor de equivalencia para vehículos de tipo i en ade/veq y q_i es el flujo de ese tipo de vehículo expresado en veq/h .

Otros parámetros

- Los arcos de entrada a la red se modelarán utilizando distancias nulas y velocidades iguales a 50 y 30km/h para vehículos privados y locomoción colectiva, respectivamente.
- Se utilizan ponderadores globales para las demoras (300) y detenciones (50) que serán introducidos en la tarjeta 1. No se usarán ponderadores distintos por arco.
- Se utilizan pérdida inicial y ganancia final globales que serán introducidas en la tarjeta 1, iguales a 2 seg, salvo en casos especiales (como por ejemplo gran presencia de peatones que retarde la partida de un movimiento) que indiquen que la pérdida en la partida es diferente.
- Las longitudes de los arcos serán definidas de línea de detención a línea de detención y serán medidas en terreno. Donde existan planchetas 1:1.000 se utilizarán mediciones directas a partir de ellas.
- La obtención y utilización de otros parámetros para la modelación dependerá de las características de cada red y de la posibilidad de efectuar mediciones. En este sentido se plantea lo siguiente:
 - La velocidad será estimada a partir de recorridos informales de la zona en distintos períodos (método del vehículo flotante), tratando de medir la velocidad real de circulación. No se emplea la velocidad de diseño de la vía ni la reglamentada como máxima.
 - Si existen arcos de modelación con flujos vehiculares nulos para algunos períodos y para otros no, se sugiere poner un flujo de 10 veq/h en los períodos en que se registró flujo nulo (10 veq/h es una cantidad mínima de flujo vehicular) ya que es razonable pensar que a pesar de haber registrado ese único día en que se realizaron las mediciones, un flujo igual a cero, otros días pudiera haber un flujo mayor que cero, si es que el movimiento está permitido.

Modelación de intersecciones de prioridad

TRANSYT tiene la capacidad de modelar una red que contenga tanto intersecciones semaforizadas como de prioridad. Sin embargo, es importante considerar lo siguiente para el caso de intersecciones de prioridad:

La capacidad de los movimientos prioritarios es similar a la de un movimiento con verde permanente (flujo de saturación). No obstante el MESPIVU recomienda aumentar dicho valor en un 10%.

La capacidad de los movimientos secundarios se modela mediante una relación lineal entre capacidad y flujos prioritarios, como la siguiente:

$$Q = Q_o - A_1 q_1 - A_2 q_2$$

La variable Q_o se denomina “flujo de saturación”, pero es considerablemente menor al correspondiente a una intersección semaforizada. Esto se debe a que cada conductor en un acceso secundario incurre en una demora al tener que verificar si existen vehículos en los accesos prioritarios, lo que hace bajar la tasa de descarga de la fila de vehículos.

El modelo lineal utilizado en TRANSYT es, en rigor, apto sólo para intersecciones prioritarias en T y por lo tanto admite a lo más dos movimientos prioritarios. El modelo representa la capacidad de un movimiento (pista) secundario;

El modelo lineal utilizado en TRANSYT posee parámetros que son dependientes de la geometría de la intersección (ancho de pista, ancho de vía prioritaria y ancho del bandejón) y de la visibilidad desde la rama secundaria.

Los parámetros que el manual de TRANSYT recomienda para Q_o , A_1 y A_2 son los correspondientes a una geometría y visibilidad típica de las intersecciones de Inglaterra: ver Kimber y Coombe (1980). Por lo tanto, a menos que las condiciones en la intersección analizada sean similares a las mencionadas, es incorrecto utilizar los parámetros recomendados. Será necesario entonces realizar mediciones de anchos de pista y visibilidad para así determinar los parámetros.

Casos especiales en una intersección en T (ver Apéndice 1 del Manual de TRANSYT):

- Si una pista secundaria está compartida por un viraje a la derecha y un viraje a la izquierda entonces se debe indicar a TRANSYT el porcentaje del flujo secundario que cede prioridad sólo a uno de los dos movimientos prioritarios. Con esta información TRANSYT obtiene la capacidad de la pista como la media armónica de las capacidades individuales;

- Si el acceso secundario tiene más de una pista y éstas comparten línea de detención entonces el modelo lineal que representa la capacidad de dicha línea de detención se obtiene sumando los parámetros de los modelos de capacidad asociados a cada una de las pistas, es decir, sumando los respectivos Q_0 , A_1 y A_2 , y no solamente sumando Q_0 .
- Si se requiere modelar una intersección proritaria en cruz, aquellos movimientos secundarios con más de dos movimientos prioritarios deben ser analizados en forma especial ya que TRANSYT admite sólo dos. Podría ser razonable considerar los dos movimientos prioritarios de mayor flujo (en veq/h). Obviamente esto tiende a sobreestimar la capacidad del movimiento secundario ya que de todas formas se ignoran algunos movimientos prioritarios. Este tipo de intersecciones fue analizado en Chile por Schumilo y Coeymans (1987).

Modelación de Rotondas

Una rotonda puede ser vista como una serie de intersecciones de prioridad conectadas entre sí por arcos cortos. La capacidad de una rotonda se analiza para cada uno de sus accesos, por ejemplo, mediante modelos lineales. El modelo lineal que representa la capacidad de un acceso a una rotonda posee parámetros distintos a los de una intersección en T.

Si la rotonda está bien diseñada entonces el valor de Q_0 es mayor que el de un acceso secundario típico. Además, por su configuración geométrica, en la rotonda existe sólo un movimiento prioritario, por lo tanto, sólo se requiere conocer el parámetro A_1 , cuyo valor será distinto al de una intersección prioritaria. La mayoría de las rotondas existentes en Chile no tienen un diseño adecuado y probablemente cada acceso se comporte en cuanto a su capacidad como un acceso secundario en una intersección de prioridad en T.

El modelo lineal de capacidad para rotondas está reportado en Kimber (1980) y los criterios de diseño utilizados en Inglaterra están disponibles en Internet en la dirección <http://www.official-documents.co.uk/document/ha/dmrb/index.htm>.

Modelación de transporte público

La modelación de transporte público se hará de la siguiente forma:

- Si el flujo de transporte público en un acceso es menor que 10 veq/h , se modelará en un sólo tipo de arco todo el flujo.
- Si el flujo de transporte público es menor que 10 veq/h y la actividad de paraderos es baja, se modelará en arcos separados el flujo de transporte público y el de vehículos livianos.

- Si la actividad de los paraderos es media, se modela en arcos separados el flujo de transporte público y el de vehículos livianos y además se separa en un arco de transporte público que se detiene en el paradero y otro arco de transporte público que no se detiene. En este caso se mide la demora en el paradero durante una hora por período y se incluirá solamente en el arco de los buses que se detienen, notando que TRANSYT no admite demoras superiores a 99 segundos por bus.
- Para el caso de paraderos congestionados, donde su interferencia a la circulación del resto del flujo sea importante, será necesario definir una metodología en conjunto con la contraparte del estudio. En principio, considerando que la coordinación de redes en este caso es aprovechada sólo por los automóviles, se piensa que la interferencia de la locomoción colectiva podría ser modelada como una restricción de capacidad para los vehículos livianos. En particular, es posible modelar el paradero con un nodo cuello de botella cuya capacidad sea la capacidad de entrada al paradero; este valor se puede estimar basándose en los resultados del programa de simulación IRENE.

Además, el arco que no pasa por el nodo paradero podría pasar por otro cuello de botella que daría cuenta de la restricción de capacidad que impone la presencia del paradero en el arco. Con esta forma de modelación se conseguiría que el histograma de llegadas a la línea de detención aguas abajo sea más realista.

En estos casos es recomendable realizar una calibración en terreno de los parámetros utilizados.

Si no existe interferencia de paraderos se deberá coordinar tanto para vehículos privados como para buses, más aún si las velocidades de operación se parecen. En el caso de que se modele la presencia de paraderos se utilizarán ponderadores negativos para las detenciones y demoras.

Si el 70% de los buses no se detiene se supondrá que no existe paradero.

En los arcos en los que existe paradero, el tiempo detenido se incorporará como una reducción en la velocidad de operación.

En las líneas de detención compartidas por autos y buses, en que no existe la posibilidad de adelantamiento, se castigará la velocidad de operación de los vehículos privados pudiendo incluso llegar a ser igual a la de buses.

Optimización de las programaciones

Cuando la operación de los semáforos sea controlada por un organismo especializado, como la Unidad Operativa de Control de Tránsito del Gran Santiago (UOCT), las programaciones respectivas serán las que determine la institución encargada y no podrán ser modificadas por el consultor. El análisis se limitará a

simular la operación de las intersecciones del área de influencia, en los distintos escenarios considerados, utilizando tales programaciones, utilizando como unidad básica el cuarto de hora.

Solamente cuando se analice la totalidad de una red establecida (como las que componen el proyecto SCAT del Gran Santiago), se podrá emplear TRANSYT en modalidad de optimización, una vez efectuadas las simulaciones respectivas, previo acuerdo con la contraparte técnica.

La implementación de una nueva programación en la red completa se podrá presentar como medida de mitigación, en cuyo caso el organismo competente decidirá si la acoge. En caso de ser aceptada, será de cargo del proyecto efectuar las tareas anexas requeridas (sintonía fina de las programaciones, justificación de nuevos semáforos, configuración de controladores, etc.).

Para la programación de los semáforos, se deberá considerar las siguientes recomendaciones.

Determinación de Verdes Mínimos

El cálculo de verdes mínimos de la fase *i* se realizará utilizando la siguiente fórmula:

$$V_{min} = \max \left\{ 8,5 + \frac{W_i}{V_c}; 1,1W_i \right\}$$

donde:

W_i = ancho a cruzar por los peatones, si hay refugio central se puede diseñar el cruce peatonal para fases consecutivas.

V_c = 1,4 m/s, velocidad de caminata

La expresión presentada para calcular el verde mínimo posee factores de seguridad implícitos, por lo que el ancho utilizado es un valor aproximado del real y no necesita ser medido en terreno ni en un plano topográfico.

Determinación de EntreVerdes

El entreverde será la suma del amarillo (A) y el rojo-rojo (RR) de una fase. Se supondrá un amarillo igual a 3 segundos y el rojo-rojo se calculará de la siguiente forma:

$$RR = T_g - T_p$$

T_g = Tiempo de despeje del cruce del movimiento más crítico que gana derecho a fase

T_p = Tiempo de despeje del cruce del movimiento más crítico que pierde derecho a fase y

$$T_g = \frac{W_g}{V_g}$$

$$T_p = \frac{W_p + L}{V_p}$$

donde:

W_g = distancia entre la línea de detención y el punto de conflicto para el vehículo que gana derecho a paso;

W_p = distancia entre la línea de detención y el punto de conflicto para el vehículo que pierde derecho a paso;

V_g = velocidad del vehículo que gana derecho a paso (30 km/h);

V_p = velocidad del vehículo que pierde derecho a paso (40 km/h);

L = longitud del vehículo (4 m.).

Elección del ciclo óptimo de operación

La obtención del ciclo óptimo de operación de la red de semáforos se realiza mediante el uso de la rutina CICLO de la versión 8S de TRANSYT, donde se incorpora la metodología propuesta por Barrientos, Fernández y Gibson (1989) en relación con el tema. Se utiliza el ciclo y las configuraciones (dobles o simples) recomendadas por el programa, previa verificación de los grados de saturación estimados para cada nodo en forma individual por la subrutina CYOP de TRANSYT.

Los grados de saturación no deberán ser mayores que 90%, en cada cuarto de hora de estudio. En caso contrario, se realizarán corridas para rebajar los grados de saturación y se escogerá la que minimice el índice de rendimiento.

Obtención de repartos y desfases

Se efectuará una corrida con el ciclo y configuraciones escogido, utilizando la subrutina EQUISAT para determinar los repartos, sólo con optimización de desfases.

Posteriormente, con los desfases finales de la optimización anterior se optimizarán nuevamente los desfases.

Elección de ciclo y optimización de repartos para redes saturadas

En redes que tengan períodos en que el grado de saturación promedio sea superior a 85%, el procedimiento para obtener la programación de la red es el siguiente.

Los ciclos y repartos serán obtenidos con las mismas metodologías definidas anteriormente, pero se utilizarán los flujos definidos a partir de la media móvil máxima del período (cabe mencionar que para estos períodos se midió durante 1,5 horas).

Para los desfases se utilizarán los flujos correspondientes al promedio de todo el período de medición.

Para efectuar la coordinación de ejes podrán utilizarse ponderadores para privilegiar la coordinación de un sentido de tránsito.

Estructura del informe de modelación de redes TRANSYT

La modelación con TRANSYT u otro software de simulación es un aspecto relevante en ciertos EISTU. Por lo mismo es necesario que se reporten adecuadamente las tareas realizadas en este contexto. Así entonces para cada una de las redes, se realizará un reporte cuya estructura será la siguiente:

1. Introducción: contiene la descripción de la red, su tipificación y configuración, ubicación, etc.
2. Diseño operativo: contiene la definición de fases, cálculo de entreverdes y verdes mínimos o las programaciones existentes si éstas no son modificadas.
3. Modelación: contiene la descripción de cómo se modeló la red, un esquema donde se aprecia la codificación de los nodos y arcos y líneas de detención, descripción de cómo se abordó el tema del transporte público, los resultados de la calibración de los parámetros de modelación y otros aspectos que el Consultor estime necesarios.

El reporte incluirá al menos los siguientes anexos

- Archivos de entrada TRANSYT: contiene los archivos de entrada de la red de modelación TRANSYT por período.
- Archivos de salida TRANSYT: contiene los archivos que TRANSYT genera como resultado de las simulaciones de la red en cada uno de los períodos.

- Mediciones de otros parámetros.

Se debe entregar un cuadro resumen con la información de flujos, por red, período y arco, tal como se muestra a continuación.

Ejemplo: Resúmenes de Flujos Vehiculares y Flujos De Saturación
Red N° 20-Periodo 1

ARCO	VEHICULOS PRIVADOS (VEQ/HR)				LOC COLECTIVA (VEQ/HR)				F. SAT ADE/HR	F. DE VIRAJE (ADE/VEQ)			F.SAT VEQ/HR
	TOTAL	DIR	DER	IZQ	TOTAL	DIR	DER	IZQ		DIR	DER	IZQ	
810-8100	496	446	51	0	76	74	2	0	3.600	1,00	1,25		3.519
820-8200	63	62	1	0	2	2	0	0	1.800	1,00	1,25		1.793
822	9	0	0	9	0	0	0	0	1.800			1,15	1.565
830-8300	314	190	0	124	259	229	0	30	3.600	1,00		1,15	3.461
910-9100	626	505	121	0	97	97	0	0	3.600	1,00	1,25		3.456
920-9200	187	138	6	43	76	76	0	0	1.800	1,00	1,25	1,15	1.747
931-9310	122	122	0	0	3	3	0	0	1.800	1,00			1.800
932-9320	121	0	0	121	289	0	0	289	1.800			1,15	1.565

Es necesario también entregar un cuadro donde se aprecie el grado de saturación por arco o línea de detención en el Escenario Base y en el Escenario con Proyecto para cada de los accesos donde se producen incrementos de flujo producto de la operación del proyecto.

Referencias

Barrientos R., Fernández D. y Gibson, J. (1989) *Metodología para la determinación del tiempo de ciclo óptimo en redes de semáforos*. Actas del IV Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Valparaíso, 19-32.

Branston & Van Zuylen (1978) *The estimation of saturation flow, effective green time and passenger car equivalents, at traffic signals by multiple linear regression*. Transportation Research Vol. 15, 47-53.

Gibson J., Bartel G. y Coeymans J.E. (1997) *Redefinición de los parámetros de capacidad de una intersección semaforizada bajo condiciones de tráfico mixto*. Actas del VIII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Santiago, 383-395.

Kimber R.M. (1980) *The traffic capacity of roundabouts*. Report LR942, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.

Kimber R.M. y Coombe R.D. (1980) *The traffic capacity of major/minor priority junctions*. Report SR 582, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.

Schumilo A. y Coeymans J.E. (1987) *Modelación de Intersecciones Prioritarias*. Actas del III Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Concepción, 63-77.

Vincent R., Mitchell A. and Robertson D. (1980) User guide to TRANSYT 8. LR888, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.

ANEXO D

Lista de Chequeo de Seguridad Vial

Introducción

La incorporación de concepciones modernas en gestión de tránsito incluye necesariamente la introducción de la variable Seguridad Vial en el diseño urbano. Particularmente en todos los proyectos de desarrollo urbano, se tiene un amplio respaldo en materias de seguridad vial basados en la experiencia internacional del diseño vial.

En este sentido las Listas de Chequeo son un proceso técnico formal, donde se revisa que el proyecto cumpla con estándares mínimos de seguridad, individualizando los elementos que generarán riesgos al entrar el proyecto en operación. La experiencia nacional e internacional señala que muchos de los factores de accidentes relacionados con la vialidad pueden ser corregidos en las etapas anteriores a la implementación de un proyecto a través de la aplicación de listas de chequeo de seguridad vial, en las etapas de planificación, diseño y construcción. El considerar la seguridad vial en estas etapas trae consigo considerables ahorros en el costo de los proyectos, dado que se disminuye el número de accidentes y la severidad de sus consecuencias y se evita incurrir en costos adicionales una vez que el proyecto entra en operación.

Los principios de seguridad que sustentan las recomendaciones, están incorporadas en el manual "Hacia Vías más Seguras en Países en Desarrollo" CONASET (1995), aún cuando muchos detalles se han omitido, las listas de Chequeo de Seguridad Vial, entregan una serie de preguntas, que debe responder el consultor.

Para asegurar que los aspectos de Seguridad Vial han sido lo suficientemente considerados en los proyectos viales, se recomienda en esta metodología, la aplicación de las siguientes Listas de Chequeo proporcionadas por la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET), consistentes en una serie de preguntas que se deben responder al momento de revisar la seguridad vial de un proyecto. Si la respuesta a las preguntas entregadas es "NO", el consultor deberá dirigirse a la sección correspondiente del manual "Hacia Vías más Seguras en Países en Desarrollo", indicada entre paréntesis al final de cada pregunta, donde encontrará la información relevante y orientación en cuanto a que medidas adoptar para un diseño más "seguro" o los tipos de medidas correctivas necesarias para superar los posibles problemas.

Para mayor conveniencia, las listas de chequeo han sido agrupadas bajo tres títulos, relacionados con la planificación, diseño y operación de las vías, siendo estas:

Lista de Chequeo A:	Uso de suelo / Planificación física
Lista de Chequeo B:	Planificación de redes
Lista de Chequeo C:	Diseño de vías

LISTA DE CHEQUEO A
USO DEL SUELO / PLANIFICACIÓN FÍSICA

I.	GENERAL	SI	NO
1	¿Existe un Plan Regulador? (3.2)		
	¿Se cumple con él? (3.2)		
2	Las actividades importantes que generan/atraen altos flujos de tráfico motorizado, tales como hospitales, centros comerciales, estaciones bencineras: ¿están ubicadas en vías de categorías superiores* a las locales? (* red vial básica: troncal, servicio o colectora) (3.2 - 3.5.3)		
3	Las actividades que generan/atraen altos flujos peatonales, como colegios, centros comerciales y centros de salud, ¿están conectadas entre ellas y con las viviendas por medio de aceras o rutas peatonales continuas? (3. 5. 5)		
4	¿Están las paradas de buses conectadas con viviendas y servicios cercanos, como comercio, por medio de aceras o rutas peatonales? (3.8)		
5	¿Están las paradas de buses ubicadas cerca de los cruces peatonales y de las rutas peatonales, de tal forma que sea conveniente para los pasajeros usar estos cruces y rutas? (3.8)		
6	¿Están las paradas de buses ubicadas pasado los cruces peatonales y después de las intersecciones? (4.1.16)		
7	¿Están las actividades que generan viajes en bicicleta, tales como industrias, establecimientos educacionales y centros comerciales, conectadas entre ellas y con las viviendas por medio de una red continua para ciclistas? (3.2 , 3.6.1 - 3.6.4 , 4.1.20)		

I.	GENERAL	SI	NO
8	Si existe una red para ciclistas ¿está compuesta por calles locales, bermas de ancho adecuado y principalmente por rutas exclusivas segregadas y protegidas para ciclistas y peatones? (3.6.1 - 3.6.4, 4.1.20)		
9	¿Existen construcciones, accesos, estructuras y paneles publicitarios que estén obstruyendo la visibilidad afectando la seguridad de los usuarios de las vías? (3.7)		
10	Si existen construcciones, accesos, estructuras y paneles publicitarios ¿Han sido estos autorizados? Si no son autorizados, ¿son removidos? Si son autorizados, ¿se estudia la posibilidad de removerlos?		
11	Si existen comerciantes y/o paradas de taxistas que estén creando situaciones de riesgo en la vía principal ¿existen lugares alternativos fuera de la vía principal o en las calles laterales (al menos 50 m. retirados de la vía principal) para re- ubicarlos? (3.7)		
12	¿Están todos los accesos a las propiedades y a estacionamientos retirados al menos a 50 m. de las intersecciones? (excepto en el caso de vías de acceso) (5.6)		

II.	AREAS RESIDENCIALES	SI	NO
13	¿Han sido las áreas residenciales planificadas de modo que sean autosuficientes en cuanto a servicios básicos, tales como comercio local y escuelas básicas? (3.6.1)		
14	¿Cuenta el área con una red segregada de rutas peatonales y de ciclovías? (3.6.1)		
15	¿Se encuentran los estacionamientos de vehículos ubicados lejos de las áreas de juegos infantiles? (3.6.1)		

II.	AREAS RESIDENCIALES	SI	NO
16	<p>¿Están las vías diseñadas para excluir el tráfico de paso, para inducir bajas velocidades (*) y para dar prioridad igualitaria a los peatones? (3.6.1, 6.8.10)</p> <p>(*) Las vías rectas y largas, como asimismo muy anchas, incentivan la velocidad</p>		

III.	AREAS INDUSTRIALES	SI	NO
17	¿Tiene el área industrial acceso directo a vías principales (vías troncales y de servicio)? (3.6.2)		
18	¿Está el área industrial físicamente separada de las áreas residenciales cercanas? (3.6.2)		
19	Si no están físicamente separados, ¿se han considerado medidas específicas para minimizar los efectos nocivos del tráfico de vehículos de carga pesada? (3.6.2)		
20	En las vías cercanas que llevan el tráfico industrial del/al lugar, ¿son las intersecciones lo suficientemente amplias y diseñadas para permitir una fácil maniobra por parte de los vehículos de carga? (3.6.2)		
21	¿Existe suficiente espacio fuera de la vía para estacionar y realizar actividades de carga y descarga? (3.6.2, 5.11)		
22	¿Se han considerado redes de rutas peatonales y para ciclistas que conecten las áreas industriales con las áreas principales de vivienda? (3.6.2)		

IV.	AREAS COMERCIALES	SI	NO
23	Las áreas comerciales, ¿están separadas del tráfico de paso por medio de vías de servicio? (3.6.3)		
24	Si no es así, ¿están las áreas alejadas de la orilla de la vía de modo que no produzcan obstrucciones /o situaciones de peligro para los usuarios de la vía? (3.6.3)		

IV.	AREAS COMERCIALES	SI	NO
25	¿Existen facilidades seguras para el cruce de peatones? (3.6.3, 4.2.10)		
26	¿Son las velocidades del tráfico de paso lo suficientemente bajas como para permitir que los peatones crucen en forma segura? (3.6.3, 6.8.9)		
27	La forma como están organizados la carga/descarga y servicios, ¿minimizan los riesgos para los peatones y el otro tráfico? (3.6.3)		
28	¿Existe estacionamiento fuera de la vía para el público que va al área comercial? (3.6.3)		
29	Los accesos (salidas y entradas) ¿Están organizadas en forma segura para minimizar riesgos? (3.6.3)		

V.	AREAS RECREACIONALES / TURISMO	SI	NO
30	¿Existen planes especiales de gestión de tránsito y de estacionamiento para los grandes eventos? (3.6.4)		
31	El acceso principal y área de estacionamiento, ¿están segregados del tráfico de paso? (3.6.4)		
32	Los lugares de entrada/salida de las áreas de estacionamiento ¿son seguros y adecuados para los volúmenes de tráfico que se esperan? (3.6.4)		
33	Los lugares de entrada/salida, ¿están ubicados de modo que el tráfico se distribuya hacia la red vial en todas las direcciones? (3.6.4)		
34	En caso de grandes eventos ¿se prepara un plan con una adecuada cobertura física con señales informativas de dirección, para dirigir el tráfico hacia y desde estos lugares? (3.6.4)		

LISTA DE CHEQUEO B
PLANIFICACIÓN DE REDES

I.	REDES VIALES	SI	NO
1	¿Se han categorizado las vías en forma jerarquizada? (definición de red vial básica o red vial estructurante en los casos que es aplicable) (3.3)		
2	¿Constituyen las vías principales la red vial básica de la ciudad (o región) y transportan estas casi todo el tráfico de paso (larga distancia)? (3.3 , 3.5)		
3	Cuándo estas vías principales tienen dos o más pistas por sentido, ¿están los sentidos de tránsito separados por medio de una barrera o mediana central? (3.3 , 3.5)		
4	Las vías locales ¿ sirven solamente al tráfico local de áreas residenciales (o área similar), conectando estas áreas con las vías colectoras distribuidoras? (3.3, 3.5.3)		
5	¿Sé intersecta cada vía solamente con vías de su misma categoría o con aquellas solamente de una categoría superior o inferior a ella? (3.3)		
6	¿Se han diseñado todas las vías de acceso de modo tal que impidan o desincentiven el tráfico de paso? (3.5.4, 6.8.10)		
7	¿Son todas las vías de acceso diseñadas con trazado curvo o sin salida (culs-de-sac) con no más de 200 m. De largo? (3.5.4)		
8	¿Están todas las intersecciones entre dos vías principales de la jerarquía, controladas por semáforos o rotondas (o segregadas por nivel cuando existen grandes volúmenes de tránsito)? (3.5.1, 4.2.1)		

I.	REDES VIALES	SI	NO
9	¿Están todas las intersecciones entre vías principales en la jerarquía y las colectoras, controladas por intersecciones “T” de prioridad (con prioridad a la vía principal), por rotondas o por semáforos? (3.5.1, 4.2.1)		
10	¿Están todas las intersecciones entre vías colectoras y vías locales de acceso, controladas por intersecciones “T” de prioridad (con prioridad para la vía colectoras)? (4.2.1)		
11	En las intersecciones entre vías principales de la jerarquía y las colectoras ¿se ha considerado la provisión de un ensanchamiento para canalizar y proveer una pista de viraje protegida para aquellos vehículos que desde la vía principal viran hacia la izquierda? (4.2.8)		
12	En vías principales de la jerarquía ¿están las intersecciones distanciadas entre ellas en por lo menos 250 m.? (El número máximo de intersecciones en vías principales de la jerarquía debiera ser de no más de 3 intersecciones por kilómetro) (3.3, 5.6)		
13	¿Son los accesos a las áreas de estacionamiento local sólo desde vías locales de acceso? (El acceso a áreas más grandes de estacionamiento de hospitales, centros comerciales de distrito, estaciones bencineras, y usos similares que crean grandes volúmenes de tránsito, solo en casos excepcionales pueden ser desde vías colectoras o servicio. Deben evitarse estos accesos directos desde vías principales en la jerarquía) (5.6, 3.5.4)		
14	¿Se ha chequeado que los accesos vehiculares propuestos directos a propiedades no estén a menos de 50 m. de las intersecciones? (5.6)		
15	La visibilidad y las señalizaciones en las intersecciones ¿permite que los conductores perciban fácilmente cual es la vía que tiene la prioridad y donde deben ceder el paso o parar? (4.1.3, 4.2.6, 4.2.7)		

I.	REDES VIALES	SI	NO
16	¿Está controlado o prohibido el estacionamiento de vehículos en las vías principales de la jerarquía con grandes volúmenes de tráfico? (3.5.1, 5.10)		
17	¿Se han provisto lugares adecuados de parada de buses y taxis y en lugares seguros? (4.1.16)		

II.	REDES DE ACERAS O RUTAS Y FACILIDADES PARA PEATONES	SI	NO
18	En vías con mucha actividad, ¿son los peatones encauzados hacia lugares con facilidades especiales para cruzar en forma segura? (4.2.10)		
19	Dónde es posible, ¿están las aceras principales separadas de la vía? (3.5.5)		
20	Las principales aceras o rutas de circulación peatonal, ¿cruzan las vías a través de cruces peatonales bien diseñados, señalizados e iluminados? (4.2.10)		
21	¿Tienen vías principales de la jerarquía aceras, si es que no existen rutas peatonales separadas cerca de ellas? (3.5.1, 3.5.3, 4.1.6)		
22	En las vías principales de la jerarquía ¿existe una reserva para una franja de separación entre la calzada y la acera? (3.5.5)		
23	En las vías principales de la jerarquía, ¿están todos los cruces peatonales, ya sea separados a nivel, controlados por semáforos o diseñados con islas peatonales de refugio para que el peatón nunca cruce más de dos pistas de tráfico a la vez antes de llegar a un lugar seguro? (3.5.5, 6.9.3)		
24	Si existen dos o más pistas de tráfico en cada sentido, ¿existe algún refugio (islas peatonales), de por lo menos 1,2 m. De ancho (y preferentemente de 2,0 m.), en aquellos lugares donde es más probable que los peatones crucen? (6.9.3)		

II.	REDES DE ACERAS O RUTAS Y FACILIDADES PARA PEATONES	SI	NO
25	¿Están los cruces peatonales en las vías colectoras controlados por semáforos, si el TMDA (tráfico medio diario anual) es sobre 7.500 vehículos / día? (4.2.10, 4.9.2)		
26	¿Cuentan con aceras todas las vías de acceso que sirven a más de 100 viviendas ó 200 lugares de trabajo? (3.5.4, 3.5.5, 4.2.10)		
27	Los pasos peatonales bajo o sobre nivel ¿han sido diseñados para incentivar a que los peatones los usen y no crucen por la calzada? (si es necesario instalando vallas peatonales para que el cruce por la calzada les resulte más largo) (4.2.9, 4.2.10, 6.9.5)		
28	¿Existen rutas peatonales segregadas seguras y atractivas (por ejemplo, con sombra y buen drenaje) entre las áreas residenciales principales, centros comerciales, colegios y áreas de trabajo? (3.5.5)		

III.	REDES Y FACILIDADES PARA CICLISTAS	SI	NO
29	¿Se evita que las principales rutas de ciclistas crucen las arterias principales o que lo hagan pero por pasos bajo o sobre nivel de peatones? (4.2.10)		
30	¿Se han considerado las necesidades de cruce de los ciclistas en el diseño detallado de las intersecciones donde existe un gran número de ciclistas? (4.1.20, 4.2.10)		
31	Las rutas principales de ciclistas ¿ atraviesan las vías sólo en lugares donde los ciclistas pueden detenerse con facilidad? (por ejemplo, evitando pendientes muy pronunciadas) (4.1.20, 4.2.10)		
32	¿Es el ancho de las ciclovías exclusivas de al menos 2 m.? (4.1.20, 4.2.10)		

III.	REDES Y FACILIDADES PARA CICLISTAS	SI	NO
33	¿Es el ancho de las rutas compartidas de ciclistas/peatones de por lo menos 2,5 m.? (3.5.5, 4.1.20, 4.2.10)		
34	¿Existen redes segregadas de rutas peatonales/ciclovías (preferentemente en lugares con sombra o con techos protectores del sol) que sean alternativas seguras para los ciclistas? (3.5.5, 4.1.20, 4.2.10)		

LISTA DE CHEQUEO C

DISEÑO DE VIAS

I.	DISEÑO DE TRAMOS (ARCOS)	SI	NO
1	¿Se han realizado cálculos sobre las probables velocidades a desarrollarse en el tramo de vía? (4.1.2)		
2	¿Se han realizado cálculos del uso actual y futuro por parte de los de peatones, y se han considerado facilidades apropiadas para su seguridad? (4.1)		
3	¿Se ha usado un procedimiento para el diseño geométrico que considere las velocidades vehiculares que se podrían dar en la práctica? (4.1.1, 4.1.2)		
4	Las distancias de percepción para el frenado ¿están por sobre el mínimo requerido para las velocidades proyectadas? (4.1.3)		
5	¿Están los radios de las curvas horizontales, y su peralte (si es necesario) sobre los mínimos identificados para las velocidades proyectadas? (4.1.4, 4.1.5)		
6	¿Son las curvas verticales adecuadas para las velocidades proyectadas? (4.1.6)		
7	¿Es el perfil de la vía adecuado para los niveles de flujo de tránsito estimados? (4.1.5, 4.1.9)		
8	¿Producen los elementos de diseño geométrico un delineamiento consistente y seguro? (4.1.1, 4.1.7)		
9	¿Son las gradientes combinadas en los perfiles transversales y longitudinales suficientes como para evitar la acumulación de agua? (4.1.5, 4.1.7)		
10	¿Permite el diseño de la vía oportunidades de adelantamiento en forma regular? (4.1.3, 4.1.8)		

I.	DISEÑO DE TRAMOS (ARCOS)	SI	NO
11	¿Se han considerado pistas para vehículos lentos donde sea necesario para proveer oportunidades seguras y adecuadas de adelantamiento? (4.1.3 , 4.1.8)		
12	¿Permitirá la vía una conducción nocturna segura? (4.1.3, 4.1.12, 4.1.15, 4.2.5, 4.2.6, 4.2.7)		
13	¿Se han diseñado las demarcaciones centrales y del borde de la calzada de tal forma que entreguen una adecuada orientación/control para que los conductores posicionen sus vehículos y adelanten en forma segura? (4.1.3, 4.1.9, 4.1.12)		
14	¿Está contemplado en el diseño reducir la gravedad de los accidentes en caso de que estos ocurran? (4.1.10, 4.1.11, 4.1.13, 4.1.14, 4.1.17, 4.1.18, 4.1.19, 4.1.20)		
15	¿Se ha considerado un posicionamiento adecuado para vehículos estacionados y detenidos, incluyendo buses, de manera que no signifiquen un peligro para otros usuarios de la vía? (4.1.9, 4.1.16)		
16	¿Se han hecho provisiones específicas de seguridad para peatones que caminan a lo largo, o cruzan la vía? (4.1.3, 4.1.9, 4.1.10, 4.1.11, 4.1.15, 4.1.17, 4.1.18, 4.1,19)		
17	¿Se han hecho provisiones específicas para el tránsito no-motorizado? (4.1.3, 4.1.9, 4.1.20)		
18	¿Incluye el perfil propuesto, bermas duras o suaves para los vehículos que sufren una panne, buses, etc.? (4.1.9)		
19	¿Se han ubicado lo suficientemente retirados los elementos obstructivos a la orilla de las vías, tales como terraplenes, paneles publicitarios, vegetación, edificios, etc., para proveer suficiente visibilidad hacia adelante? (3.7, 4.1.3, 4.2.6)		

I.	DISEÑO DE TRAMOS (ARCOS)	SI	NO
20	¿Existen barreras de contención en el exterior de las curvas donde existen barrancos (más de 3 metros)? (4.1.11)		
21	En las vías cerca de pueblos o sectores agrícolas donde los campesinos (incluyendo sus animales) cruzan con frecuencia: ¿tienen los cruces señalizaciones de advertencia adecuadas, ubicadas en lugares apropiados con la debida anticipación y reiteración? (4.2.10, 6.9)		
22	¿Sé desincentiva a que los peatones y vehículos no motorizados se desplacen por las calzadas de vías rurales (interurbanas)?, o de lo contrario, ¿se le otorgan facilidades especiales para su desplazamiento? (esto es mucho más importante considerar en los by-pass de áreas urbanas que en vías entre ciudades pues esta últimas ya han sido tradicionalmente usadas por todo tipo de usuarios) (4.1.18, 4.1.20)		
23	¿Existe alguna forma de controlar y autorizar la provisión de accesos privados hacia la red vial? (5.2, 5.6)		

II.	DISEÑO DE INTERSECCIONES	SI	NO
24	¿Será capaz la intersección de acomodar los flujos de tráfico proyectados, con un aceptable nivel de capacidad de reserva? (4.2.1)		
25	¿Se han considerado la operación y seguridad del tráfico en distintos diseños alternativos de intersecciones? (4.2.1 , 4.2.2 , 4.2.3 , 4.2.4)		
26	¿Es el paso por la intersección, simple y claro para todos los usuarios? (4.2.2 , 4.2.3 , 4.2.4)		
27	¿Es la intersección claramente percibida desde la distancia por los vehículos que se aproximan desde todas las direcciones? (4.2.2 , 4.2.3 , 4.2.4 , 4.2.5)		

II.	DISEÑO DE INTERSECCIONES	SI	NO
28	¿Se han ubicado las señalizaciones de advertencia e información con la suficiente anticipación a la intersección de modo que el conductor pueda tomar una acción apropiada y segura? (4.2.5 , 4.2.6)		
29	En la llegada a la intersección, ¿se logra que el conductor esté claramente consciente de las acciones necesarias a tomar para maniobrar en forma segura? (4.2.5 , 4.2.6 , 4.2.7)		
30	¿Han sido todos los virajes canalizados claramente acorde a la capacidad de acción del conductor? (4.2.7 , 4.2.8)		
31	¿Son los anchos de las pistas y los radios de virajes adecuados para todos los movimientos y tipos de vehículos? (4.2.1 , 4.2.2 , 4.2.5 , 4.2.7)		
32	Las decisiones que requieren ser hechas por el conductor ¿siguen una secuencia simple, lógica y clara? (4.2.6 , 4.2.7 , 4.2.8)		
33	¿Son las características del drenaje suficientes para evitar acumulación de aguas? (4.2.2 , 4.2.3 , 4.2.4)		
34	En la noche, ¿es la iluminación adecuada para visualizar la intersección? (4.2.2 , 4.2.3 , 4.2.4 , 4.2.5)		
35	En la noche, ¿es la iluminación adecuada para visualizar a los peatones y otros movimientos? (4.2.9)		
36	¿Son las líneas de visión suficiente y libre de obstrucciones, incluyendo vehículos estacionados y detenidos? (4.2.5)		
37	¿Están los accesos vehiculares prohibidos dentro de 50 m. de la intersección? (4.2.2 , 4.2.3 , 4.2.4)		

II.	DISEÑO DE INTERSECCIONES	SI	NO
38	<p>¿Se han provisto facilidades especiales adecuadas y seguras* para los peatones (aceras, islas peatonales, cruces explícitos)? (4.2.9)</p> <p>*Se recomienda que donde hay virajes involucrados los cruces peatonales estén desplazados al menos seis metros desde la esquina.</p>		
39	<p>¿Se han provisto facilidades especiales adecuadas para los ciclistas y otros usuarios no-motorizados? (4.2.10)</p>		
40	<p>¿Permite el diseño de la intersección que el conductor perciba en forma clara derechos preferentes de paso? (4.2.2 , 4.2.3 , 4.2.4)</p>		
41	<p>¿Es el diseño de la intersección consistente con los tipos de vías que acceden y con las demás intersecciones adyacentes? (4.2.1)</p>		
42	<p>¿Existen espacios en las medianas que tengan el espacio suficiente para acomodar los vehículos que esperan virar? (4.2.2)</p>		

ANEXO E

Metodología Estudio de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano para proyectos en la Provincia de Chacabuco

Introducción

Los proyectos inmobiliarios que se desarrollen en la Provincia de Chacabuco (Región Metropolitana) deberán ser analizados considerando la metodología que se presenta a continuación.

Metodología

El estudio deberá considerar lo siguiente:

- i. El estudio deberá comenzar con una revisión de aspectos normativos que afectan al terreno donde se localiza el proyecto, tales como, densidades habitacionales, equipamiento, límites del proyecto, vialidad metropolitana y comunal definidas en los instrumentos de planificación, trazados oficiales, reserva de fajas y otros.
- ii. Una vez realizado lo anterior, se deberá determinar el área de análisis de acuerdo a la zona de influencia directa del proyecto, a partir de los antecedentes que figuran en el estudio Estudio Análisis y Evaluación del Sistema de Transporte de la Provincia de Chacabuco realizado por el MOP. Se debe tener presente que existirán casos en que esta área podrá extenderse más allá de los límites del proyecto.
- iii. Zonificación detallada del área de análisis a partir de una desagregación de la zonificación original del estudio MOP.
- iv. Afinamiento y densificación de las redes viales y de transporte público del área de análisis, a partir de las determinadas a nivel estratégico en el estudio MOP.
- v. Estimación de la demanda de transporte mediante matrices Origen-Destino para el área de análisis, a partir de los "pijas" obtenidos en la frontera del área de análisis resultante de la corrida oficial del modelo estratégico.
- vi. Construcción, modelación y simulación de los siguientes escenarios:

Escenario	Demanda a Considerar	
	Área de Proyecto	Resto del Área de Análisis
Base	No se considera	Según Estudio Estratégico
1	Según Estudio Estratégico	Según Estudio Estratégico
2	Según Máxima Capacidad del Proyecto	Según Estudio Estratégico

- vii. La modelación y simulación deberá realizarse considerando las exigencias metodológicas de un Estudio Táctico con Reasignación de flujos vehiculares.

- viii. Identificación de vías y puntos críticos, a partir de la comparación entre la base y los Escenarios 1 y 2.
- ix. Proposición de Medidas de Mitigación para las vías e intersecciones críticas, diferenciando entre los Escenarios 1 y 2. En la proposición de estas medidas se deberá considerar el etapamiento del proyecto definido por la Sociedad Inmobiliaria, en el sentido de resolver con mayor detalle aquellos conflictos originados en las primeras etapas del proyecto.
- x. El análisis y la propuesta de medidas deberá ser multimodal, esto significa que no sólo se deben resolver aspectos vehiculares, sino que también se deberá considerar una propuesta de operación para el sistema de transporte público a nivel local, considerando criterios de accesibilidad al transporte público (caminatas no mayores a 500 m hasta un paradero), localización de paraderos relevantes, terminales, etc. Así también, será necesario considerar facilidades explícitas a los viajes en modos no motorizados (caminata y bicicleta).
- xi. La presentación de las Medidas de Mitigación deberá realizarse con carácter de anteproyecto en planos a escala adecuada.

ANEXO F

Ficha de Presentación Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano

Los Antecedentes Básicos del Proyecto deberán resumirse en una Ficha que corresponderá a la primera hoja del EISTU. El formato de esa ficha es el aparece en la Figura F.1. La información que deberá ser ingresada en la ficha es la que se detalla a continuación.

a) Proyecto

Nombre
Dirección
Comuna
Número de rol(es) SII del predio donde se localiza

b) Titular del Proyecto

Nombre
Dirección
Comuna
RUT
Correo-e
Fono
Fax

c) Consultor del estudio

Nombre
Profesión
Dirección
Comuna
Cédula Identidad
Correo-e
Fono
Fax

d) Breve Descripción del Proyecto de Edificación

Se incluirá aquí una breve descripción del proyecto de edificación, indicando tipo de actividad a desarrollar, períodos del día y de la semana más críticos desde el punto de vista del transporte para el proyecto, primer año de operación y otros antecedentes que sean relevantes para caracterizar adecuadamente el proyecto.

e) Esquema de Ubicación

Se deberá adjuntar un esquema de localización que permita identificar el proyecto en el contexto de la vialidad relevante de la comuna. En caso

que exista un Instrumento de Planificación Territorial, se deberán indicar los respectivos códigos de dichas vías.

f) Características Físicas y Operacionales del Proyecto de Edificación

En este cuadro se deberá detallar cada una de los usos contemplados en el proyecto, para lo cual se deberá escoger el o los tipo(s) que mejor representan al proyecto. Para cada uno de ellos, se especificará la superficie construida (m²), total de estacionamientos, viajes generados y total de vehículos, todo lo cual deberá ser calculado de acuerdo a lo mencionado en el capítulo 2.

Los usos contemplados para caracterizar al proyecto son los siguientes.

Uso	Descripción
Industria	Se deberá especificar el código de Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de la actividad productiva que contempla el proyecto.
Comercio	Se deberá especificar el tipo de comercio que contempla el proyecto.
Servicios	Se deberá identificar el tipo de servicio que contempla el proyecto.
Educación	Se deberá identificar el tipo de establecimiento (municipalizado, subvencionado, particular, centro formación técnica, universidad, etc.), como también el Total de Alumnos, entendido como la capacidad máxima de atención simultánea de alumnos.
Salud	Se deberá identificar el tipo de servicio que contempla el proyecto (posta, clínica, hospital u otro).
Vivienda	En el caso de proyectos habitacionales, se deberá detallar el tipo de vivienda (social o no social), cantidad de viviendas, y Grupo Socio Económico (GSE) a que apunta el proyecto ⁸ .
Esparcimiento	Se refiere a actividades relacionadas con áreas verdes, parques de entretenciones y otros.
Deportivo	Se deberá detallar la actividad específica que contemplará el proyecto. Se deberá además establecer el tipo que corresponda, según lo que

⁸ El GSE será obtenido a partir del tamaño predial, superficie construida, valor comercial de la vivienda y otros antecedentes que considere relevante el Consultor.

Uso	Descripción
	figura en el Art. 4.8.2 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
Terminal	En el caso de Terminales de Locomoción Colectiva Urbana, se deberá identificar la categoría respectiva según lo estipulado en el Art. 4.13.6 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
Otro	Cualquier otro tipo de uso de suelo no contemplado en los casos anteriores, deberá quedar claramente estipulado.

Superficie Terreno: Se deberá indicar la superficie total de terreno del predio en m².

g) Accesibilidad del Proyecto de Edificación

Se deberá especificar si el proyecto colinda con un Camino Público, si el proyecto afecta a la Red Vial Básica (DS 83/85 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y sus modificaciones), o si colinda con vialidad urbana bajo la tuición del SERVIU o la Municipalidad de Santiago. La vialidad urbana bajo la tuición del SERVIU corresponde a todos las vías del país con excepción de aquellas declaradas caminos públicos o que pertenecen a la comuna de Santiago.

Figura F.1
Ficha de Presentación para Proyectos de Edificación sometidos a
Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano (EISTU)

1. NOMBRE DEL PROYECTO :				
Dirección :		Comuna :	Nº Rol(es) SII :	
2. TITULAR :				
Dirección :		Correo-e :	Fax :	RUT:
Fono :				
3. CONSULTOR :				
Dirección :		Correo-e :	Profesión:	
Fono :		Fax :	C.I.:	
4. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE EDIFICACIÓN			5. ESQUEMA DE UBICACION	
6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y OPERACIONALES DEL PROYECTO DE EDIFICACIÓN				
Tipo	Superficie Construida (m2)	Estacionamientos (Unidad)	Viajes Generados (viajes/día)	Vehículos Generados (veh)
Industria				
Tipo de Industria (Código CIU) :				
Comercio				
Tipo Comercio :				
Servicios				
Tipo Servicio :				
Educación Total de Alumnos :				
Tipo de Establecimiento :				
Salud				
Tipo de Servicio :				
Vivienda Tipo de Edificación :				
Nº Viviendas : GSE :				
Esparcimiento				
Detallar Actividad :				
Deportivo Actividad :				
Tipología : (Art. 4.8.2 OGUC)				
Terminal Terminal Urbano (S/N) :				
Categoría (A/B/C) : (Art. 4.13.6 OGUC)				
Otro				
Especificar :				
Superficie Terreno :	Total			
7. ACCESIBILIDAD DEL PROYECTO DE EDIFICACION				
Colinda con Camino Público (S/N) <input type="checkbox"/>	Afecta Red Vial Básica (S/N) <input type="checkbox"/>	Colinda Vialidad Urbana SERVIU (S/N) <input type="checkbox"/>		
Colinda Vías Municipalidad Santiago <input type="checkbox"/>				