



SUMARI

1. INTRODUCCIÓ	1
2. OBJECTIUS	2
3. METODOLOGIA	3
3.1. Els costos interns	4
3.2. Els costos externs	5
3.3. Els costos de la congestió	6
4. CÀLCUL DELS COSTOS DEL TRANSPORT A CATALUNYA	8
4.1 Les magnituds de la mobilitat a l'any 2001	8
4.2 Hipòtesis d'evolució de les variables de mobilitat l'any 2010	10
4.3 Els costos del transport l'any 2001	10
4.4 Els costos del transport l'any 2010: escenari tendencial	12
4.5 Els costos del transport l'any 2010: escenari amb forta inversió en transport públic	13
4.6 Reflexions sobre els resultats	15
5. APLICACIÓ DE LA METODOLOGIA en avaluacions economicosocials i economicofinanceres d'inversions en infraestructures i serveis de transport	16
5.1 Guia d'aplicació	16
5.2 Exemple d'aplicació	17

1. INTRODUCCIÓ

El sentit de la planificació i la gestió dels modes de transport és donar resposta a les necessitats de la mobilitat quotidiana i les generades pels desplaçaments i els intercanvis o trànsits des de / cap a Catalunya, tant de persones com de mercaderies. Les avaluacions socioeconòmiques, és a dir, les que no són financeres, de les diferents actuacions alternatives han tendit a no tenir en compte gran part de les externalitats, en particular aquelles que són de difícil valoració monetària ja que el mercat no proporciona cap indicador del seu valor o preu.

Calen, doncs, mètodes d'avaluació de la rendibilitat més exhaustius que incorporin el valor de les percepcions dels impactes produïts pels transports mecanitzats que suporten els ciutadans en general, accidents, soroll, pol·lució, canvi climàtic, efecte barrera, danys a la natura,... i que no queden reflectits en les inversions i els costos d'explotació de les administracions titulars i les empreses, respectivament, ni tampoc en els preus o les tarifes que paguen els usuaris.

Conscients d'aquesta necessitat, la DGPT va realitzar, durant el 2003, l'estudi "Els costos socials i ambientals del transport a Catalunya" amb l'objectiu principal de desenvolupar una metodologia d'estimació i aplicar-la a la situació actual i a l'escenari 2010.

Aquest estudi va aportar, a partir d'una primera anàlisi de l'estat de l'art dels estudis més recents arreu del món, i d'una anàlisi detallada per a cadascun dels conceptes de cost a avaluar, uns valors neutres per permetre, a partir de variables explicatives de producció del transport, calcular els costos externs i de congestió que, sumats als costos interns ja assumits pels usuaris i operadors, comptabilitzen el cost total del transport a Catalunya.

Però a més, l'estudi de costos socials i ambientals, permet fornir una metodologia clara i robusta per comptabilitzar els costos o beneficis nets que una determinada actuació en transport comporta a la societat.

Cal considerar que els resultats seran obtinguts d'acord amb els paràmetres generals per a tota Catalunya, desagregats segons àmbits urbà i interurbà a l'RMB i a la resta de Catalunya i que, per tant, convé aplicar aquesta metodologia només al primer esglaó de la planificació del transport la qual cosa permetrà, d'una manera raonada, determinar les propostes més viables.

En aquesta línia, la Direcció General de Ports i Transports presenta, en aquest número del Butlletí de Transports, els principals resultats de l'estudi dels costos socials i ambientals del transport a Catalunya.

2. OBJECTIUS

Els objectius principals d'aquest butlletí són:

- Presentar la metodologia per a l'elaboració dels costos socials i ambientals del transport a Catalunya i aplicar-la a la situació actual i a diversos escenaris de futur a l'horitzó 2010.
- Presentar l'aplicació concreta de la metodologia en l'avaluació del benefici o cost social net d'una determinada proposta d'actuació del transport.

3. METODOLOGIA

Una de les primeres conclusions a les quals s'ha arribat en els treballs preparatoris és que els estudis sobre determinació dels costos socials i ambientals del transport que s'han realitzat a Europa són massa genèrics i que han estat pensats per aplicar-los a altres països. Així doncs, s'ha determinat la necessitat d'elaborar una metodologia particularitzada a Catalunya per bé que alguns aspectes parcials s'han adaptat de sistemàtiques ja existents.

Els principals requisits que s'han establert per a aquesta metodologia són:

- que els costos socials i ambientals siguin de fàcil obtenció i actualització, de manera que puguin utilitzar-se en diversos escenaris temporals;
- que el coneixement de la distribució de costos permeti saber sobre quins aspectes del transport és més eficient actuar;
- que permetin establir comparacions cost/benefici o multicriteri entre diferents projectes d'inversió i/o modes de transport
- que puguin integrar-se en una metodologia d'estimació dels costos globals del transport (interns+externs);
- que la presa de decisions a l'hora de planificar les infraestructures de transport i de programar els serveis (sigui a nivell d'estudis informatius, de projecte o de normes de polítiques sectorials com el desenvolupament del transport de mercaderies o de viatgers, etc.) es pugui realitzar de forma senzilla però amb rigor.

El treball no podrà considerar aspectes molt determinants com la qualitat i la comoditat a causa de la subjectivitat que els és pròpia i, per tant, caldrà sempre un raonament dels resultats.

La metodologia desenvolupada estableix una relació entre l'estructura de costos del sistema de transport, els àmbits territorials considerats i les variables de mobilitat del sistema (vehicles-km; passatgers-km/t-km; vehicles; km d'infraestructura; i ocupacions) en l'escenari de transport considerat.

Els modes de transport considerats són els únics que produeixen externalitats, els modes mecanitzats:

Passatgers		Mercaderies
Vehicle privat	Cotxe	Camions
	Moto	
Transport públic	Autobús/Autocar	Furgonetes
	Tramvia	
	Metro	
	Ferrocarril	Ferrocarril
	TAV	
	Aeri	Aeri

L'anàlisi de detall s'ha centrat en el transport terrestre i no s'ha tingut en compte el transport marítim. En el cas del transport aeri, s'han realitzat estimacions que provenen directament de la metodologia INFRAS/IWWW de l'any 2000.

Les imatges temporals preses són les actuals i futures: any 2001 i 2010. La imatge del 2010 presenta dues versions:

· La versió tendencial que consisteix en la situació de futur de seguir les tendències de mobilitat identificades durant l'estudi, sense dur a terme inversions infraestructurals rellevants.

en la versió tendencial en termes de mobilitat, però considerant l'execució de les inversions proposades en el Pla de Transport de Viatgers (PTV) 2002-2005 i el Pla Director d'Infraestructures (PDI) de l'RMB.

L'estructura de tots els costos del sistema de transport a Catalunya consta de tres grans grups:

Costos interns <i>Usuari</i>	Costos interns d'operació	Per ús Combustible Lubricants Pneumàtics Manteniment Aparcaments esporàdics Peatges a taxes d'ús Multes Accidents (part pagada i no inclosa en assegurances)
		Fixes Propietat vehicles Amortització vehicles Assegurances (inclou quotes assoc. automòbils) Aparcaments propis o a pupil·latge Taxes fixes: ITV, IVTM, etc.
	Costos de temps	Temps de recorregut o de trajecte Accés a la xarxa (origen o entrada i destinació o sortida)
Costos interns <i>Concessionària</i>	Costos interns d'operació	Infraestructures d'ús gratuït per a l'usuari: construcció Infraestructures d'ús gratuït per a l'usuari: manteniment Infraestructures d'ús gratuït per a l'usuari: operació i explotació Beneficis de les empreses concessionàries
Costos externs <i>Socials</i>	Costos de provisió d'infraestructures i de serveis	Infraestructures de pagament per a l'usuari: construcció Infraestructures de pagament per a l'usuari: manteniment Aparcament gratuït per a l'usuari Subvenció a concessionàries: peatges ombra, reducció peatges...
	Externalitats	Accidents Soroll Pol·lució atmosfèrica Canvi climàtic Danys causats a la natura i al paisatge Efecte barrera Ocupació d'espai Processos avant-post
Costos de congestió	<i>Usuari</i>	Sobrecostos interns d'operació directes (combustible, pneumàtics, etc.) Sobrecost per temps de congestió
	<i>Socials</i>	Sobrecost d'externalitats (pol·lució atmosfèrica, canvi climàtic, etc.)

COSTOS INTERNOS
 Costos a suportar pels usuaris;
 empreses operadores i
 concessionàries

COSTOS EXTERNOS
 Costos a suportar per la societat

COSTOS DE CONGESTIÓ
 Sobrecostos interns i externs per raó de
 la congestió del sistema

Pel que fa als àmbits se n'han considerat 4:

- Àmbit urbà de la Regió Metropolitana de Barcelona (RMB).
- Àmbit periurbà de l'RMB.
- Àmbit urbà de la resta de Catalunya (ciutats amb una població superior als 50.000 habitants).
- Àmbit interurbà de la resta de Catalunya.

En un principi s'ha intentat un nivell de desagregació doble dels costos unitaris (per partida i per àmbit de Catalunya), però en alguns casos ha calgut limitar-se a una segregació per partida, igualant tots els costos unitaris amb independència de l'àmbit considerat.

Els costos externs i de la congestió del sistema han estat l'objectiu principal de l'estudi i s'han centrat més esforços en la seva determinació que no pas en els costos interns. Els costos s'han considerat sempre sense impostos, ja que només són transferències internes entre diferents elements del sistema.

3.1. Els costos interns

Els costos s'han desagregat en funció de tres conceptes:

Costos d'operació per l'ús, relacionats amb els veh·km produïts.

- Costos de combustible / energia: costos de combustible dels diferents vehicles per carretera, segons les velocitats de referència en ambdós àmbits (30 km/hora en l'àmbit urbà i 70 km/hora en l'àmbit interurbà).
- Costos de lubricants: costos de lubricants dels vehicles per carretera, segons les velocitats de referència en ambdós àmbits (30 km/hora en àmbit urbà i 70 km/hora en àmbit interurbà).
- Costos de pneumàtics i altres aprovisionaments: costos de pneumàtics i d'altres aprovisionaments dels vehicles per carretera, a partir del producte de la rotació mitjana dels aprovisionaments pel preu unitari d'un joc nou.
- Costos de personal de conducció: costos de personal de conducció per al transport públic col·lectiu a l'àmbit urbà i interurbà, així com del transport de mercaderies per carretera i del ferrocarril.
- Costos de manteniment i reparació: costos de manteniment dels vehicles per carretera i del ferrocarril, cas en què es considera el material mòbil i la infraestructura.
- Aparcament de destinació: costos de l'aparcament en destinació dels vehicles privats per carretera.
- Peatges: costos dels peatges per als vehicles privats i el transport de mercaderies per carretera en l'àmbit interurbà.
- Multes: costos de multes per als vehicles privats per carretera.
- Diversos: construcció, manteniment, explotació ...

Costos d'operació fixos, normalment relacionats directament amb el parc de vehicles en funcionament.

- Amortització de vehicles: costos d'amortització de tots els tipus de vehicles; vehicles privats per carretera, transport públic col·lectiu, transport de mercaderies per carretera i ferrocarril.
- Assegurances: costos d'assegurances de tots els tipus de vehicles.
- Taxes: costos de taxes de tots els tipus de vehicles.
- Estructura i costos de personal: costos d'estructura i personal de les companyies d'autobusos en l'àmbit urbà i interurbà, transport de mercaderies per carretera i ferrocarril.
- Aparcament en origen: costos per aparcament en origen dels vehicles privats per carretera.
- Amortitzacions en infraestructura: no s'han assumit costos d'amortització d'infraestructures viàries ni ferroviàries, ja que la majoria són assumits per les administracions competents o les societats concessionàries d'autopistes i formen part d'altres partides de costos.

Costos de temps

- Els costos s'han obtingut d'acord amb els valors del temps de viatge, les ocupacions mitjanes i les velocitats de no congestió estimades durant reunions d'experts.

Els costos unitaris interns obtinguts es resumeixen a la taula següent:

Taula 1. Costos unitaris interns del transport a Catalunya (2001)

Usuaris	Mode de transport	Combustible €/veh.*km		Lubricants €/veh.*km		Pneumàtics i altres aprovisionaments €/veh.*km		Personal de conducció €/veh.*km		Diversos €/veh.*km
		Urbà	Interurbà	Urbà	Interurbà	Urbà	Interurbà	Urbà	Interurbà	
Passatgers	Vehicle privat	0,080	0,067	0,004	0,004	0,001	0,002			0,030
	Autobús	0,400	0,256	0,013	0,009	0,012	0,022	0,910	0,647	0,045
	Ferrocarril passatgers	1,130	0,480					2,000	1,700	
Mercaderies	Camions		0,190		0,010		0,030		0,400	0,050
	Furgonetes	0,080		0,004		0,010		0,870		
	Ferrocarril mercaderies		2,160						4,970	

Font: Elaboració pròpia a partir de l'Estudi de costos socials i ambientals

Usuaris	Mode de transport	Manteniment i reparació €/veh.		Aparcament de destinació €/veh.		Peatges €/veh.*km	Multes €/veh.*km	Amortització de vehicles €/veh.		Assegurances €/veh.	
		Urbà	Interurbà	Urbà	Interurbà	Interurbà	Urbà	Urbà	Interurbà	Urbà	Interurbà
Passatgers	Vehicle privat	0,020		60	60	0,009	0,004	2.146	2.146	449	449
	Autobús	0,100		180	180	0,014		17.529	10.803	4.207	2.448
	Ferrocarril passatgers	1,420						147.000	147.000	4.300	4.300
Mercaderies	Camions		0,070		180	0,014			7.654		7.654
	Furgonetes	0,060		60			0,004	1.945		1.945	
	Ferrocarril mercaderies		1,420								

Font: Elaboració pròpia a partir de l'Estudi de costos socials i ambientals

Usuaris	Mode de transport	Taxes €/veh.		Estructura i costos de personal €/veh.		Aparcament en origen €/veh.		Temps €/veh.*km		Temps €/h
		Urbà	Interurbà	Urbà	Interurbà	Urbà	Interurbà	Urbà	Interurbà	Interurbà
Passatgers	Vehicle privat	52	52			900	900	0,386	0,103	6
	Autobús	961	961	3.906	5.500	2.700	2.700	5.727	1,818	6
	Ferrocarril passatgers			1.630.800	1.630.800			4,375	5,600	6
Mercaderies	Camions		720		1.777		1.500	0,420	0,467	6
	Furgonetes	378		907		500,00				6
	Ferrocarril mercaderies								42,000	6

Font: Elaboració pròpia a partir de l'Estudi de costos socials i ambientals

Els costos per als anys posteriors al 2001 han de ser actualitzats en funció de la inflació anual general o específica per a cada partida.

3.2. Els costos externs

Els costos externs són suportats, en general, per la societat, i es poden establir en dos grans grups.

La despesa pública

· Costos de provisió d'infraestructures: construcció, manteniment i explotació.

Les externalitats

· Accidents: costos directes d'operació no suportats per les companyies asseguradores i costos indirectes suportats per la societat que es determinen com a estimació de la capacitat de producció que la societat ha perdut amb la mortalitat, la invalidesa o les limitacions físiques o psíquiques de la víctima. També es considera la part dels costos intangibles per dolor de les víctimes i dels seus familiars no suportada per les companyies asseguradores. Aquestes dades s'obtenen a partir de la informació facilitada per l'Administració i de les reunions d'experts.

No es consideren els costos suportats per les companyies d'assegurances (costos directes de curació i administratius i part dels costos intangibles), ja que estan internalitzats i es comptabilitzen en una altra partida.

- Soroll: costos de les mesures correctores que caldria aplicar en aquelles zones on els nivells sonors superarien els permesos i on la densitat i la proximitat de la població serien importants. En àmbits urbans les mesures correctores consistiran en la col·locació de paviments sonoreductors o, fins i tot, construcció de galeries, mentre que en el cas d'àmbits interurbans, les mesures adoptades seran, principalment, la construcció de pantalles sonoreductores.

En aquelles zones on realment es prenguin les mesures correctores, aquests costos es consideraran com a interns. Les dades s'han obtingut fonamentalment de l'Estudi INFRAS/IWWW.

- Pol·lució atmosfèrica: cost de la contaminació atmosfèrica a causa del trànsit. D'una banda per les malalties derivades i, de l'altra, pels materials i les collites. S'ha obtingut a partir de les dades obtingudes de l'Institut Català de l'Energia i de la base de dades BeTa (The Benefits Table database), projecte impulsat per la Comissió Europea DG Environment (2002).

- Canvi climàtic: cost necessari per assolir el nivell desitjable des de la situació actual d'emissions de CO₂, ja que el CO₂ és l'element principal que provoca el canvi climàtic. S'ha obtingut a partir de les dades obtingudes de l'Institut Català de l'Energia i d'acord amb el preu mitjà de reducció facilitat pels estudis més recents d'àmbit europeu, fonamentalment l'INFRAS/IWWW.

- Danys causats a la natura i al paisatge: costos produïts per la modificació de l'entorn per part de les infraestructures. Són nocions molt subjectives i s'han englobat dins del cost unitari mitjà de reposició ambiental previst en els projectes d'impacte ambiental, sense diferenciació de quina part corresponen a costos induïts per la construcció de la infraestructura i quina part es refereix a costos induïts per l'ús d'aquesta infraestructura. En qualsevol cas, una correcta estimació dels costos hauria de ser l'objectiu de cada projecte en concret.

Avui aquests costos estan internalitzats en la mesura que són suportats per les administracions competents en els projectes d'impacte ambiental, o bé per empreses privades (concessionàries d'autopistes).

- Efecte barrera: l'efecte barrera presenta dos tipus de costos:

- Efectes sobre la mobilitat de les persones: per pèrdues de temps i sobre costos d'operació dels vehicles per tal de superar les barreres infraestructurals i per les pèrdues d'oportunitats per als intercanvis comercials i personals.
- Efectes sobre el comportament de la natura: costos provocats per la modificació que la infraestructura pot provocar sobre el comportament hidràulic del territori i les conseqüències que se'n deriven sobre persones, béns i natura. Aquests costos, per la seva complicada valoració i/o gran subjectivitat, no s'avaluen en la metodologia proposada i s'han d'avaluar mitjançant una anàlisi específica en cada cas.

- L'ocupació d'espai: l'espai és un bé escàs i la construcció i execució d'infraestructures consumeix moltes hectàrees de terreny d'un país, que no poden ser utilitzades per a altres finalitats de caire social ni econòmic. Per tant, l'externalitat que representa el consum d'espai fa referència al cost d'oportunitat de l'espai que ocupen les infraestructures de transport. Una possible aproximació ha estat determinar la diferència entre el valor del mercat i el preu d'explotació del terreny per part de l'Administració (cost intern) per a la distribució de les infraestructures.

- Els processos avant-post: els efectes indirectes del transport s'estenen als sectors de producció o construcció (anterior al servei) i als sectors de desballestament o reciclatge (posteriors), els quals tenen els costos propis, especialment en el cas de vehicles i infraestructures. S'han obtingut a partir de la determinació de cadascun dels processos.

3.3. Els costos de la congestió

- Sobre costos d'operació: els sobre costos d'operació s'obtenen a partir de l'extracost produït pel consum extra dels vehicles en situacions de congestió i pel que fa a la situació de circulació a velocitats de referència per l'increment del cost del personal de conducció determinat per l'increment de temps de viatge.

- Sobre costos de temps de viatge: el concepte més simple de congestió és el que es relaciona amb la mesura dels retards produïts per circular a una velocitat menor que una velocitat de referència, la qual ha de ser definida prèviament.

Una aproximació del valor del temps pot consistir a utilitzar una fracció del valor de la renda segons el motiu del viatge (Robusté, 1998) i un valor mitjà emprat a les aplicacions professionals que oscil·la al voltant dels 6 EUR/hora.

· Sobrecostos d'externalitats: sobrecost produït en variar les emissions sonores i atmosfèriques, respecte de la situació de no congestió, derivats del funcionament poc eficaç dels vehicles en situacions de congestió.

Taula 2. Costos unitaris externs i de la congestió del transport a Catalunya (2001)

Usuaris	Mode de transport	Accidents €/1000 pas/t*km	Soroll €/1000 veh.*km	Pol·lució €/1000 veh.*km	Canvi climàtic €/1000 veh.*km	Efectes avant-post €/vehicles	Sobrecostos operació €/1000 veh.*km	
							Urbà	Interurbà
Passatgers	Vehicle privat	37,42	5,34	5,14	20,80	84,02	16,15	0,59
	Autobús	5,27	12,00	22,48	110,00	585,60	52,50	1,41
	Ferrocarril passatgers	4,06	146,35	71,18	145,00	17.737,00	0,00	0,00
	Aeri passatgers	1,12	181,50	156,00	3.440,00		0,00	
Mercaderies	Camions	5,80	19,20	20,80	72,00	257,40	0,00	1,78
	Furgonetes	5,80	8,60	4,75	15,00	100,00	15,06	0,00
	Ferrocarril mercaderies		150,00	75,00	150,00	17.737,00	0,00	0,00
	Aeri mercaderies		181,50	156,00	3.440,00			

Font: Estudi de costos socials i ambientals

Usuaris	Mode de transport	Sobrecostos temps €/1000 veh.*km		Sobrecostos externalitats €/1000 veh.*km	
		Urbà	Interurbà	Urbà	Interurbà
Passatgers	Vehicle privat	762,98	2,25	4,70	0,21
	Autobús	2.440,80	5,34	15,03	0,49
	Ferrocarril passatgers				
	Aeri passatgers				
Mercaderies	Camions		6,77	0,00	0,63
	Furgonetes	710,30		4,37	0,00
	Ferrocarril mercaderies			0,00	0,00
	Aeri mercaderies				

Infraestructures	Danys a la natura €/km	Ocupació d'espai €/km	Efecte barrera €/km
Autopistes/autovies	10.000	17.700	76.850
Carreteres principals	10.000	7.200	
Carreteres secundàries	7.500	4.350	
Vies urbanes		6.000	
Ferrocarril	10.000	6.840	77.236
TAV	10.000	6.840	77.236
Tramvia		12.750	
FGC	10.000	6.840	
Metro			

Font: Estudi de costos socials i ambientals

Els costos unitaris del 2010 s'han avaluat en funció de l'evolució prevista per als diferents costos determinada en reunions d'experts, els quals és previsible que seguixin les següents variacions, per les raons exposades a continuació:

	%	Raons
Accidents	+27,5%	Les millores de seguretat en la xarxa i els vehicles, així com la reglamentació i el control, tindran un efecte positiu sobre el nombre d'accidents. Per contra, una major valoració de la vida humana (per tal d'igualar els nostres valors amb els valors mitjans europeus) tindrà un efecte negatiu, en sentit contrari, relativament molt més important.
Soroll	-15%	La millora en els pneumàtics dels vehicles i la construcció de paviments sonoredactors són els dos elements més importants sobre els quals es basarà la reducció de sorolls futura.
Pol·lució	-10%	La reducció de la pol·lució i l'impacte sobre el canvi climàtic i els efectes avant-post, tenen a veure amb una major eficiència energètica dels vehicles. El Pla d'Energia de Catalunya estableix un estalvi per al període 2001-2010 entorn al 10%. Aquesta disminució serà més important en el transport públic col·lectiu que en el vehicle privat.
Canvi climàtic		
Efectes avant-post		
Sobrecostos operació (congestió)	-10%	En aquest cas la reducció del sobrecost tindrà tres variants que sumaran: ·Reducció per la major eficiència energètica dels vehicles ·Millores de velocitat aconseguides per la conversió d'una part de la xarxa viària primària en vies d'alta capacitat. ·Increment de cost per una major valoració del temps perdut.
Sobrecostos temps (congestió)		
Sobrecostos externalitats (congestió)		

Font: Estudi de costos socials i ambientals

Taula 3. Costos unitaris externs i de la congestió del transport a Catalunya (2010)

Usuaris	Mode de transport	Accidents €/1000 veh.*km	Soroll €/1000 veh.*km	Pol·lució €/1000 veh.*km	Canvi climàtic €/1000 veh.*km	Efectes avant-post €/vehicles	Sobrecostos operació €/1000 veh.*km	
							Urbà	Interurbà
Passatgers	Vehicle privat	47,105	4,54	4,626	18,72	75,618	14,05	0,64
	Autobús	6,72	10,20	20,23	100,00	527,0	47,20	1,26
	Ferrocarril passatgers	5,18	124,39	64,06	130,50	15.960,0	0,00	0,00
	Aeri passatgers	1,43	154,28	140,40	3.096,00	0,0	0,00	
Mercaderies	Camions	7,40	16,32	18,70	64,80	231,0	0,00	1,54
	Furgonetes	7,40	7,31	4,27	13,50	90,0	13,50	0,00
	Ferrocarril mercaderies	0,00	127,50	67,50	135,00	15.960,0	0,00	0,00
	Aeri mercaderies	0,00	154,28	140,40	3.096,00	3.096,00	0,00	0,00

Font: Estudi de costos socials i ambientals

Usuaris	Mode de transport	Sobrecostos temps €/1000 veh.*km		Sobrecostos externalitats €/1000 veh.*km	
		Urbà	Interurbà	Urbà	Interurbà
Passatgers	Vehicle privat	686,30	2,02	4,22	0,18
	Autobús	2.194,30	4,80	13,51	0,44
	Ferrocarril passatgers			0,00	0,00
	Aeri passatgers			0,00	
Mercaderies	Camions	0,00	6,08	0,00	0,56
	Furgonetes	638,50		3,92	0,00
	Ferrocarril mercaderies	0,00		0,00	0,00
	Aeri mercaderies			0,00	

Infraestructures	Danys a la natura €/km	Ocupació d'espai €/km	Efecte barrera €/km
Autopistes/autovies	17.000,00	17.700,00	76.850,00
Carreteres principals	10.000,00	7.200,00	
Carreteres secundàries	7.500,00	4.350,00	
Vies urbanes		6.000,00	
Ferrocarril	10.000,00	6.840,00	77.236,00
TAV	10.000,00	6.840,00	77.236,00
Tramvia		12.750,00	
FGC	10.000,00	6.840,00	
Metro			

Font: Estudi de costos socials i ambientals

4. Càlcul dels costos del transport a Catalunya

La combinació entre els escenaris, els costos unitaris i els modes de transport ha determinat la metodologia d'estimació de costos. La metodologia consisteix en la multiplicació dels costos unitaris adaptats al cas català, per a les variables d'escenari i permet determinar els costos anuals de cada partida de cost per als diversos modes.

La integració dels valors obtinguts en l'estructura global de costos del sistema de transport permetrà determinar els costos totals, la importància relativa entre costos interns i externs, els costos per partides i la diferència entre modes de transport a Catalunya.

L'aplicació de la metodologia desenvolupada als tres escenaris temporals comentats (2001, 2010 tendencial i 2010 amb forta inversió en transport públic) ha aportat els resultats que es comenten a continuació.

4.1. Les magnituds de la mobilitat l'any 2001

Segons els grafos d'infraestructures del Departament de Política Territorial i Obres Públiques, l'any 2001 a Catalunya hi havia uns 34.000 km d'infraestructures, dels quals 32.130 (95%) corresponien a xarxa viària, i la resta (1.800 km) eren infraestructura ferroviària.

A Catalunya, el parc mòbil actual de vehicles per carretera està constituït per 4,0 milions de vehicles totals dels quals 3,3 milions (un 72%) corresponen a vehicles privats (2,9 milions són turismes), i 660.000 (16%) estan especialitzats en el transport de mercaderies, extret a partir de les dades del Parc Mòbil a Catalunya per municipis (DGPT).

El sistema ferroviari compta amb 1.433 unitats, de les quals el 40% corresponen al ferrocarril metropolità, i la resta, 862 unitats, es reparteixen entre RENFE i FGC (668/194 unitats).

L'any 2001 el sistema català de transport va produir 34.700 milions de veh.-km, dels quals 34.400 (99%) ho van fer per carretera. El vehicle privat va produir a Catalunya un total de 29.530 milions de veh.-km, dels quals 29.220 milions (99%) van correspondre a desplaçaments en vehicle turisme. Les dades s'han obtingut del Pla d'Aforaments de la Xarxa de la Generalitat. Any 2001, del *Mapa de tráfico 2000, Red de Carreteras del Estado y Red Autonómica principal* del Ministeri de Foment en el cas de les vies interurbanes, de la malla de trànsit de l'Ajuntament de Barcelona, i mitjançant elaboració pròpia en la resta de ciutats.

En el transport públic col·lectiu es van comptabilitzar 330 milions de vehicles-km. L'autobús, amb 125 milions va representar un 38% de tots el vehicles-km comptabilitzats, seguit de Renfe, amb 115 milions (35%), metro amb 59 milions (18%) i FGC amb 30 milions (9% restant). Les dades de veh.-km del transport públic col·lectiu han estat obtingues a partir de dades de l'ATM, del Departament de Política Territorial i Obres Públiques i de la Memòria Anual de Renfe.

Segons dades estimades a partir de l'*Encuesta Nacional del Transporte de Mercaderías por carretera* per a l'any 2001 a Catalunya, el transport per mercaderies d'àmbit interurbà va suposar uns 4.800 milions de veh.-km, equivalents a 21.980 milions de t-km, de les quals 19.110 milions (87%) van correspondre a la carretera. Més de 18.000 milions van correspondre a l'àmbit interurbà de la carretera.

A partir de suposar una ocupació mitjana per als turismes de 1,28 viatgers/veh. extreta de l'Estudi de costos socials i ambientals, s'ha obtingut que es van realitzar 38.000 milions de passatgers-km en vehicle privat. Per altra banda, a partir de les dades de l'Observatori del Transport Regular. Any 2000 de la DGPT, de la Memòria Anual de Renfe, de la Memòria Anual d'FGC i de les dades publicades per l'ATM a l'any 2001 s'ha obtingut que l'any 2001 es van realitzar a Catalunya un total de 1.660 milions de passatgers-km en autobús i 5.350 milions de passatgers-km en ferrocarril.

A Catalunya l'any 2001, es van produir un total de 45.000 milions de passatgers-km, dels quals 39.660 milions (88%) van correspondre a la carretera, i la resta, 5.300 (12%) al ferrocarril. El vehicle privat va suposar quasi un 85% del total dels passatgers-km, dels quals el 99% es va produir a l'àmbit interurbà.

El valor desagregat de les variables de mobilitat del sistema per a cada mode de transport va ser l'any 2001:

Usuaris	Mode de transport	1000 passatgers/t*km	1000 veh.*km			Vehicles
			Total	Urbà	Interurbà	
Passatgers	Vehicle privat	38.020.499	29.526.550	25.868	29.500.683	3.348.533
	Autobús	1.657.335	126.014	70.989	55.026	6.792
	Ferrocarril passatgers	5.355.476	202.888	110.632	92.255	1.433
	Aeri passatgers	3.316.050	22.500			
Mercaderies	Camions	19.108.143	4.777.036	0	4.777.036	330.352
	Furgonetes	2.080	1.387	1.387	0	329.352
	Ferrocarril mercaderies	2.884.830	9.746			
	Aeri mercaderies	12.927	22.500	0	9.746	
	TOTAL	70.357.340	34.688.621	208.875	34.434.746	4.016.462

Font: Estudi de costos socials i ambientals

El transport de mercaderies va representar un 13% del total de vehicles-km; la resta va correspondre a la mobilitat de les persones. En el transport de persones, el transport públic col·lectiu va representar un 1% del total de veh.-km produïts i el 16% del total de passatgers-km transportats.

El contrast entre aquests valors i els veh.-km dona idea de les ocupacions aconseguides en els vehicles l'any 2001:

Taula 4. Ocupacions mitjanes a Catalunya per vehicle

ocupacions		
viatgers	vehicle privat	1,28
	autobús	20
	ferrocarril urbà	24
	ferrocarril interurbà	35
mercaderies (t)	camions	4
	furgonetes	1,5
	ferrocarrils	300

Font: Estudi de costos socials i ambientals

4.2. Hipòtesis d'evolució de les variables de mobilitat l'any 2010

Els costos del transport l'any 2010 presenten dues versions, la versió tendencial i la versió amb forta inversió en transport públic:

L'escenari tendencial és el resultat d'aplicar a la situació actual l'evolució previsible de les variables de mobilitat i els costos unitaris de les externalitats, d'acord amb les tendències dels darrers anys i l'opinió dels experts; tot això sense inversions importants en el sistema que poguessin suposar canvis considerables en l'equilibri oferta/demanda actual.

L'escenari amb forta inversió en transport públic és el resultat d'aplicar a l'escenari tendencial les inversions i serveis més rellevants previstes per al període 2001-2010; entre elles totes les noves infraestructures previstes en el PTV i en el PDI.

De seguir les tendències actuals, les variables de mobilitat de veh.-km creixeran un 40% en 9 anys i les de passatgers-km un 35%, mentre que les de transport de mercaderies pujaran de l'ordre d'un 60% per a l'any 2010.

La distribució modal en cas de forta inversió en transport públic de la mobilitat serà una mica diferent a l'actual i a la de l'escenari tendencial, ja que s'adaptarà a les importants inversions realitzades en transport públic col·lectiu. En aquest cas, s'estableixen dues imatges de futur diverses:

- Escenari "possibilista": es mantindran les ocupacions actuals en els vehicles de transport públic col·lectiu.
- Escenari "optimista": es millorarà l'eficàcia global del sistema de transport col·lectiu i s'incrementaran les ocupacions del ferrocarril en un 70% i de l'autobús en un 15%.

Variables de mobilitat del sistema de transport terrestre segons la imatge de futur

	Any 2001	Any 2010	Increm. %	Any 2010 "possibilista"		Any 2010 "optimista"	
				Quantitat	Increm. %	Quantitat	Increm. %
Veh.-km	34.647	49.527	43%	48.317	39%	44.679	21%
Passatgers-km	45.032	60.994	35%	60.994	35%	60.994	35%
t-km	21.992	35.827	63%	35.827	63%	35.827	63%

Font: Estudi de costos socials i ambientals. Dades en milions d'unitats.

4.3. Els costos del transport l'any 2001

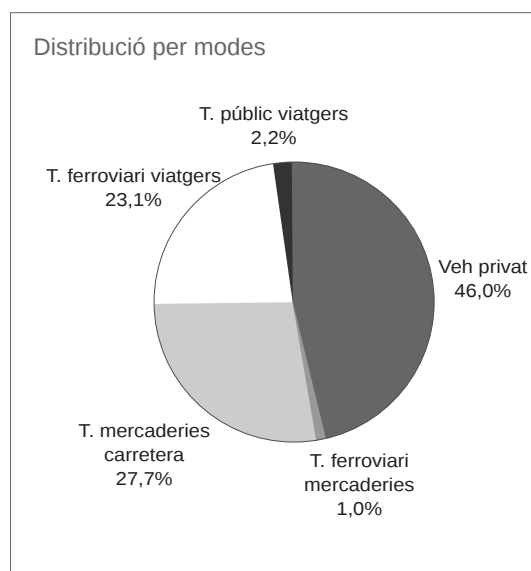
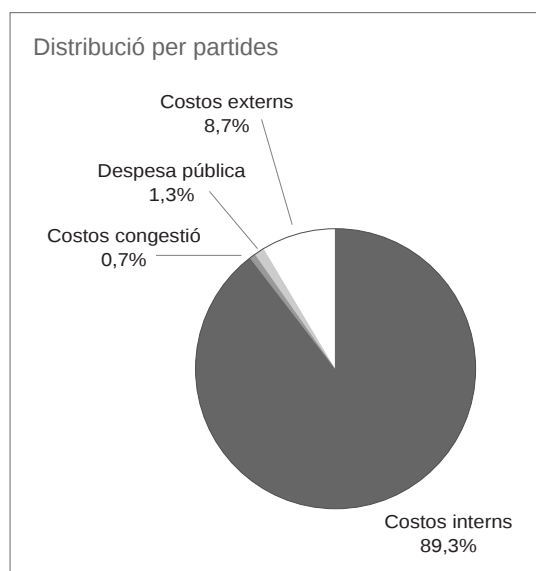
En aquesta situació oferta/demanda, l'any 2001 el sistema de transports terrestres a Catalunya va generar uns costos totals de 48.816 MEUR, dels quals 43.611 MEUR (88%) van ser costos interns del sistema i 4.241 MEUR (9%) externalitats. La resta de costos es van repartir entre la despesa pública en infraestructures i els costos derivats de la congestió.

A la taula següent es presenten, de manera resumida, els costos totals (€) del transport terrestre a Catalunya l'any 2001.

	Veh. privat carretera	%	T. públic viatgers carretera	%	T. ferroviari viatgers	%	T. mercaderies carretera	%	T. ferroviari mercaderies	%	Total
Costos interns	18.964.594.568	38,8	854.603.655	1,8	10.850.176.278	22,2	12.483.771.647	25,6	457.771.875	0,9	43.610.918.023
Despesa pública	338.744.077	0,7	1.445.500	0,0	224.229.197	0,5	54.812.858	0,1	10.771.225	0,0	630.002.857
Costos externs	3.059.511.378	6,3	49.539.084	0,1	193.326.514	0,4	917.044.895	1,9	21.496.531	0,0	4.240.918.402
Costos congestió	110.488.622	0,2	178.460.233	0,4	0	0,0	44.956.225	0,1	0	0,0	333.814.840
TOTAL	22.473.338.645	46,0	1.084.049.233	2,2	11.267.731.989	23,1	13.500.585.625	27,7	490.039.631	1,0	48.815.654.122

Font: Estudi de costos socials i ambientals. Dades en milions d'unitats.

Costos totals del sistema de transport terrestre a Catalunya (Any 2001)



Pel que fa als costos externs i costos de la congestió, durant el mateix any, el sistema de transport a Catalunya (sense tenir en compte el transport marítim) va produir uns costos de 4.774 MEUR/any, dels quals un 33% van correspondre als accidents i un 24% a l'impacte sobre el canvi climàtic.

Costos externs + Costos congestió del sistema de transport a Catalunya per partides (any 2001)

Cost		%
Accidents	1.567	33
Soroll	285	5,9
Pol·lució	280	5,8
Canvi climàtic	1.158	24
Danys natura i paisatge	203	4,2
Ocupació d'espai	188	3,9
Efecte barrera	249	5,2
Efectes avant-post	509	10,6
Sobrecost operació/congestió	30	0,6
Sobrecost temps /congestió	295	6,1
Sobrecost externalitats / congestió	10	0,2
TOTAL	4.774	100

Font: Estudi de costos socials i ambientals

D'aquests costos, 3.170 MEUR (66%) van ser provocats pel vehicle privat (turismes + motos), seguit del transport per carretera de mercaderies (20%) i el transport públic ferroviari de viatgers (4%). Les externalitats provocades pel ferrocarril i el transport aeri van ser de 215 i 200 MEUR anuals, respectivament.

Costos externs + Costos congestió del transport a Catalunya per modes (Any 2001)

Mode de transport	MEUR/any	%
Vehicle privat	3.170	66
Transport públic col·lectiu	228	4,7
Ferrocarril passatgers	193	4,0
Aeri passatgers	194	4,0
Carretera mercaderies	962	20,1
Ferrocarril mercaderies	21,5	0,4
Aeri mercaderies	5,5	0,1
TOTAL	4.774	100

Font: Estudi de costos socials i ambientals

4.4. Els costos del transport l'any 2010: escenari tendencial

En aquest escenari el sistema de transport a Catalunya l'any 2010 generarà unes externalitats de 6.714 MEUR/any, de les quals 2.816 MEUR/any (42%) correspondran a costos d'accidents i 1.538 MEUR (23%) a costos pel canvi climàtic. Això suposaria un increment del 41% respecte de la situació actual (any 2001).

Costos externs i de la congestió del sistema de transport a Catalunya per partides (any 2010). Escenari tendencial

Cost	MEUR/ANY	%
Accidents	2.816	41,9
Soroll	358	5,3
Pol·lució	365	5,4
Canvi climàtic	1.538	22,9
Danys natura i paisatge	261	3,9
Ocupació d'espai	188	2,8
Efecte barrera	281	4,2
Efectes avant-post	432	6,4
Sobrecost operació/congestió	44	0,7
Sobrecost temps /congestió	417	6,2
Sobrecost externalitats / congestió	14	0,2
TOTAL	6.714	100

Font: Estudi de costos socials i ambientals

Dels 6.714 MEUR/any de costos, 4.604 MEUR (69%) serien imputables al vehicle privat, mentre que el transport per carretera de mercaderies, amb 1.245 MEUR, representaria un 18,5% i el transport públic col·lectiu un 4,6%. El ferrocarril ocasionaria un 3,9% dels costos totals, i el transport aeri un 4,4%.

Costos externs i de la congestió del sistema de transport a Catalunya per modes (any 2010). Escenari tendencial

Mode de transport	MEUR/any	%
Vehicle privat	4.604	68,6
Transport públic col·lectiu	308	4,6
Ferrocarril passatgers	236	3,5
Aeri passatgers	287	4,3
Carretera mercaderies	1245	18,5
Ferrocarril mercaderies	27	0,4
Aeri mercaderies	7	0,1
TOTAL	6.714	100

Font: Estudi de costos socials i ambientals

4.5. Els costos del transport l'any 2010: escenari amb forta inversió en transport públic

Tenint en compte les variacions considerades, es pot concloure que l'any 2010, tot i la construcció de totes les infraestructures previstes, el sistema de transport a Catalunya generarà uns costos externs i a causa de la congestió de 6.671 MEUR/any, dels quals 2.754 MEUR/any (41%) correspondran a costos d'accidents i 1.515 MEUR (23%) a costos pel canvi climàtic. Això suposaria un increment del 40% respecte de la situació actual (any 2001), i una disminució de l'1% respecte de la situació tendencial al mateix any.

Costos externs i de la congestió del sistema de transport a Catalunya per partides (any 2010)

Cost	Escenari "possibilista"		Escenari "optimista"	
	MEUR/any	%	MEUR/any	%
Accidents	2.754	41,3	2.526	40,1
Soroll	359	5,4	342	5,4
Pol·lució	360	5,4	344	5,4
Canvi climàtic	1.515	22,7	1.441	22,8
Danys natura i paisatge	272	4,1	272	4,3
Ocupació d'espai	198	3,0	198	3,1
Efecte barrera	317	4,8	317	5,0
Efectes avant-post	432	6,5	432	6,8
Sobrecost operació/congestió	43	0,6	41	0,6
Sobrecost temps /congestió	408	6,1	388	6,1
Sobrecost externalitats / congestió	13	0,2	13	0,2
TOTAL	6.671	100	6.314	100,0

Font: Estudi de costos socials i ambientals

Una millora en l'eficàcia del sistema, complementària a les inversions previstes, amb un nivell d'ocupació en el ferrocarril del 70% per sobre dels actuals i de l'autobús del 15%, significarien uns costos externs totals de 6.314 MEUR anuals, la qual comportaria una disminució afegida del 6% respecte de la situació tendencial.

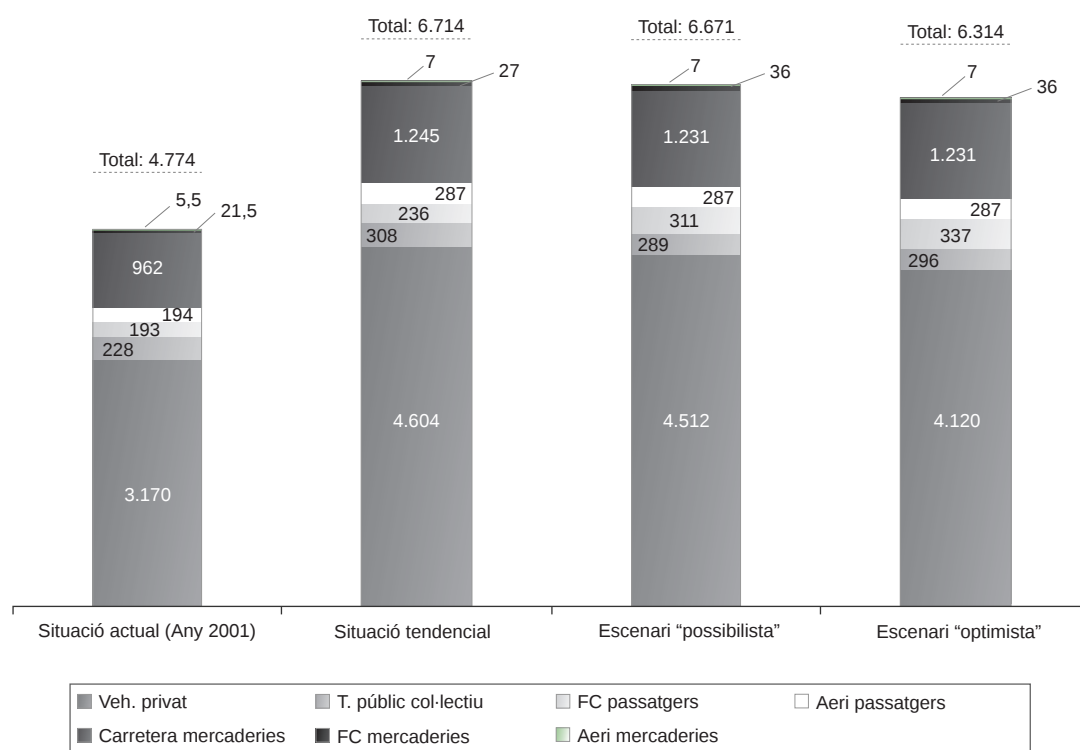
Costos externs i de la congestió del sistema de transport a Catalunya per mode de transport (any 2010)

Mode de transport	Escenari "possibilista"		Escenari "optimista"	
	MEUR/any	%	MEUR/any	%
Vehicle privat	4.512	67,4	4.120	65,4
Transport públic col·lectiu	289	4,3	296	4,6
Ferrocarril passatgers	311	4,7	337	5,3
Aeri passatgers	287	4,4	287	4,5
Carretera mercaderies	1.231	18,5	1.231	19,5
Ferrocarril mercaderies	36	0,6	36	0,6
Aeri mercaderies	7	0,1	7	0,1
TOTAL	6.671	100	6.314	100

Font: Estudi de costos socials i ambientals

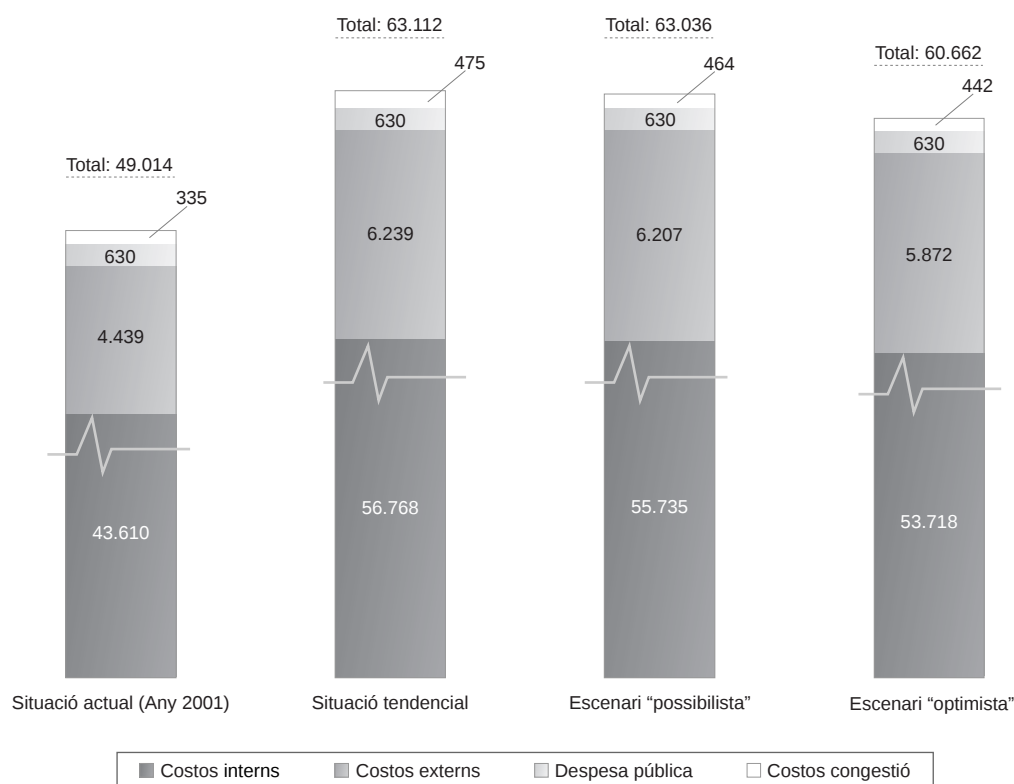
Dels 6.671 MEUR/any de costos, 4.512 MEUR (67%) serien imputables al vehicle privat, mentre que el transport per carretera de mercaderies, amb 1.231 MEUR, representaria un 18,5% i el transport públic col·lectiu un 4,3%. El ferrocarril i el transport aeri ocasionarien respectivament el 5,3% i el 4,5% dels costos totals.

Previsions de costos externs i de la congestió dels sistemes de transport a Catalunya segons l'escenari considerat (milions €)



Font: Estudi de costos socials i ambientals

Previsions de costos externs i de la congestió dels sistemes de transport a Catalunya segons l'escenari considerat (milions €)



Font: Estudi de costos socials i ambientals. Els costos interns i la despesa pública no inclouen el transport aeri.

4.6. Reflexions sobre els resultats

Finalment, es pot concloure que si continuen les tendències actuals, els costos totals (interns + despesa pública + externs + congestió), representaran l'any 2010 un total de 63.112 MEUR, dels quals 55.768 MEUR (89%) seran costos interns, i 6.239 MEUR (9%) seran externs; la resta de costos correspondran a despesa pública i costos de la congestió. La construcció de les noves infraestructures ferroviàries previstes en el PDI i en el PTV (escenari possibilista) significaran uns costos totals de 63.036 MEUR, el que comportarà una reducció de 80 MEUR anuals, respecte de la situació tendencial. Si, a més, s'aconsegueixen millores d'eficàcia en el sistema de transport públic col·lectiu (més ocupacions) la disminució de costos anuals arribaria als 2.500 MEUR anuals.

A mode de conclusió, es pot dir que les inversions ferroviàries previstes no són suficients per elles mateixes per provocar un canvi real en els repartiments modals que posi fre a la factura global del transport en creixement constant i han d'anar associades a altres mesures d'incentivació d'ús del transport públic efectives pel que fa a viatgers i d'ús del ferrocarril i pel que fa a mercaderies. Una possibilitat, podria ser internalitzar els costos externs del transport per carretera (vehicle privat i camions) per tal que aquests modes assumeixin els costos que sinó haurà de suportar tota la societat.

5. APLICACIÓ DE LA METODOLOGIA

en avaluacions econòmicosocials i econòmicofinanceres d'inversions en infraestructures i serveis de transports

5.1. Guia d'aplicació

La metodologia de càlcul es basa en avaluar la rendibilitat dels nous serveis de transport mitjançant la comparació amb una alternativa de referència o alternativa zero, que serà normalment la realitat actual. La rendibilitat d'un nou servei de transport es determinarà, doncs, a partir de la diferència de costos del sistema en cas d'establir-se el nou servei en comparació amb la situació de no fer-se res sobre el sistema.

La metodologia parteix de la base que tot nou servei de transport provoca una redistribució en les variables de mobilitat del sistema. Per tant, caldrà conèixer o suposar el repartiment modal en cada proposta.

La nova distribució de viatges suposarà una variació en el temps dedicat al transport que afectarà tant als usuaris directes del nou servei de transport com als que segueixin utilitzant el mitjà de transport que ja utilitzen actualment. El cost del temps de transport de la nova demanda induïda no es comptabilitzarà perquè l'accés a la mobilitat es considera un benefici social.

La multiplicació dels costos unitaris adaptats al cas català (taules 1, 2 i 3), per a les variables d'escenari en funció de cada alternativa, permetrà determinar els costos anuals de cada partida de cost, per als diversos modes. Aquesta operació constituirà la metodologia d'estimació de costos adoptada en aquest Butlletí. De la comparativa dels escenaris s'obtindrà el benefici o cost global que suposarà cada alternativa per a la societat.

L'avaluació econòmicosocial de la inversió es realitzarà normalment mitjançant el càlcul de la taxa interna de rendibilitat (TIR), definida com el tipus d'interès que fa que el valor actual net (VAN) del projecte s'iguali a zero.

L'expressió del VAN és:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

t = any

i = taxa de descompte

B_t = beneficis anys t , diferència de costos respecte de l'alternativa de referència amb un flux positiu.

C_t = costos anys t , diferència de costos respecte de l'alternativa de referència amb un flux negatiu.

A continuació, també s'haurà de determinar un període temporal per avaluar la inversió de provisió del nou servei de transport, el qual hauria de coincidir amb la vida útil de la infraestructura a avaluar. Tanmateix, en coincidir diferents vides útils, el període temporal més habitual és un escenari temporal de 30 anys.

El càlcul de la TIR es realitzarà simplificadament i comptabilitzarà en el primer any els costos d'inversió necessaris per a tot el període temporal, i a preus del primer any.

En l'últim any del període temporal es comptabilitzarà com a benefici el valor residual dels elements que no hagin estat totalment amortitzats.

Finalment, la TIR obtinguda es compararà amb una taxa social de descompte que per defecte serà del 4%. Valors superiors de la TIR al 4% suposaran un nou servei de transport rendible, mentre que valors inferiors seran inversions d'una escassa rendibilitat.

A més, cal remarcar que tots els costos unitaris obtinguts a utilitzar són valors mitjans per a tota Catalunya i sempre que es disposi de dades més precises per a cada servei en particular, sobretot pel que fa a costos d'explotació, s'han d'utilitzar en el procés de càlcul.

5.2. Exemple d'aplicació

L'exemple següent il·lustra la manera d'usar la metodologia aplicada a un cas senzill hipotètic.

Imaginem que l'any 2001 les localitats A i B situades prop de Girona estan comunicades mitjançant una carretera congestionada de 30 km de longitud. Es vol estudiar la implantació d'un nou servei de transport consistent en adaptar per a passatgers una línia existent de mercaderies entre les dues localitats. Se sap que la distribució actual de viatges en termes de mobilitat total diària és la següent:

Mobilitat total actual

Mode	Percentatge mobilitat	Viatges/dia
Vehicle privat	72,10 %	14.420
Bus	27,90 %	5.580
TOTAL	100 %	20.000

La línia existent de bus dóna servei els 365 dies a l'any i també es pretén que la nova línia fèrria proposada doni servei els 365 dies a l'any, un total de 18 serveis diaris.

Es fa un pressupost inicial i resta encara pendent de pressupostar les mesures correctores de l'estudi d'impacte ambiental. De l'anàlisi del pressupost, es detecten uns costos d'inversió de 40 MEUR, a preus del primer any. El valor residual al cap de 30 anys dels elements no amortitzats és de 18,2 MEUR.

Primer de tot, es determinaran les mobilitats totals anuals (MTA) per als diferents modes de transport en l'alternativa de referència (no fer res):

$MTA_{VP} \text{ (viatges-km/any)} = 14.420 \text{ viatges/dia} \cdot 365 \text{ dies/any} \cdot 30 \text{ km} = 157.899.000$

$MTA_{VP} \text{ (vehicles-km/any)} = 157.899.000 / 1,28 = 123.358.594$

$MTA_{BUS} \text{ (viatges-km/any)} = 5.580 \text{ viatges/dia} \cdot 365 \text{ dies/any} \cdot 30 \text{ km} = 61.101.000$

$MTA_{BUS} \text{ (vehicles-km/any)} = 61.101.000 / 20 = 3.055.050$

Les ocupacions s'han obtingut a partir de la taula 4.

En segon lloc, s'haurà de fer un repartiment modal en la nova situació de proposta, mitjançant algun model de repartiment. En aquest cas suposarem la redistribució següent:

Mobilitat total en proposta

Mode	Percentatge mobilitat	Viatges/dia
Vehicle privat	59,80 %	11.960
Autobús	13,95 %	2.790
Ferrocarril	26,25 %	5.250
TOTAL	100,00 %	20.000

Les mobilitats totals anuals (MTA) per a cada mode de la proposta seran:

$MTA_{VP} \text{ (viatges-km/any)} = 11.960 \text{ viatges/dia} \cdot 365 \text{ dies/any} \cdot 30 \text{ km} = 130.962.000$

$MTA_{VP} \text{ (vehicles-km/any)} = 130.962.000 / 1,28 = 102.314.063$

En un principi el servei de bus no hauria de disminuir i circularien el mateix nombre de vehicles-km que actualment:

$MTA_{BUS} \text{ (viatges-km/any)} = 2.790 \text{ viatges/dia} \cdot 365 \text{ dies/any} \cdot 30 \text{ km} = 30.550.500$

$MTA_{BUS} \text{ (vehicles-km/any)} = 3.055.050$

El servei que cal prestar comportarà 18 serveis diaris entre les dues localitats A i B. El ferrocarril assumeix perfectament la demanda, fins i tot en hora punta, amb un servei hora en què podria haver de suportar un 10% de la demanda per sentit: $10\% \cdot 5.250 \text{ viatges} / 2 = 263 \text{ viatgers} / \text{tren}$

$MTA_{\text{FERROCARRIL}} (\text{viatges} \cdot \text{km} / \text{any}) = 5.250 \text{ viatges} / \text{dia} \cdot 365 \text{ dies} / \text{any} \cdot 30 \text{ km} = 57.487.500$

$MTA_{\text{FERROCARRIL}} (\text{vehicles} \cdot \text{km} / \text{any}) = 18 \text{ serveis} / \text{dia} \cdot 2 \cdot 365 \text{ dies} / \text{any} \cdot 30 \text{ km} = 394.200$

La demanda induïda associada a l'aparició d'un nou mode de transport, en ordre de magnitud semblant al 10%, és assumible pel servei ferroviari sense augmentar els costos productius, per la qual cosa no es considerarà en el còmput.

Un cop obtingudes les variables de mobilitat dels dos escenaris, només es marcarà el càlcul del temps de viatge.

En el nou escenari de proposta hi haurà un estalvi de temps global que, bàsicament afectarà als antics usuaris del bus i del vehicle privat, els quals s'estalviaran la congestió de la carretera. El nou temps de viatge, motivat per la nova demanda induïda, no es tindrà en compte.

L'increment de velocitat del vehicle privat i el bus a la carretera, causat per una disminució de la congestió, s'obté per mitjà d'un model de trànsit. En el cas que aquesta modelització no es pogués dur a terme s'estimaria que les velocitats dels vehicles per carretera romandrien constants.

S'han considerat uns temps d'accés, espera i difusió quant als modes ferroviari i de bus de 20 minuts, mentre que en el cas del vehicle privat el temps d'accés i difusió considerat és de 5 minuts.

Obtenció del temps de viatge

Mode	Referència	Escenari
Vehicle privat	$(30 \text{ km} / (70 \text{ km/h}) + 5/69 \text{ h}) \cdot 14420 \text{ viatges} / \text{dia} \cdot 365 \text{ dies}$	$(30 \text{ km} / (75 \text{ km/h}) + 5/60 \text{ h}) \cdot 11960 \text{ viatges} / \text{dia} \cdot 365 \text{ dies}$
Bus	$(30 \text{ km} / (65 \text{ km/h}) + 20/60 \text{ h}) \cdot 5580 \text{ viatges} / \text{dia} \cdot 365 \text{ dies}$	$(30 \text{ km} / (70 \text{ km/h}) + 20/60 \text{ h}) \cdot 2790 \text{ viatges} / \text{dia} \cdot 365 \text{ dies}$
Ferrocarril		$(30 \text{ km} / (100 \text{ km/h}) + 20/60 \text{ h}) \cdot 5250 \text{ viatges} / \text{dia} \cdot 365 \text{ dies}$

Temps de viatge (hores)

Mode	Referència	Viatges/dia
Vehicle privat	2.694.308	2.109.943
Bus	1.618.915	775.886
Ferrocarril		1.213.625
TOTAL	4.313.224	4.099.454

La multiplicació dels costos unitaris adaptats al cas català (taules 1, 2 i 3), per a les variables de mobilitat d'escenari permetrà determinar els costos anuals de cada partida de cost, per als diversos modes.

La variació anual de les variables de mobilitat anteriors, en cas d'establir-se el nou servei de transport, serà la que es detalla a la taula següent. Se suposa que, tot i el canvi de mode d'alguns usuaris, el parc de vehicles per carretera no disminuirà.

Variació anual variables de mobilitat

	Nre. de viatgers-km	Nre. de vehicles-km	Nre. de vehicles
Vehicle privat	-13.840.800	-10.813.126	0
Bus	-27.495.450	0	0
Ferrocarril	63.236.250	394.200	2
TOTAL	21.900.000	-10.418.926	2

Variació anual costos interns

	Combustible	Lubricants	Pneumàtics	Manteniment	Aparcament destinació	Multes	
Vehicle privat	-735.325	-42.171	-22.686	-216.263	-9.000	-38.927	
Autobús	0	0	0	0	0	0	
Tren	214.839	0	0	559.764	0	0	
	Personal conducció	Amortització vehicles	Assegurances vehicles	Aparcament vehicles origen	Taxes	Temps de transport	TOTAL
Vehicle privat	0	0	0	0	0	-4.260.021	-5.324.393
Autobús	0	0	0	0	0	-6.145.681	-6.145.681
Tren	591.300	294.000	8.600	0	0	-8.847.326	10.515.829
							-954.245

Variació anual costos externs

	Accidents	Soroll	Pol·lució		
Vehicle privat	-517.923	-57.742	-55.579	-224.913	
Autobús	-144.901	0	0	0	
Tren	256.739	57.691	28.059	57.159	
	Efectes avant-post	Danys a la natura	Ocupació d'espai	Efecte barrera	TOTAL
Vehicle privat	0	0	0	0	-856.157
Autobús	0	0	0	0	-144.901
Tren	35.474	0	0	0	435.123
					-565.936

Variació anual costos de la congestió

	Congestió-operació	Congestió-temps	Congestió-externalitats	TOTAL
Vehicle privat	-23.205	-846.916	-7.126	-877.247
Autobús (*)	0	0	0	0
Tren	0	0	0	0
				-877.247

(*) És la congestió produïda, per això no disminueix

Variació anual total de costos

	Interns	Externs	Congestió	TOTAL
Vehicle privat	-5.324.393	-856.157	-877.247	-7.057.797
Bus	-6.145.681	-144.901	0	-6.290.582
Ferrocarril	10.515.829	435.123	0	10.950.952
TOTAL	-954.245	-565.936	-877.247	-2.397.428

La mobilitat augmenta any rera any i entre les variables de què depèn hi ha la població. A la comarca del Gironès, la previsió d'increment de població de l'Idescat per al període 2001-2010 és del 5,2%. Per tant, s'estima un increment anual de la mobilitat de: $in=(0,02+0,052/10)=2,52\%$, sobre la base de l'estimació que la mobilitat creix $\approx$ un 2% per sobre de la població.

Com a conseqüència de l'augment anual de la mobilitat total, els costos també variaran cada any i suposarem que augmenten o disminueixen en la mateixa proporció que la mobilitat. També es podria afinar millor la variació anual de costos amb la demanda de cada any i recalculer el nombre de vehicles de bus i ferrocarril per si aquests modes augmenten.

El període considerat per avaluar el nou servei és un escenari temporal de 30 anys i l'avaluació de la inversió serà efectuada mitjançant el càlcul de la taxa interna de rendibilitat (TIR). En l'últim any serà tingut en compte el valor residual de la inversió:

	A	B	C	D
1	T	Ingrés	Despesa	Diferència
2	0	0	40.000.000	40.000.000
3	1	2.397.428	0	2.397.428
4	2	2.457.843	0	2.457.843
5	3	2.519.780	0	2.519.780
6	4	2.583.279	0	2.583.279
7	5	2.648.378	0	2.648.378
8	6	2.715.117	0	2.715.117
9	7	2.783.538	0	2.783.538
10	8	2.853.683	0	2.853.683
11	9	2.925.596	0	2.925.596
12	10	2.999.321	0	2.999.321
13	11	3.074.903	0	3.074.903
14	12	3.152.391	0	3.152.391
15	13	3.231.831	0	3.231.831
16	14	3.313.273	0	3.313.273
17	15	3.396.768	0	3.396.768
18	16	3.482.367	0	3.482.367
19	17	3.570.122	0	3.570.122
20	18	3.660.089	0	3.660.089
21	19	3.752.324	0	3.752.324
22	20	3.846.882	0	3.846.882
23	21	3.943.824	0	3.943.824
24	22	4.043.208	0	4.043.208
25	23	4.145.097	0	4.145.097
26	24	4.249.553	0	4.249.553
27	25	4.356.642	0	4.356.642
28	26	4.466.429	0	4.466.429
29	27	4.578.983	0	4.578.983
30	28	4.694.374	0	4.694.374
31	29	4.812.672	0	4.812.672
32	30	23.133.952	0	23.133.952
33				
34	Taxa interna de rendibilitat(TIR):			7,21%

El valor obtingut és una TIR del 7,21%, superior al 4% de la taxa social de descompte adoptada per defecte. Com a conclusió, pot afirmar-se que aquesta actuació és rendible des del punt de vista socioeconòmic.



Generalitat de Catalunya
Departament de Política Territorial
i Obres Públiques
Direcció General de Ports i Transports

Av. de Josep Tarradellas, 2-4-6
08029 Barcelona
Tel. 93 495 80 00
Fax 93 495 81 96
<http://www.gencat.net/ptop>
ISSN 1137-9065
Dip. legal B - 14.281-1997

Consell de redacció:

Jordi Julià i Sort
Marc A. García i López
David Prat i Soto
Carles Surià i Ferrer

Redacció:

Carles Surià i Ferrer
David Prat i Soto

Coordinadora de publicacions:

Mariona Rodilla i Tortajada

Disseny gràfic i impressió:

Atic Comunicació
Balmes 262, àtic 2a
08006 Barcelona
Tel. 93 238 94 60
Fax. 93 238 94 61
atic@atic-bcn.com
www.atic-bcn.com