

PROGRAMA DE CURSO INGENIERÍA DE TRÁNSITO

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Civil (DIC)					
Nombre del curso	Ingeniería de Tránsito	Código	CI4246	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Traffic Engineering</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X	Electivo			
Requisitos	CI4144: Teoría de flujos de vehiculares					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes apliquen técnicas básicas y avanzadas para la concepción, diseño y evaluación de sistemas de gestión de tránsito. Se busca que los y las estudiantes formulen esquemas integrados de gestión y operación de tránsito en sistemas multimodales.

En específico, los y las estudiantes miden y analizan variables que caracterizan la movilidad. Luego, aplica principios de ingeniería de tránsito al diseño de diseño de vías, intersecciones (de prioridad, rotondas, redes de semáforos) y estaciones de transporte público, considerando la circulación de todos los usuarios y modos involucrados (vehículos motorizados, bicicletas, peatones).

Los y las estudiantes conocerán y utilizarán modelos de estimación de externalidades de tránsito en el contexto urbano, así como temas emergentes y complementarios en ingeniería de tránsito, incluyendo la gestión de estacionamientos y la aparición de nuevas tecnologías de movilidad.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Concebir, formular y aplicar modelos para la resolución de problemas relacionados con obras y sistemas de ingeniería civil.

CE2: Interpretar y evaluar los métodos, herramientas y tecnologías utilizados y sus resultados, siendo estas computacionales, experimentales, numéricas o analíticas, en la resolución de problemas asociados a obras y sistemas de ingeniería civil.

CE3: Concebir y diseñar obras y sistemas de ingeniería civil que interactúen con el medio

ambiente natural y social con criterios de sustentabilidad, logrando cuantificar el potencial impacto del proyecto, generando con ello, sistemas óptimos de mitigación y adaptación.

CE5: Administrar, operar, mantener y monitorear obras y sistemas, asegurando el mejoramiento continuo de su funcionamiento, logrando optimizar las distintas operaciones.

CET6: Modelar el comportamiento de viaje de las personas y el rendimiento de las redes de transporte.

CET7: Estimar el impacto que un proyecto de transporte puede tener en las elecciones de las personas, en términos de origen, destino, ruta, modo y hora de los viajes, así como sobre el uso de su tiempo.

CET8: Diseñar elementos viales, sistemas logísticos y servicios de transporte, tanto en el ámbito urbano como interurbano, tomando en consideración el entorno natural y construido.

CET10: Proponer y analizar distintas alternativas de sistemas de gestión de tránsito en contextos urbanos específicos.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

CG6: Innovación

Concebir ideas viables y novedosas que generen valor para resolver necesidades latentes, materializadas en productos, servicios o en mejoras a procesos dentro de un sistema u organización, considerando el contexto sociocultural y económico y los beneficios para el usuario.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CET8, CET10	RA1: Formula y aplica modelos de diseño de dispositivos viales, usando técnicas estadísticas, de optimización y simulación, para el análisis del rendimiento, la eficiencia y calidad de servicio de una red vial.
CE2, CET10	RA2: Calcula indicadores de rendimiento de un dispositivo vial (colas, demoras y detenciones), analizando la idoneidad de distintas técnicas numéricas y computacionales para el cálculo de estos indicadores.
CE3, CET6, CET7, CET8, CET10	RA3: Concibe y diseña dispositivos viales, considerando sus efectos económicos, sociales y medioambientales tanto en el sistema de transporte como en el entorno, de forma tal de analizar la sustentabilidad de determinada solución a un problema vial.
CE5, CET6, CET10	RA4: Identifica y estima variables e indicadores de rendimiento de dispositivos y redes viales que pueden generar información continua o de forma periódica, de forma de analizar la evolución temporal de una obra y plantear ajustes al diseño en el tiempo.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Redacta informes sobre ingeniería de tránsito, exponiendo los resultados y conclusiones basado en medición de variables e intervenciones viales (como, por ejemplo, nuevas programaciones de semáforos) con las cuales fundamentar decisiones profesionales.

CG2	RA6: Lee en inglés y comprende artículos científicos e informes técnicos sobre ingeniería de tránsito, integrando de manera consistente las ideas centrales del texto.
CG4	RA7: Define con su equipo acciones comunes para trabajar en diversas actividades (medición de variables, estimación de parámetros, programación de semáforos, etc.), considerando la sujeción a plazos, el trabajar de forma colaborativa y el respeto por las ideas de sus pares.
CG5	RA8: Analiza intervenciones al sistema de transporte considerando sus implicancias sociales, medioambientales y económicas, en particular, relativo a las externalidades del transporte y su cuantificación.
CG6	RA9: Determina los beneficios y los costos de formas innovadoras de medición de variables de demanda y de tránsito, así como también la incidencia de tecnologías vehiculares emergentes y su impacto en la calidad de vida de las personas.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA3, RA6, RA8	Fundamentos de la Ingeniería de Tránsito	3,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Definición de la Ingeniería de Tránsito. 1.2. Usuarios y vehículos. 1.3. Relación Sistema de Transporte – Sistema de Actividades. 1.4. Externalidades de transporte. 1.5. Jerarquización de la red vial. 1.6. Espacio público y sus usuarios.		El/la estudiante: 1. Usa conceptos y definiciones de la ingeniería de tránsito y de la gestión de tránsito, en un contexto abstracto o aplicado, para el análisis de los efectos positivos y negativos de la movilidad. 2. Clasifica y jerarquiza una red vial en base a criterios basados en el entorno (vías de acceso, vías locales, vías troncales y vías expresa).	
Bibliografía de la unidad		Underwood (1990) Cap 1. Fernández (2008) Cap 1. Fernández (2014) Cap 1 y 2.	

	<p>Roess <i>et al.</i> (2011) Cap 1 y 2. CONASET (2011c). Samaras y Ntziachristos (1998). Taylor <i>et al.</i> (2000). Elvik <i>et al.</i> (2004). Nilsson (2004).</p>
--	---

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA4, RA5, RA6, RA7, RA9	Medición y estimación de variables	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Objetivos y métodos de medición. 2.2. Medición de flujos de vehículos y pasajeros. 2.3. Medición de velocidades. 2.4. Medición de longitudes de cola. 2.5. Estimación de parámetros de capacidad en intersecciones. 2.6. Tecnologías emergentes y métodos nuevos de medición.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determina las variables que son necesarias de medir para distintos tipos de estudios de tránsito. 2. Utiliza métodos de cálculo de variables de tránsito para el análisis de soluciones de diseño alternativas, considerando nuevas tecnologías de medición. 3. Determina requerimientos de información de los modelos de tránsito vehicular. 4. Redacta, con su equipo, un informe breve donde explica con claridad y precisión los resultados sobre mediciones y la estimación de variables, usando datos obtenidos o dados. 5. Trabaja con su equipo en actividades donde realiza cálculo, considerando la sujeción a plazos, el trabajar de forma colaborativa y el respeto por las ideas de sus pares. 	
Bibliografía de la unidad		<p>Fernández (2014) Cap 3. UOCT (2011) Cap 3. Roess <i>et al.</i> (2011) Cap 8.</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3, RA4, RA8	Diseño y regulación de intersecciones	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Análisis de conflictos en intersecciones. 3.2. Criterios de regulación de intersecciones. 3.3. Alternativas geométricas de diseño de intersecciones. 3.4. Relación entre diseño y operación. 3.5. Estimación de costos operacionales en alternativas de regulación. 3.6. Diseños especiales para la circulación de transporte público. 3.7. Rotondas.		El/la estudiante: 1. Determina la relación entre diseño geométrico y la operación de tránsito, considerando criterios generales y específicos de los efectos de distintas formas de regulación. 2. Analiza conflictos en intersecciones, considerando alternativas de diseño que minimicen tales conflictos. 3. Aplica los principios de diseño funcional y alternativas de regulación en ejemplos de intersecciones.	
Bibliografía de la unidad		Fernández (2014) Cap 4 Roess <i>et al.</i> (2011) Cap 18, 19 y 29 CONASET (2011a) US DoT (2009) IHT (1997), Caps 37, 38 y 39. NCHRP (2010)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7	Diseño y programación de semáforos	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Criterios de justificación de semáforos. 4.2. Definiciones y etapas de programación de semáforos aislados. 4.3. Métodos de programación. 4.4. Indicadores de rendimiento. 4.5. Herramientas de programación de semáforos aislados. 4.6. Optimización de la operación de redes de semáforos. 4.7. Sistemas de control dinámico de semáforos. 4.8. Semáforos actuados.		El/la estudiante: 1. Maneja criterios que justifican la instalación de semáforos en una intersección. 2. Analiza conflictos que se dan en una intersección semaforizada, considerando alternativas de diseño que minimicen tales conflictos. 3. Aplica principios de diseño funcional y alternativas de regulación para la programación de semáforos, a partir de ejemplos que se le presentan. 4. Identifica y analiza tecnologías actuales de sistemas de control de tránsito, considerando sus ventajas de corto, mediano y largo plazo.	

	<p>5. Elabora con su equipo un informe conciso donde da cuenta de la programación óptima de un semáforo, demostrando claridad y precisión en sus ideas.</p>
<p>Bibliografía de la unidad</p>	<p>CONASET (2011b) UOCT (2011) Fernández (2014), Cap 5 TRB (2010) Cap 18 Roess <i>et al.</i> (2011) Cap 20 a 24 Akçelik (1981) Bartel <i>et al.</i> (1997) Gibson <i>et al.</i> (1997)</p>

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA2, RA3, RA4 RA8	Diseño y operación de servicios de transporte público	2,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Operación del transporte público de superficie. 5.2. Tecnologías vehiculares de transporte público. 5.3. Facilidades para la operación del transporte público en vías, intersecciones y paraderos. 5.4. Diseño funcional de paraderos. 5.5. Estimación de tiempo de viaje de buses.		El/la estudiante: 1. Identifica los factores fundamentales de la operación del transporte público. 2. Analiza y propone medidas de prioridad para la operación del transporte público en vías e intersecciones, dentro del contexto de modos de movilidad sustentable. 3. Identifica y analiza elementos de diseño funcional de paraderos y estaciones de transferencia.	
Bibliografía de la unidad		TRB (2010) Cap 17. Wright y Hook (2010). Fernández (2014). Tirachini (2014). Allport (1981). Fernández y Planzer (2002). Tirachini y Hensher (2011). Fernández y Valenzuela (2003). Gibson <i>et al.</i> (2014).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA3, RA4, RA8	Diseño y operación de infraestructura para peatones, bicicletas y aquietamiento de tráfico	1,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
6.1. Caminata y bicicleta en números. Cambio de paradigma en el diseño vial urbano. 6.2. Diseño de facilidades para la circulación y el estacionamiento de bicicletas. 6.3. Diseño de facilidades para la circulación de peatones. 6.4. Integración bicicleta-transporte público. 6.5. Aquietamiento de tráfico (Traffic calming).		El/la estudiante: 1. Analiza la importancia de la movilidad en caminata y bicicleta, considerando el uso de indicadores tanto cuantitativos como cualitativos y los beneficios en salud y medioambientales de la movilidad activa. 2. Maneja los fundamentos del diseño de facilidades para peatones y bicis.	
Bibliografía de la unidad		CONASET (2011c). MINVU (2015). TRB (2010), Cap 23. TfL (2013).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
7	RA2, RA3, RA6, RA8, RA9	Temas complementarios y emergentes en la gestión de tránsito	1,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
7.1. Demanda, operación y política de estacionamientos. 7.2. Tecnologías vehiculares emergentes. 7.3. Gestión de demanda.		El/la estudiante: 1. Maneja elementos de diseño y de sustentabilidad de la gestión de estacionamientos en ciudades. 2. Analiza los efectos de nuevas tecnologías vehiculares y de movilidad.	
Bibliografía de la unidad		Roess <i>et al.</i> (2011) Cap 11, 12, 25 y 29. Fernández (2014) Cap 7. Bahamonde-Birke <i>et al.</i> (2018). Tirachini (2019).	

E. Estrategias de enseñanza – aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas con discusión participativa de los estudiantes. Se incluye ejemplos de casos y lectura especializada.
- Taller de trabajo grupal con problema real de modelamiento de la circulación.
- Aprendizaje activo: Búsqueda y análisis de artículos científicos sobre temas relevantes en ingeniería de tránsito.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del semestre se presentarán al curso las estrategias de evaluación propuestas, indicando tipos, cantidad y ponderaciones de las evaluaciones.

Para esta propuesta se podrían considerar las siguientes instancias de evaluación:

1. Evaluaciones escritas individuales: Dos controles parciales.
2. Trabajo semestral: medición de variables, estimación de parámetros, programación semáforos, entrega de informes.
3. Examen final.

Los tres conjuntos de actividades deben ser aprobados independientemente.

G. Recursos bibliográficos:

Nota: la bibliografía en ingeniería de tránsito está en constante evolución, por lo tanto, junto con la bibliografía señalada, en clase se darán referencias extras relacionadas a los temas específicos tratados.

Bibliografía básica

- CONASET (2011c) Manual de Señalización de Tránsito, Capítulo 4 Semáforos. Disponible en <http://www.conaset.cl/manualesenalizacion/default.html>, accedido 5 de marzo de 2020.
- Fernández, R. (2014) Temas de Ingeniería y Gestión de Tránsito. RIL Editores.
- Roess, R. P., E. S. Prassas y W. R. McShane (2011) Traffic Engineering. Fourth Edition, Pearson.

Bibliografía especializada

Akçelik, R. (1981). Traffic signals-capacity and timing analysis. Research Report ARR 123. Australian Road Research Board. Melbourne. Australia.

Allport, R. J. (1981). The costing of bus, light rail transit and metro public transport systems. Traffic Engineering and Control 22: 633-639.

Bahamonde-Birke, F. J., B. Kickhöfer, D. Heinrichs y T. Kuhnimhof (2018). A Systemic View on Autonomous Vehicles. disP - The Planning Review 54(3): 12-25.

Bartel, G., J. E. Coeymans y J. Gibson (1997). Reformulación del método de regresión sincrónico para la estimación de parámetros de capacidad de una intersección semaforizada en condiciones de tráfico mixto. Actas del VIII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Santiago, Noviembre 1997.

CONASET (2011a). Manual de Señalización de Tránsito, Capítulo 2 Señales verticales. Disponible en <http://www.conaset.cl/manualesenalizacion/default.html>, accedido 6 de marzo de 2014.

CONASET (2011b). Manual de Señalización de Tránsito, Capítulo 4 Semáforos. Disponible en <http://www.conaset.cl/manualesenalizacion/default.html>, accedido 6 de marzo de 2014.

CONASET (2011c). Manual de Señalización de Tránsito, Capítulo 6 Facilidades Explícitas para Peatones y Ciclistas. Disponible en <http://www.conaset.cl/manualesenalizacion/default.html>, accedido 6 de marzo de 2014.

Elvik, R., P. Christensen y A. Amundsen (2004). Speed and road accidents. An evaluation of the Power Model. Institute of Transport Economics TOI, Oslo, Noruega.

Fernández, R. (2008). Elementos de la teoría del tráfico vehicular. LOM Ediciones.

Fernández, R. (2014). Temas de ingeniería y gestión de tránsito. RIL Editores.

Fernández, R. y R. Planzer (2002). On the capacity of bus transit systems. Transport Reviews 22(3): 267–293.

Fernández, R. y E. Valenzuela (2003). A model to predict bus commercial speed. Traffic Engineering and Control 44(2): 67-71

Gibson, J., G. Bartel y J. E. Coeymans (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, Noviembre 1997.

Gibson, J., M.A. Munizaga, C. Schneider y A. Tirachini (2014). Median busways versus mixed-traffic: estimation of bus travel time under different priority conditions with explicit modelling of delay at traffic signals XVIII Pan-American Conference of Traffic and Transportation Engineering, Santander, Spain.

IHT (1997). Transport in the Urban Environment. The Institution of Highways and Transportation, Inglaterra.

NCHRP (2010). Roundabouts: An Informational Guide.
http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_672.pdf.

Nilsson, G. (2004). Traffic Safety Dimensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety. Lund University of Technology, Suecia.

Roess, R. P., E. S. Prassas y W. R. McShane (2011). Traffic Engineering. Fourth Edition, Pearson.

Samaras, Z. y L. Ntziachristos (1998). Average hot emission factors for passenger cars and light duty trucks. Laboratory of Applied Thermodynamics (LAT), Aristotele University of Thessaloniki.

Taylor, M. C., D. A. Lynam y A. Baruya (2000). The effects of drivers' speed on the frequency of road accidents. TRL Report 421. TRL Limited, Old Wokingham Road, Crowthorne, UK (2000). ISSN 0968-4107.

TfL (2013). London Cycling Design Standards. Transport for London, disponible en <http://www.tfl.gov.uk/businessandpartners/publications/2766.aspx>, accedido 6 de marzo de 2014.

Tirachini, A. (2014). The economics and engineering of bus stops: Spacing, design and congestion. Transportation Research Part A 59: 37-57.

Tirachini, A. (2019). Ride-hailing, travel behaviour and sustainable mobility: an international review. Transportation, <https://doi.org/10.1007/s11116-019-10070-2>.

Tirachini, A. y D. A. Hensher (2011). Bus congestion, optimal infrastructure investment and the choice of a fare collection system in dedicated bus corridors. Transportation Research Part B 45(5): 828-844.

TRB (2010). Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C.

Underwood, R. T. (1990). Traffic Management, an Introduction. Hargreen Publishing Company, Melbourne.

UOCT (2011). Manual de programación y modelación de semáforos (in Spanish). Unidad Operativa de Control de Tránsito, Chile.

US DoT (2009). Manual on Uniform Traffic Control Devices.
http://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2009r1r2/pdf_index.htm.

Wright, L. y W. Hook (2010). Guía de Planificación de BRT, Institute for Transportation and Development Policy, New York. Disponible en <https://go.itdp.org/pages/viewpage.action?pageId=45975189>.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2022
Elaborado por:	Alejandro Tirachini
Validado por:	CTD Ingeniería Civil y académicos del área de Transporte
Revisado por:	Área de Gestión Curricular