

Aprobado por resolución N°113 del CFI de fecha 04.07.2017

UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

## Programa de Herramientas para el diseño y análisis de redes de transporte urbano de pasajeros

### 1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Herramientas para el diseño y análisis de redes de transporte urbano de pasajeros

### 2. CRÉDITOS

8 créditos

### 3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

#### Generales:

- Comprender y manejar herramientas de la Investigación de Operaciones, en particular la optimización, aplicables a problemas de diseño y análisis de redes de transporte urbano de pasajeros.
- Entender la importancia del abordaje sistémico de dichos problemas, mediante una visión de la red como entidad conformada por diferentes componentes que interactúan entre sí, cuyo diseño deriva en niveles específicos de costo y servicio.

#### Específicos:

- Entrenarse en el proceso de modelado de problemas de transporte urbano de pasajeros en términos de una red, sobre la cual se definen modelos y algoritmos de optimización.
- Conocer las técnicas de optimización existentes aplicables a estos problemas, sus posibilidades y limitaciones.
- Trabajar sobre problemas concretos de redes de transporte urbano de pasajeros tanto privado (autos, bicicletas) como público (ómnibus, trenes).
- Conocer aspectos avanzados del modelado de redes de transporte urbano de pasajeros.

#### 4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La modalidad del curso es de tipo teórico-práctico, incluyendo trabajo de laboratorio. En las clases de teórico se exponen los temas de la unidad curricular y para la mayoría de las mismas se dicta una clase de práctico donde el estudiante trabaja en la resolución de ejercicios sobre los temas de teórico correspondientes, con asistencia del docente. Tanto las clases de teórico como las de práctico son presenciales. El trabajo de laboratorio es apoyado por las actividades realizadas en las clases de práctico, así como por clases de consulta.

	Asistencia	Estudio/ Preparación	Total	Descripción
Teórico	22	22	44	11 clases presenciales
Práctico	14	22	36	7 clases presenciales
Laboratorio	6	24	30	Entregas con clases de consulta y preparación
Evaluación	2	8	10	Prueba final individual
<b>Total</b>			<b>120</b>	

#### 5. TEMARIO

1. Transporte urbano de pasajeros: Contexto y relevancia del problema.
2. Análisis y diseño de redes: Importancia de las redes en el contexto del transporte urbano de pasajeros. Modelado de la estructura de la red (nodos, arcos), demanda, costos y niveles de servicio.
3. Técnicas y herramientas de la Investigación de Operaciones: Modelos descriptivos y prescriptivos. Optimización, programación matemática y heurísticas.
4. Elementos básicos de programación matemática: Lenguaje de modelado, caracterización de problemas, métodos de resolución, herramientas de software.
5. Modelo básico de optimización de redes de transporte urbano: Múltiples demandas, flujos, capacidades, presupuesto, costos fijos y variables.
6. Redes de transporte privado: Modelado del comportamiento de conductores de autos (flujos en equilibrio), optimización de la red de calles (construcción, expansión de capacidad, orientación).
7. Redes de transporte público: Modelado del comportamiento de pasajeros (múltiples líneas, tiempo de espera), optimización de la red de recorridos (trazados, frecuencias).
8. Modelos avanzados: Múltiples objetivos y niveles de decisión.

#### 6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
Transporte urbano de pasajeros	(5), (8)	(12)
Análisis y diseño de redes	(2), (5), (6)	
Técnicas y herramientas de la Investigación de Operaciones	(3)	

Aprobado por resolución N°113 del CFI de fecha 04.07.2017

Elementos básicos de programación matemática	(3)	
Modelo básico de optimización de redes de transporte urbano	(4)	(10)
Redes de transporte privado	(6), (9)	
Redes de transporte público	(1), (7), (9)	
Modelos avanzados	(9)	(11), (13)

Para cada ítem de la bibliografía se indica si está disponible en las bibliotecas de Facultad de Ingeniería (Fing) y del Instituto de Computación (InCo), en el portal TIMBÓ (Timbó) o si es un recurso disponible públicamente en la web (Web).

### 6.1 Básica

1. Cañcela, H; Mauttone, A; Urquhart ME (2015) Mathematical programming formulations for transit network design. *Transportation Research Part B: Methodological* 77:17-37. (Timbó)
2. Ceder, A; Wilson, NHM (1986) Bus network design. *Transportation Research Part B: Methodological* 20(4):331-344. (Timbó)
3. Hillier, F; Lieberman, G (2015) *Introduction to Operations Research*. McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-352345-3. ISBN 0-07-352345-3.
4. Magnanti, T; Wong, R (1984) Network design and transportation planning: models and algorithms. *Transportation Science* 18(1):1-55. (Timbó)
5. Ortúzar, J de D; Willumsen, L (2011) *Modelling Transport*. John Wiley & Sons. ISBN: 9780470760390. (InCo)
6. Sheffi, Y (1985) *Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods*. Prentice Hall. (Web)
7. Spiess, H; Florian, M (1989) Optimal strategies: a new assignment model for transit networks. *Transportation Research Part B: Methodological* 23(2):83-102. (Timbó)
8. Teodorovic, D; Janic, M. (2017) *Transportation Engineering: Theory, Practice and Modeling*. Butterworth-Heinemann. ISBN: 978-0-12-803818-5. (Timbó)
9. Zanjirani, R; Miandoabchi, E; Szeto, WY; Rashidi, H (2013) A review of urban transportation network design problems. *European Journal of Operational Research* 229(2):281-302. (Timbó)

### 6.2 Complementaria

10. Ahuja, R; Magnanti, T; Orlin, J (2013) *Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications*. Pearson. ISBN-10: 1292042702. ISBN-13: 978-1292042701. (Primera edición de 1993 disponible en InCo).

Aprobado por resolución N°113 del CFI de fecha 04.07.2017

11. Bard, JF (1998) Practical Bilevel Optimization, Algorithms and Applications. Springer US. Print ISBN 978-1-4419-4807-6. Online ISBN 978-1-4757-2836-1. (Timbó)
12. Ceder, A (2015) Public Transit Planning and Operation: Modeling, Practice and Behavior, Second Edition. ISBN-10: 1466563915. ISBN-13: 978-1466563919. (InCo)
13. Ehrgott, M (2005) Multicriteria Optimization. Springer Berlin - Heidelberg. Print ISBN 978-3-540-21398-7. Online ISBN 978-3-540-27659-3. (Timbó)

## 7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 **Conocimientos Previos Exigidos:** Conceptos de grafos y optimización. Conocimiento de algún lenguaje de programación.

7.2 **Conocimientos Previos Recomendados:** Conocimientos específicos en optimización (programación lineal y entera) y diseño de redes.

**ANEXO A**  
**Para todas las Carreras**

**A1) INSTITUTO**

Instituto de Computación

**A2) CRONOGRAMA TENTATIVO**

Durante el semestre se alternan clases presenciales de teórico, práctico y consulta. Las últimas semanas del semestre se reservan para la preparación de la prueba individual, que se realiza al final del semestre.

Semana 1	Introducción y tema 1
Semana 2	Tema 2
Semana 3	Tema 3
Semana 4	Tema 4
Semana 5	Tema 4
Semana 6	Tema 5
Semana 7	Tema 6
Semana 8	Tema 7
Semana 9	Tema 7
Semana 10	Tema 7
Semana 11	Tema 8
Semana 12	(preparación de entrega de laboratorio y estudio para prueba final)
Semana 13	(preparación de entrega de laboratorio y estudio para prueba final)
Semana 14	(prueba final)

**A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

La evaluación consta de dos partes: entregas del laboratorio y prueba final. La entrega y aprobación del laboratorio es eliminatoria. Aquellos estudiantes que aprueben el laboratorio podrán rendir la prueba final (individual). El puntaje total será promediado a partir de los puntajes obtenidos en el laboratorio y en la prueba final. El curso contempla únicamente la modalidad de exoneración, no existiendo la instancia de examen. Para exonerar se requiere tener al menos el 60% del puntaje total.

**A4) CALIDAD DE LIBRE**

En esta unidad curricular los estudiantes no pueden acceder a la Calidad de Libre.

**A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

30 cupos

Aprobado por resolución N°113 del CFI de fecha 04.07.2017

**ANEXO B para la carrera Ingeniería en Computación (plan 97) y Licenciatura en Computación**

**B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

Investigación Operativa

**B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

Para el Curso: Exámenes de Introducción a la Investigación de Operaciones y Programación 3

Para el Examen: No aplica

Aprobado por resolución N°113 del CFI de fecha 04.07.2017

**ANEXO B para la carrera Ingeniería en Computación (plan 87)**

**B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

No corresponde

**B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

Para el Curso: Previas comunes a las electivas.

Para el Examen: No aplica

Observación: Esta unidad curricular se corresponde con una electiva

Aprobado por resolución N°113 del CFI de fecha 04.07.2017

## **ANEXO B para la(s) carrera(s) Ingeniería en Producción**

### **B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

Operaciones.

### **B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

Para el Curso: Examen de Introducción a la Investigación de Operaciones, examen de Programación 1 y curso de Optimización de Problemas de Producción.

Para el Examen: no aplica

**APROB. RES. CONSEJO DE FAC. ING.**  
Fecha 23.4.2019 Exp. 06/20-00975-18