

**Universidad de los Andes**  
**Departamento de Ingeniería Civil**  
**Transporte Público y Masivo**  
**ICIV-4807**  
**2018-II**

Profesores

Dario Hidalgo G.

PhD y Msc Ingeniería Civil, Planeamiento de Transporte, Universidad Estatal de Ohio

Email: [dhidalgo@wri.org](mailto:dhidalgo@wri.org)

Juan Pablo Bocarejo S.

PhD Transporte Universidad Paris Este

Msc Transporte Universidad París XII – Ecole Nationale de Ponts et Chaussées

Email: [jbocarej@uniandes.edu.co](mailto:jbocarej@uniandes.edu.co)

**Transporte Público y Masivo: Viernes 6:30 a 9:20 am – AU 308**

---

## 1. Contexto del curso

Las políticas de movilidad en las ciudades han cambiado radicalmente en las últimas décadas a nivel mundial. El rol del automóvil como elemento central ha sido fuertemente cuestionado. Otrora, el ingeniero de transporte en América Latina se concentraba en los aspectos de infraestructura y manejo del tráfico, dejando la planeación del transporte público a un desarrollo empírico de los empresarios de buses o a la selección de una tecnología específica, como el metro, que se encargaría *per se* de resolver la mala calidad del transporte colectivo y eliminar la congestión.

Los planes de movilidad, ahora de accesibilidad, eran previamente planes viales; costosos sistemas de transporte masivo se definían sin un conocimiento preciso de las características de los viajes en la ciudad.

La última década ha visto cambios fundamentales en lo relacionado con la movilidad urbana, dando prioridad a un concepto de desarrollo sostenible.

El automóvil como modo de transporte prioritario, es visto como inconveniente por sus impactos en congestión, contaminación, incidentes de tráfico y reducción de actividad física de las personas. Por ello su uso excesivo debe ser desestimulado al tiempo que se promueven los modos de transporte más eficientes y menos contaminantes como el transporte no motorizado (a pie y en bicicleta) y el transporte público. La prioridad se refleja en la asignación de espacio vial, la gestión de los servicios y la asignación de presupuesto.

Los sistemas de buses parecen ser cada vez más competitivos en términos de capacidad y a un menor costo que los sistemas férreos.

En el caso de América Latina, la experiencia en diversas ciudades confirma que una tecnología implantada en un corredor, aislada del resto del sistema colectivo no es una

solución completa. Los casos de los metros de Caracas, Santiago o Medellín con el metro y el caso de Bogotá con Transmilenio son claros ejemplos de ello. Sin embargo, las experiencias de integración no han sido exitosas.

Las nuevas tecnologías abren paso a nuevos esquemas de compartir el automóvil, de facilitar que los recursos privados sean optimizados y puestos a disposición de todos. Existen nuevas tendencias que ya están cambiando la forma de prestación de servicios de transporte (movilidad como servicio) a través de vehículos autónomos, compartidos y eléctricos.

Los retos ligados al desarrollo del transporte público siguen siendo importantes: Requerimos de sistemas que compitan en calidad y flexibilidad con el transporte privado (especialmente la motocicleta), requerimos que el transporte público brinde accesibilidad y oportunidades a los más pobres, que sean sostenibles financieramente y que generen mayor seguridad vial y personal.

## **2. Objetivos del Curso**

El estudio del transporte público incluye diferentes escalas, diferentes disciplinas, diferentes perspectivas.

- Desde una visión global de planeación de las redes, hasta el diseño detallado de la operación de rutas y frecuencias
- Desde el análisis estadístico de la demanda, los modelos de asignación de viajes, hasta el diseño tarifario
- Desde la visión de maximización del bienestar socioeconómico de los usuarios hasta la administración eficiente de la empresa de transporte colectivo
- Desde la intervención del estado y la regulación del sector hasta los proyectos de participación público-privada

El objetivo del curso es presentar la gran variedad de elementos que implica el desarrollo de mejores sistemas de transporte público y proponer herramientas que permitan un desarrollo técnico en diversos aspectos

### Metas

- a. El estudiante estará en capacidad de definir políticas que contribuyan a mejorar el transporte público, incluyendo el impacto sobre la ciudad y los otros modos de transporte
- b. Diseñará la toma de información necesaria para el desarrollo de servicios de transporte público
- c. Podrá diseñar una red básica de transporte público a partir del conocimiento de las principales características de la demanda, utilizando los modos de transporte más adecuados
- d. Utilizará programas de modelación y asignación de la demanda en redes sencillas de transporte público
- e. Podrá diseñar servicios y rutas específicas para diferentes modos de transporte

- f. Conocerá las diferentes alternativas de organización de los actores en torno a la prestación del transporte público y sus implicaciones
- g. Podrá desarrollar esquemas tarifarios para el transporte público
- h. Conocerá las principales características de los sistemas inteligentes de transporte público

### **3. Metodología y organización**

El curso se divide en 3 partes:

#### Parte 1: Conceptos básicos en torno al transporte público

- Políticas de transporte sostenible – el papel del transporte público
- Las relaciones ciudad-movilidad
- Transporte público y desarrollo económico y social
- Los diferentes modos de transporte

#### Parte 2: Diseño de redes de transporte, infraestructura, servicios y rutas

- El estudio de la demanda y los instrumentos de toma de información
- Componentes del sistema de transporte público
- Redes de transporte público
- Rutas de buses
- BRT
- Sistemas férreos
- La calidad del transporte público
- ITS en transporte público

#### Parte 3: Regulación y actores

- La regulación económica – las tarifas
- Competencia por el mercado
- Organización institucional
- Las empresas de transporte público
- Los usuarios

Los estudiantes deberán leer la bibliografía asignada a cada curso previamente y realizar las actividades programadas en clase. Se espera una participación activa en el curso, con la presentación de ejemplos de diversas ciudades.

#### 4. Distribución de la nota

Proyecto	40%
Fase 1 “Caracterización del transporte público existente”	10%
Fase 2 “Modelación y diseño conceptual”	10%
Fase 3 “Diseño operacional y financiero”	10%
Fase 4 “Evaluación y externalidades”	10%
2 debates	20%
Parcial 1	10%
Quizes, papers, asistencia, participación	10%
Examen Final	20%

#### 5. Principales referencias

- Ortúzar, Juan de Dios, 1998. Modelos de demanda de transporte. Ediciones Universidad Católica de Chile
- Iles, Richard. 2005. Public Transport in Developing Countries. Elsevier.
- Lam, William y Michael Bell (Eds.). 2003. Advanced Modelling for Transit Operations and Service Planning. Pergamon.
- Vuchic, Vukan, 2007. Urban Transit, Operations, planning and economics, John Wiley and sons, Inc.
- Kittelsohn & Associates et al. 2003. Transit Capacity and Quality of Service. TCRP Report 100. Transportation Research Board.
- UN-HABITAT (2013) Planificación y Diseño de una Movilidad Urbana Sostenible: Orientaciones Políticas. (\*)  
[http://www.onuhabitat.org/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=954&tmpl=component&format=raw&Itemid=538](http://www.onuhabitat.org/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=954&tmpl=component&format=raw&Itemid=538)

#### Lecturas adicionales:

- CAF (2011) Desarrollo Urbano y Movilidad en América Latina, CAF Banco de Desarrollo de América Latina, <http://publicaciones.caf.com/publicacion?id=1505>
- Carrigan, A., King, R., Velásquez, J.M., Duduta N. and Raifman M. Social, Environmental and Economic Impacts of Bus Rapid Transit – EMBARQ, <http://embarq.org/research/publication/social-environmental-and-economic-impacts-bus-rapid-transit#sthash.IICG4fIZ.dpuf>
- Cooper E., Arioli M., Carrigan A., Jain U. (2013) Emisiones de Escape de Autobuses de Transporte Público. Documento de Trabajo. EMBARQ, [http://www.embarq.org/sites/default/files/EMB12\\_WorkingPaper\\_Fuels\\_Spanish.pdf](http://www.embarq.org/sites/default/files/EMB12_WorkingPaper_Fuels_Spanish.pdf)
- Díaz R. and Bongard D. (2013) Financing Sustainable Urban Transport – International Review of National Urban Transport Policies and Programmes, GIZ – EMBARQ,

<http://sustainabletransport.org/financing-sustainable-urban-transport-international-review-of-national-urban-transport-policies-and-programmes>

Duduta, N., Adriazola, C. Hidalgo, D. Lindau L.A. (2015) Seguridad vial en corredores de autobús. EMBARQ <http://www.wri.org/publication/traffic-safety-bus-priority-systems>

Dulac J. (2013) Global Land Transport Infrastructure Requirements: Estimating road and railway infrastructure capacity and costs to 2050. International Energy Agency.  
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,34742,en.html>

Hidalgo, D., Pereira L. Estupiñan F., Jiménez P.L. (2013) Trasmilenio BRT system in Bogota, high performance and positive impact - Main results of an ex-post evaluation. Research in Transportation Economics 39 pp 133-138

Hidalgo, D. (2011) Transporte Sostenible para América Latina: Situación Actual y Perspectivas. Documento de Respaldo Foro de Transporte Sostenible FTS de América Latina 2011. (\*)  
<http://www.uncrdlac.org/fts/presentaciones.html>

Hidalgo, D. & Huizenga, C. (2013) Implementation of Sustainable Urban Transport in Latin America, Urban Transport in Developing Countries: CODATU Special Issue. Research in Transportation Economics, Volume 40, Issue 1, Pages 66–77

Hidalgo D. (2013) Public transport integration in Bogotá and Cali, Colombia – facing transition from semi-deregulated services to full regulation citywide. Thredbo 13, Conference Series on Regulation and Ownership of Land Transport, Oxford, UK, September 2013.

Lindau L.A., Hidalgo D. and Facchini D. (2010) Curitiba, the cradle of Bus Rapid Transit. Built Environment. Volume 36, Number 3, 13, pp. 274-282

Leipziger D., Lefevre B. and Raiffman, M. (2014) The Trillion Dollar Question: Where Does Transport Investment Come From?, World Resources Institute,  
<http://www.wri.org/publication/trillion-dollar-question>

Muñoz J.C. (2013) Transantiago 5 years later. Working Paper. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Owen, B., Carrigan A. and Hidalgo D. (2012). Evaluate, Enable, Engage: Principles to Support Effective Decision Making in Mass Transit Investment, EMBARQ.  
<http://www.embarq.org/en/evaluate-enable-engage-principles-support-effective-decision-making-mass-transit-investment-programs>

Sakamoto K., Belka S. and Metschies G. (2010) Financing Sustainable Urban Transport. Module 1f. Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy Makers in Developing Cities. GTZ,  
<http://www.sutp.org/en-dn-th1>

## 6. Programa del Curso

Clase Fecha	Tema	Bibliografía
Clase 1 Vie 10 Agosto	<p><b>Presentación del curso</b>  <b>Desafíos del transporte público</b>  <b>PARTE 1: CONCEPTOS BASICOS</b>  <b>Transporte sostenible y políticas en torno a la movilidad</b></p> <p><b>Transporte público, ordenamiento territorial, desarrollo económico y equidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planeación urbana y transporte</li> <li>- Ordenamiento territorial, usos del suelo y transporte público</li> <li>- TOD y captura de valor</li> </ul> <p><b>Bases del Proyecto</b></p>	<p>Bocarejo JP, La movilidad bogotana en el largo plazo y las políticas que garanticen su sostenibilidad  Newman P., Kenworthy J. <u>Sustainability and Cities. Overcoming Automobile Dependence</u> Cap 2.  Banco Mundial. <u>Ciudades en Movimiento</u>. Cap.2 (s)  UN-Habitat (2013)  CAF (2011)  Hidalgo (2011)</p>
Clase 2 Vie 17 Agosto	<p><b>El Plan de transporte – El modelo de 4 etapas</b></p> <p><b>Asignación Papers 1: Diseño de redes y programación de servicios de transporte</b></p> <p><b>Asignación Papers 2 “BRT”</b></p> <p><b>Enunciado Debate 1</b></p> <p><b>Taller de modelación 1 VISUM - Demanda</b></p>	<p>Ortúzar, Juan de Dios, 1998. <u>Modelos de demanda de transporte</u>, cap 1,2 y 3</p> <p>Ortúzar, Juan de Dios, 1998. <u>Modelos de demanda de transporte</u>, cap 4</p> <p>Cap 6 “Planificación de los transportes urbanos”,</p>
Clase 3 Vie 24 Agosto	<p><b>Tecnologías de transporte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Características de los diferentes modos</li> <li>- Ejemplos a nivel mundial</li> <li>- El caso colombiano</li> </ul> <p><b>Debate 1</b></p>	<p>Vuchic, Vukan, Urban Transit, Capítulo 12, “Planning and selection of medium and high performance transit modes modes”</p> <p>Halcrow Fox “Mass Rapid Transit in developing countries” (s)  UN-Habitat (2013) Capítulo 3</p>
Clase 4 Vie 31 Agosto	<p><b>Diseño de redes de transporte público</b></p> <p>Red de transporte público  Red de buses en tráfico mixto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad y calidad del servicio</li> <li>- Dimensionamiento Vehículos</li> <li>- Rutas</li> <li>- Infraestructuras</li> <li>- ITS</li> </ul>	<p>Vuchic, Vukan, Urban Transit, Capítulo 4, “Transit Lines and Network”</p> <p>TRB. <u>TCRP Report 100. Transit Capacity and Quality of Service Manual</u></p> <p>Guihaire, Jin Kao, Transit network design and scheduling: A global review</p>

	<b>Taller de modelo 2 VISUM – Red de transporte</b>	
Clase 5 Vie 7 Septiembre	<b>Planeación operacional</b>  Visita a operador de sistema Transmilenio	
Clase 6 Vie 14 Septiembre	<b>Programación de servicios</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programación de horarios</li> <li>- Asignación de recursos</li> </ul> <b>Pecha Kucha 1</b> <b>Presentación papers 1</b> <b>Presentación papers 2 “BRT”</b>	Illes. 2005. Cap. 8 “Routes and Scheduling.” Pp. 167-177. Opcional: Ceder, A. "Designing Public Transport Networks and Routes." Chapter 3 in Advanced Modeling for Transit Operations and Service Planning. Edited by W. Lam y M. Bell. Pergamon Imprint, Elsevier Science Ltd. Pub., 2003, pp. 31-57.
Clase 7 Vie 21 Septiembre	<b>PARCIAL 1</b>	
Clase 8 Vie 28 Septiembre	<b>Diseño BRT</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>a.) BRT´s</li> <li>- Vehículos</li> <li>- Servicios</li> <li>- Infraestructuras</li> <li>- ITS</li> </ul> <b>Pecha Kucha 2</b> <b>Papers 3 “Tarifa”</b> <b>Papers 4 “Regulación del transporte público”</b>  <b>Taller de modelo 3 VISUM – Red de transporte</b>	Guía de planificación de sistemas BRT, ITDP 2010 (s) TCRP Report 90 – BRT “implementation Guidelines”, 2003 Todo el reporte está disponible en SICUA. (s) Wright, Lloyd. 2002b. “Bus Rapid Transit.” <u>Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-Makers in Developing Cities</u> . Module 3b. GTZ. (s) Darío Hidalgo (2015) Bus Rapid Transit and Buses with High Level of Service – A Global Overview In book: Handbook on Transport and Development, Chapter: 23, pp.346-362 Lindau et al (2014)
<b>SEMANA DE TRABAJO INDIVIDUAL</b>		
Clase 9 Vie 12 Octubre	<b>Calidad del servicio y niveles de servicio</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La noción de calidad del servicio para los diferentes actores</li> <li>- Medición de la calidad del servicio</li> </ul>	TCRP Report 100. <u>Transit Capacity and Quality of Service Manual</u> . “Parte 3, “Quality of Service.” Caps. 1 y 2.
Clase 10 Vie 19 Octubre	<b>Sistemas férreos</b> Sistemas férreos <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos</li> <li>- Infraestructuras</li> <li>- ITS</li> <li>- Integración modal</li> </ul>	

	<b>Taller de modelo 4 VISUM – Modelación de sistemas de transporte masivo</b>	
Clase 11 Vie 26 Octubre	<p><b>Aspectos financieros, tarifa y sistemas de recaudo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarifa eficiente</li> <li>- Definición de esquemas tarifarios</li> <li>- Estructuración financiera de proyectos</li> </ul> <p><b><u>Pecha Kucha 3:</u></b> <b>Presentación Papers “Tarifa/regulación”</b></p> <p><b>Taller definición tarifaria</b></p>	<p>Illes. 2005. Cap. 13 “Operating Costs.”</p> <p>Illes. 2005. Cap. 14 “Public Transport Revenue and Funding” Sakamoto et. al (2010)</p>
Clase 12 Vie 2 Noviembre	<p><b>Evaluación de proyectos de transporte público</b></p> <p><b>Taller evaluación B/C</b></p>	<p>Reporte de finanzas metro de Washington (s)</p> <p>Hidalgo et. al (2016) How much does a metro cost</p>
Clase 13 Vie 9 Noviembre	<p><b>Aspectos ambientales en el transporte público</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte sostenible y transporte público</li> <li>- Impactos del transporte público y medidas de mitigación</li> </ul> <p><b>Debate 2</b></p> <p><b>Taller Proyecto</b></p>	
Clase 14 Vie 16 Noviembre	<p><b>Las empresas de transporte público</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evolución en Colombia</li> <li>- La experiencia latinoamericana</li> <li>- Organización en países desarrollados</li> </ul> <p><b><u>Pecha Kucha 3:</u></b> <b>Presentación Papers “Empresas”</b></p> <p><b>Conferencia ITS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de recaudo</li> <li>- Sistemas de control de operación</li> </ul>	<p>TCRP Report 90 – BRT “implementation Guidelines”, 2003 – Cap 7 “ITS Applications”</p>
Clase 15 Vie 23 Noviembre	<p><b>Presentación proyectos</b></p> <p><b>Concurso capacidad sistemas de transporte</b></p>	