

PROGRAMA DE CURSO

ANÁLISIS DE SISTEMAS DE TRANSPORTE

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Civil (DIC)					
Nombre del curso	Análisis de sistemas de transporte	Código	CI3141	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Transportation Systems Analysis</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	IN2201: Economía, MA2002: Cálculo avanzado y aplicaciones					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que el estudiantado maneje los fundamentos del análisis de sistemas de transporte a partir de una comprensión profunda de su funcionamiento y que, de esta manera, se evalúe el efecto de modificaciones en sistemas sencillos, considerando la interacción con la ciudad. Este propósito se desarrollará y deberá evidenciarse en el diseño de un sistema de transporte sencillo que responde a una necesidad de movilidad detectada, a nivel de perfil/prefactibilidad utilizando herramientas de modelación estratégica.

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 utilizadas 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.

CE4: Identificar e incorporar los elementos de incertidumbre inherentes a todo proyecto de ingeniería civil, en la concepción, diseño, ejecución y administración de los proyectos.

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.

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

Generar ideas viables y novedosas para solucionar problemas reales, sobre la base de una comprensión profunda de las necesidades de usuarios dentro de un sistema u organización, considerando el contexto.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Utiliza herramientas matemáticas para determinar cómo las componentes de un sistema de transporte (transporte, actividades y flujos) se integran en modelos que permiten representarlo.
CE2, CE3	RA2: Diseña un perfil/prefactibilidad de un sistema de transporte, considerando herramientas de modelación, aspectos de nivel de servicio, movilidad detectada, interconexión con el medioambiente y relación entre componentes, para evaluar el efecto de diversas modificaciones sobre dicho sistema.
CE4	RA3: Identifica y analiza componentes de incertidumbre asociados a los sistemas de transporte, a fin de determinar su impacto en el diseño de soluciones a problemas de transporte.



fcfm

Escuela de Ingeniería
y Ciencias
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



dic INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD DE CHILE

Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	<p>RA4: Redacta una minuta sobre el diseño de un sistema de transporte sencillo, utilizando convenciones de escritura académica (lenguaje objetivo, claro y preciso), a fin de reportar los antecedentes y resultados de la propuesta.</p> <p>RA5: Elabora una presentación grabada acerca del diseño propuesto, considerando en la exposición la audiencia a la que se dirige, claridad en las ideas y capacidad de síntesis respecto de su propuesta.</p>
CG4	<p>RA6: Trabaja con su equipo en los entregables, en un marco de responsabilidad y profesionalismo frente a la tarea y a su equipo, relacionándose respetuosamente con sus compañeros de trabajo.</p>
CG5	<p>RA7: Evalúa los posibles impactos y externalidades de los proyectos de transporte, a nivel social, económico y ambiental (emisiones de CO₂), considerando sus alcances a corto, mediano y largo plazo.</p>
CG6	<p>RA8: Genera alternativas de intervención viables y novedosas para solucionar una necesidad de movilidad detectada en un sistema de transporte específico a pequeña escala, considerando la situación actual del sistema a intervenir, los requerimientos y el comportamiento de los usuarios.</p>

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA7	El problema del transporte	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Sistema de actividades. 1.2. Sistema de transporte y patrón de viajes. 1.3. Definiciones. Origen, destino, medios, operador, usuario, etc. 1.4. Mercados Puntuales. 1.5. Transporte Sustentable. 1.6. Ciclo de vida de un proyecto.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica y relaciona los distintos componentes del sistema de transporte, a partir de ejemplos. 2. Clasifica acciones tomadas o planteadas por alguna entidad, considerando los componentes del sistema que afecta y cuáles son los potenciales efectos. 3. Identifica y analiza la naturaleza multiproductiva del fenómeno de transporte y los niveles de agregación requeridos para modelar un sistema de esta naturaleza. 4. Describe los elementos principales que apuntan a la sustentabilidad de sistemas de transporte. 5. Identifica las etapas del ciclo de vida de un proyecto, considerando el nivel de profundidad del análisis requerido en cada una de ellas. 	
Bibliografía de la unidad		Ortúzar y Willumsen (2011). Jara-Díaz (2007). Manheim (1979). Bibliografía complementaria proyectos: MDS-Sectra (2013). MDS-MOP (2014). MDS-Sectra (2010). MDS-Sectra (2008).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA3, RA4, RA6, RA8	Demanda de transporte	4,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Caracterización del usuario: los sub-problemas de cuánto, cómo y dónde viajar o enviar. Descripción detallada y descripción agregada. Matriz origen – destino. Propósitos de viajes.</p> <p>2.2. Zonificación y periodización.</p> <p>2.3. Generación de viajes: el uso del suelo y tipo de viajes; modelos agregados usando estructura espacial.</p> <p>2.4. Modelos de clasificación y regresión.</p> <p>2.5. Distribución de viajes: modelo de factor de crecimiento, modelo gravitacional, modelo de entropía.</p> <p>2.6. Partición Modal: caracterización, modelos de elección discreta, valor subjetivo del tiempo.</p> <p>2.7. Enfoques integrados: generación, distribución y partición modal; enfoque secuencial; enfoque jerárquico.</p> <p>2.8. Modelos basados en actividades.</p> <p>2.9. Modelos de demanda de carga.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza críticamente y aplica modelos de demanda de transporte en modalidad predictiva. 2. Reconoce las principales dificultades que presenta la modelación de la demanda de transporte. 3. Formula modelos <i>ad-hoc</i> de demanda de transporte para casos concretos. 4. Desarrolla un diagnóstico de un sistema de transporte sencillo, identificando una necesidad de movilidad, considerando la situación actual del sistema a intervenir, los requerimientos y el comportamiento de los usuarios. 5. Genera alternativas de intervención viables y novedosas para solucionar una necesidad de movilidad detectada. 6. Elabora un reporte/minuta de los resultados de la modelación de un sistema de transporte. 7. Planifica organizadamente su trabajo y tiempo, utilizando instrumentos de gestión, para cumplir con las tareas asignadas dentro del equipo. 	
Bibliografía de la unidad		<p>Ortúzar y Willumsen (2011). Cascetta (2009). Sectra (2013).</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA3, RA4, RA6	Modelos oferta	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Modelos de Oferta: Sistemas cíclicos: simple, con carga de retorno, general; los casos $t(k)$.</p> <p>3.2. Teoría de la circulación: el problema $t(q)$, diagrama espacio - tiempo. Variables y relaciones; flujo, velocidad, concentración; capacidad de medios fijos.</p> <p>3.3. Función de transporte con demanda endógena: reglas de operación y nivel de servicio; capacidad y flujo.</p> <p>3.4. Diseño de flota y tripulación de sistemas portadores.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseña la oferta de transporte público y privado para una demanda dada en sistemas cerrados. 2. Identifica y analiza los aspectos fundamentales de la circulación de vehículos en vías. 3. Desarrolla un modelo de demanda/oferta y diseño preliminar de un sistema de transporte sencillo. 4. Elabora un reporte/minuta, coherente y preciso sobre el desarrollo de un modelo de demanda/oferta y diseño preliminar de un sistema de transporte. 5. Evalúa en forma continua el cumplimiento de las metas y objetivos, en el contexto del trabajo en equipo, realizando ajustes oportunos en las actividades. 	
Bibliografía de la unidad		<p>Gálvez (1978). Fernández (2008). Blais et al (1990).</p>	



Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2, RA4, RA5, RA6, RA7, RA8	Equilibrio	4,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1. Noción del Sistema: descripción física de la red de transporte; estado del sistema: flujos, costos, niveles de servicio (O-D, modos, rutas, arcos).</p> <p>4.2. Equilibrio: equilibrio multimercado; equilibrio multimodal; equilibrio en autotransporte: óptimo del usuario y óptimo del sistema.</p> <p>4.3. Análisis de cambios en el sistema: estática comparativa; noción de costos y beneficios; el caso multimercado; impacto en el sistema de actividades.</p> <p>4.4. Identificación de factores exógenos.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Predice el equilibrio en condiciones de oferta y demanda dada en casos sencillos que pueden ser resueltos analíticamente. 2. Identifica el óptimo del sistema en condiciones de oferta y demanda dada en casos sencillos que pueden ser resueltos analíticamente. 3. Evalúa el impacto, en términos de consumo de recursos, que tendría el aplicar medidas como restricción de uso de arcos o tarificación vial. 4. Calcula las tarifas óptimas en condiciones de oferta y demanda dada, en casos sencillos que pueden ser resueltos analíticamente. 5. Desarrolla un modelo de equilibrio y elabora una minuta con una presentación final grabada del diseño de un sistema de transporte sencillo que responde a la necesidad de movilidad detectada. 6. Analiza los impactos o beneficios de un proyecto de transporte en los aspectos ambiental, social y económico, en escalas globales y locales, en alcances de corto, mediano y largo plazo. 7. Elabora una presentación final grabada, utilizando en forma básica y adecuada elementos de la comunicación oral: dicción, fluidez, entonación, ritmo, contacto visual y manejo del tiempo. 	
Bibliografía de la unidad		Ortúzar y Willumsen (2011). Cascetta (2009). Sectra (2013).	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas.
- Resolución de problemas.
- Aprendizaje basado en proyectos.
- Análisis de casos.
- Experiencias de laboratorio computacionales.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del curso el cuerpo académico a cargo informará sobre el tipo de evaluación a realizar, la cantidad y ponderaciones correspondientes.

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
<ul style="list-style-type: none"> ● 2 controles orientados a evaluar los aspectos teóricos-analíticos de métodos y enfoques vistos en el semestre. 	En ellos se evalúan los resultados de aprendizaje RA1, RA3 y RA7.
<ul style="list-style-type: none"> ● 3 entregas parciales sobre evaluación del diseño de sistema de transporte sencillo. Cada entrega parcial considera además la resolución de un conjunto de problemas analíticos como tarea. 	Las entregas parciales que evalúan los resultados de aprendizaje RA2, RA4, RA6, RA7, RA8 son: <ul style="list-style-type: none"> i) Necesidad, diagnóstico e identificación de alternativas a nivel de idea/Planificación del proyecto semestral; ii) Evaluación de alternativas a nivel de idea mediante un análisis de oferta y demanda preliminar; iii) Modelo de demanda/oferta y diseño preliminar de alternativa seleccionada a nivel de perfil/pre factibilidad.
<ul style="list-style-type: none"> ● 1 entrega final en que se presenta el diseño definitivo y evaluación de alternativa a nivel de perfil/prefactibilidad. Incluye la presentación grabada e informe final. 	Con esta actividad se evalúan los resultados de aprendizaje RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7, RA8.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- [1] Cascetta, E. (2009). Transportation systems analysis: models and applications (Vol. 29). Springer Science & Business Media.
- [2] Fernández, R. (2008). Elementos de la teoría del tráfico vehicular (pp. 40-48). Universidad de Los Andes.
- [3] Jara-Díaz, S. (2007) Transport economic theory. Emerald.
- [4] Ortúzar, J. de D., & Willumsen, L. G. (2011). Modelling transport. John Wiley & Sons.

Bibliografía complementaria:

- [5] Blais, J. Y., J. Lamont, and J. M. Rousseau. (1990). "The HASTUS Vehicle and Manpower Scheduling System at the Societe de transport de la Communaute urbaine de Montreal." Interfaces 20, no. 1: 26-42.
- [6] Gálvez, T. (1978) Análisis de operaciones en sistemas de transporte. Publicación ST-INV/04/78 de la Sección Ingeniería de Transporte, Universidad de Chile.
- [7] Manheim, M.L. (1979) Fundamentals of transportation system analysis. Vol.1. MIT Press, Boston.
- [8] MDS-Sectra (2013) Manual de Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana (MESPIVU). Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Transportes.
- [9] MDS-Sectra (2010). Análisis y desarrollo: Metodología evaluación ferroviaria.. Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Transportes.
- [10] MDS-MOP (2014) Metodología de Evaluación de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria. Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Obras Públicas.
- [11] MDS-Sectra (2008/) MESPE: Metodología para análisis de sistemas de transporte en grandes ciudades y ciudades de tamaño medio. Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Transportes.

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

Vigencia desde:	Otoño, 2022
Elaborado por:	Angelo Guevara, Marcela Munizaga
Validado por:	Validación general académicos del Departamento de Ingeniería Civil
Revisado por:	Área de Gestión Curricular