

# META



## Hacia un modelo español de tarificación de carreteras: el proyecto META

**Francesc Robusté**

*Catedrático de Transporte de la UPC  
Director del CENIT*



**Barcelona, 24 de abril de 2008**



# Costes sociales (1)



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

Accesibilidad

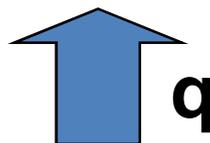
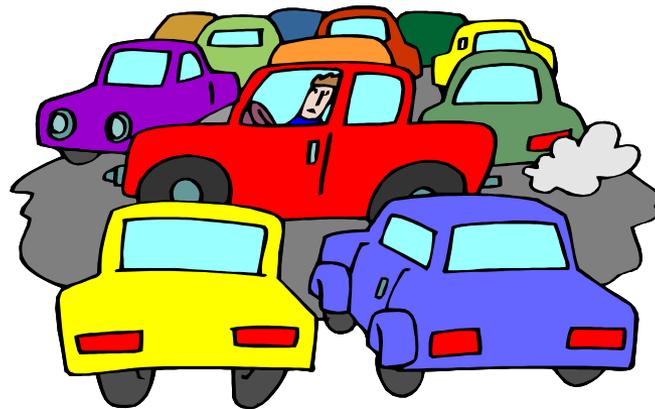
Efectos

Aportaciones



**Predominio del transporte por carretera +  
deseconomías de escala en costes con el flujo**

Algunas externalidades negativas...



**Congestión**  
**Daños en infraestructura**  
**Accidentes**  
**Polución**  
**Ruido**  
**Consumo de energía**  
**Efecto invernadero**  
**Etc.**



# Costes sociales (2)



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

Accesibilidad

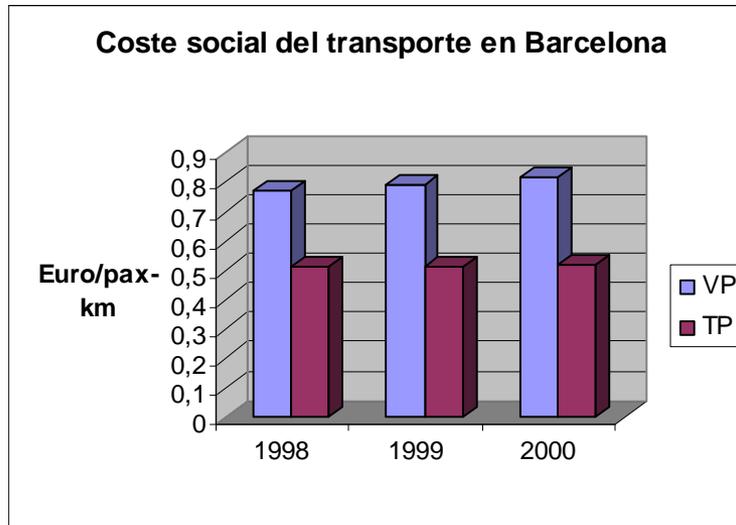
Efectos

Aportaciones



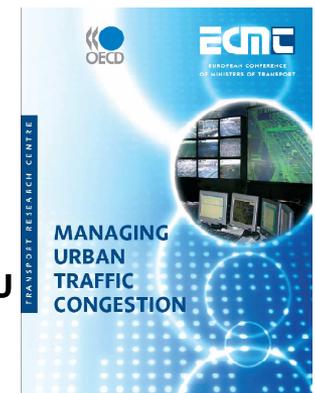
## Los costes sociales unitarios del transporte público son inferiores (2/3) a los de vehículo privado (Barcelona, 2000)

*Robusté et al. (2000) Costes sociales del transporte metropolitano en Barcelona.*



Barcelona: 0,51 €/pax-km TP y 0,77 €/pax-km VP (ATM, 2000)

Madrid: 0,46 €/pax-km TP y 0,38 €/pax-km VP (CRTM, 2003)



•Congestión en las carreteras suman 70.000 millones Euro, aprox. 1% PIB EU GDP (Nash, 2003).

•Las 85 principales áreas urbanas USA: \$63.000 millones, 3.700 millones de horas de demoras y 2.300 millones de galones de fuel (TTI, 2003).



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



## Disminución del flujo de vehículos:

- Dejar de hacer viajes (*impracticable a largo plazo*)
- Cambio modal
- Incremento de ocupación
- Restricciones (discriminación uso del viario):
  - Temporal
  - Por matrículas
- Tarifa: problemas de equidad social para clases menos favorecidas económicamente (alternativas “razonables”)
- Mixto: restricción temporal que puede obviarse con el pago de una tarifa alta (Pareto)



**La tarifa se acepta mejor en Europa que otro tipo de restricciones para disminuir el flujo**



# Iniciativas tarifarias de la CE



Intro

Objetivos

Metodología

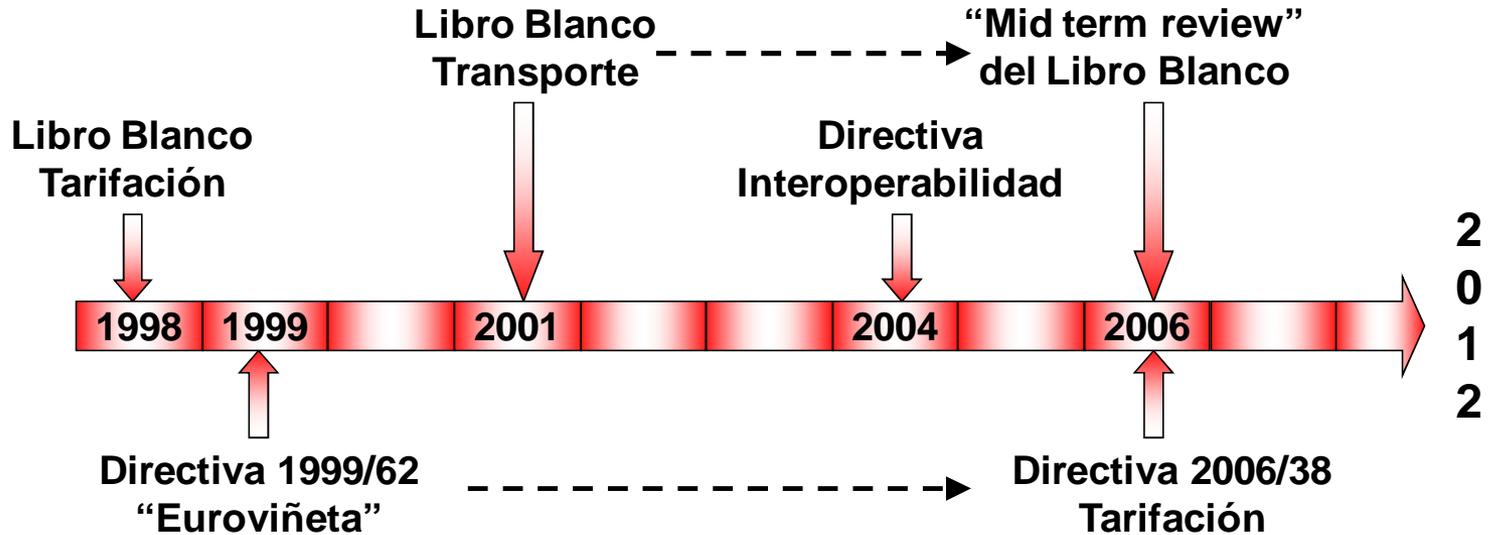
Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



## Política Común de Transporte (UE):

- El usuario debe pagar sus costes
- Se deben incluir los costes de las **infraestructuras** sobre la **sociedad** y sobre el **medio ambiente**
- Con las tarifas se busca → **eficiencia del transporte y movilidad sostenible**



## Sistemas dinámicos de cobro de peajes

Intro

Objetivos

Metodología

Costes

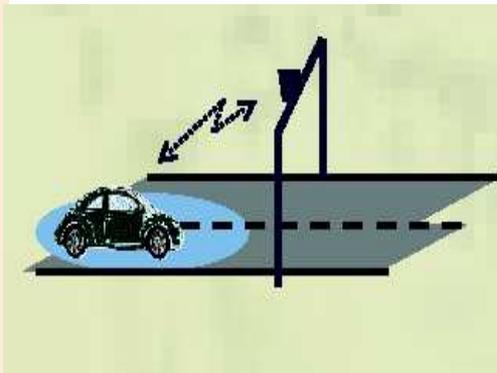
Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones

**5,8 GHz Microwave Technologies (teletag "Via T")**



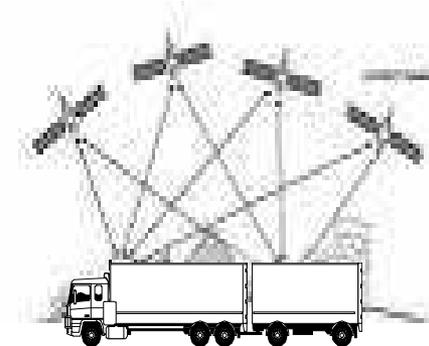
**DSRC- Dedicated Short-Range Communication**

**Mobile Communications GSM-GPRS**



**Global System for Mobile communications  
General Packet Radio Service**

**Satellite Positioning GPS-GALILEO**



**Global Positioning System**





# Experiencias en la UE



## • Proyectos I+D+i financiados por la Unión Europea

PETS, CAPRI, PATS, DESIRE, UNITE, MC-ICAM, IMPRINT-EUROPE, REVENUE, IMPRINT-NET, ...

## • Implementación de *Road Pricing* interurbano en la UE

Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



Conceptos		Suiza	Austria	Alemania	Rep. Checa
Año		2001	2004	2005	2007
Categoría (ton)		>3,5	>3,5	>12	>12
Formación tarifa	Emisiones	Y		Y	Y
	Peso	Y	Y		Y
	Km	Y	Y	Y	Y
Tecnología		DSRC	DSRC	GSM/GPRS GPS	DSRC
Tarifa		0,012 €/ton-km	0,22€/km	0,124€/km	0,054€/eje-km



# FORMACIÓN DE LA TARIFA



**Intro**

**Objetivos**

**Metodología**

**Costes**

**Tarifación**

**Accesibilidad**

**Efectos**

**Aportaciones**



<b>SUIZA</b>	Cubrir costes sociales Recursos para infraestructura de los FFCC Favorecer paso de mercancías al FC Costes construcción y mantenimiento vía	$f(L, k, peso\_permitido)$
<b>AUSTRIA</b>	Costes construcción y mantenimiento vía Pago por el uso de la carretera	$f(L, peso\_eje, k)$
<b>ALEMANIA</b>	Costes construcción y mantenimiento vía Transferir mercancía al ferrocarril	$f(L, k, N^{\circ}\_ejes)$
<b>REINO UNIDO</b>	Cubrir el coste social	$f(L, k, carretera, hora)$
<b>PROPUESTA PROVISIONAL META</b>	Cubrir coste social Favorecer paso de mercancía a otros modos diferentes a la carretera	$f(L, k, q)$



# Objetivos del proyecto **META**



## Intro

## Objetivos

## Metodología

## Costes

## Tarifación

## Accesibilidad

## Efectos

## Aportaciones



Establecer un modelo de **tarifación** por el uso de la infraestructura basado en **costes externos y calidad del servicio**.

Para ello se requiere:

- Analizar diversos **sistemas de tarifación** de infraestructuras de carretera para tráficos interurbanos
- Determinar los **costes del transporte** por carretera, tanto de mercancías como de viajeros
- Calcular las **externalidades** del transporte por carretera, que producen automóviles, autobuses y camiones
- Diseñar criterios de **equidad territorial**, de modo que la política tarifaria no induzca a desequilibrios entre regiones



# Participantes



Intro

Objetivos

Metodología

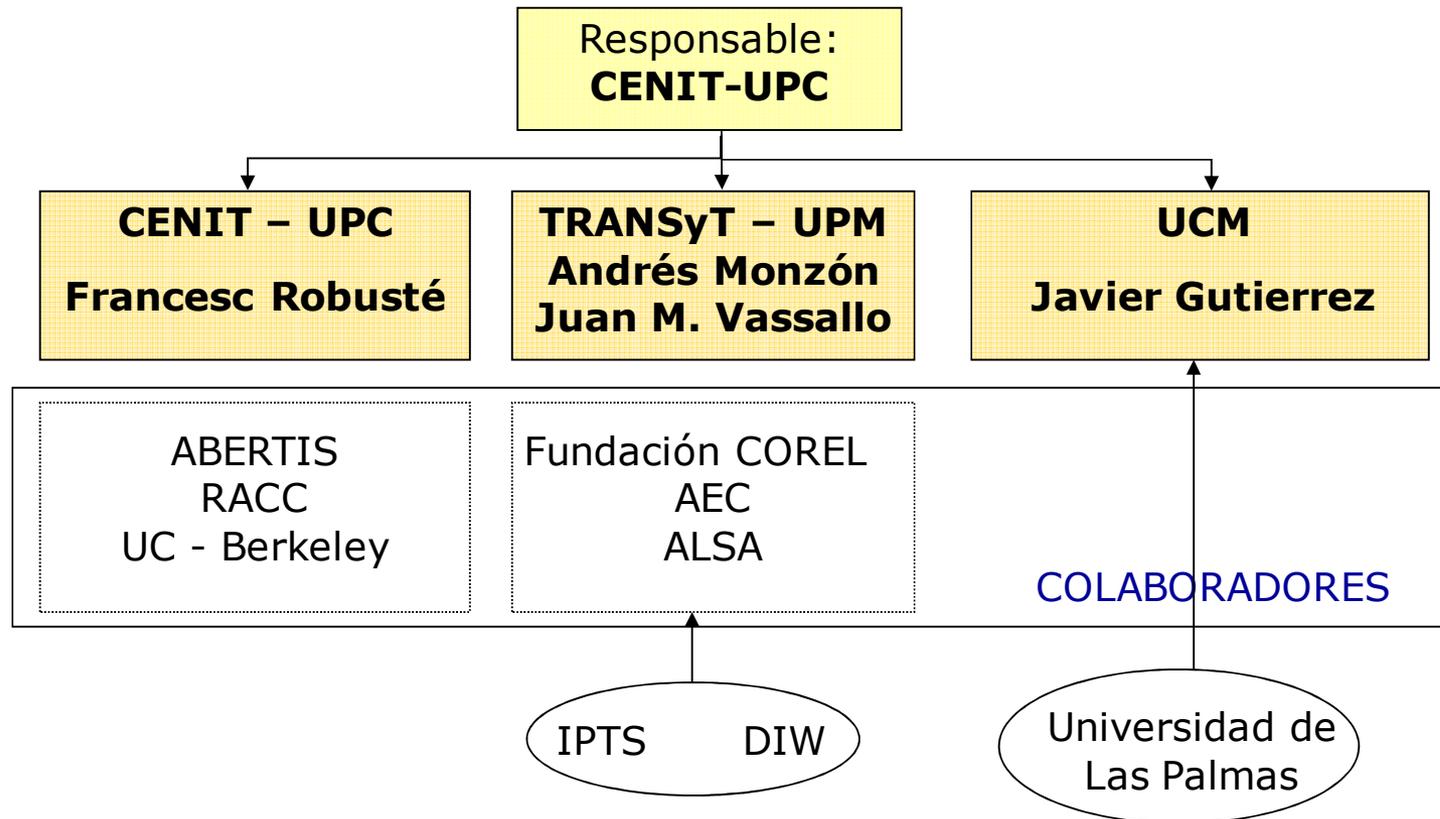
Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



**Duración:** 2007-2008



# Actividades



Intro

Objetivos

Metodología

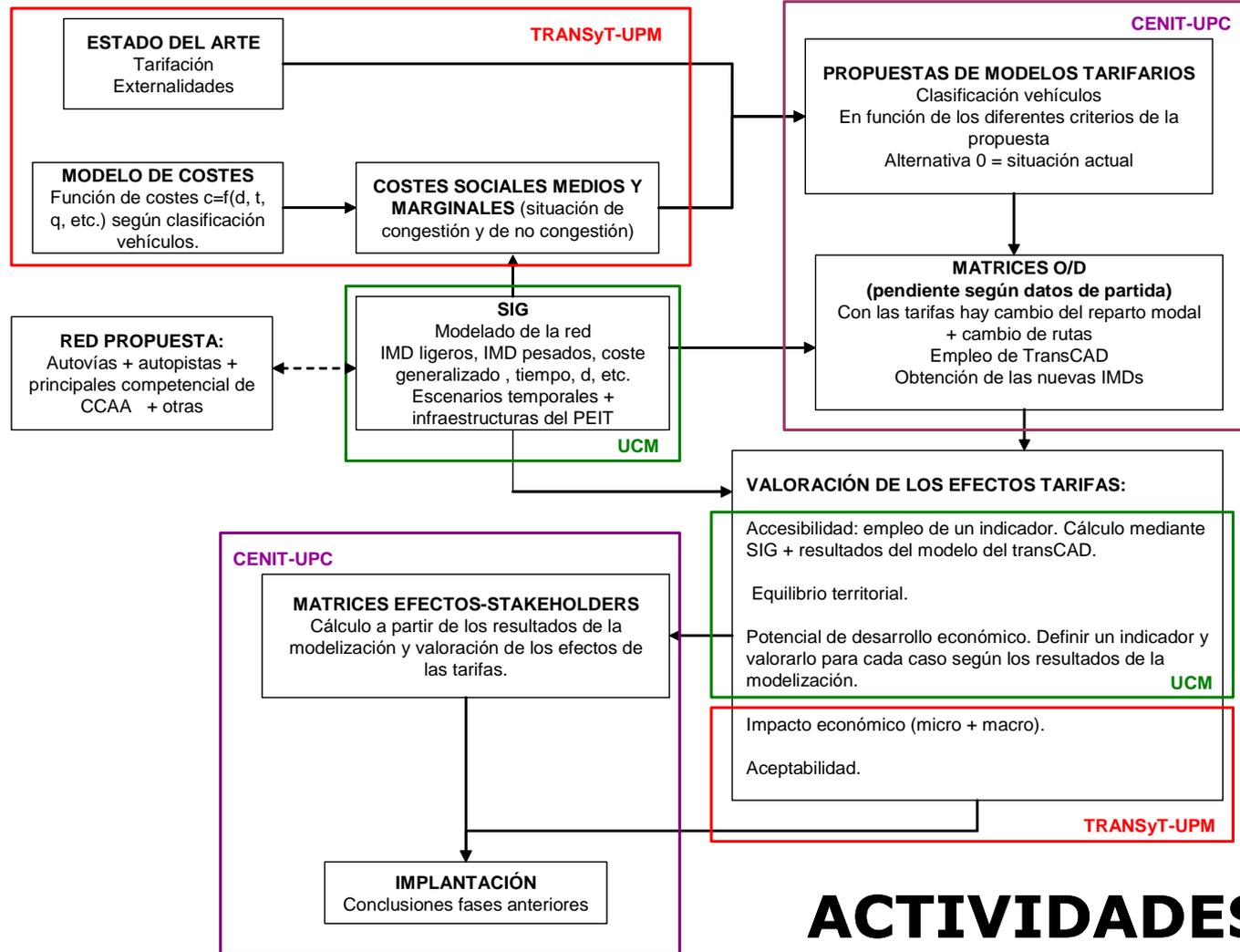
Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



## ACTIVIDADES



# Calendario



## Programación de los trabajos

1 / 1 / 2007

ACTIVIDAD		RESPONSABLE	MESES																								
Nº	Descripción		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	Estado del arte sobre tarificación y externalidades	TRANSyT-UPM	█	█	█	█				█																	
2	Reda carreteras regionalizada (SIG)	UCM	█	█	█	█	█	█		█															█	█	█
3	Accesibilidad, equilibrio territorial y potencial	UCM								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█						
4	Matriz efectos-stakeholders	CENIT-UPC			█	█	█			█																	
5	Modelo de costes	TRANSyT-UPM	█	█	█	█	█	█	█		█	█	█														
6	Costes sociales medios y marginales	TRANSyT-UPM								█					█	█	█	█	█								
7	Modelo de tarificación	CENIT-UPC	█	█	█	█	█			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█						
8	Impacto económico y aceptabilidad	TRANSyT-UPM																		█	█	█	█	█			
9	Implantación	CENIT-UPC																							█	█	█

Informe del primer seminario

INFORME 1A

Estado del arte de externalidades y tarificación  
Red Meta  
Primera propuesta tarifaria

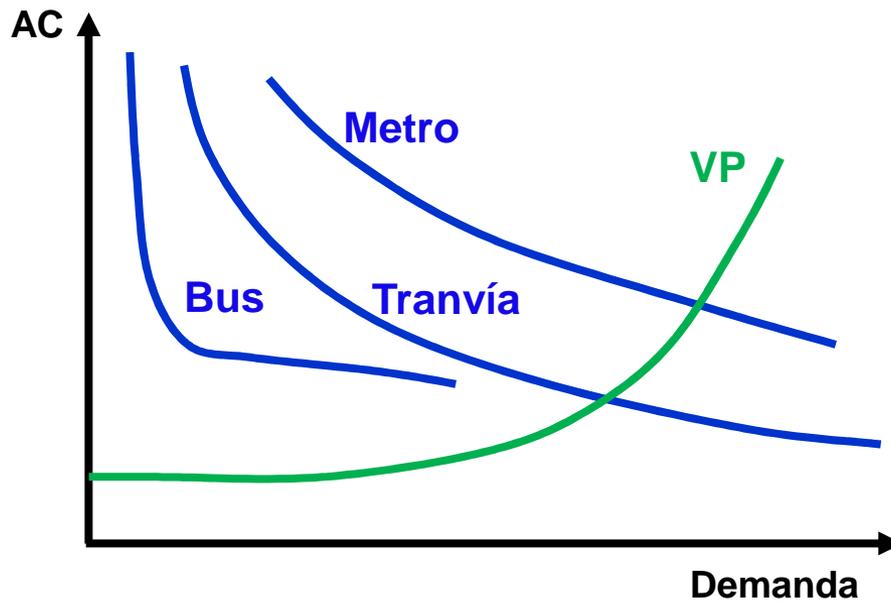
INFORME 1B

Estado del arte de externalidades y tarificación  
Red Meta  
Primera propuesta tarifaria  
Modelo de costes  
Impacto económico y aceptabilidad

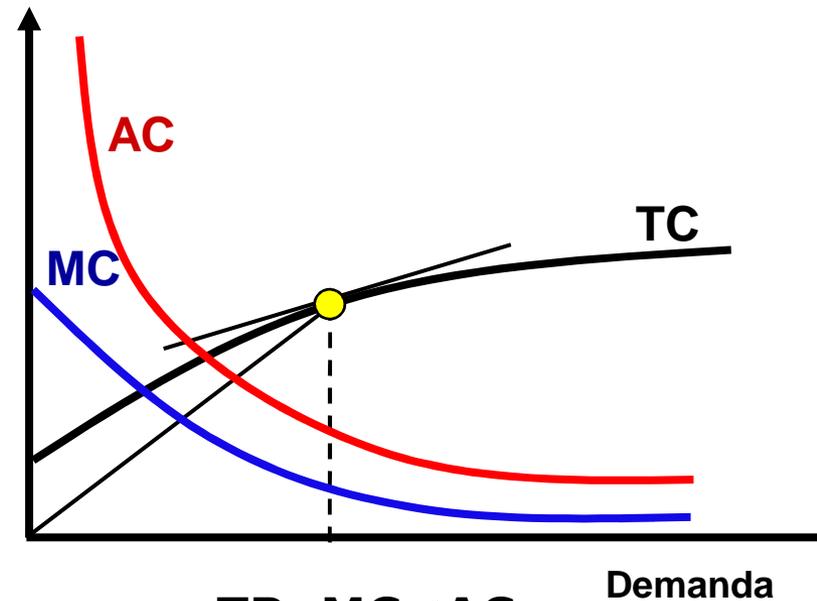


## •Coste total (TC), medio (AC) y marginal (MC)

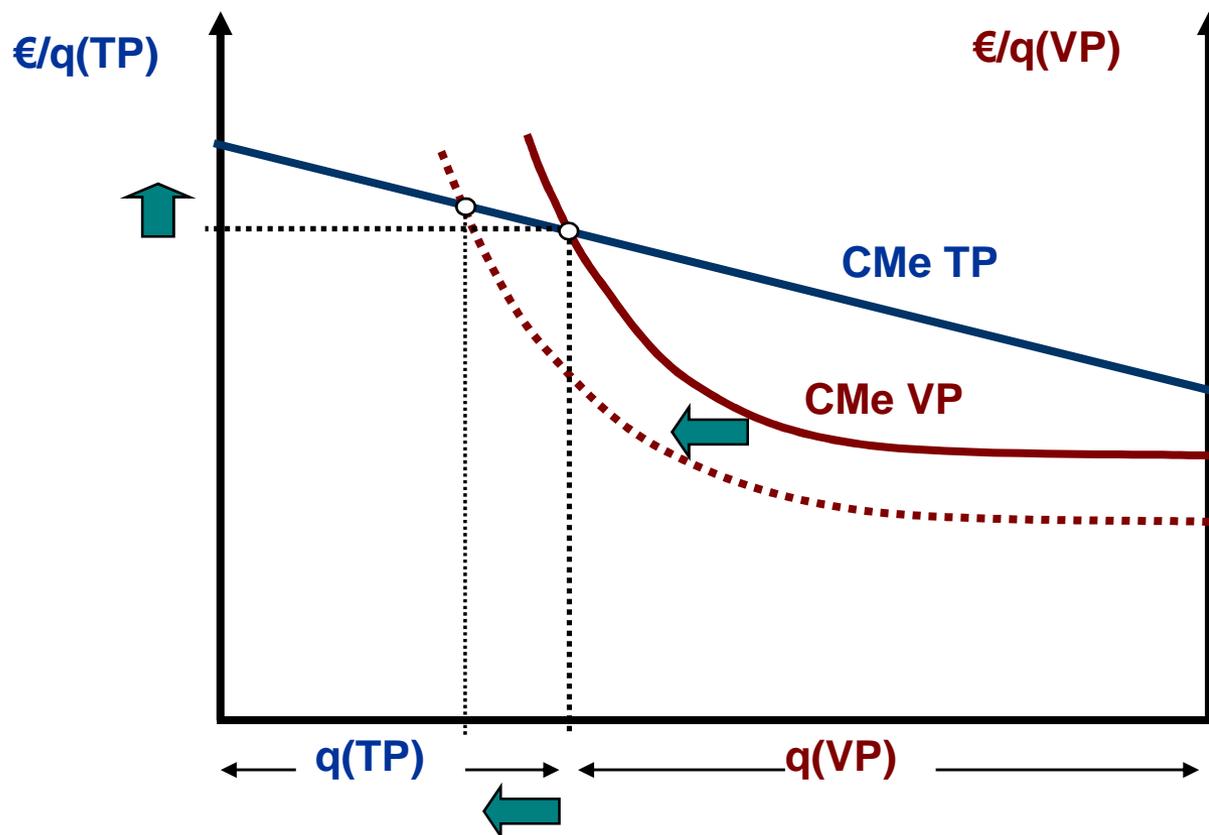
$$AC = \frac{TC}{q}; MC = \frac{\partial TC}{\partial q}; B = \tau q - C(q) \Rightarrow \frac{\partial B(q)}{\partial q} = 0 \Rightarrow \tau(q) = \frac{\partial C(q)}{\partial q}$$



**VP: MC > AC**



**TP: MC < AC**



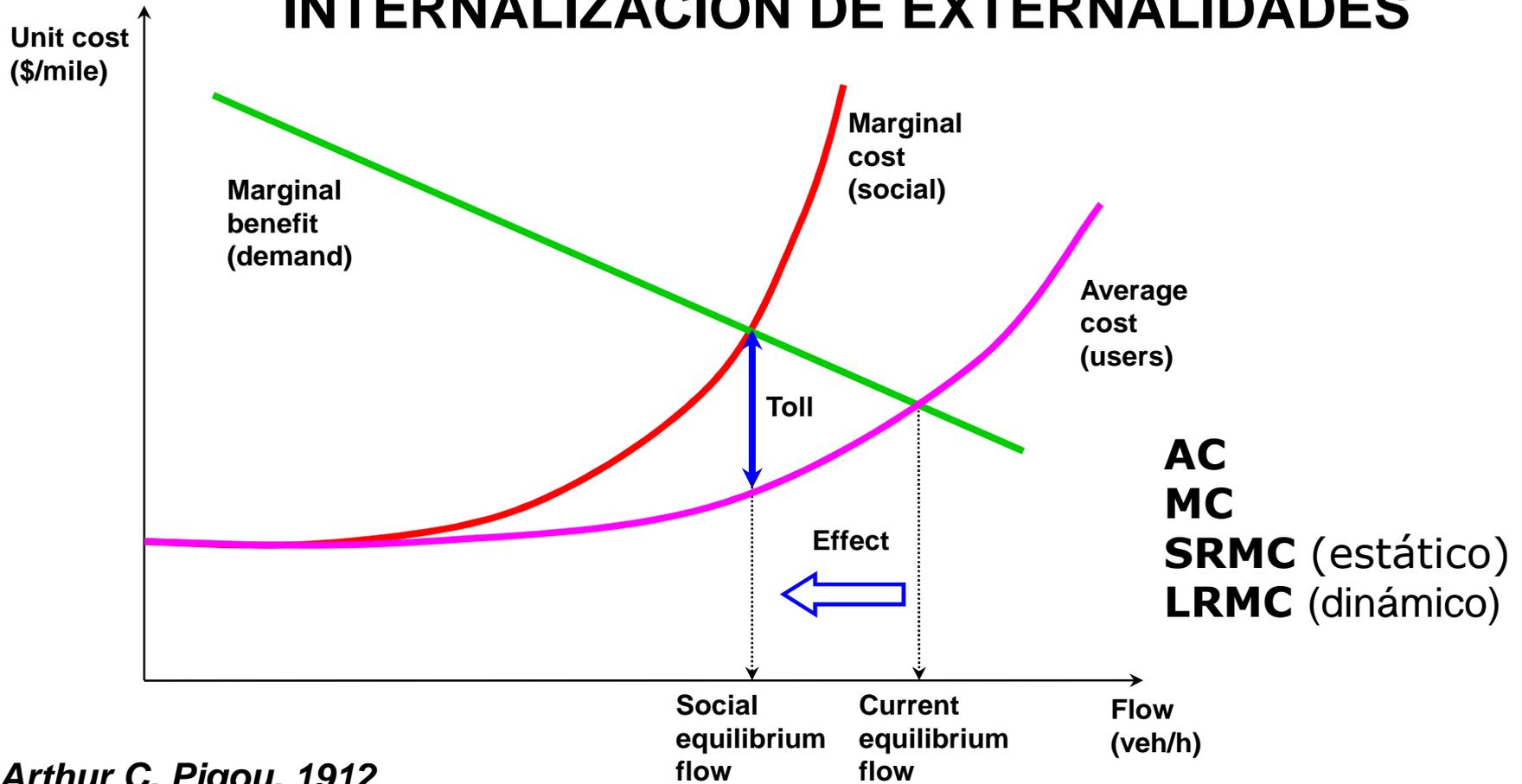
**El sistema EMPEORA promoviendo el VP**

La inversión en mejoras de la red de calles y carreteras aumenta el coste generalizado del sistema (equilibrio) para TODOS los usuarios (incluidos los del VP) (*Paradoja de Mogridge*)

**La promoción del TP y otros modos “inferiores” son incompletas sin restricciones al uso del VP**



## INTERNALIZACIÓN DE EXTERNALIDADES



Arthur C. Pigou, 1912

First best (MP) vs. second best (MP con restricciones)



## ¿Qué significa marginal?

El **coste extra** causado por un vehículo adicional que usa la carretera

## ¿Qué significa social?

**Todos los costes** infringidos por este vehículo adicional, incluso los aportados por la sociedad-territorio-medio ambiente....

## ¿Qué categorías de coste?

- Infraestructura
- Congestión
- Accidentes
- Ruido
- Contaminación y efecto invernadero
- Naturaleza y paisaje, etc.

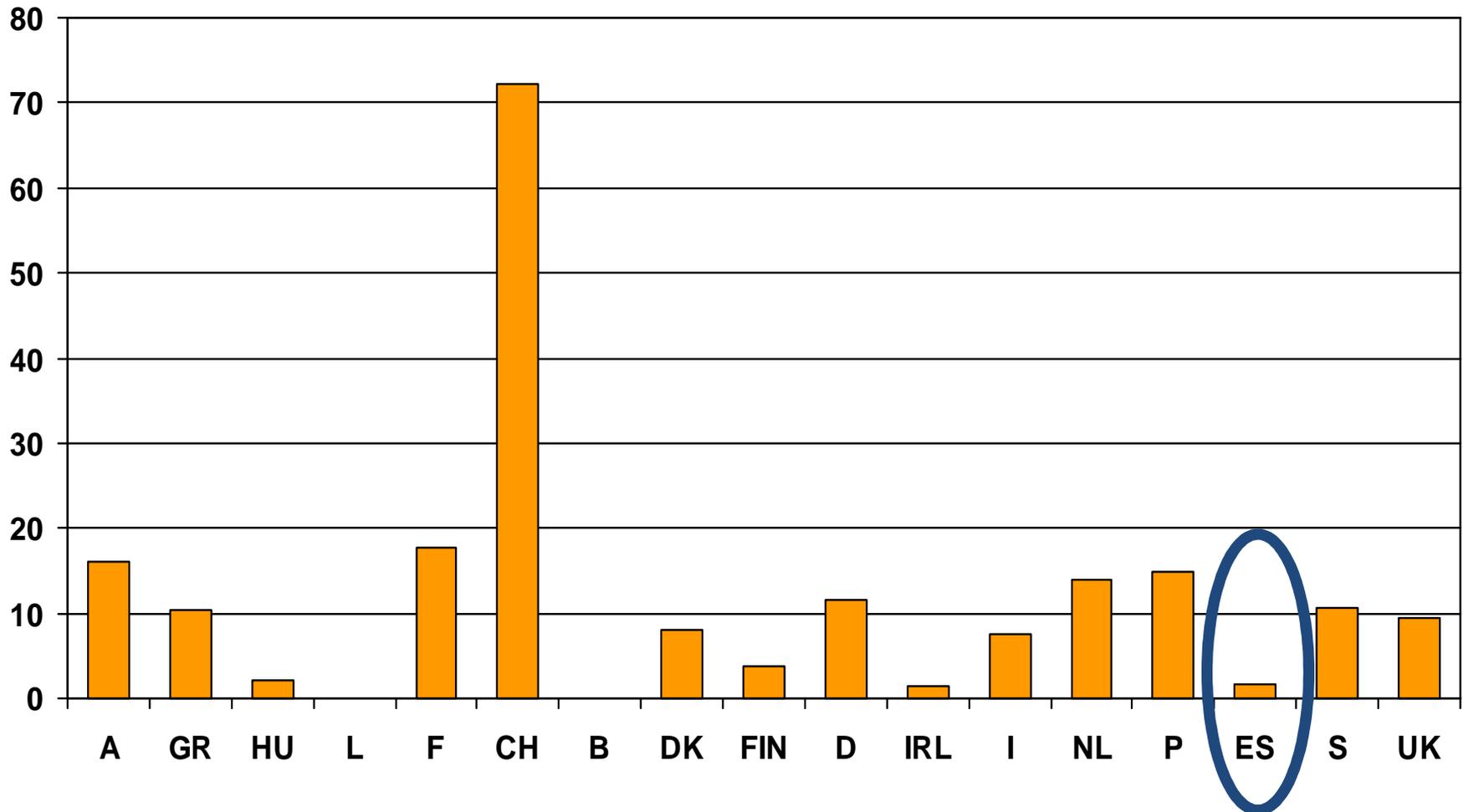
## Medición de los costes

- Variability of existing estimates
- Site specific (problems with extrapolation)
- Agreement on principles & methodology
- Data availability





## UNITE – Costes unitarios de operación por km

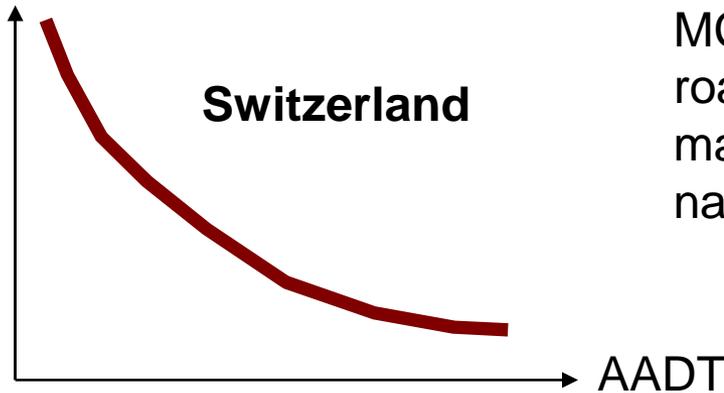




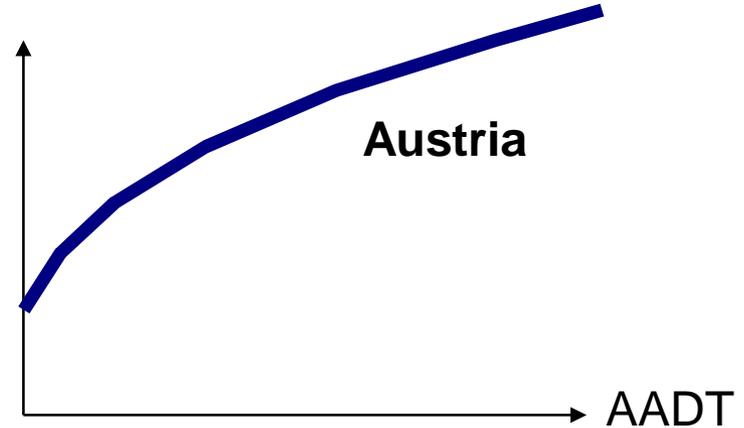
## Acuerdo sobre principios y metodología...

(UNITE)

MC of  
road  
mainte-  
nance



MC of  
road  
mainte-  
nance



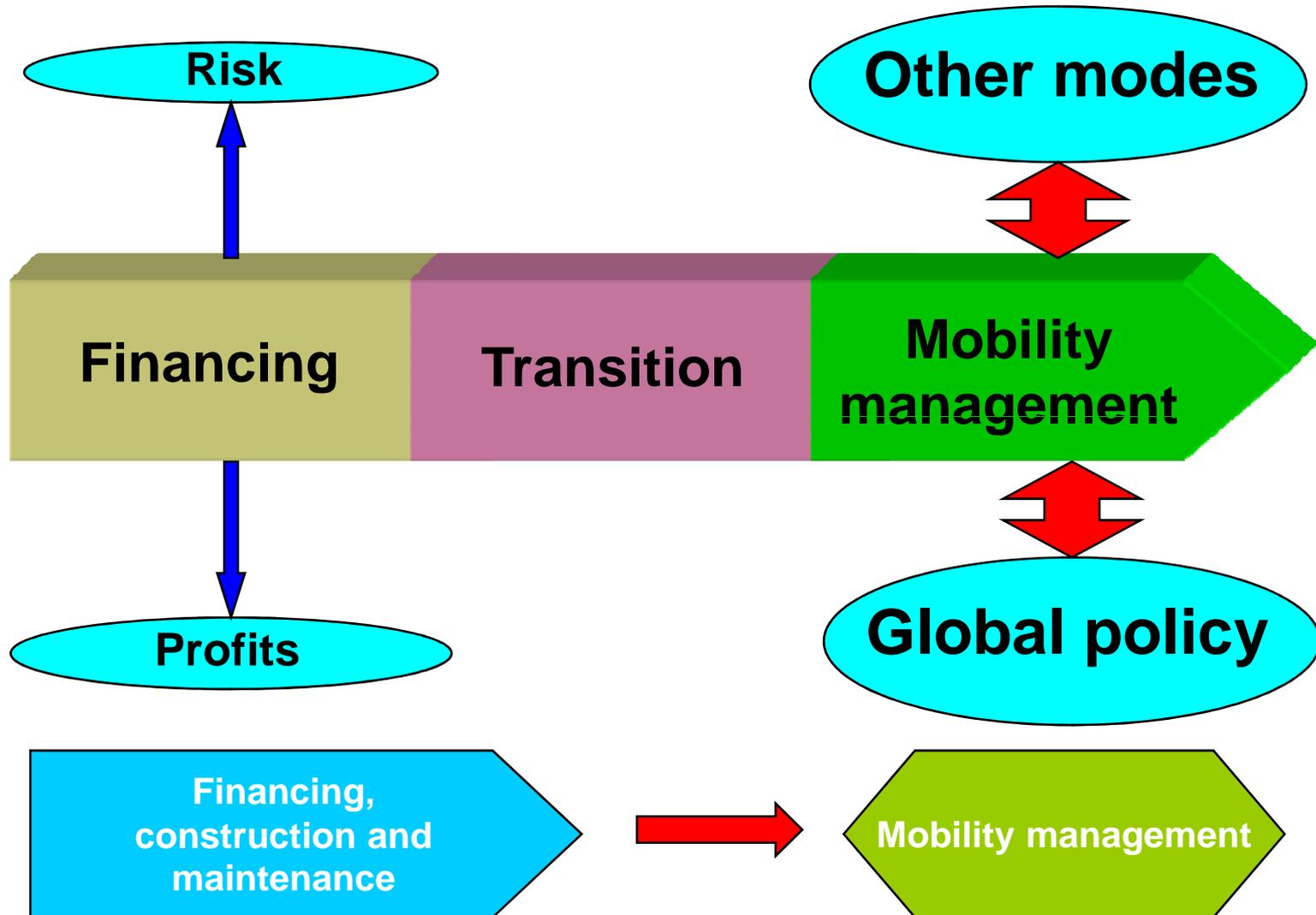
**Barcelona: 0.51 €/pax-km TP and 0.77 €/pax-km PC**  
(ATM, 2000)

**Madrid: 0.46 €/pax-km TP and 0.38 €/pax-km PC**  
(CRTM, 2003)

... y  
buenos  
datos

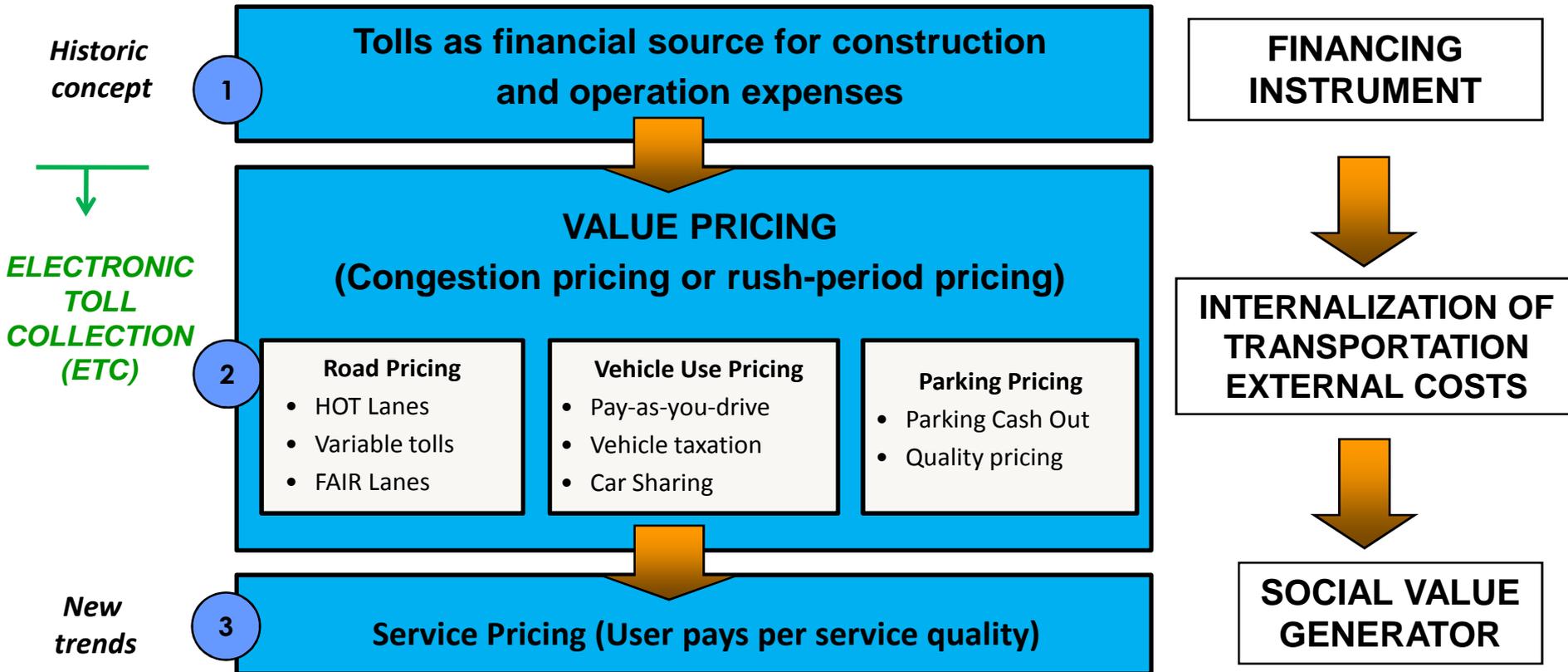


# MUTACIÓN DEL CONCEPTO DE PEAJE (1)





# MUTACIÓN DEL CONCEPTO DE PEAJE (2)





# VALUE PRICING



## Road pricing

*HOT lanes*

*Variable Tolls on Toll Facilities*

*FAIR lanes*

## Vehicle use pricing

*Pay-As-You-Drive  
Automotive Insurance*

*Mileage-Based Automotive  
Leasing and Vehicle Taxation*

*Car sharing*

## Parking pricing

*Parking Cash Out*



**Toll Schedule** Westbound  
Effective November 1, 2001 Riverside Co. Lile to 55

	Sun	M	Tu	W	Th	F	Sat
Midnight							
1:00 am							
2:00 am							
3:00 am							
4:00 am							
5:00 am							
6:00 am							
7:00 am							
8:00 am							
9:00 am							
10:00 am							
11:00 am							
Noon							
1:00 pm							
2:00 pm							
3:00 pm							
4:00 pm							
5:00 pm							
6:00 pm							
7:00 pm							
8:00 pm							
9:00 pm							
10:00 pm							
11:00 pm							



# Costes y externalidades (1)



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



## Modelo de costes

COSTE	MODELO
<b>Total (<math>C_T</math>)</b>	$C_T = C_{TI} + C_{TO} + C_{TMA} + C_{TA}$
<b>Infraestructura (<math>C_{TI}</math>)</b>	<p><b>Construcción:</b> <math display="block">C_{TIC} = K_0 + K_1 A + K_2 AE + K_3 P</math></p> <p><b>Mantenimiento:</b> <math display="block">C_{TIM} = K_0 e^{-rT} T = \frac{\theta(Q)}{(1+\alpha)IMD_{VPA} + \alpha IMD_{VRM/A}}</math></p>
<b>Operación (<math>C_{TO}</math>)</b>	$C_{TO}(v) = C_{TOV}(v) + C_{TOT}(v)$
<b>Ambientales (<math>C_{TMA}</math>)</b>	<p><b>Emisiones CO<sub>2</sub>:</b> <math display="block">C_{TMACO2} = \chi C_{CO2} \sum_{i=1}^{i=4} I_i C c_i(v_i)</math></p> <p><b>Ruido:</b> <math display="block">C_{Truido} = DP + R.CM</math></p> <p><b>Contaminación atmosférica:</b> <math display="block">C_{Tcont} = 10^{-1} \phi P_t \sum_{i=1}^m n_i c_i</math></p>
<b>Accidentes (<math>C_{TA}</math>)</b>	$C_{Tacc} = IMH(R_{hl} VR_{hl} + R_{hg} VR_{hg} + R_m VR_m + \phi)$



# Costes y externalidades (2)



Intro

Objetivos

Metodología

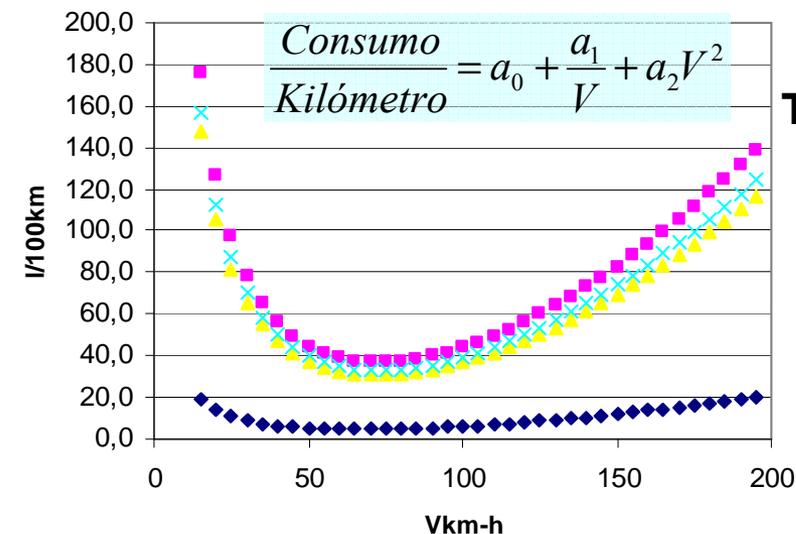
Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



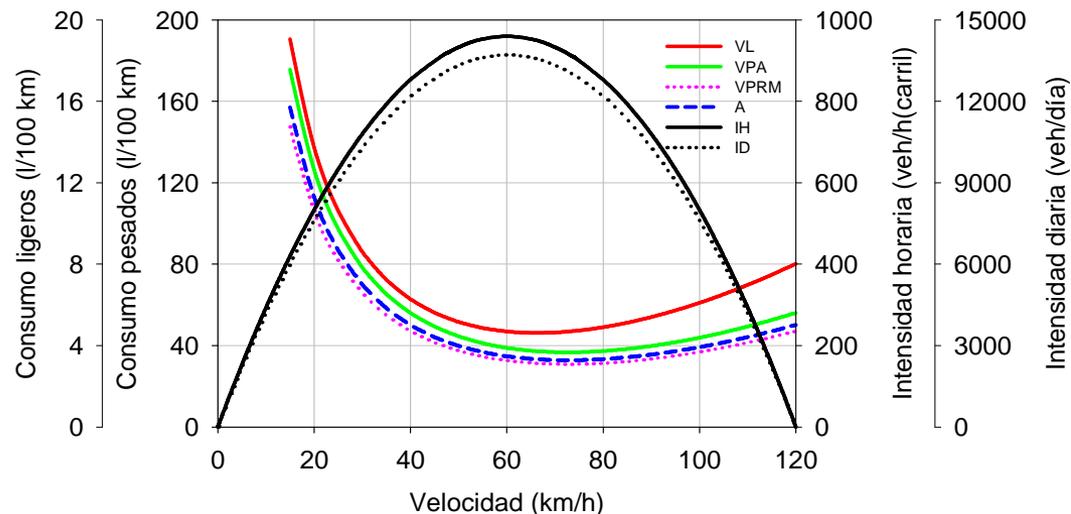
## Consumo de carburante

### Tipo de vehículo

- ◆ VL **Ligero**
- VPA **Articulado**
- ▲ VPRM **Pesados rígidos**
- × A **Autobuses**

$$C_{TOV} = K_0 + a_0 + \frac{a_1}{b - b_1 I} + a_2 (b - b_1 I)^2$$

## Curvas de consumo de carburante para distintos tipos de vehículos





# Costes y externalidades (3)



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

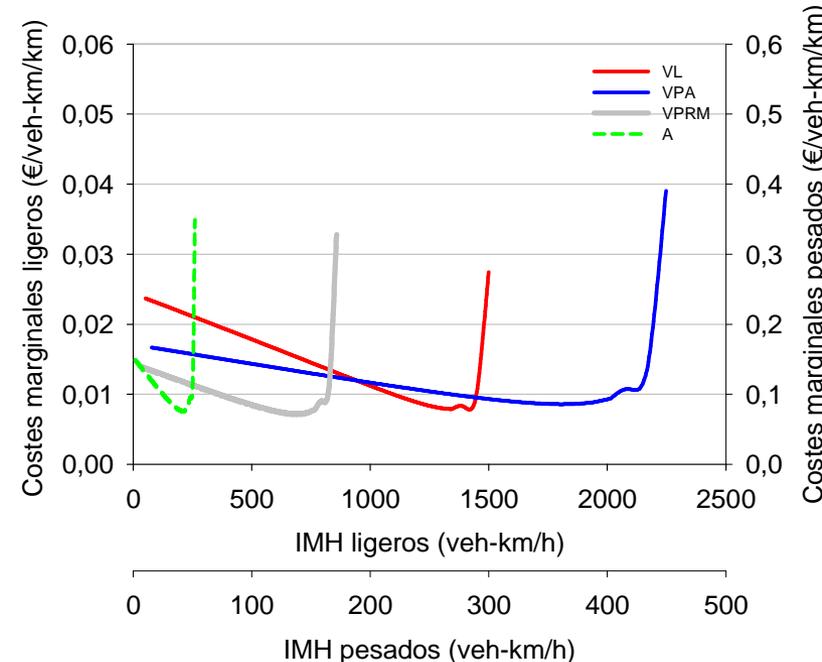
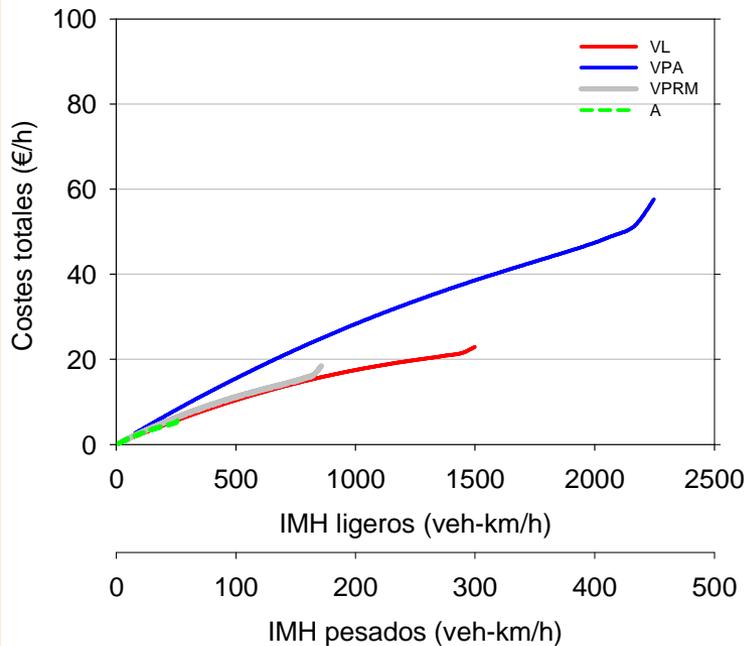
Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



## Costes total y marginal unitario en función del tipo de vehículo y de la distribución del tráfico por concepto de emisiones de CO<sub>2</sub>





# Costes y externalidades (4)



Intro

Objetivos

Metodología

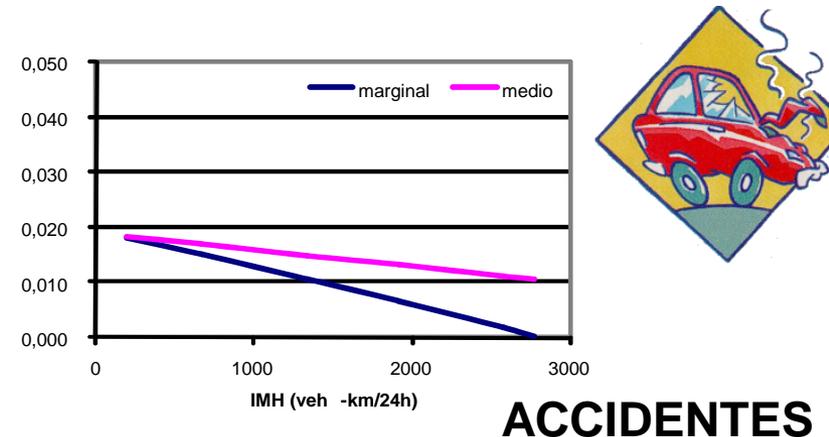
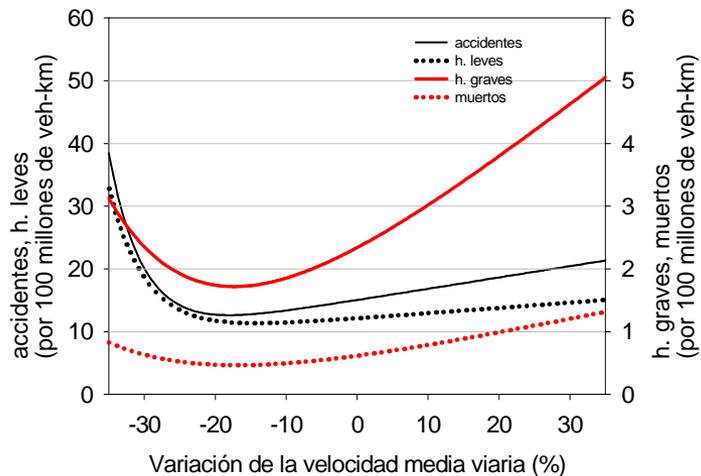
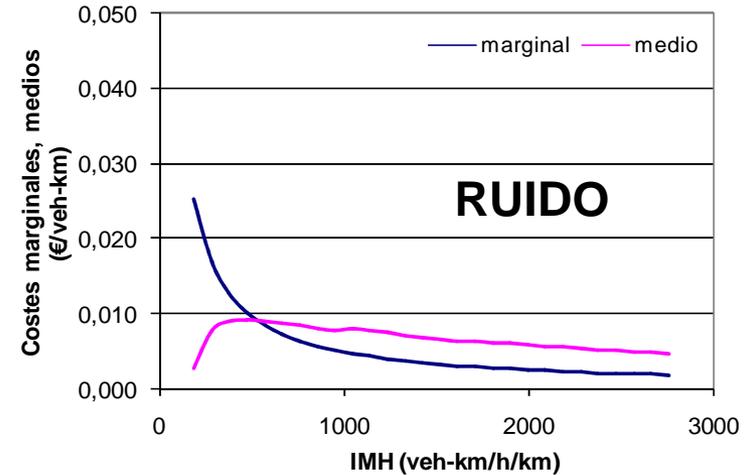
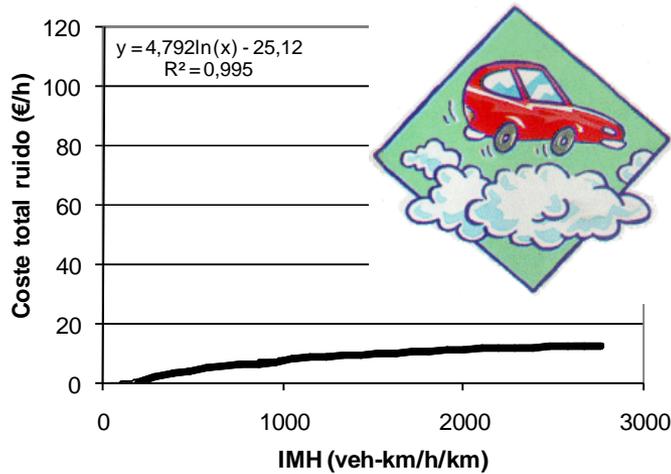
Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones





# Costes y externalidades (5)



Intro

Objetivos

Metodología

**Costes**

Tarifación

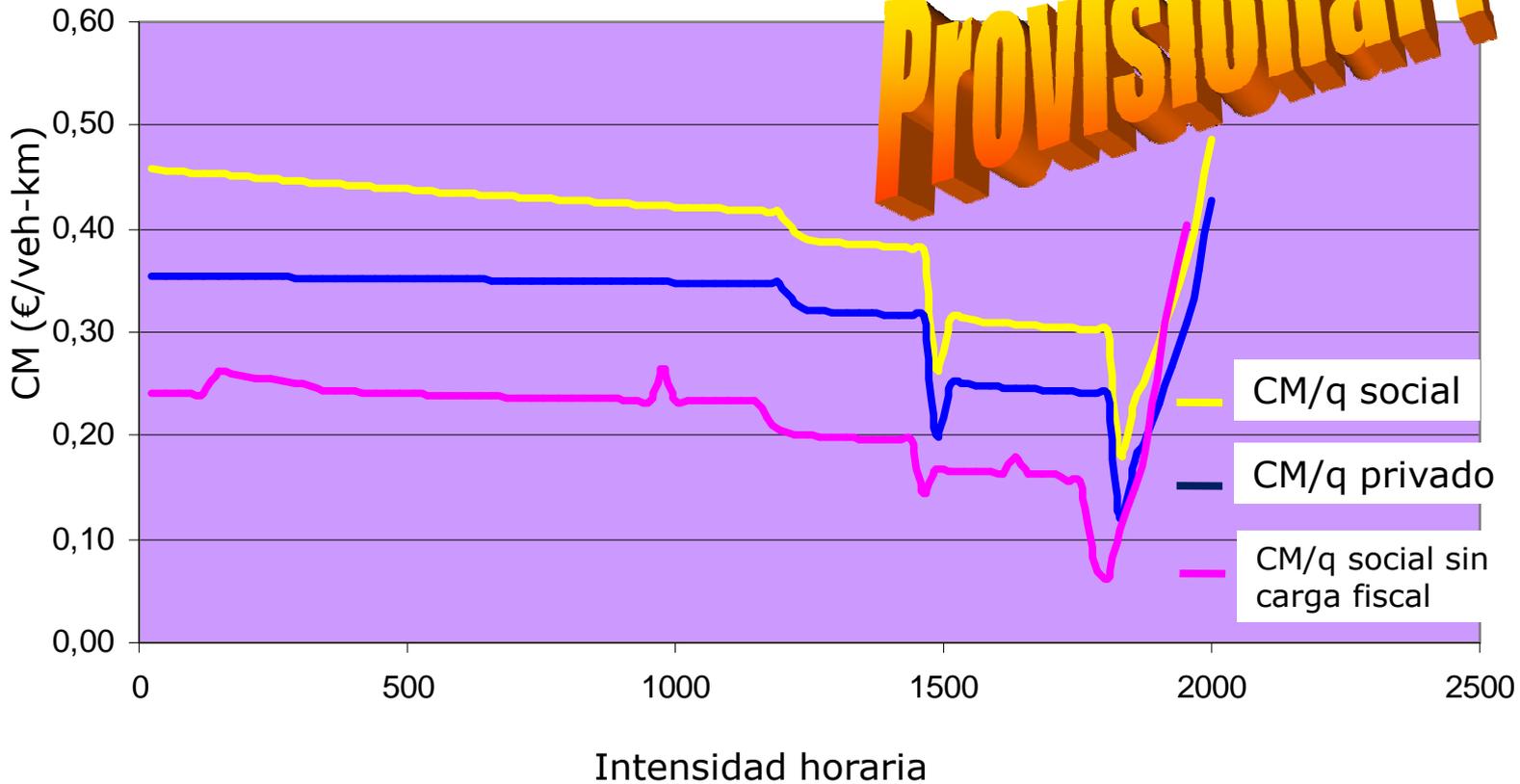
Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



## Costes marginales unitarios, CM/q





# Estructura tarifaria (1)



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



$$CMe = c_{op} + v_t t(q) + \beta(q) t(q) = CMe_{int} + CMe_{ext}$$

## Tarifación óptima (eficiencia asignativa):

Tarifa a implementar



$$CMA = \frac{dC_T}{dq} = CMe_{int} + CMe_{ext} + q \frac{dCMe_{int}}{dq} + q \frac{dCMe_{ext}}{dq}$$

Tarifación por externalidad

Cuando  $q \leq q_c$ , el  $CMe = CMA$   
(first best)

"Tanto se contamina, tanto se paga"

**Tarifa como impuesto pigouviano**

"Road pricing"

Decidir quién tiene más derecho a usar la carretera (bien escaso) cuando hay congestión. El precio es un criterio, pero no considera efectos redistributivos de la renta (Second-best)

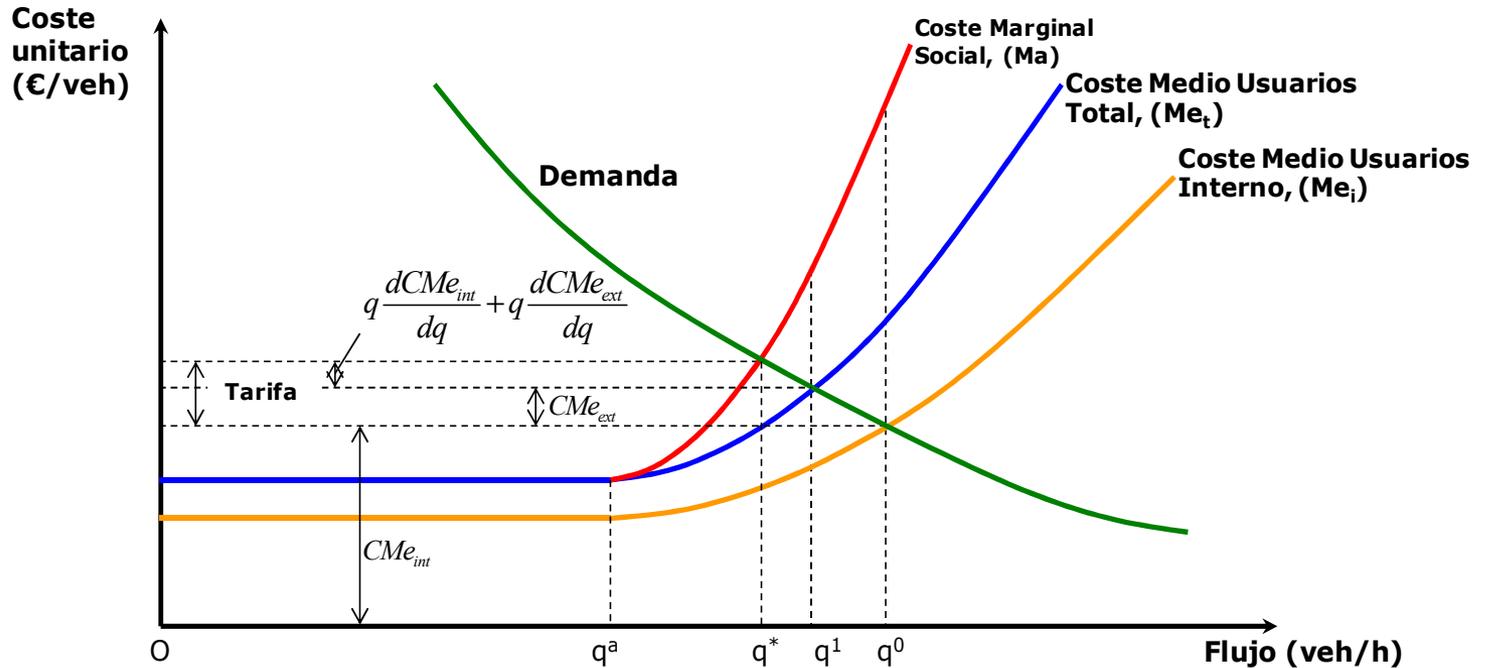
**Tarifa como elemento regulador de demanda**



# Estructura tarifaria (2)



- Intro
- Objetivos
- Metodología
- Costes
- Tarifación
- Accesibilidad
- Efectos
- Aportaciones





Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



## Externalidades

Daño infraestructura  
Ruido  
Contaminación atmosférica  
Accidentes  
Otros

## Regulador del tráfico

Congestión ("*value pricing*")



**GESTA**

Túneles de  
Vallvidrera

## Precio por calidad diferencial

Flujo (circulación)  
Conservación vía  
Calidad de servicio (SV, mantenimiento)



# Tarifación por externalidades (1)



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

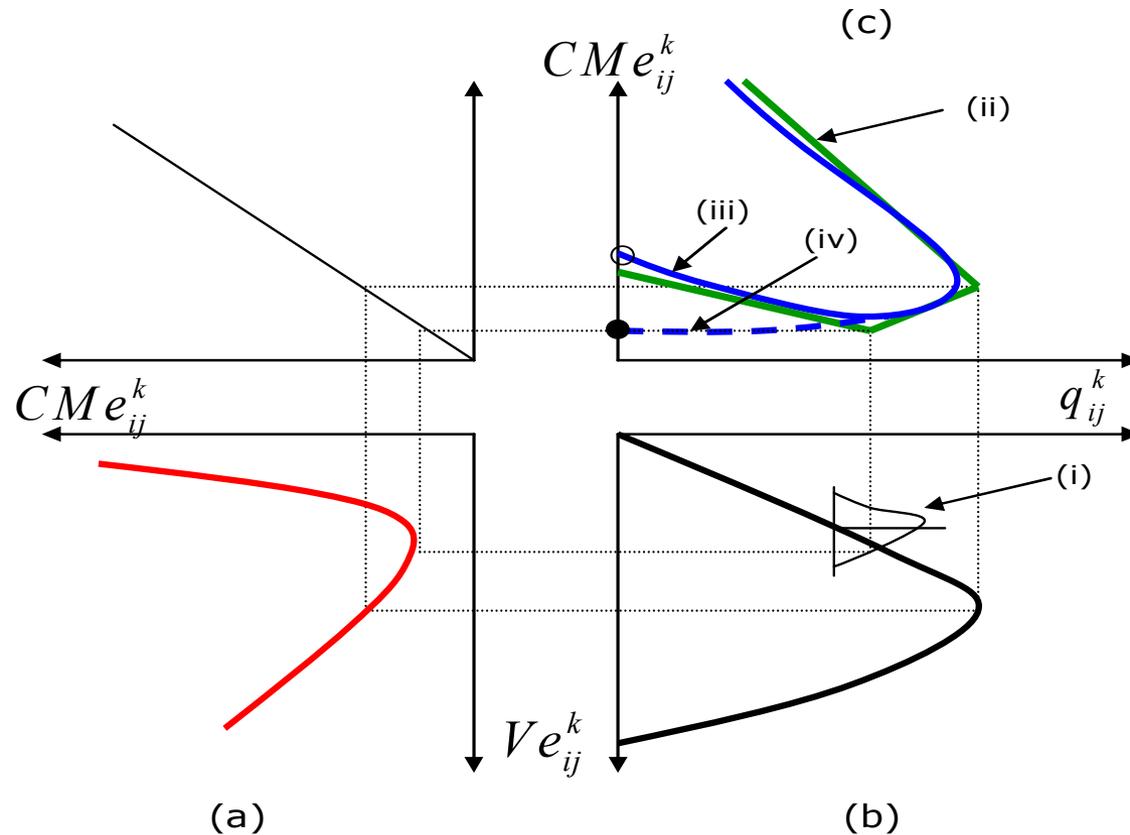
Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



Principio: *first best* +  $q \leq q_c$        $CMe = CMa$



**Modelizar los costes medios externos en FLUJO LIBRE según usuario (k) y hacer que la tarifa sea directamente el coste medio**



# Tarifación por externalidades (2)



- Intro
- Objetivos
- Metodología
- Costes
- Tarifación**
- Accesibilidad
- Efectos
- Aportaciones

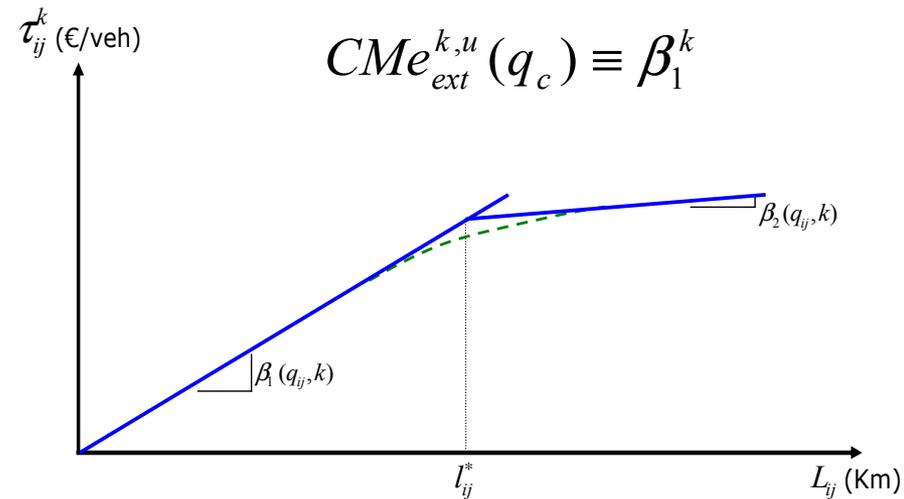
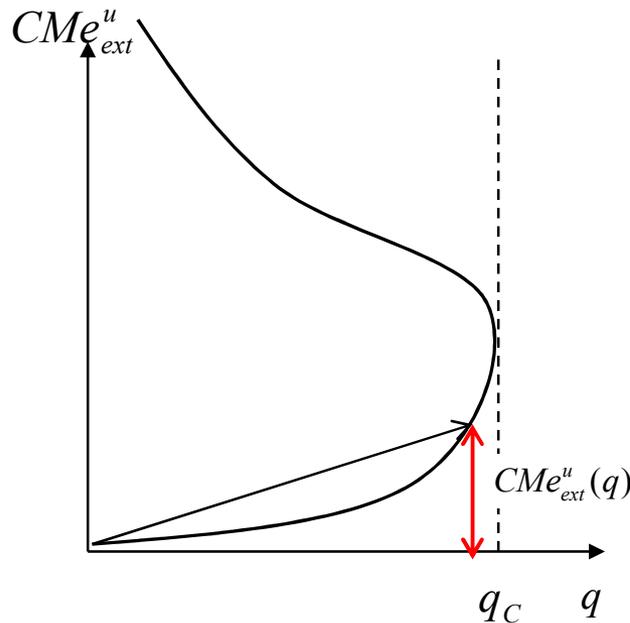


Estructura tarifaria tipo kilométrica para internalizar los efectos externos:

$$\tau_{ij}(q_{ij}, k) = \begin{cases} \beta_1(q_{ij}, k) l_{ij} & l_{ij} \leq l_{ij}^* \\ \beta_2^k(q_{ij}, k)(l_{ij} - L_{ij}^*) & l_{ij} \geq l_{ij}^* \end{cases}$$

$$CMe_{ext}^{k,u}(q_{int\ erurbano}) \equiv \beta_2^k$$

$$CMe_{ext}^{k,u}(q_c) \equiv \beta_1^k$$





# Road pricing (1)

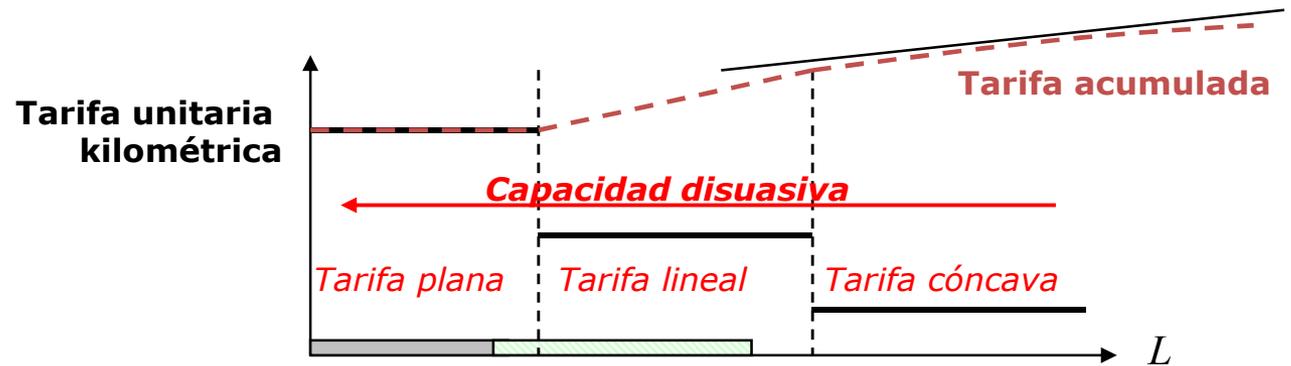
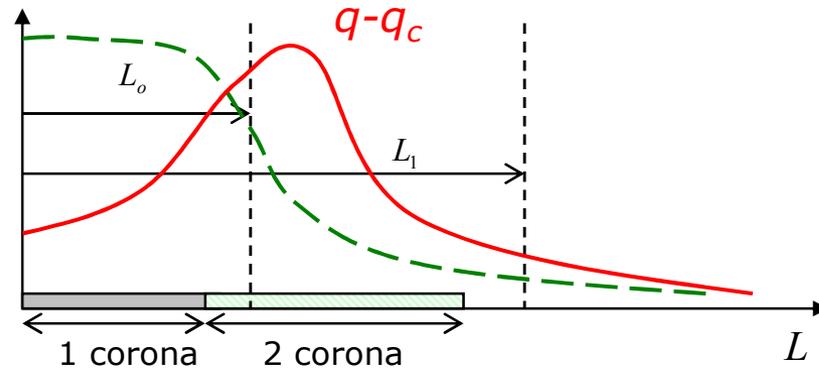


- Intro
- Objetivos
- Metodología
- Costes
- Tarifación**
- Accesibilidad
- Efectos
- Aportaciones



## Tarifar acordes con las posibilidades de utilizar el **transporte público**

Posibilidad transporte público





# Road pricing (2)



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

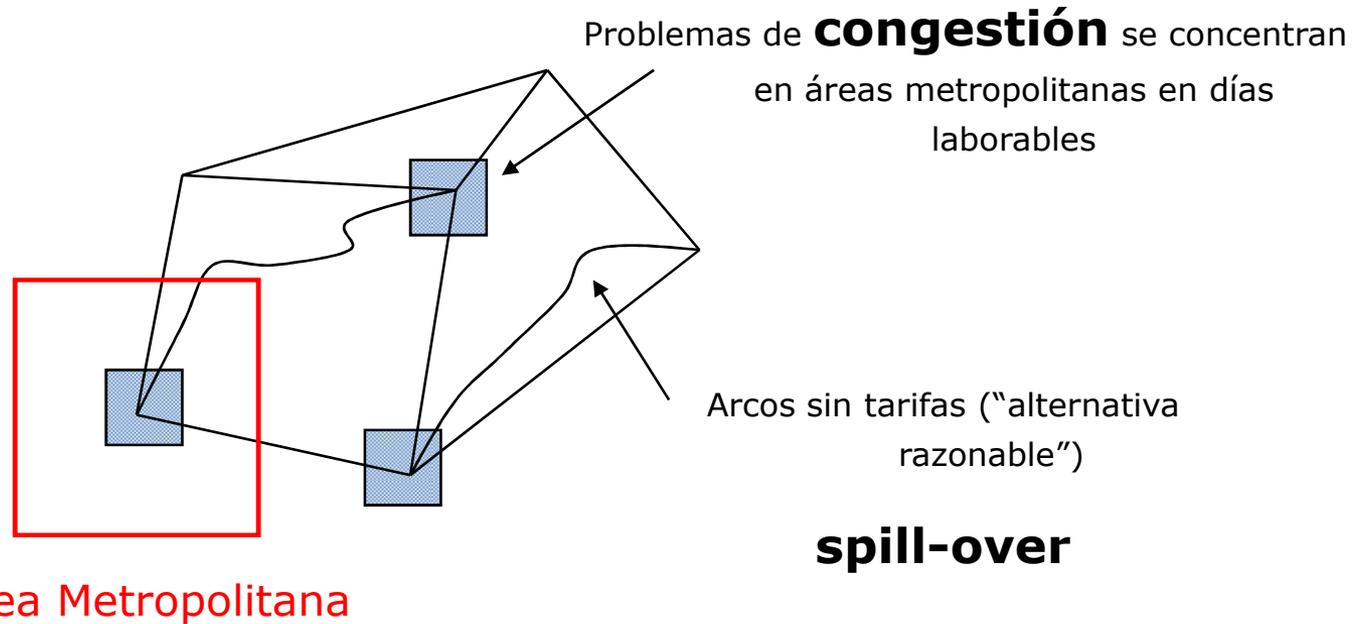
Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



## ESTRUCTURA DE RED BÁSICA





# Road pricing (3)



- Intro
- Objetivos
- Metodología
- Costes
- Tarifación
- Accesibilidad
- Efectos
- Aportaciones



**Emisiones**

**OCC ligeros, peso/eje pesados**

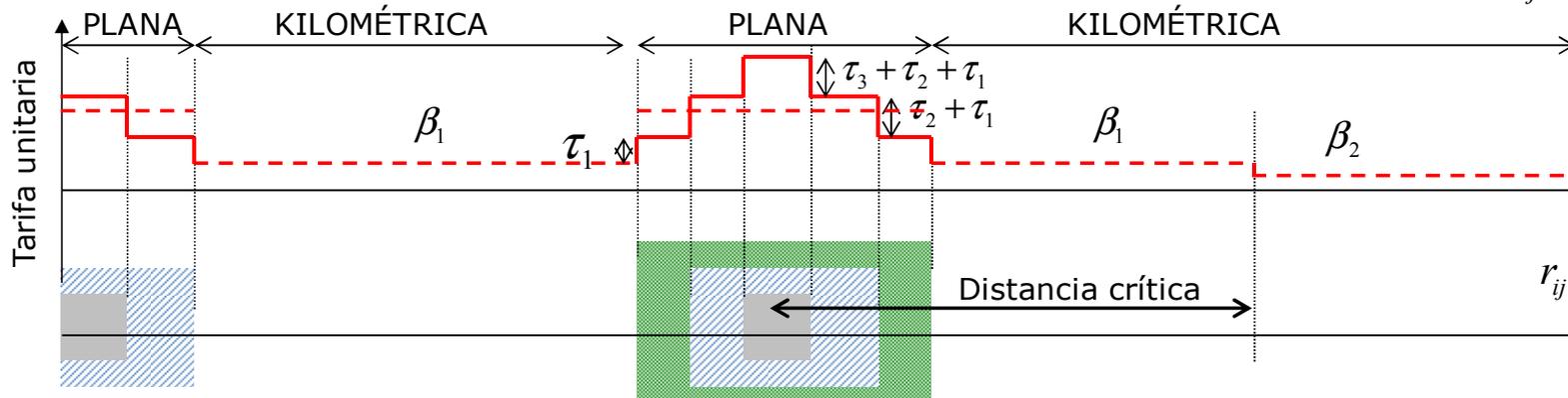
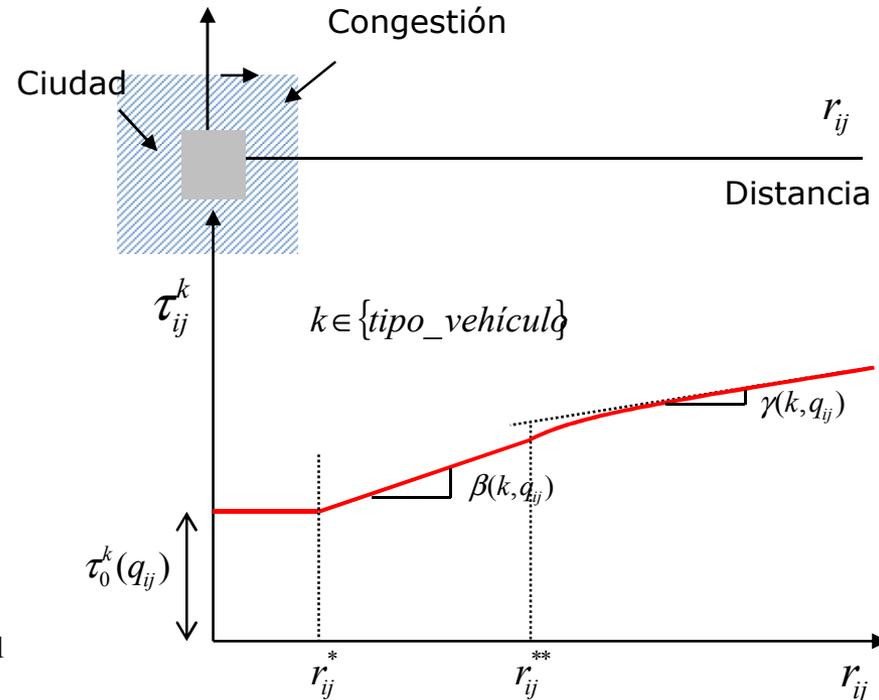
**Dotación TP**

**Entorno sensible**

**Tipo y consumo de energía**

**Calidad diferencial**

$$\beta_1 > \beta_2 \quad \tau_3 > \tau_2 > \tau_1$$





# Equidad (1)

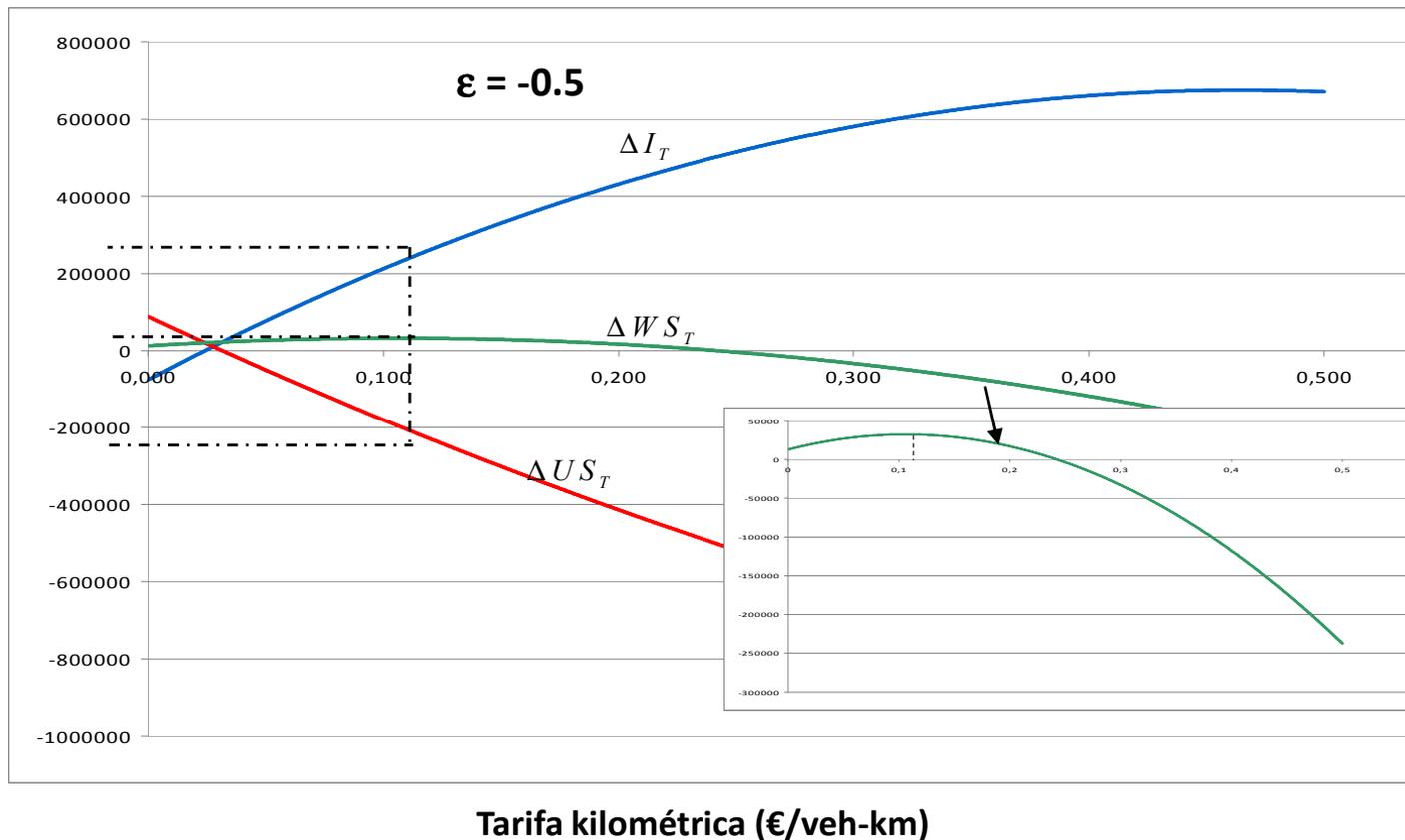


- Intro
- Objetivos
- Metodología
- Costes
- Tarifación
- Accesibilidad
- Efectos
- Aportaciones



## MODELIZACIÓN TARIFA KILOMÉTRICA

Cambios totales en el excedente del productor, excedente de usuario y el bienestar social (€/h)



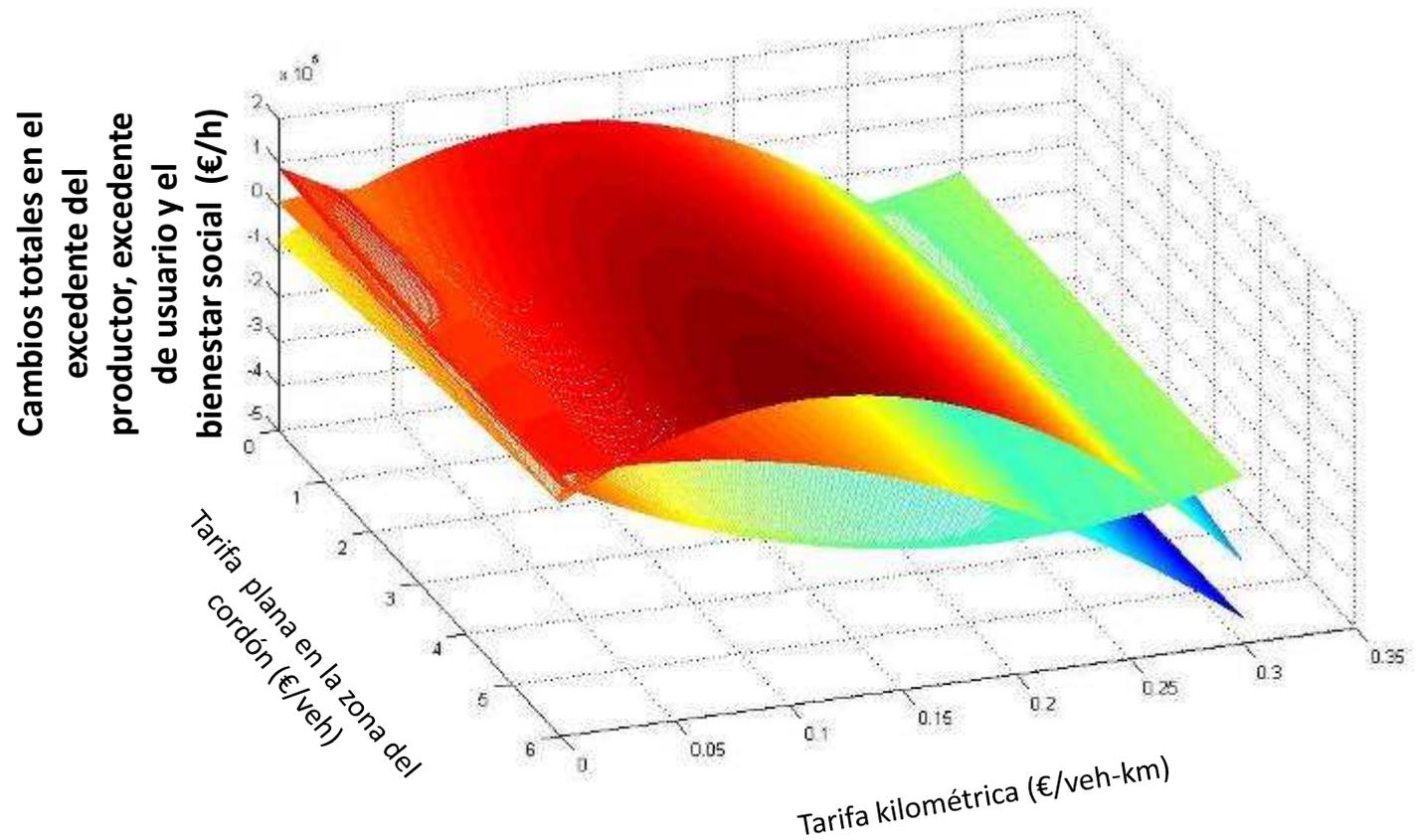


## EQUIDAD SOCIAL. MODELIZACIÓN DE ESTRUCTURAS

Tarifa cordón +  
kilométrica

Tamaño del  
cordón 5km

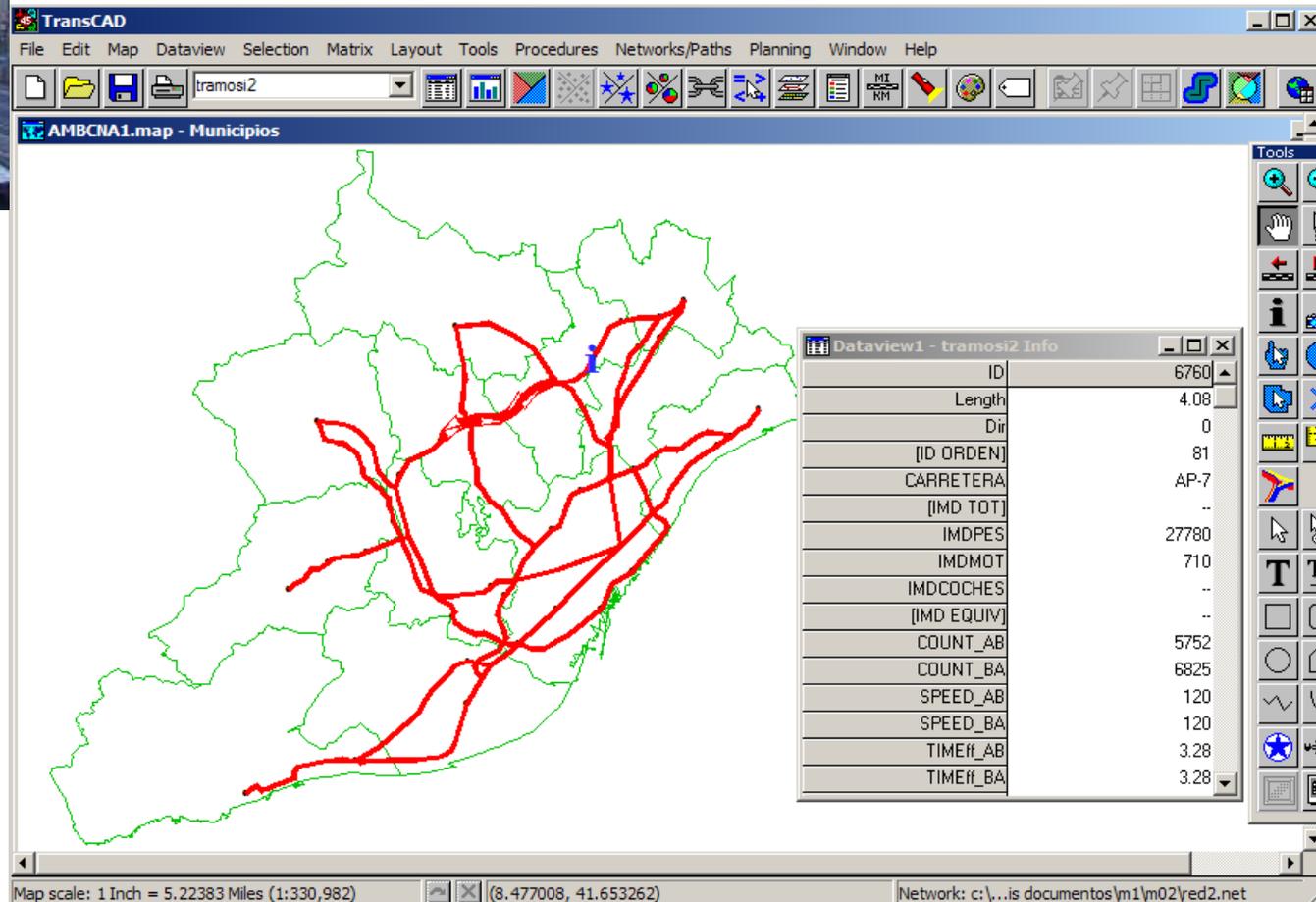
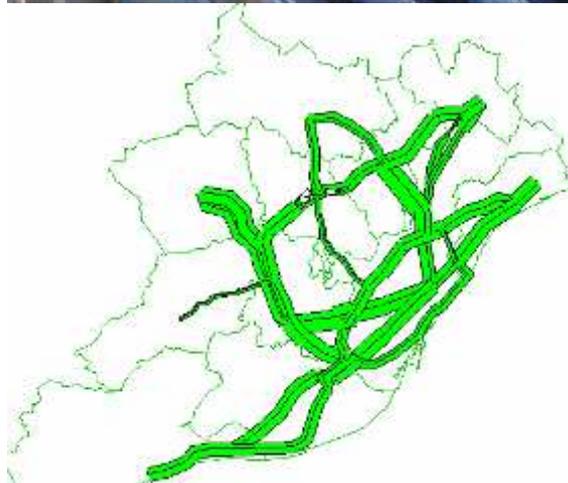
$\epsilon = -0.5$





# APPLICATION

## Metropolitan Area of Barcelona





**Most of transportation modes have developed quality indicators that are focused in service perceived by the customer / user**

- HCM 1965 introduced the concept **“Level of Service”**
- In some countries surveys are undertaken to road users to detect the Expected Quality. Indicators: Road safety, patrimonial assets and Service Quality Indicator.





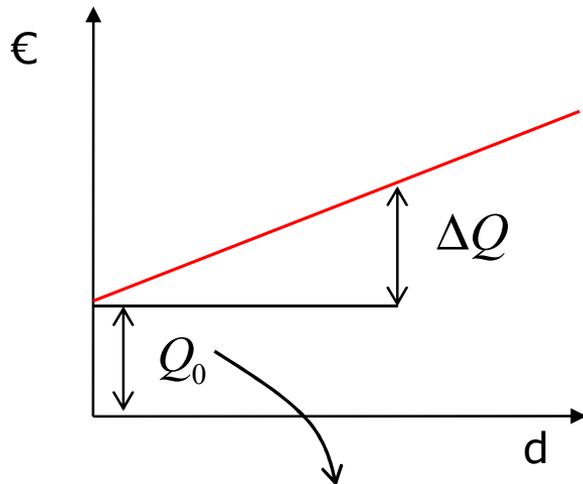
# PAY-PER-SERVICE CONCEPT



Payment per service use  $\propto$

Quantity used (distance)

Service quality (Q)



$$Q = Q_0 + \Delta Q$$

Discrete supply + cost function

- Minimum quality for everyone
- Incremental quality at a price
- “Grants” / discounts / exceptions policy

Problems: **Spill-over** effects, **oligopoly** behavior  $Q_0(t)$ , etc.



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



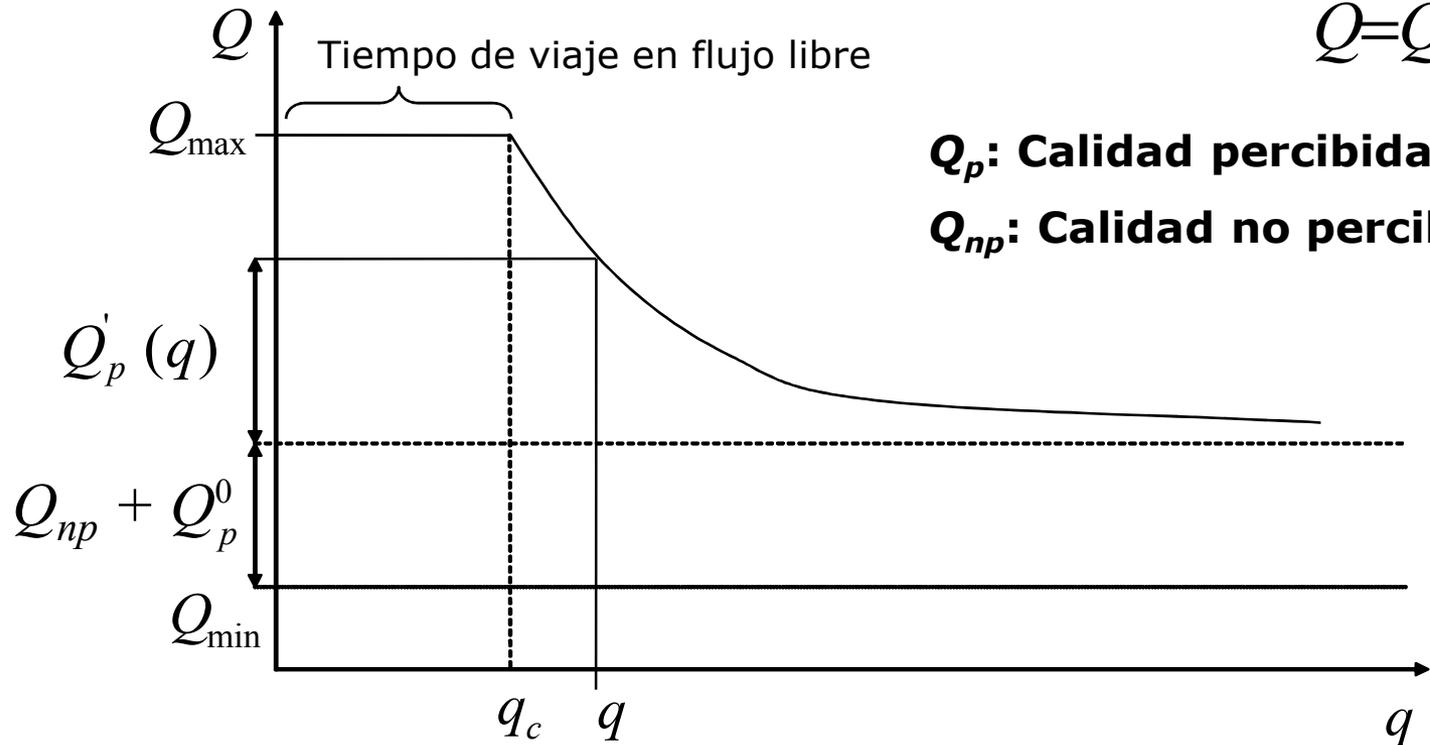
## Tarifa como pago por un servicio diferencial de calidad

Índice de calidad =  $Q$

$$Q = Q_p + Q_{np}$$

$Q_p$ : Calidad percibida

$Q_{np}$ : Calidad no percibida



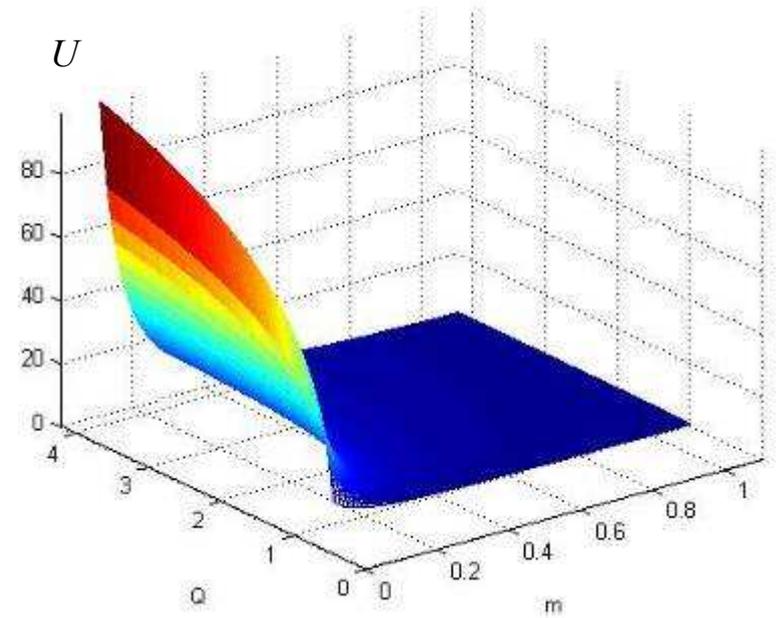
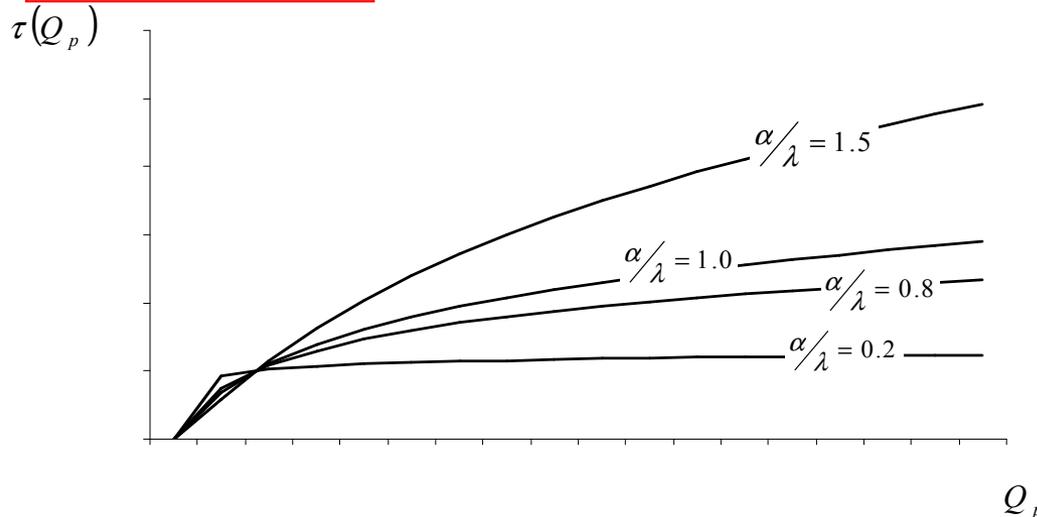
## USER'S UTILITY FUNCTION

Utility function to determine demand between a origin-destination:

$$U_i(m, Q_{pi}) = \frac{[\ln(Q_{pi})]^\alpha}{m_i^\lambda}$$

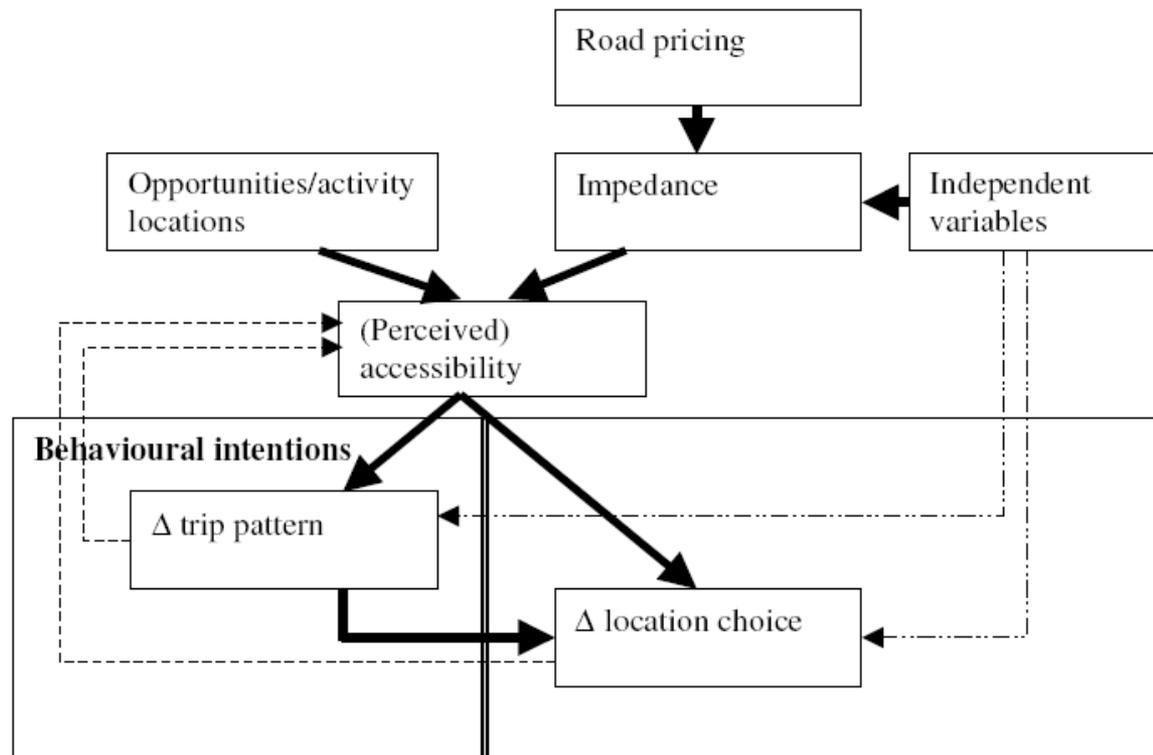
$(Q_{pi} \geq 1, U > 0)$

$$\tau(Q_p) = \frac{[\ln(Q_p)]^\alpha}{L}$$





## Consecuencias de la tarificación en la accesibilidad



Fuente: Tillema, T. y van Wee, B., 2003

Los indicadores de accesibilidad permiten medir los **efectos, regionales** derivados de cambios en un sistema de transporte

- Intro
- Objetivos
- Metodología
- Costes
- Tarifación
- Accesibilidad**
- Efectos
- Aportaciones

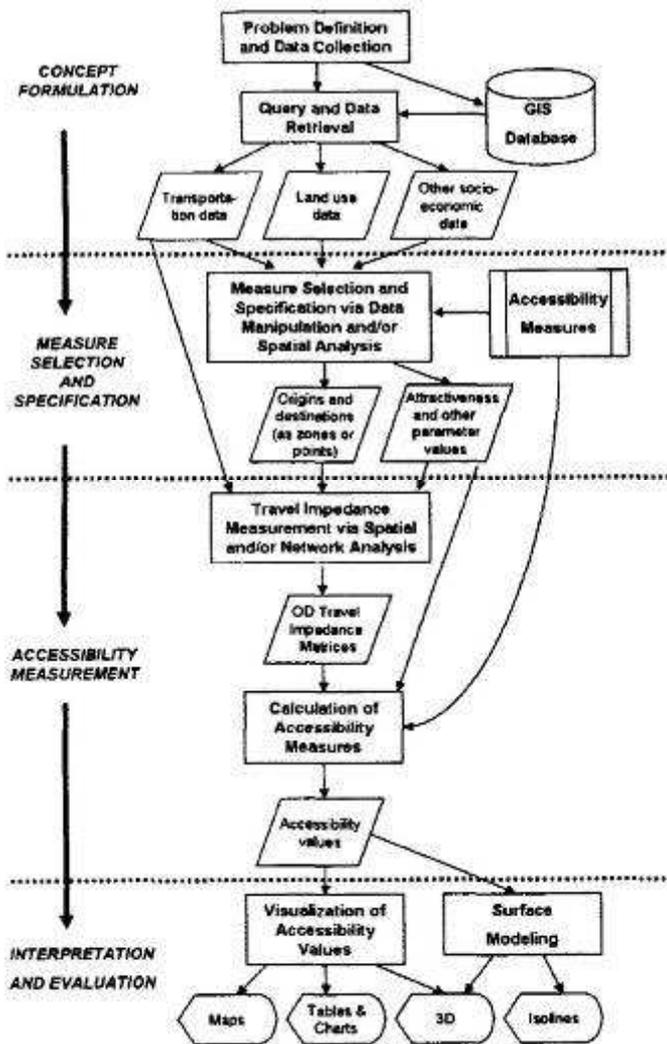




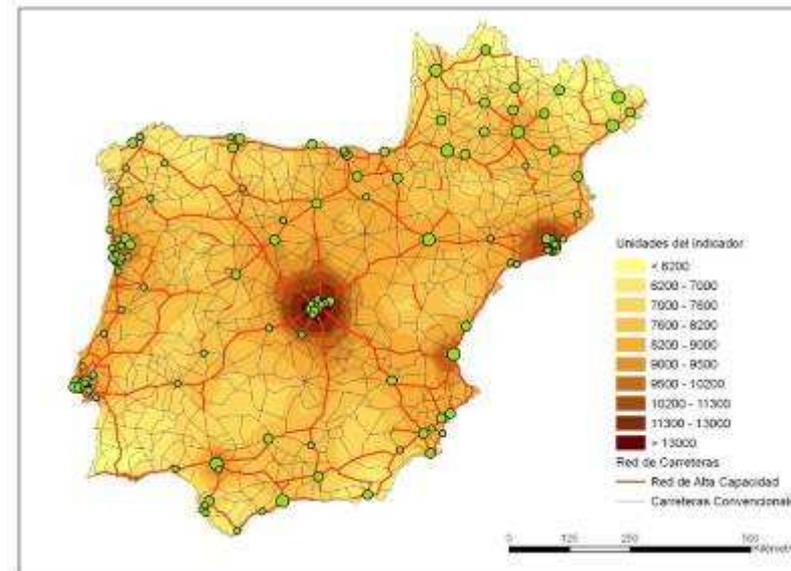
# Accesibilidad y equilibrio territorial (2)



- Intro
- Objetivos
- Metodología
- Costes
- Tarifación
- Accesibilidad**
- Efectos
- Aportaciones



Metodología para analizar la accesibilidad en un SIG (Liu, 2002).



Situación de accesibilidad en 2005



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

**Accesibilidad**

Efectos

Aportaciones



- Zonas:**
- Tamaño
  - Forma
  - Discontinuidades
  - Barreras naturales



## Red META

El efecto red tiene implicaciones económicas en el sistema de transporte tanto en la oferta como la demanda



# Accesibilidad y equilibrio territorial (4)



- Intro
- Objetivos
- Metodología
- Costes
- Tarifación
- Accesibilidad
- Efectos
- Aportaciones

DISTANCIA A LAS CAPITALES Y CIUDADES MAYORES DE 75,000 HABITANTES

LEYENDA:

Distancia a través de la red de carreteras (en minutos)

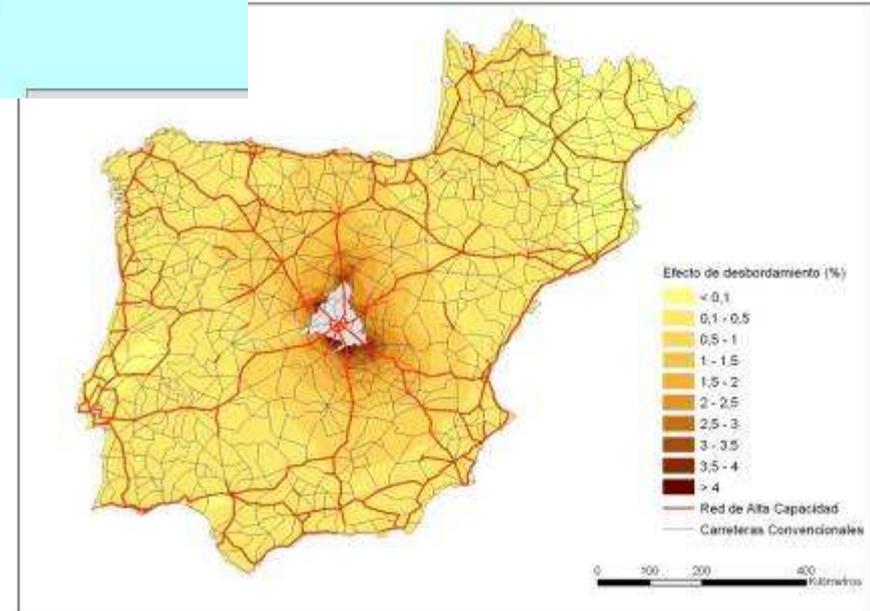


Fuente: IGA, propia, propia



## Tiempos de acceso a la ciudad más próxima

## Efecto de desbordamiento (*spillover*) al implantarse una tarifa





# Accesibilidad y equilibrio territorial (5)



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

**Accesibilidad**

Efectos

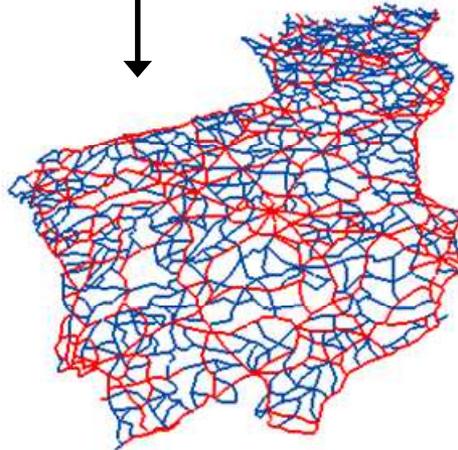
Aportaciones



Escenario sin plan

**Efecto de desbordamiento (*spillover*): la tarificación produce aumento de cohesión**

Escenario sin actuaciones en Extremadura



Escenario con plan





# Efectos económicos y sociales (1)

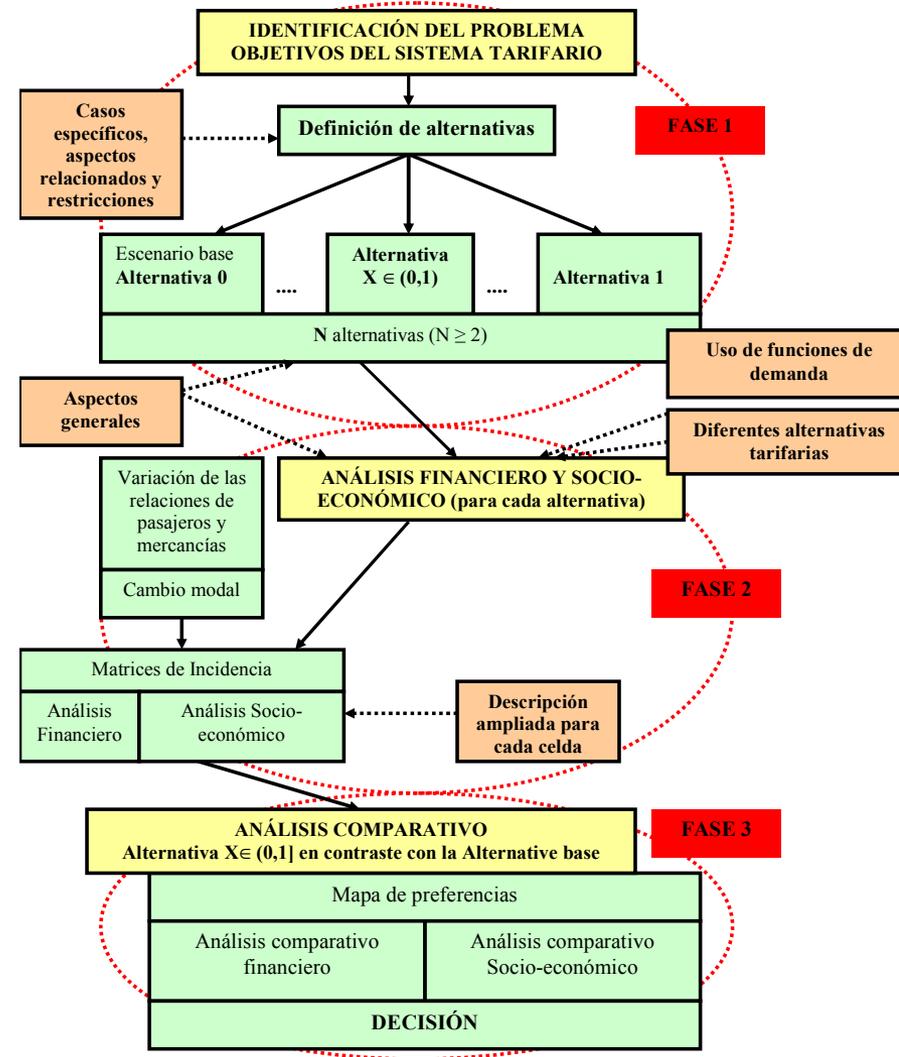


- Intro
- Objetivos
- Metodología
- Costes
- Tarifación
- Accesibilidad
- Efectos
- Aportaciones



## Diagrama de la Metodología propuesta

**Análisis Coste-Beneficio**  
+  
**Análisis Multicriterio**  
**(RITA = RailPAG)**





# Efectos económicos y sociales (2)



## Matriz de incidencia básica

- Intro
- Objetivos
- Metodología
- Costes
- Tarifación
- Accesibilidad
- Efectos
- Aportaciones

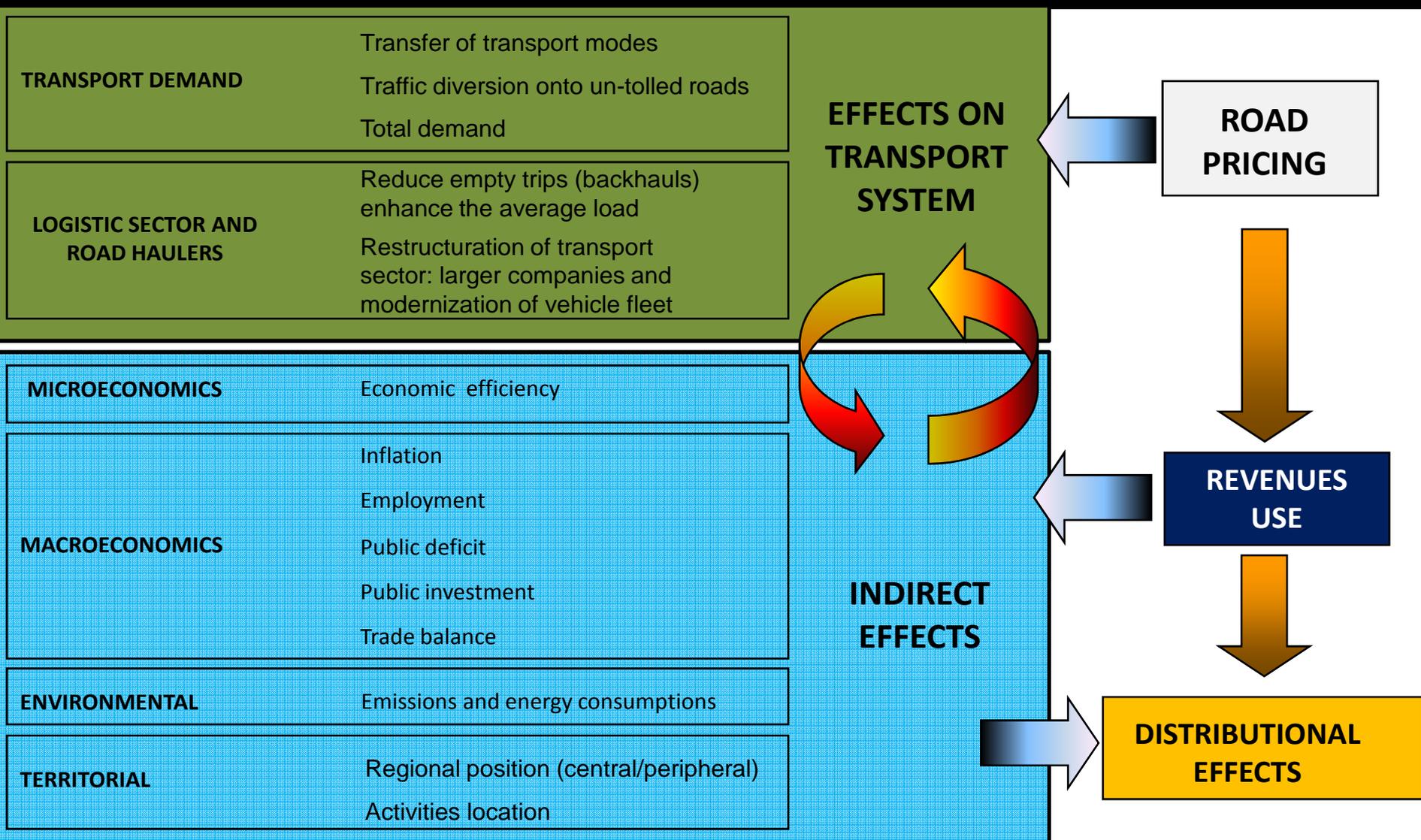


MATRIZ DE INCIDENCIA GENERAL		CLASIFICACIÓN II										CELDA	1_1	STAKEHOLDER			
		USUARIOS										OBLIGADA	SE	F: Celda Financiera SE: Celda Socio-económica F+SE: Celda Financiera socio-económica	CONDUCTORES - CARRETERAS - MOVILIDAD OBLIGADA - USUARIOS		
		CARRETERA					MODOS ALTERNATIVOS			CAR TER	EFECTO					DESCRIPCIÓN:	
		MOV. OBLIGAD		MOV. NO OBLIGAD		Mercancías	Ferrocarri	Marítimo	Aéreo								Pasajeros
Conductor	Pasajeros	Conductor	Pasajeros	Ferrocarril	Marítimo					Aéreo	Pasajeros	DESCRIPCIÓN:					
EFECTOS DIRECTOS	SERVICIO A USUARIOS	Relación Costo/Beneficio												TIEMPO DE VIAJE - SERVICIO A USUARIOS	Disminución del tiempo de viaje en la red de estudio para los usuarios de este tipo de movilidad.		
		Tiempo de viaje		1.4	1.2	1.3	1.4	1.5									1.9
		Precio de la mercancía		2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9					3.9
		Indicador de calidad	Fiabilidad del tiempo de viaje	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5									3.9
			Seguridad vial	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5									4.9
	Otros servicios		5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9					5.9	
	OPERACIÓN	Tarifas		6.1	6.2	6.3	6.4	6.5								6.9	
		Costes de operación vehicular		7.1		7.3		7.5								7.9	
		Operación de personal														8.9	
		Operaciones logísticas		9.1		9.3		9.5	9.6	9.7	9.8	9.9					9.9
		Gestión de la infraestructura		10.1	10.2	10.3	10.4	10.5									10.9
	ACTIVOS	Inversión	Infraestructura	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5								11.9	
			Mejores vehículos	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5									12.9
			Equipos y telecomunicaciones	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5									13.9
	EXTERNOS	Conservación	Infraestructura	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5								14.9	
Congestión			15.1	15.2	15.3	15.4	15.5							15.9			
Daños a la infraestructura			16.1		16.3		16.5							16.9			
EXTERNOS	Medioambientales	Polución atmosférica	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5										
		Ruido	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8							
EFECTOS INDIRECTOS	USUARIOS	Relocalización de hogares y empresas												VALORES TÍPICOS:			
		Mejora de modos alternativos															
	OPERACIÓN	Operaciones logísticas													ASPECTOS CRÍTICOS:		
		Competitividad															
EXTERNOS	Cambio en la producción												Estimar la demanda atraída por disminución del tiempo Valor del tiempo				
	Cambios en el uso del suelo																
Desarrollo territorial												COMENTARIOS:					
VAN TOTAL por STAKEHOLDER														Al presentarse ahorros de tiempo de viaje en algunos arcos de la red puede ser que se genere una atracción de tráfico, la cual se podría estimar mediante la etapa de Generación-Atracción de viajes.  El valor de este tiempo dependería del tipo de viaje que realice y de nivel de renta de los usuarios.			
TIR																	

Significado de las celdas Celda inactiva



# PAY-PER-USE EFFECTS





# Efectos sobre agentes (1)



## Incidencia para concesionarias autopistas

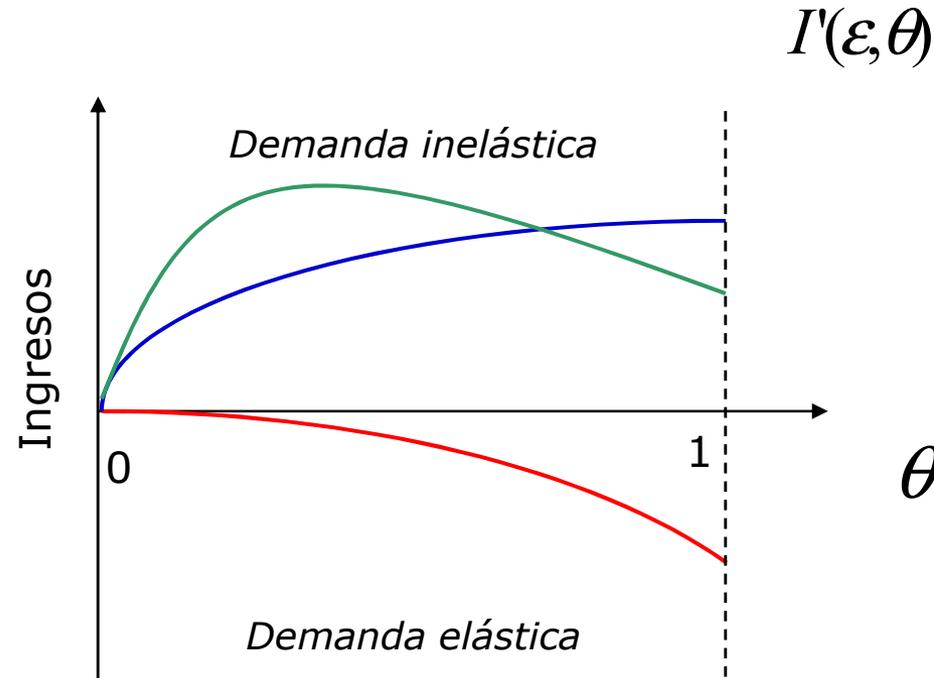


Nuevos ingresos

$$I' = \tau' q'$$

Nueva demanda

$$q' = q_0 \left( 1 + \varepsilon \frac{\Delta c_g}{c_{g0}} \right)$$



**En general (salvo demanda muy elástica),  
excedentes para un “fondo ambiental”**



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



## TASA KILOMÉTRICA ESPAÑA (Simulación)

➤ Red RIGE extendida a autovías y carreteras desdobladas. 2003: 9.000 km

(M. Lussich, 2004)

➤ TARIFA 0,08 €/km a camiones > 12 ton

➤ INGRESOS de 1.500 millones de €, de los cuales el 20% (300 millones de €) de los vehículos extranjeros

➤ En el supuesto de repercutir en su totalidad el coste del pago por uso de las vías a los precios del transporte de los productos transportados, el IPC se vería incrementado en un 0,09 %.



# Efectos sobre agentes (3)



## INVESTIGACIÓN PPPs PARA EL BEI

- TIO. Efecto de la tasa sobre el conjunto de la economía → efecto sobre el IPC
- Tasa equivalente a un 10% del coste directo: efecto sobre la economía = 0,452%; efecto sobre el IPC = 0,253%

Intro

Objetivos

Metodología

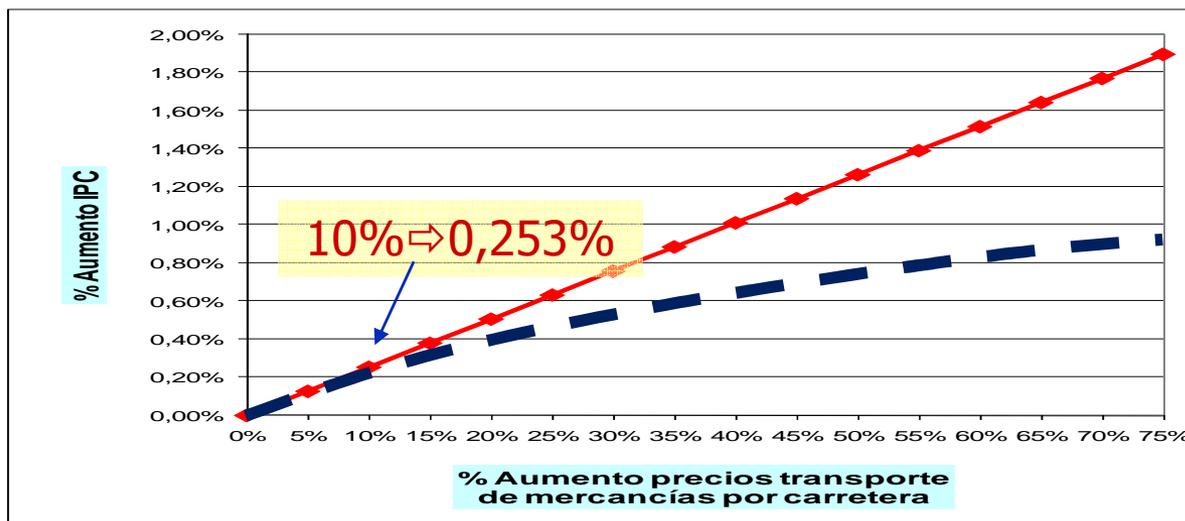
Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



0,10 €/veh-km  
aumenta el  
IPC en un  
0,28%  
(J.M. Vassallo,  
2008)





Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

**Aportaciones**



## El proyecto META permitirá:

1. Definir un **modelo de costes sociales del transporte** por carretera en España, a partir de la cuantificación de algunos costes internos (operación e infraestructura) y externos (polución, ruido y accidentes)
2. Estructurar una **estrategia tarifaria** en carreteras interurbanas que permita la internalización de la congestión y otras externalidades.
3. **Evaluar los efectos** de la implantación de una tarifa sobre diferentes agentes involucrados en el transporte por carretera.



Intro

Objetivos

Metodología

Costes

Tarifación

Accesibilidad

Efectos

Aportaciones



- 1. Efectos distributivos de renta neutros o progresivos**
- 2. Tarifa como herramienta reguladora eficiente del tráfico. No medida recaudatoria sin producir efecto deseado (“fiscalmente neutro”)**
- 3. No en toda la red (vías principales: *red META*). Efecto *spill-over* (desbordamiento)**
- 4. Aceptación de los usuarios y consumidores**
- 5. Efectos sobre los negocios asociados al transporte de carretera**
- 6. Equidad y competitividad regional**
- 7. Transición respecto *status quo***



# CONCLUSIONES



ROAD PRICING IS COMING. BETTER GET READY...

LDTOUR.COM / TOSTEE



- El uso de carreteras y calles por parte de VP y pesados (HGV) será más caro y restringido o “suavizado” (“calmed down”)
- Los ingresos impositivos de la carretera permiten “efectos neutrales” (revisión de los impuestos del carburante)
- Los ingresos promoverán modos de transporte sostenibles y ayudarán a las Administraciones en la construcción y mantenimiento de carreteras (BRTs, bus-VAO, etc.)
- Lógica económica (fondos ambientales, acción afirmativa para el TP, “value pricing”) y necesidad de I+D+i y datos precisos





# META

## Modelo Español de Tarifación de carreteras

Francesc Robusté

[f.robuste@upc.edu](mailto:f.robuste@upc.edu)

