

# Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport (SAIT)

del Departament de Territori i Sostenibilitat per a les avaluacions socioeconòmiques realitzades sobre les principals actuacions viàries i ferroviàries impulsades per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat Terrestre



Juny 2020

manual

#### **Comissió tècnica:**

Xavier Flores García. *Departament de Territori i Sostenibilitat. Col·laboració en 1ª i 2ª edició.*  
Santiago Ribas Domingo. *Departament de Territori i Sostenibilitat. Col·laboració en 1ª i 2ª edició.*  
Albert Palomo Cuenca. *Departament de Territori i Sostenibilitat. Col·laboració en 1ª i 2ª edició.*  
Xavier Delgado Vázquez. *Departament de Territori i Sostenibilitat. Col·laboració en 1ª i 2ª edició.*  
Carolina Tomás Alfonso. *Departament de Territori i Sostenibilitat. Col·laboració en 1ª i 2ª edició.*  
Joan Parés Velarde. *Departament de Territori i Sostenibilitat. Col·laboració en 2ª edició.*  
Anna Enjuanes Balaguer. *Departament de Territori i Sostenibilitat. Col·laboració en 1ª i 2ª edició.*  
Anna Tarrach Colls. *Departament d'Economia i Coneixement. Col·laboració en 1ª i 2ª edició.*  
Lluís Alegre. *ATM de Barcelona. Col·laboració en 2ª edició.*  
Francesc Calvet Borrull. *ATM de Barcelona. Col·laboració en 1ª i 2ª edició.*  
Jordi Joan Rossell Selvas. *Infraestructures.cat. Col·laboració en 1ª edició.*  
Miguel Torán Villanueva. *Infraestructures.cat. Col·laboració en 1ª edició.*  
Albert Bové Chic. *Infraestructures.cat. Col·laboració en 1ª edició.*  
Joaquim Llagostera Pujol. *Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports. Col·laboració en 1ª edició.*  
Jordi Janot *Departament de Territori i Sostenibilitat. Col·laboració en 2ª edició.*  
Jonatan Calafí *Departament de Territori i Sostenibilitat. Col·laboració en 1ª i 2ª edició.*

#### **Equip de treball:**

Sergi Saurí Marchán. *CENIT. Col·laboració en 1ª i 2ª edició.*  
Albert Gragera Lladó. *CENIT. Col·laboració en 1ª edició.*  
Sara Ahetze Puignau Arrigain. *CENIT. Col·laboració en 1ª edició.*  
Javier Garrido *CENIT. Col·laboració en 2ª edició.*  
Pere Arrom *CENIT. Col·laboració en 2ª edició.*  
Irene de Cubas *CENIT. Col·laboració en 2ª edició.*  
Aleix Pons *CENIT. Col·laboració en 2ª edició.*  
Blanca Puche *CENIT. Col·laboració en 2ª edició.*

#### **Altres col·laboracions:**

Andreu Ulied *MCRIT. Col·laboració en 2ª edició.*  
Oriol Biosca *MCRIT. Col·laboració en 2ª edició.*  
Carolyn Daher *ISGlobal. Col·laboració en 2ª edició.*  
Natalie Mueller *ISGlobal. Col·laboració en 2ª edició.*

#### **Control de versions:**

Versió núm. 2020.1 - 02 de juny de 2020



Generalitat de Catalunya  
**Departament de Territori  
i Sostenibilitat**



Generalitat de Catalunya  
**Departament d'Economia  
i Coneixement**



**Camins.cat**  
Col·legi d'Enginyers de Camins,  
Canals i Ports de Catalunya



# Índex

<b>A.</b>	<b>INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>6</b>
A.1	DIFERÈNCIES ENTRE L'AVALUACIÓ COST-BENEFICI I L'AVALUACIÓ FINANCERA D'UN PROJECTE .....	7
A.2	EL PAPER DE L'ACB EN EL CICLE DE VIDA DEL PROJECTE .....	9
A.3	REVISIÓ DE MANUALS ACB EX-ANTE A NIVELL INTERNACIONAL .....	10
A.4	REVISIÓ DE MANUALS ACB EX-POST A NIVELL INTERNACIONAL.....	16
A.5	TAXONOMIA D'ACTUACIONS I METODOLOGIA D'AVALUACIÓ .....	18
A.6	CONSIDERACIONS I FUTURES LÍNIES DE DESENVOLUPAMENT.....	19
<b>B.</b>	<b>AVALUACIÓ DE PROJECTES EX-ANTE .....</b>	<b>23</b>
B.1	DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS ACB.....	23
B.1.1	<i>Definició del projecte de transport .....</i>	<i>24</i>
B.1.1.1	Situació actual i objectius.....	24
B.1.1.2	Alternatives i cas base .....	25
B.1.2	<i>Avaluació d'impactes.....</i>	<i>29</i>
B.1.2.1	Identificació dels agents implicats.....	29
B.1.2.2	Identificació de costos/beneficis i mètodes de quantificació.....	32
B.1.2.2.1	Inversió .....	32
B.1.2.2.2	Operació .....	35
B.1.2.2.3	Manteniment.....	37
B.1.2.2.4	Altres despeses.....	38
B.1.3	<i>Agregació de costos i beneficis (taxa de descompte) .....</i>	<i>54</i>
B.1.4	<i>Horitzó temporal d'avaluació del projecte .....</i>	<i>58</i>

<i>B.1.5</i>	<i>Interpretació de resultats i presa de decisions</i>	<i>61</i>
B.1.5.1	Pla d'inversions (escollir la millor alternativa i acceptar o rebutjar un projecte)	61
B.1.5.2	Programació d'inversions (el problema del gestor públic)	66
<i>B.1.6</i>	<i>El tractament del risc i la incertesa</i>	<i>71</i>
B.1.6.1	Anàlisi de sensibilitat i escenaris	72
B.1.6.2	Anàlisi de risc (distribució de probabilitat dels inputs)	74
B.1.6.3	Criteris de decisió amb incertesa (risc)	76
<b>B.2</b>	<b>MODELS DE Matriu AGENTS-IMPACTES SEGONS TIPUS D'ACTUACIÓ</b>	<b>79</b>
<i>B.2.1</i>	<i>Noves carreteres, condicionaments o desdoblaments</i>	<i>79</i>
<i>B.2.2</i>	<i>Variant</i>	<i>80</i>
<i>B.2.3</i>	<i>Millora local d'una carretera</i>	<i>81</i>
<i>B.2.4</i>	<i>Carril bus o bus/VAO</i>	<i>82</i>
<i>B.2.5</i>	<i>Nova línia de ferrocarril, perllongament o desdoblament</i>	<i>82</i>
<i>B.2.6</i>	<i>Nova estació de ferrocarril</i>	<i>83</i>
<i>B.2.7</i>	<i>Nova línia d'alta velocitat</i>	<i>84</i>
<i>B.2.8</i>	<i>Nova estació d'alta velocitat</i>	<i>85</i>
<b>B.3</b>	<b>DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS ACB SIMPLIFICADA</b>	<b>86</b>
<b>C.</b>	<b>AVALUACIÓ DE PROJECTES EX-POST</b>	<b>88</b>
C.1	CONTEXT I OBJECTIUS	88
C.2	DADES DE PARTIDA	89
C.3	MODELS D'APLICACIÓ SEGONS TIPUS D'ACTUACIÓ	90
C.3.1	<i>Carreteres. Millora de seguretat viària</i>	91
C.3.2	<i>Carreteres. Variants i millores locals d'una carretera</i>	93
C.3.3	<i>Transport públic. Nova línia de ferrocarril, perllongament o desdoblament</i>	96
C.3.4	<i>Transport públic. Nova estació de ferrocarril bus o millora</i>	98
C.3.5	<i>Vies ciclistes</i>	99

C.3.6	<i>Millora ambiental. Actuacions de millora ambientals i altres de singulars</i> .....	100
C.4	AVALUACIÓ COMPARATIVA ENTRE EX-ANTE I EX-POST DE LES ACTUACIONS.....	101
C.5	META-ANÀLISI EX-POST.....	103
C.5.1	<i>Introducció</i> .....	103
C.5.2	<i>Meta-anàlisi d'actuació individual</i> .....	103
C.5.3	<i>Meta-anàlisi del conjunt d'actuacions</i> .....	106
C.5.4	<i>Conclusions</i> .....	108
<b>ANNEX 1: GUIA PRÀCTICA D'ÚS DE L'EINA DEL SAIT I FITXES METODOLÒGIQUES ..</b>		<b>109</b>
<b>ANNEX 2: ESQUEMA D'INFORME DE RESULTATS TIPUS</b> .....		<b>152</b>
<b>ANNEX 3: RESUM BENCHMARKING MANUALS ACB EX-ANTE</b> .....		<b>158</b>
<b>ANNEX 4: RESUM BENCHMARKING MANUALS ACB EX-POST</b> .....		<b>184</b>
<b>ANNEX 5: ACTUALITZACIÓ FACTOR DE CORRECCIÓ PREUS OMBRA</b> .....		<b>191</b>
<b>ANNEX 6: RECOMANACIONS PER LA FUTURA INTEGRACIÓ DELS ASPECTES NO MONETARIS: ANÀLISI MULTI-CRITERI (AMC)</b> .....		<b>193</b>
<b>ANNEX 7: APLICACIÓ A CASOS PRÀCTICS D'AVAUACIÓ EX-ANTE</b> .....		<b>200</b>
<b>ANNEX 8: APLICACIÓ A CASOS PRÀCTICS D'AVAUACIÓ EX-POST</b> .....		<b>230</b>
<b>ANNEX 9: ACTUALITZACIÓ DELS COSTOS DE REFERÈNCIA AL 2019</b> .....		<b>262</b>
<b>REFERÈNCIES</b> .....		<b>282</b>

## A. Introducció

La conjuntura econòmica actual fa que els recursos disponibles per a la inversió pública en infraestructures i serveis de transport siguin molt limitats. En aquest marc, una utilització eficient del recursos resulta imprescindible. Dedicar recursos a determinades actuacions té un cost d'oportunitat per la societat, equivalent als beneficis que potencialment es podien haver obtingut en dedicar aquests recursos a cobrir altres necessitats. Un projecte augmentarà el benestar social si només si els beneficis que se'n deriven són majors que el cost d'oportunitat dels recursos emprats.

El paper de l'Avaluació Cost-Benefici (ACB) en la planificació i gestió d'infraestructures resulta clau per garantir un correcte ús dels recursos; tant en l'avaluació *ex-ante* per destriar els que resulten socialment beneficiosos i prioritzar-los, com *ex-post* per valorar possibles modificacions del projecte i obtenir feedback per futurs projectes, respectivament. Tot i que el plantejament central de l'ACB és l'eficiència econòmica pel conjunt de la societat, tot projecte genera certa distribució d'impactes, tant entre els agents implicats com entre els diferents territoris. A part de definir si un projecte és socialment acceptable o no, l'ACB també pot permetre quantificar quines mesures compensatòries caldrà establir per tal d'esmoreir els possibles impactes negatius pels diferents grups socials i/o territoris.

A més l'ACB pot no només analitzar els efectes sobre el mercat en el que es realitza l'actuació, si no també els possibles *spillover* – efectes indirectes (mercats relacionats) i efectes addicionals (sobre el conjunt de l'economia: increment de la competitivitat, atracció d'inversions, economies d'escala, aglomeració o decisions a llarg termini dels agents), on caldrà tenir en compte les limitacions que imposa evitar la doble comptabilització dels impactes. Aquests i d'altres aspectes poden requerir de l'aplicació de tècniques d'anàlisi multicriteri com a complement a la presa de decisions.

L'objectiu del present manual és establir una metodologia ACB per infraestructures de transport robusta, eficient i rigorosa que ajudi als gestors públics en la presa de decisions per una correcta utilització dels recursos econòmics disponibles. Aquest manual té la vocació de servir de referència comuna en l'aplicació de l'ACB pel conjunt d'entitats vinculades a la Generalitat de Catalunya. A tal efecte, la metodologia definida recull les millors pràctiques disponibles als manuals ACB a nivell internacional, especificarà la interpretació dels conceptes bàsics i definirà de manera clara els criteris de la seva aplicació.

El present manual s'estructura en tres grans capítols. El present capítol A realitza una introducció de l'ACB, exposant un benchmarking de les avaluacions *ex-ante* i *ex-post* a nivell internacional; es defineix una taxonomia d'actuacions i les diferents metodologies a aplicar; i s'ofereix un conjunt de consideracions finals relatives a la millora de la informació de base, l'aplicació dels models de demanda i futures línies de desenvolupament del present manual.

El capítol B es centra en el anàlisi *ex-ante*. Es realitza una descripció bàsica del procés a seguir en l'ACB, detallant els aspectes més rellevants a considerar segons la revisió de l'estat de l'art

dels manuals a nivell internacional. En aquest capítol es destaquen les problemàtiques específiques i els aspectes que cal tenir en compte en la definició del projecte, la tria d'alternatives, l'elecció del cas base de referència, la identificació d'agents afectats, les tècniques bàsiques per quantificar els impactes (costos i beneficis) i com agregar-los al llarg de tot l'horitzó d'avaluació; així com el procés de presa de decisions a partir dels resultats obtinguts i els possibles escenaris d'incertesa. En els diferents apartats es destaquen els criteris que cal adoptar per cada un dels anteriors aspectes de l'ACB. En aquest capítol també es detalla una proposta concreta dels impactes i agents que cal considerar en l'ACB segons les diferents tipologies d'obra considerades. Finalment es defineix la metodologia ACB simplificada que s'aplicarà a determinades actuacions amb un pressupost inferior a un cert llindar i on l'aplicació d'un ACB clàssic no té tan de sentit.

Finalment, el tercer gran capítol d'aquest manual, el C, recull les consideracions i metodologies per a les avaluacions ex-post. Es defineixen els objectius i les dades de partida i es presenten les metodologies per a cada tipologia d'actuació. El darrer apartat introdueix el concepte del meta-anàlisi, que ens permet analitzar en global el conjunt de les avaluacions ex-post i extreure conclusions per a la millora de les avaluacions ex-ante, així com conèixer i identificar quines actuacions tenen un major benefici per la societat.

Finalment, als annexes del present manual es poden trobar la guia pràctica per a la utilització de l'eina i les fitxes on es detalla la metodologia a seguir per complimentar cada una de les cel·les que componen la matriu agents-impactes, aportant informació sobre el mètode, paràmetres i valors de referència a emprar en el càlcul dels impactes. En el annex es recull l'aplicació a diferents casos pràctics de la metodologia i criteris exposats per a les avaluacions ex-ante i ex-post. També es detallen el model d'informe tipus per l'ACB, un seguit de fitxes resum dels manuals analitzats a nivell internacional; així com el mètode d'actualització del coeficient de preus ombra i un recull de recomanacions per la inclusió de l'anàlisi multicriteri.

## **A.1 Diferències entre l'Avaluació Cost-Benefici i l'avaluació financera d'un projecte**

Un aspecte que cal posar de relleu en aquest manual són les substancials diferències que existeixen entre l'avaluació financera (AF) i l'ACB d'un projecte; que tot i estar clarament vinculades aporten visions força diferenciades de cara a la presa de decisions.

L'AF té per objectiu determinar el rendiment econòmic dels recursos financers dedicats a un projecte, contemplant les despeses i ingressos monetaris reals en el flux de caixa del mateix. Aquesta avaluació es realitza des de l'òptica de l'agent que realitza la inversió i busca determinar fins a quin punt els ingressos generats pel projecte són capaços de cobrir els costos que genera dur-lo a terme.

En canvi, l'ACB té per objectiu determinar la contribució d'un projecte al benestar de la societat en el seu conjunt, cosa que modifica de manera important l'òptica de l'AF. Tot i que l'AF resulta en part la base de la que parteix l'ACB, en aquest darrer és modifiquen principalment tres elements clau. En primer lloc, la comptabilització de costos i beneficis passa de considerar els fluxos monetaris reals entre agents a considerar només els fluxos econòmics que comportin un canvi de benestar en el conjunt de la societat; on les transferències pures entre agents com per



exemple tarifes, impostos i despeses de finançament no es tenen en compte. En segon lloc, resulta necessari aplicar factors de correcció a la valoració dels costos i beneficis per tal de reflectir el seu cost d'oportunitat social, passant de preus de mercat (AF) a preus ombra (ACB) per corregir les distorsions dels mercats. I en tercer lloc a diferència de l'AF, l'ACB integra les externalitats que impliquen costos o beneficis socials derivats del projecte, com per exemple pol·lució, canvi climàtic i accidents entre d'altres.

A més també resulta rellevant destacar les diferències en termes d'actualització dels costos i beneficis. A l'AF es considera una taxa de descompte per reflectir el cost d'oportunitat del capital, ja que a l'invertir el capital en un projecte es renuncia a fer-ho en un altre, on usualment es fa servir el tipus d'interès de mercat. En canvi, l'ACB empra la taxa de descompte social per reflectir el punt de vista social sobre la valoració dels beneficis i despeses futurs respecte dels actuals, que reflexa la preferència temporal social i no necessàriament ha de coincidir amb el tipus d'interès de mercat (veure apartat B.1.3).

<b>Criteris</b>	<b>AF</b>	<b>ACB</b>
<i>Òptica de l'avaluació</i>	Agent concret	Conjunt societat
<i>Fluxos considerats</i>	Monetaris reals	Canvi benestar societat No transferències
<i>Valoració costos/beneficis</i>	Preus mercat	Preus ombra
<i>Externalitats</i>	No	Si
<i>Taxa descompte</i>	Cost oportunitat capital	Preferències temporals socials

**Taula 1. Resum diferències entre AF i ACB**

El present manual només es centra en la definició de la metodologia ACB, ja que la rendibilitat social resulta la component principal de la presa de decisions per part del gestor públic. No obstant, cal tenir en compte que les limitacions pressupostàries no permeten obviar l'AF dels projectes. Aquest aspecte en concret es recull a l'apartat B.1.5.1. A més, en el cas de l'administració pública, cal distingir entre el que seria una avaluació financera i una avaluació pressupostària. Un projecte pot no ser sostenible financerament, però si des del punt de mira del conjunt de la societat, i caldrà una aportació pressupostària per fer-hi front. Per això, implica que cal assegurar la sostenibilitat financera i que els recursos pressupostaris necessaris estaran disponibles en tota la vida del projecte. En aquest manual no s'aporten directrius concretes sobre els criteris a seguir a l'AF, però per més referències al respecte el lector interessat pot recórrer per exemple a DGRegio (2014), CE (2008) o BEI (2013). Així mateix, aquests mateixos manuals ofereixen una desambiguació dels termes AF i ACB més àmplia que la exposada en aquest apartat.



## A.2 El paper de l'ACB en el cicle de vida del projecte

L'ACB resulta una eina bàsica per la presa de decisions, per tant, hauria d'emparar-se en diverses fases de decisió del projecte; no només per tirar-lo endavant o rebutjar la seva implantació, si no també per decidir els ajustos pertinents a realitzar per assegurar que aporta el màxim retorn social al llarg del seu cicle de vida. Aquest cicle cobreix tot el procés des de la concepció de la idea per donar solució al problema concret fins la seva posada en operació. A la Figura 1 es mostren a grans trets les diferents etapes del cicle de vida del projecte.

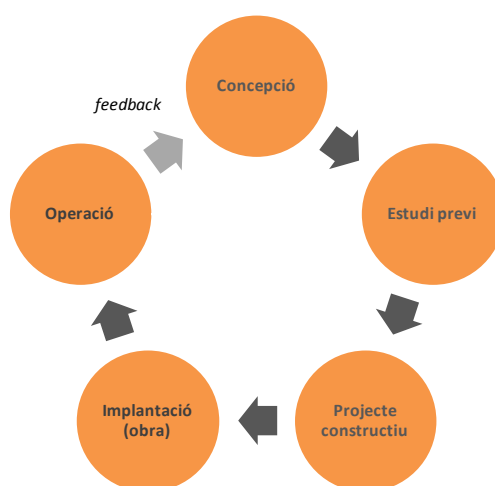


Figura 1. Cicle de vida d'un projecte

Aquest procés es divideix en tres fases ben diferenciades. En primer lloc, una fase de plantejament on es realitza la concepció del projecte, els estudis previs per valorar-ne la seva viabilitat fins la definició específica del projecte constructiu. En aquestes tres etapes de planejament es realitza una avaluació *ex-ante* amb diferents nivells d'informació disponible i aplicant models amb projecció al futur que impliquen cert nivell d'incertesa en la valoració del retorn social real aportat pel projecte. Un exemple clar d'aquesta progressiva concreció són els costos d'inversió, que en fase d'estudi previ parteixen de costos unitaris de referència i un cop fet l'estudi de traçat o el projecte constructiu es van definint en molt major detall. Això també s'aplica als costos ambientals que en una primera fase resulta necessari aproximar a partir de costos unitaris de referència, però un cop disponible l'estudi d'impacte ambiental (EIA) queden definits en detall per l'actuació analitzada. En aquest sentit, la metodologia descrita al present manual s'adapta als nivells d'informació disponible en cada fase; així com a la possible necessitat de fer avaluacions preliminars sense un detall complet dels impactes per estudiar un ampli conjunt de possibilitats (previ a la presa de decisions).

En segon lloc, en la **fase d'implantació** del projecte part d'aquesta incertesa en algunes components de l'anàlisi és eliminada a partir de la nova informació revelada durant el procés d'execució de l'obra, sobretot pel que fa als costos de la inversió. En aquesta fase resulta rellevant prendre en consideració els resultats de l'anàlisi de risc de l'avaluació *ex-ante* per definir els límits de desviació assumibles des del punt de vista de la rendibilitat social, i establir les modificacions pertinents tant en el disseny de la infraestructura com en la seva posterior gestió i explotació.

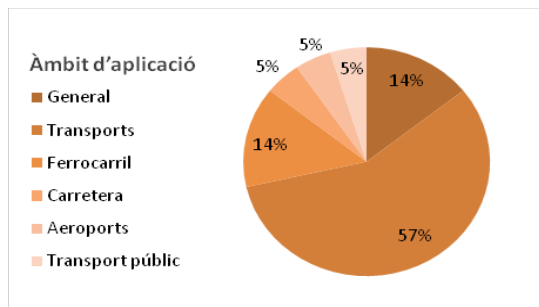
Per últim, un cop a la fase d'operació més informació es va revelant sobretot en relació a la captació de demanda i despeses operatives, cosa que redueix encara més la incertesa i permet fer una estimació més acurada del retorn social previst. En tant que la vida útil del projecte és llarga resulta interessant realitzar una primera avaluació **ex-post** un cop transcorregut un període suficient d'anys després de la implantació, per tal d'assegurar que s'assoleix el sostre de demanda potencial. Aquest anàlisi ha de permetre prendre mesures correctores si s'estima que el retorn social no arriba al nivell desitjat.

### A.3 Revisió de manuals ACB EX-ANTE a nivell internacional

Per tal de dur a terme la proposta de nova metodologia SAIT, s'ha realitzat una revisió extensiva dels manuals ACB disponibles a nivell internacional. L'objectiu ha estat identificar i analitzar les metodologies d'ACB que s'utilitzen a altres territoris, detectant les millors pràctiques i aspectes crítics per l'avaluació.

En aquest sentit cal destacar que la revisió ha inclòs 21 manuals; corresponents a 13 àmbits geogràfics diferents, on Europa en conjunt resulta la principal font d'informació (15) i els països anglosaxons amb major tradició d'avaluació de polítiques públiques gairebé completen la mostra (5). El detall dels països analitzats es pot veure a la Figura 2(a). Així mateix, els manuals analitzats cobreixen un ampli ventall d'àmbits d'aplicació, tal com es mostra a la Figura 2(b). El més important és evidentment el dels transports, però també s'han inclòs manuals d'avaluació de polítiques públiques generals i d'altres per sectors específics dins l'àmbit dels transports (ferrocarrils, aeroports, carreteres i transport públic).

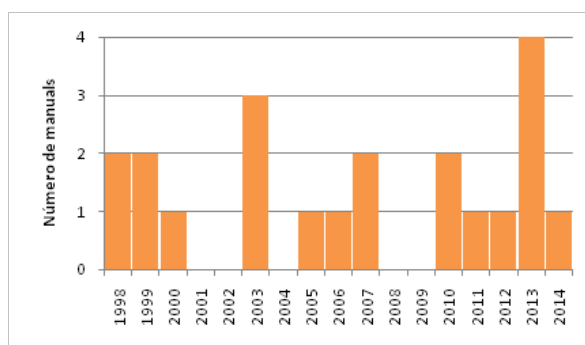
Regió	Núm.
Alemanya	1
Austràlia	1
Canadà	2
Catalunya	2
Estats Units	1
Espanya	2



(b)

Europa	4
França	1
Holanda	1
Japó	1
Nova Zelanda	1
Regne Unit	3
Suècia	1

(a)

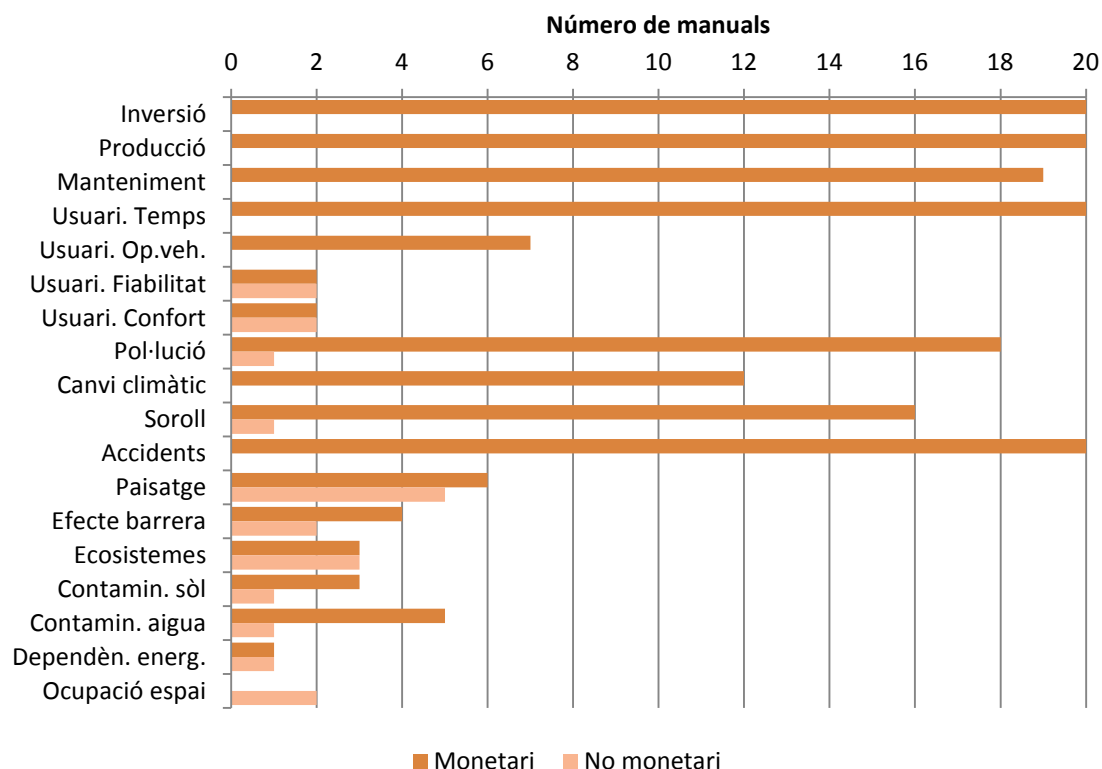


(c)

**Figura 2. Resum descriptiu dels manuals ACB analitzats al benchmarking (Font: Elaboració pròpia)**

Els manuals analitzats cobreixen un període de temps significatiu, recollint aquells publicats entre 1998 i 2014. Això ha permès detectar l'evolució de les metodologies aplicades i recollir els últims avenços amb la inclusió dels manuals més recents. Els manuals més antics (5) entre 1998 i 2000 contemplen la versió més clàssica de l'ACB. On, per exemple, no s'inclou de manera generalitzada cap particularització dels guany o pèrdues pels diferents agents implicats, que s'introduirà a partir de RAILPAG (2007); ni una avaluació de risc (a excepció de FAA, 1999), que els manuals més recents han adoptat de manera generalitzada.

Així mateix, segons el moment de publicació dels manuals també es poden detectar diferències en els impactes contemplats i els seus mètodes de valoració. El gruix d'impactes sobre els costos d'inversió, manteniment i producció no ha patit gaire evolució, a part de la seva monetarització a preus ombra per reflectir el cost d'oportunitat social. De la mateixa manera, els impactes sobre els usuaris només han evolucionat en relació al confort i la fiabilitat, tot i que encara sense metodologies consensuades per la seva monetarització. On més canvis es poden detectar entre els manuals antics i els més recents és en els impactes relacionats amb les externalitats, on aspectes com el deteriorament del paisatge, efecte barrera, la pèrdua d'ecosistemes o la contaminació del sòl i els aqüífers s'ha anat integrant dins l'ACB, tot i que no sempre amb mètodes de valoració monetària.



**Figura 3. Número de manuals que contempnen una valoració monetària i no monetària dels diferents impactes d'un projecte (Font: elaboració pròpia)**

A partir de l'anàlisi dels manuals internacionals hem pogut detectar que tot ACB es pot dividir en 4 fases principals:

- 1) Definició del projecte: on es detecta el problema al que es vol donar solució en base a uns objectius establerts, es detecten les alternatives rellevants i l'escenari sobre el que es valoraran els beneficis incrementals de cada una d'elles.
- 2) Avaluació d'impactes: on es quantifiquen els costos i beneficis que aporta cada una de les alternatives i s'obtenen els indicadors oportuns de la rendibilitat del projecte.
- 3) Interpretació de resultats a partir dels indicadors de rendibilitat i criteris de decisió establerts.
- 4) Complements de suport a la decisió (AMC): que integren altres components no monetaris que poden ser de rellevància per la presa de decisions (i no disposen d'un mètode de valoració fiable o són elements de caràcter qualitatiu).

A la Taula 2 i la Taula 3 es presenta un resum de les característiques i criteris detectats per cada una de les fases del procés ACB en cada un dels manuals analitzats.



		Regió	ALE	AUS	CAN	CAN	CAT	CAT	USA	ESP	ESP	EU	EU	EU	EU	FRA	HOL	JAP	NZL	UK	UK	UK	SUE	
		Institució:	FMTBH	BTE	TBCS	TBCS	ATM	MAIT	FAA	CEDEX	ADIF	BEI	RAILPAG	HEATCO	DGRegio	MdT	MTPW	SGRIE	NZ TA	DfT	HMT	SRA	STA	
		Any:	2003	1999	1998	2007	1998	2010	1999	2010	2013	2013	2007	2006	2014	2005	2012	2000	2013	2014	2011	2003	2013	
		Àmbit d'aplicació:	Tran	Tran	Tran	Tran	TP	Tran	Aero	Tran	Ferr	Gen	Ferr	Tran	Tran	Tran	Gen	Carr	Tran	Tran	Gene	Ferr	Tran	
Projecte	Objectius	Plan.	--	Gen.	Gen.	--	Gen.	Gen.	SMART	--	--	Gen.	--	SMART	Gen.	--	--	--	--	SMART	--	--	--	
	Alternatives	--	--	Crit.	Crit.	--	--	Catlg	Crit.	--	--	Crit.	Crit.	Crit.	--	--	--	--	--	Crit.	Crit.	Crit.	Crit.	
	Cas base	R	--	R	M	--	R*	A	R/M/A	--	R/M/A	R/M	M/A	R/M	R/M	A	--	M	M	M	RE/M	M	M	
Agents implicats	Administració	--	--	--	X	--	X	--	X	X	--	X	--	X	--	--	X	--	--	--	--	--	--	
	Regulador	--	--	--	X	--	--	--	X	X	--	X	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	Gestor Infr.	--	--	--	--	--	--	--	X	X	--	X	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	Operadors	--	--	--	--	--	X	--	X	X	--	X	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	Contractistes	--	--	--	--	--	X	--	X	X	--	X	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	Assegur.	--	--	--	--	--	--	--	--	X	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	Usuaris	--	--	--	X	--	X	--	X	X	--	X	--	X	--	--	X	--	--	--	--	--	--	
	No usuaris	--	--	--	X	--	X	--	X	X	--	X	--	X	--	--	X	--	--	--	--	--	--	--
	Contribuents	--	--	--	X	--	X	--	X	--	--	X	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Avaluació d'impactes	Inversió	M	--	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
	Producció	M	--	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
	Manteniment	M	--	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
	Us.Temp	M	--	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
	Us. Op.veh.	M	--	M	M	M	M	--	M	--	--	--	--	M	--	--	--	--	M	--	--	--	--	
	Us. Fiabilitat	--	--	--	--	--	--	No	M	--	--	--	--	--	M	--	--	--	No	--	--	--	--	
	Us. Confort	--	--	--	--	--	--	No	M	--	--	--	--	--	M	--	--	--	No	--	--	--	--	
	Pol·lució	M	No	--	M	M	M	M	M	M	--	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
	Canvi climàtic	M	--	--	--	--	M	--	M	M/No	--	M	M	M	M	--	--	M	M	M	M	M	M	
	Soroll	M	No	--	--	M	M/No	M	M	M/No	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
	Accidents	M	--	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
	Paisatge	--	No	M	M	--	No	--	M	M	--	--	--	--	--	--	--	--	No	No	M	M	No	
	Ef. barrera	--	--	--	--	--	No	--	M	No	--	--	--	--	--	--	M	--	--	--	M	M	--	
	Ecosistemes	--	--	--	--	--	--	--	--	No	--	--	--	--	No	M	--	--	M	M	--	--	No	
	Contam. sòl	--	--	--	--	--	--	--	M	--	--	--	--	--	--	M	--	--	--	--	--	M	No	
	Contam. aigu	--	--	--	--	--	No	--	M	--	--	--	--	--	--	M	--	--	M	M	M	M	--	
	Depen. enrg.	--	--	--	--	--	--	--	--	No	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	M	--	
Ocup. espai	--	--	--	--	--	No	--	--	M	--	--	--	--	--	M	--	--	--	--	--	--	--		

Taula 2. Resum benchmarking – Definició del projecte i avaluació d'impactes. Plan.= planificació; Gen.= generals; SMART= específics; Crit.= indicacions d'aspectes a tenir en compte; Catlg.= catàleg amb exemples d'alternatives; R= no fer res; M= fer el mínim; A= fer una altra cosa; X= contemplat; M= monetari; No= no monetari; -- = aspecte no definit; \*condicionant específic destacat a la taula particular del manual analitzat

Regió	ALE	AUS	CAN	CAN	CAT	CAT	USA	ESP	ESP	EU	EU	EU	EU	FRA	HOL	JAP	NZL	UK	UK	UK	SUE	
Institució:	FMTBH	BTE	TBCS	TBCS	ATM	MAIT	FAA	CEDEX	ADIF	BEI	RAILPAG	HEATCO	DGRegio	MdT	MTPW	SGRIE	NZ TA	DfT	HMT	SRA	STA	
Any:	2003	1999	1998	2007	1998	2010	1999	2010	2013	2013	2007	2006	2014	2005	2012	2000	2013	2014	2011	2003	2013	
Àmbit d'aplicació:	Tran	Tran	Tran	Tran	TP	Tran	Aero	Tran	Ferr	Gen	Ferr	Tran	Tran	Tran	Gen	Carr	Tran	Tran	Gene	Ferr	Tran	
Tax.desc. mètode	Fixat	STPR	Fixat	Fixat	Fixat	Fixat	Fixat	STPR	Fixat	STPR	--	STPR	STPR	Fixat	Fixat	Fixat	Fixat	Fixat	Fixat	Fixat	Fixat	
Tax.desc. forma	exp	exp	exp	exp	exp	exp	exp/var	exp	exp	exp	exp/hip	exp/var	exp	exp/var	exp	exp	exp	exp	exp	exp	exp	
Tax.desc. rang	3% (r)	3-4%	10% (r)	8%	4%	--	7%	--	5,5%	3,5-5,5%	2,5-8%	>3%	3-5%	4-3%	4%	4%	6%	3,5-3%	3,5%	--	3,5% (r)	
Hor. temp. criteri	Harm.	--	--	--	--	VU+P	VU	VU	VU	--	VU	VU	VU	VU	VU*	VU	VU*	VU	--	VU	VU	
Hor. temp. rang	--	--	--	--	--	20-30	20	30	30	--	--	40	30-40	≥30	--	30-50	40	60	--	--	40-60	
Criteris decisió	Accept/rebutj	B/C	--	--	VAN	VAN	VAN	VAN*	VAN	VAN	--	VAN	VAN	VAN	VAN	VAN	B/C	VAN	VAN	VAN	B/C*	
	Prioritzar	--	--	--	VAN	VAN	--	VAN	VAN*	--	--	B/C	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	Pla inversió	--	--	--	--	TIR*	--	--	--	--	--	RNPSS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Incertesa	Sensibilitat	--	--	--	Det.	Det.	Det.	Det.	Det.	--	--	Det.	Det.	Det.	Det.	Det.	Det.	Det.	Det.	Det.	Det.	
	Escenaris	--	--	--	--	Valor.	Compl.	Compl.	--	Compl.	--	Compl.	Compl.	--	Compl.	--	--	Compl.	Compl.	Compl.	--	
	Risc	--	--	--	SMC	--	--	SMC	SMC	SMC	--	SMC	SMC	SMC	Cov	--	SMC	Compl.	SMC	SMC	--	
Anàlisi Multi-criteri	--	X	--	--	X	X	X	--	X	X	--	X	--	X	--	X	X	X	--	--	X	
Integració ACB	No	Sí	--	--	Sí	No	No	--	No	Sí	--	No	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	
Aspectes inclosos	Equitat soc.	--	X	X	--	X	X	--	--	--	--	--	X	--	--	X	--	--	--	X	--	
	Equitat territ.	--	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	X	--	--	X	--	--	--	X	--	
	Imp. ambient.	X	--	--	--	--	X	--	--	X	--	--	X	X	--	--	X	--	--	--	--	
	Imp. econ.	X	--	--	--	--	X	X	--	--	--	--	X	X	--	--	--	X	--	--	--	
	Crea.lloc.tre	X	X	--	--	--	X	--	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	Qualit. vida	--	--	--	--	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	Urbanisme	X	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	X	
	Connectivitat	X	--	--	--	X	X	--	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	X	--	X	X
	Patrimoni	--	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	X	--	--	--	X
Objct. estrg.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	

**Taula 3. Resum Benchmarking – Agregació de beneficis i costos, criteris de decisió, tractament de la incertesa i aspectes no monetaris. Fixat= establert per l'autoritat competent; STPR= Social time preference ratio; exp=exponencial; hip= hiperbòlica, var= exponencial variable; Harm.= criteri alemany; VU= vida útil; P=límit de predicció fiable; VAN = valor actual net; TIR = taxa interna de retorn; B/C= rati entre beneficis i costos actualitzats; RNPSS= rati entre el VAN i els costos per l'Administració; Det.= emprat per detectar variables crítiques; Valor.= emprat per valorar la incertesa; Compl.= anàlisi complementari; SMC= simulacions de Monte Carlo.**



#### A.4 Revisió de manuals ACB EX-POST a nivell internacional

Molts països requereixen una avaluació ex post dels projectes de transport, però, en realitat, pocs apliquen aquest requisit. Aquest fracàs sovint es relaciona amb la manca de finançament dedicat per a l'avaluació ex-post. Les avaluacions de projectes ex-post també es poden obstaculitzar per la disponibilitat limitada de dades rellevants.

Per tal de dur a terme una proposta per a les avaluacions ex-post a Catalunya, s'ha realitzat una revisió extensiva dels manuals disponibles a nivell internacional. L'objectiu ha estat identificar i analitzar les metodologies d'ACB que s'utilitzen a altres territoris, detectant les millors pràctiques i aspectes crítics per l'avaluació.

Així doncs, a continuació es presenta un recull i anàlisi de la documentació existent i l'estat de l'art en matèria d'anàlisi ex-post d'infraestructures de transport.

L'International Transport Forum (ITF) ha publicat recentment el document "Ex-Post Assessment of Transport Investments and Policy Interventions" (ITF, 2017), que representa el recull més complet i recent de l'estat de l'art en la matèria. El document es basa en els resultats d'una discussió entre diferents experts d'àmbit internacional i es focalitza en un seguit de casos d'implementació a França, Regne Unit i Estats Units. L'informe acaba oferint les següents recomanacions:

- El procediment de recollida de dades s'ha de planificar des de les fases inicials del projecte
- L'auditoria de projectes de transport ha de cobrir-ne totes les fases
- Usar una organització independent per a realitzar auditories en projectes de transport
- Reconèixer la diversitat d'objectius perseguits per les inversions en transport
- Involucrar agents locals en l'avaluació

Tal com ja s'ha comentat anteriorment, l'anàlisi ex-post és necessari per les limitacions que presenten les avaluacions cost benefici clàssiques, fruit de la incertesa de les variables de demanda i impactes indirectes que es poden produir després de la implementació de noves infraestructures de transport.

Perquè l'anàlisi ex-post tingui moltes possibilitats d'èxit, cal abordar la naturalesa de les dades. La recopilació de dades ha de ser planificada a l'inici d'un projecte, ja que sovint resulta impossible la reconstrucció de dades rellevants a posteriori. A continuació es detallen algunes experiències:

- França ha abordat això mitjançant la creació d'observatoris de transport establerts per llei, que recullen dades, estableixen punts de referència i publiquen auditories de projectes de transport. Els serveis de transport han millorat notablement la qualitat de les dades per als principals sistemes de transport. Per a les inversions més grans, ara

s'estableix un observatori específic del projecte al mateix temps que s'ha aprovat el projecte.

- Als Estats Units, una base de dades en línia amb informació sobre 100 projectes permet als responsables de la presa de decisions seleccionar una mostra de projectes similars a la que estan considerant i accedir a informació rellevant sobre el rendiment d'aquests projectes.
- A Austràlia, el *Bureau of Infrastructure, Transport and Regional Economics* (BITRE) ha realitzat dues rondes d'avaluacions ex post al 2005-2007 i al 2014-2016 per l'anàlisi de les inversions en carreteres. Les proves disponibles suggereixen que hi ha molt marge de millora en la qualitat dels ACB en fase ex-ante. Les lliçons apreses inclouen recomanacions per millorar la documentació i la revisió del CBA, les previsions del trànsit i l'estimació dels beneficis de l'usuari per carretera i els valors residuals.
- A Anglaterra, *Highways England* realitza *Post Opening Project Evaluation* (POPE), que són avaluacions després de l'entrada en servei d'una carretera. Les avaluacions es duen a terme "un any després" i "cinc anys després" de l'obertura de la carretera. Tanmateix, cada 2 anys es publica un meta-anàlisi per donar una visió general de totes les avaluacions realitzades. Una taula d'avaluació mostra les xifres d'impacte previst abans de la construcció (ex-ante) i de l'impacte després de l'obertura (ex-post). D'altra banda, es presenten les xifres de les emissions de carboni, els nivells de trànsit i els accidents.

A nivell de síntesi, la Taula 4 es presenta les característiques dels anàlisis ex-post més rellevants a nivell internacional, detallant el tipus de projectes inclosos, els períodes d'estudi i si es complementen amb meta-anàlisis.

País - Sistema	Modes	Projectes inclosos	Període d'estudi	Meta-anàlisi
Anglaterra - POPE major schemes	Carretera	Tots > 10M£	A 1, 5 i 10 anys	Si
Anglaterra - POPE of LNMS	Carretera	Tots 1-10M£	A 1 any	Si
Escòcia - STRIPE	Carretera	Tots > 5M£	A 1 i 3-5 anys	No
França - LOTI	Carretera, ferrocarril, ports, aeroports	Tots > 83M€	A 3-5 anys	No
Noruega - post opening of monetised impacts of major projects	Carretera i ferrocarril	Mostra de 3-5 projectes per any	A 5 anys	Si
Estats Units – Before and after studies of new starts transit projects	Ferrocarril	Projectes finançats per FTA	A 2 anys	No
Austràlia – Ex-post	Carreteres	Casos d'estudi	-	No

País - Sistema	Modes	Projectes inclosos	Període d'estudi	Meta-anàlisi
economic evaluation of national highway projects		(2005-2007 i 2014-2016)		
Nova Zelanda – Post implementation reviews	Carreteres, Túnel i carrils bus	Mostra de projectes > 0,5M\$	A 1-3 anys	No

Taula 4. Taula recapitulativa del benchmarking a nivell internacional

A títol de síntesi es pot concloure que a nivell internacional és realitzen avaluacions ex-post de projectes de carretera i ferrocarril amb imports superiors al milió d'euros. Els períodes d'estudi fluctuen entre els 2 i 5 anys, tot i que hi ha actuacions que s'avaluen 1 any després d'entrar en servei. La pràctica del meta-anàlisi no està molt extesa però ja es comença a utilitzar a Anglaterra i Noruega.

#### A.5 Taxonomia d'actuacions i metodologia d'avaluació

En aquest apartat es mostren les diferents metodologies d'avaluació i a quins tipus d'actuacions s'han aplicat. Tal com es veurà més endavant en aquest manual, s'han definit tres nivells d'estudi per les avaluacions socioeconòmiques i cadascuna disposa d'una metodologia apropiada:

- Avaluació Cost-Benefici clàssica
- Avaluació Cost-Benefici Simplificada
- Avaluació Cost-Benefici amb estudi d'efectes indirectes

Aquestes es defineixen acuradament posteriorment, però, com a síntesi, l'ACB s'aplica a obres amb elevada inversió i amb importants efectes. En el cas de l'ACB simplificada, s'aplica en actuacions amb un o dos objectius i amb escassos números d'efectes. I els efectes indirectes tracten amb projectes amb una alta influència per la societat i una inversió molt elevada, realitzant-se com a avaluació addicional al ACB.

A la següent Taula 5 es defineixen les diferents metodologies per les actuacions. Com a punts a destacar, només en els projectes de més de 500 M€ s'aplica la metodologia d'efectes indirectes, conjuntament amb l'ACB. Les actuacions d'entre 10 M€ i 500 M€ apliquen un ACB i, finalment, els projectes amb una baixa inversió, s'imposa l'ACB simplificat.

A continuació s'ofereix una classificació dels tipus de projectes d'infraestructures de transport a considerar per a l'avaluació ex-ante i ex-post i es proposen eines d'avaluació.

	Projecte	Tipus d'anàlisi
<b>MILLORES</b>	Seguretat viària	ACB Simplificada
	Enllaços, variants, desdoblament i ampliació de xarxa	ACB Simplificada
	Ambientals i altres mesures correctores	ACB Simplificada
<b>MANTENIMENT I REHABILITACIÓ</b>	Carreteres i transport públic	ACB Simplificada
<b>INVERSIÓ</b>	Vies ciclistes	ACB Simplificada
	Carretera <10 M€	ACB Simplificada
	Transport Públic <10M€	ACB Simplificada
	Carretera 10-500 M€	ACB
	Transport públic 10-500 M€	ACB
	Carretera >500 M€	ACB + estudi efectes indirectes
	Transport públic urbà o interurbà >500 M€	ACB + estudi efectes indirectes

Taula 5. Taula recapitulativa de la taxonomia d'actuacions i la metodologia aplicada per a cada tipologia

## A.6 Consideracions i futures línies de desenvolupament

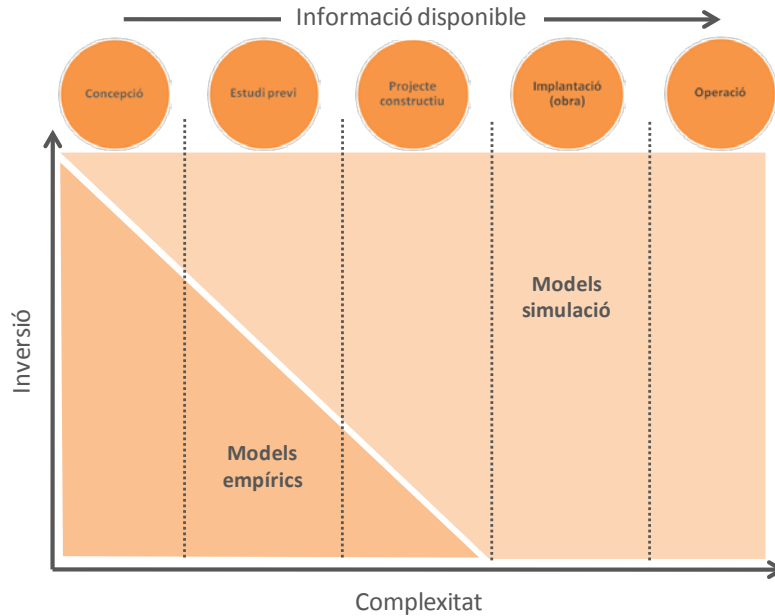
L'objectiu d'aquest manual és concretar la metodologia i els criteris per aplicar en l'ACB en les inversions en infraestructures en carreteres i ferrocarrils portada a terme en l'àmbit de la Generalitat de Catalunya, amb un especial esforç per oferir indicacions relatives a la millora de la informació de base a emprar dins l'anàlisi. Un exemple d'això és la inclusió d'un apartat específic pel tractament de la incertesa en la informació de base (inputs), apartat B.1.6; però

també s'ha realitzat una recopilació de valors de referència particularitzats per l'àmbit català allà on ha estat possible.

En aquest sentit, una de les variables generalment més rellevant pel resultat de l'ACB és el **cost d'inversió**. És per això que es valora especialment interessant disposar de valors de referència dels costos unitaris en base a la informació estadística recollida als *as-built* d'un nombre d'actuacions similars dutes a terme per la Generalitat de Catalunya. A més del cost unitari promig també es valora oportú disposar d'una estimació de la dispersió d'aquests valors, ja que l'evidència empírica mostra que la majoria de projectes solen incórrer en sobre costos (veure Flyvbjerg et al. 2002, 2004, 2008). Aquests sobre costos es poden donar per raons tècniques, que poden provocar entre el 20 i el 25% de la desviació promig (Morris 1990). Aquestes raons poden tenir una doble naturalesa, una interna: defectes en el disseny del projecte, falta d'informació sobre les característiques del terreny i les restriccions constructives que imposen, falta de coordinació i endarreriments en la construcció; com per raons externes: canvis econòmics, increments relatius de preus degut a canvis en la demanda, incertesa i canvis tecnològics o de regulació.

L'altra variable més rellevant en l'anàlisi resulta la **demanda de la infraestructura** i els diferents serveis de transport. Per avaluar-la cal disposar de models de demanda adients, que permetin valorar els efectes en el comportament de desplaçament dels usuaris derivats de la implantació del projecte. En general existeixen dues aproximacions possibles als models de demanda: models empírics o models de simulació. Els primers es basen en versions molt simplificades de la xarxa de transport per valorar els canvis en els costos de desplaçament i obtenir posteriorment el canvi de comportament a partir de models logit o l'aplicació d'elasticitats de referència. En canvi, els models de simulació recullen una descripció més o menys detallada de la xarxa de transport i les possibles interaccions entre modes, aplicant models de repartiment (empírics) de manera recursiva fins obtenir una assignació en equilibri.

La tria entre un o altre tipus de models depèn bàsicament de tres factors: el grau de complexitat del sistema de transport (xarxa i interaccions entre agents), la inversió que comporta el projecte i el nivell d'informació disponible segons la etapa del projecte en la que es realitza l'anàlisi. La recomanació del model a emprar segons la combinació d'aquests factors queda palès a la Figura 4. Així doncs, en etapes de concepció del projecte es recomana realitzar una primera aproximació a l'avaluació dels efectes sobre la demanda a partir de models empírics; excepte en inversions molt rellevants que presentin una complexitat tal que justifiqui l'ús de models de simulació simplificats. Pel que fa a l'estudi previ, on es vulgui determinar la viabilitat del projecte, es valora més rellevant disposar de models de simulació pel rangs d'inversió més usuals per les infraestructures objecte d'aquest manual, deixant els models empírics només per actuacions molt acotades tant en volum d'inversió com en complexitat de la xarxa o interaccions entre els agents implicats. Per etapes més avançades del projecte els models de simulació han de ser la norma en l'avaluació de la demanda per tot ACB, excepte en la fase de disseny (projecte constructiu) on encara es pot justificar l'ús de models empírics per actuacions de baix import en base a la manca d'informació disponible i relativa baixa complexitat.



**Figura 4. Recomanació de models de demanda a emprar en relació als nivells d'inversió i complexitat de la xarxa a estudi.**

En relació als models empírics, resulta important destacar que el repartiment modal entre les diferents alternatives de transport es sol realitzar a partir d'un model lògic segons el guany d'utilitat per cada una d'elles amb la implantació del projecte. No obstant, en alguns casos es pot voler simplificar l'anàlisi en excés i s'acaba aproximant el canvi modal de manera única a partir de la primera aproximació obtinguda després d'un canvi en els costos; que no té perquè ser l'assignació de demanda definitiva, doncs res garanteix que aquesta es trobi en una situació d'equilibri on els usuaris no tenen incentius per modificar les seves decisions de desplaçament. A més, també cal tenir en compte que aquest repartiment també haurà d'incloure en l'assignació el nou nivell de demanda, incloent la induïda per la reducció de costos que implica el nou projecte pel conjunt del sistema, quan sigui el cas. La millor alternativa per valorar la potencial inducció de demanda és l'elasticitat de la demanda al canvi en el cost generalitzat del desplaçament (pendent de la corba de demanda). Això es mostra de manera simplificada a la Figura 9. Aquesta nova demanda també entra en el repartiment.

Així doncs, és important tenir en compte que l'aplicació de models empírics simplificats no necessàriament ha d'implacar també relaxar en excés hipòtesis clau de la modelització, ja que existeixen procediments senzills per poder seguir mantenint els conceptes d'assignació en equilibri i considerar la demanda elàstica.

En relació als models de simulació, per tal de reduir el cost es valora important el fet de disposar d'una referència actualitzada comú per tota Catalunya, on s'integri no només el graf de la xarxa si no també tota la informació de l'oferta de serveis de transport i les matrius d'origen-destí dels desplaçaments. Especialment important es considera que els models de simulació puguin integrar el conjunt de modes de transport, tot i que no cal que estiguin integrats en un sol graf mentre de manera externa es prenguin en consideració les seves interaccions.

Cal destacar que tot i la complexitat general dels mètodes d'avaluació de la demanda, els models actuals encara presenten limitacions que serà convenient millorar si es vol poder avaluar-la de manera més fidedigna i recollir els efectes que generen les noves polítiques de gestió de la mobilitat. Un exemple d'aquestes limitacions és l'ús de matrius origen-destí fixes, que no recullen l'efecte que provoca el projecte en la modificació del destí o cadena d'etapes del desplaçament en els usuaris; cosa que es pot corregir aplicant els denominats *activity-based models*. Un altre exemple és el fet de fixar el moment en el que es realitza els desplaçament o el nivell d'ocupació dels vehicles; cosa que les tarifes variables i els descomptes per vehicles d'alta ocupació precisament pretenen promoure (p. ex. Gragera, 2011).

Pel que fa als models de simulació, també es poden incorporar **models de land use** que avaluen la política de transport en el seu context territorial i estimen els efectes creuats entre transport i ús del sòl (Guzmán et al., 2013).

Un altre aspecte rellevant per a l'ACB està relacionat amb encertar la demanda real de la infraestructura. Per a això, noves recerques suggereixen que la **taxa de descompte** no sigui un valor homogeni (Guzmán et al., 2013): proposen incloure taxes de descompte diferents per als usuaris, la societat, i l'autoritat pública per exemple, considerant les seves preferències temporals, el risc i les oportunitats cap als projectes de transports.

De la mateixa manera, també resulta rellevant la limitació d'aquests mètodes per recollir **l'evolució temporal de la demanda** durant la vida útil del projecte al no integrar els efectes endògens que provoca el projecte sobre les decisions que poden prendre a llarg termini els agents implicats; com ara la relocalització de l'activitat econòmica, lloc de residència o tinença de vehicle. Això usualment es contempla a través d'escenaris d'evolució de la demanda a llarg termini o bé a partir de factors de creixement determinats per models econòmics, però en ambdós casos aquesta evolució es fa de manera independent al propi impacte que hi provoca de la nova infraestructura/servei i només es consideren factors externs als sistema de transport (evolució econòmica).

A nivell d'**externalitat** una de les variables més rellevants i que no disposa d'un tractament en consonància és l'accidentalitat. Els canvis en la infraestructura i la seva gestió tenen un efecte important sobre els nivells de sinistralitat i la seva gravetat, cosa que fa recomanable invertir majors esforços en el desenvolupament de models predictius que permetin fer hipòtesis sobre els estalvis de manera més acurada i adaptada a les característiques particulars de la xarxa catalana i els seus usuaris.



## B. Avaluació de projectes ex-ante

### B.1 Descripció del procés ACB

En aquest capítol es defineix de manera detallada cada una de les components del procés de l'ACB, que es divideix de manera general en tres fases ben diferenciades. Un esquema d'aquest procés es mostra a la Figura 5.

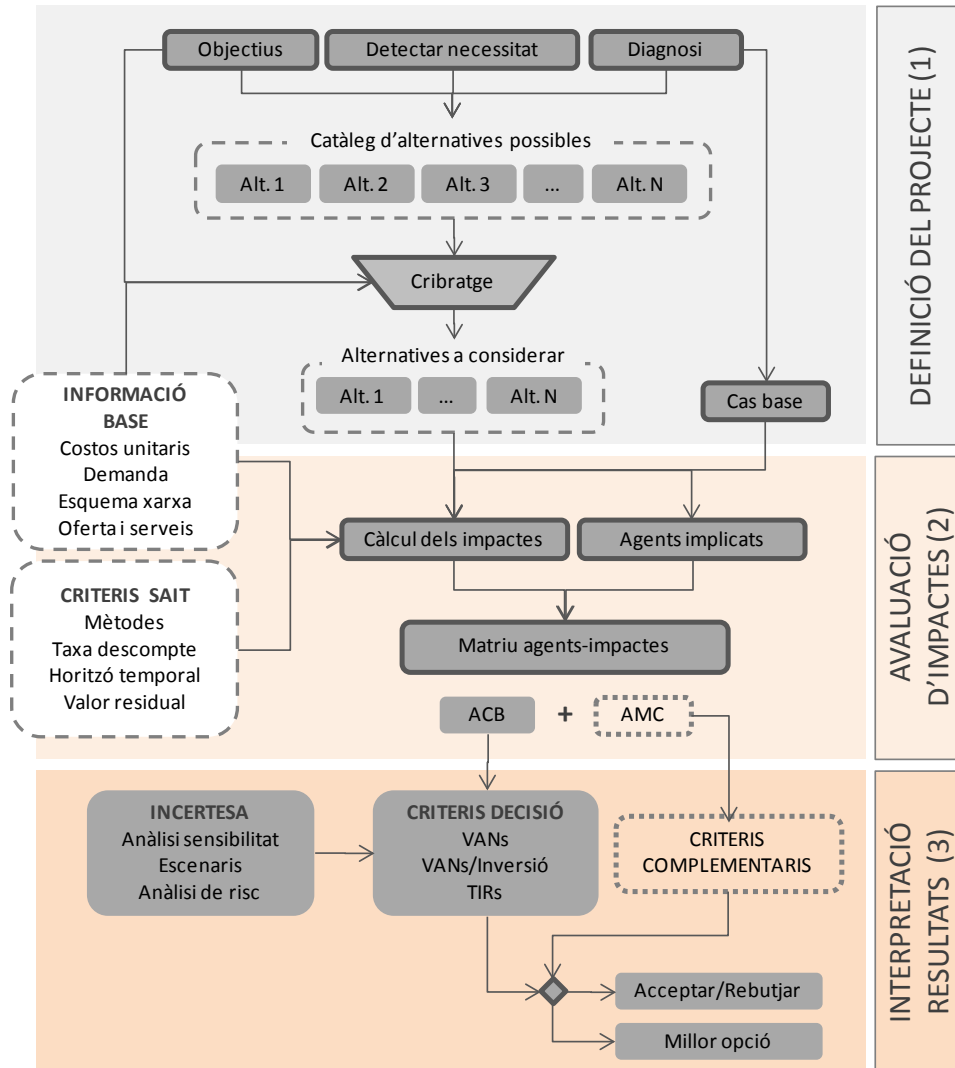


Figura 5. Esquema de les diferents etapes a seguir en el procés ACB (Font: Elaboració pròpia)

En primer lloc es realitza la definició del projecte (1) on es detecta el problema al que es vol donar solució en base a uns objectius establerts i es detecten les alternatives rellevants i l'escenari sobre el que es valoraran els beneficis incrementals de cada una d'elles. En segon lloc es realitza l'avaluació d'impactes pròpiament dita (2), on quantifiquen els costos i beneficis que aporta cada una de les alternatives per a cada un dels agents implicats, agregant els fluxos monetaris al llarg de tot l'horitzó d'avaluació per obtenir els indicadors oportuns de la rendibilitat

del projecte. Així mateix, també s'hi poden integrar altres components no monetaris que poden ser de rellevància per la presa de decisions, que no disposen d'un mètode de valoració fiable o que són elements de caràcter qualitatiu; i que ajuden a complementar els criteris estrictament econòmics a partir d'un anàlisi multi-criteri (AMC). En tercer lloc es realitza la interpretació de resultats (3) segon el tipus de decisió que s'ha de prendre i els criteris de decisió en base als indicadors de rendibilitat (absoluta i relativa) del diferencial entre l'alternativa considerada i el cas base. Aquests variaran per escollir la millor alternativa per donar solució al problema plantejat al projecte, decidir si el projecte és socialment acceptable o no, o bé si es comparen dos o més projectes entre si per decidir quins s'han de portar a terme (escollir la millor opció).

### **B.1.1 Definició del projecte de transport**

Per projecte de transport entenem qualsevol actuació sobre el sistema o mercat de transport que modifica la situació d'equilibri inicial cap a una nova situació d'equilibri en la que es veu modificada la relació de costos i beneficis experimentats per cada un dels agents implicats o la societat en el seu conjunt. Entre aquestes actuacions podem destacar les inversions en infraestructures, l'establiment o millora de serveis de transport, la política tarifaria o de finançament i els aspectes relacionats amb la regulació del sistema (canvis normatius o de funcionament).

#### **B.1.1.1 Situació actual i objectius**

Un projecte de transport sempre ve motivat en base a una diagnosi de la situació actual, en la que es valora que el sistema de transport funciona de manera menys eficient del que seria desitjable. S'assumeix que certa intervenció pot esdevenir en una millora del benestar social respecte la configuració actual del sistema i la seva evolució prevista.

La diagnosi de la situació ha de detectar el problema, definir clarament quines són les alternatives rellevants del projecte per intervenir segons els objectius que el conjunt de la societat vol assolir. Un bon exemple d'aquesta diagnosi es pot veure al Pla Director d'Infraestructures del transport públic col·lectiu a la Regió Metropolitana de Barcelona; veure ATM (2013). A l'hora de definir el projecte o actuació sobre el sistema de transport cal tenir molt en compte que els objectius a assolir han de tenir un impacte sobre el benestar social; com ara la reducció de costos del transport o reducció de les externalitats, ja que la millora en aquest vindrà condicionada pel fet que la diferència entre els beneficis i costos socials derivats de la intervenció siguin majors que la diferència dels derivats de la situació actual.

En molts casos l'avaluador només disposa d'una sèrie d'objectius estratègics de caràcter econòmic, social i mediambiental molt genèrics, que no permeten obtenir una orientació clara sobre les possibles alternatives a considerar. Manuals de referència com el FMTBH (2003) especifiquen els objectius en els plans directors, però altres com CEDEX (2010) i HMT (2011)

proposen que s'adopti una definició *SMART*<sup>1</sup> amb objectius específics, mesurables, abastables, rellevants i delimitats en el temps; de manera que sigui possible proposar alternatives de manera fonamentada i a més siguin útils per valorar el grau de compliment d'aquests objectius per part dels projectes implantats. En aquest sentit, a la Taula 6 es proposa un llistat no exhaustiu ni exclouent de possibles indicadors de referència a considerar en la valoració del grau de compliment dels objectius per part de les diferents alternatives.

<b>Mobilitat</b>
Repartiment modal
Temps mig de desplaçament
Veh-km per cada mode
Accidentalitat
<b>Medi ambient</b>
Consum d'energia
Emissions de contaminants (PM, etc)
Emissions gasos efecte hivernacle (GEH)

Taula 6. Indicadors per valorar el grau d'assoliment dels objectius (Font: ATM, 2013)

#### B.1.1.2 Alternatives i cas base

Tal com s'ha esmentat, tot projecte busca cobrir unes necessitats en base a uns objectius; però aquestes es poden resoldre de diverses maneres. Dins de cada avaluació cal plantejar el conjunt d'alternatives possibles considerant tant les diferents opcions constructives com l'assoliment dels objectius a partir d'altres modes o inversions. En el cas de projectes d'infraestructures es valora oportú analitzar com a mínim les alternatives possibles a partir d'inversions en l'augment de la capacitat, petites inversions per mantenir constant el nivell de servei i la promoció de l'ús de modes alternatius o establiment de restriccions (ja sigui vehicle privat o transport públic). Resulta important destacar que les alternatives considerades no s'han de restringir només a les competències específiques de l'entitat promotora del projecte, si no realitzar un plantejament més ampli per assegurar una millor presa de decisions.

A partir del conjunt d'alternatives possible d'un projecte cal destriar quines són les més rellevants en relació als objectius establerts. A tal efecte diversos manuals internacionals proposen realitzar un procés de cribratge (*screening*) on es descartin aquelles tecnologies, abast i fases que no concordin de manera clara amb els objectius; veure CEDEX (2010), FAA (1999), RAILPAG (2007) i HMT (2011). A tal efecte cal establir un conjunt concret d'indicadors (KPIs), com per exemple els de la Taula 6. Els objectius definits amb anterioritat han de permetre establir el llindar a assolir per cada un dels indicadors, de manera que permetin destriar de manera ràpida projectes no desitjables (no alineats amb els objectius). Així mateix,

<sup>1</sup> *SMART* fa referència a les sigles en anglès *Specific, Measurable, Attainable, Revelant and Time-bound*.

també cal detectar les potencials barreres a la implantació del projecte que poden frustrar-ne la viabilitat (aspectes tecnològics, territorials, ecològics o polítics). Cal tenir en compte que la finalitat del cribratge no és restringir les alternatives rellevants al marc estrictament competencial de la institució que realitza l'avaluació, si no descartar aquelles alternatives que menys contribueixen als objectius de la societat.

Cal destacar que en la valoració d'alternatives s'assumeix que aquestes són independents i excloents. Si existeix cert grau de complementarietat caldrà analitzar-les de manera conjunta com una sola alternativa en la combinació pertinent com un sol paquet de mesures. A més, també cal tenir en compte **les opcions de finançament d'una actuació, ja que poden arribar a tenir un important efecte indirecte a partir de la definició de tarifes i previsions de demanda**. Això fa necessari incloure l'anàlisi de les opcions de finançament a partir de la definició de diverses "sub-alternatives" dins de cada un dels projectes plantejats.

L'ACB realitza un càlcul dels beneficis i costos incrementals derivats del projecte a partir de la comparativa entre l'escenari en equilibri amb projecte i un escenari de referència sense projecte (cas base o "Alternativa 0"). L'elecció d'aquest escenari de referència és de gran rellevància pel resultat final de l'avaluació i les decisions que se'n deriven, de manera que cal escollir-lo amb molta cura en funció de la pregunta a la que volem donar resposta i evitar sobreestimar el retorn social de la inversió. El marc de referència resulta determinant en l'acceptació o rebuig d'un projecte, ja que un cas base molt desfavorable o inapropiat tendirà a fer més atractiva qualsevol intervenció sobreestimant el retorn social de la inversió.

La tria de l'escenari de referència caldrà enfocar-la en funció dels tipus de projecte que estem analitzant i la informació disponible. No obstant, a nivell genèric podem destacar tres tipus diferents d'escenaris de referència: "no fer res", "fer el mínim" i "fer una altra cosa". L'escenari "**no fer res**" assumeix que no es realitza cap tipus d'actuació sobre el sistema i es produeix una evolució de la situació que inclou la degradació dels actius que no es renoven. És un dels escenaris que s'ha vingut emprant clàssicament com a referència, tot i que només s'hauria d'emprar per projectes de **rehabilitació o millora**. Per altra banda, l'escenari "**fer el mínim**" assumeix que es realitza la mínima inversió necessària per mantenir la capacitat del sistema de transport i contempla una evolució natural de la situació. Es sol emprar com a cas base en projectes que impliquen una ampliació de capacitat o millora del nivell de servei. I per últim, l'escenari "**fer una altra cosa**" és simplement una altra de les alternatives del projecte, de manera que serveix per comparar parells d'alternatives entre elles per detectar-ne el diferencial de retorn social. Es sol emprar quan s'assumeix que cal prendre una acció i només es busca detectar quina és la millor de les possibles, sense necessitat del pas previ de comparar-les primer cada un per separat amb un escenari sense projecte. Les característiques d'aquests escenaris i el seu cas d'aplicació recomanat es resumeixen a la Taula 7.

	<b>“No fer res”</b>	<b>“Fer el mínim”</b>	<b>“Fer altra cosa”</b>
Inversió	No	No	Si
Manteniment	No	Si	Si
Degradació actius	Si	Si	Si
Evolució demanda	Si	Si	Si
Aplicació :	Rehabilitació	Ampliacions	Comparació

Taula 7. Resum característiques dels diferents casos base possibles i la seva aplicació

En cap dels escenaris que es plantegen a partir de la situació actual (“no fer res” i “fer el mínim”) s’ha d’interpretar que no hi ha un canvi, si no tot el contrari. Tant si es té en compte que no es realitza cap actuació sobre la infraestructura, com si contemplem que s’executen les tasques mínimes per mantenir les seves característiques funcionals; mai hem d’assumir que les condicions actuals es mantenen constants. La situació d’equilibri inicial sempre evoluciona de determinada manera en base a les condicions de partida i es projecta a l’horitzó d’anàlisi tant en relació a l’oferta com a la demanda.

Per triar l’escenari base cal plantejar de manera clara quina és la pregunta que ens estem fent en relació a l’ACB. Si per exemple ens preguntem: Hem d’ampliar la capacitat d’una infraestructura o mantenir-la en el nivell actual? L’escenari contra el que comparar l’ampliació de capacitat serà “fer el mínim”. Si en canvi, comparem l’ampliació de capacitat respecte el cas base “no fer res” estarem sobreestimant l’augment de benestar generat pel projecte (ja que el diferencial de beneficis sol ser major), i la pregunta a la que estaríem donant resposta seria: És millor ampliar la capacitat o bé deixar que la infraestructura es degradi?

Per tal de clarificar l’impacte d’una tria incorrecte de l’escenari de referència en la presa de decisions presentem tot seguit un exemple equivalent al que es pot trobar al manual BEI (2013)<sup>2</sup>. A la Taula 8 es mostra l’avaluació dels beneficis i costos per tres escenaris diferents d’una mateixa actuació: un escenari amb projecte, un escenari “fer el mínim” i un altre escenari “no fer res”. Per cada un d’ells es mostra el valor present (VP) dels beneficis nets obtinguts ( $B_s - C_s$ ) i de la inversió, així com els valors dels mateixos en els cinc períodes que contempla l’horitzó d’avaluació. L’escenari amb projecte és el que requereix d’una major inversió però també aporta uns majors beneficis nets que van incrementant progressivament amb el temps. A l’escenari “fer el mínim” es realitza certa inversió per mantenir les característiques funcionals, però els beneficis nets pateixen cert deteriorament. A l’escenari “no fer res” no es realitza cap inversió, però els beneficis nets es deterioren de manera progressiva amb el temps com a conseqüència del deteriorament de la infraestructura.

A la part baixa es mostra el retorn social obtingut si fem un o altre escenari de referència. Si fem com a referència l’escenari “no fer res” veiem que el valor social net del projecte és positiu, cosa que ens indica que realitzar el projecte és socialment preferible que no pas “no fer

<sup>2</sup> Veure BEI (2013) pàg. 22.

res". En canvi, si comparem el projecte amb l'escenari de referència "fer el mínim" veiem que el valor social net és negatiu, cosa que indica que socialment seria preferible mantenir la infraestructura més que no pas emprendre el projecte. Això encara resulta més clar si comparem l'escenari "fer el mínim" amb l'escenari "no fer res", on veiem que el valor social net de mantenir la infraestructura respecte "no fer res" és major que la comparativa inicial projecte vs. "no fer res".

Si escollim com a escenari de referència "no fer res" estarem acceptant com a bona una situació socialment pitjor que el previst a l'escenari "fer el mínim" amb el manteniment de les característiques funcionals de la infraestructura. Així doncs, el **marc de referència** és un element cabdal per determinar l'acceptació o rebuig d'un projecte. Si s'escull un cas base molt desfavorable o inapropiat tendirà a fer més atractiva qualsevol intervenció sobreestimant el retorn social de la inversió.

Escenari	VP	1	2	3	4	5	
<b>Amb projecte</b>	(Bs - Cs)	1610	320	350	390	420	450
	Inversió	-1462	-1550				
<b>"Fer el mínim"</b>	(Bs - Cs)	513	150	150	100	100	100
	Inversió	-330	-350				
<b>"No fer res"</b>	(Bs - Cs)	131	50	40	30	20	10
	Inversió	0	0				
Retorn social del projecte			1	2	3	4	5
<b>Projecte vs "fer mínim"</b>			-1030	200	290	320	350
	<b>VAN =</b>	<b>-35</b>					
	<b>TIR =</b>	<b>5%</b>					
<b>Projecte vs "no fer res"</b>			-1280	310	360	400	440
	<b>VAN =</b>	<b>16</b>					
	<b>TIR =</b>	<b>7%</b>					
<b>"fer mínim" vs "no fer res"</b>			-250	110	70	80	90
	<b>VAN =</b>	<b>51</b>					
	<b>TIR =</b>	<b>16%</b>					

Taula 8. Exemple de l'impacte de l'escenari base sobre el càlcul del retorn social. Valors en milions d'euros, taxa de descompte = 6% (Font: BEI, 2013)

## DEFINICIÓ DEL PROJECTE - RESUM:

### Objectius i alternatives:

- Definir objectius a assolir i establir indicadors per mesurar-los.
- Establir un catàleg mínim d'alternatives considerant: ampliació de capacitat, petites inversions per mantenir nivell de servei i la provisió d'alternatives de transport (sense limitar-se a les competències concretes de l'organisme avaluador).
- Realitzar procés de cribatge d'alternatives segons els indicadors i objectius per passar a l'ACB només les més rellevants.
- Les alternatives han de ser independents i excloents (si no aplicar en una sola alternativa com a paquet de mesures).

### Cas base de referència:

- “Fer el mínim” → emprar per defecte com evolució natural de la situació actual sense projecte.
- “No fer res” → només aplicar per projectes de rehabilitació.

## B.1.2 Avaluació d'impactes

### B.1.2.1 Identificació dels agents implicats

Tot projecte de transport representa una modificació dels costos i beneficis experimentats per cada un dels agents implicats en el sistema, ja siguin institucions, companyies privades o individus. Si bé és cert que l'objectiu de l'Administració pública és maximitzar el benefici social, la distribució dels impactes i la detecció dels agents perjudicats/afavorits per la implantació del projecte també resulta rellevant en el procés de presa de decisions i el seu finançament.

El plantejament clàssic de l'ACB no contemplava una particularització dels impactes, ja que en molts casos aquest es componen de transferències entre agents que no s'han d'incloure a l'anàlisi. No obstant, aquesta particularització s'ha suggerit en diversos manuals ACB a nivell internacional més recents; veure RAILPAG (2007), TBCS (2007), MAIT (2010), CEDEX (2010) i ADIF (2013). Per tal d'integrar els efectes particulars sobre cada agent en l'ACB cal especificar una matriu agents-impactes, on cada agent implicat es detalla en diferents columnes i els impactes rebuts per cada un d'ells s'especifica en diferents files; veure Figura 6. Un altre avantatge d'aquesta metodologia és que permet incloure aspectes no monetaris dins la matriu sempre que després no s'inclouguin de manera directa en l'ACB (evitar doble comptabilització).



		AGENTS									← VANS per cada impacte	
		Administració	Contractistes	Operadors			Asseguradores	Usuaris	No usuaris (societat)	Altres		
				Operador 1	Operador 2	...						
IMPACTES	Inversió	M	M								∑ fila	
	Manteniment Infraestructures	M	M	M	M						...	
	Manteniment Vehicles	M	M	M	M						...	
	Operativa	M	M	M	M						...	
	Usuaris	Temps						M				...
		Tarifes	M	M	M	M		M				...
		Impostos						M				...
		Cost.op.veh.						M				...
		Congestió						M				...
		Fiabilitat						M				...
		Salut						M				...
	Medi Ambient	Pol·lució								M		...
		Canvi climàtic								M		...
		Soroll								M		...
		Accidents						M	M	M		...
		Paisatge								M		...
		Efecte barrera								M		...
		Ecosistemes								M		...
		Contam. sòl/aigua								M		...
		Allib. Espai Públic								M		...
Congestió xarxa viària									M		...	
VANS per cada agent →		∑ col.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	

Figura 6. Exemple de matriu agents-impactes, M = impacte monetitzat; ∑ fila = sumatori per fila/impacte; ∑ col. = sumatori per columna/agent (Font: Elaboració pròpia).

L'anàlisi clàssic de l'ACB es realitza llegint la matriu d'agents-impactes per files. Un valor positiu (+) en una cel·la voldrà dir que cert impacte és positiu per cert agent, incrementant el seu VANS respecte de l'alternativa de referència. Si es sumen el conjunt de cel·les en una fila obtenim el valor net present de l'impacte especificat pel conjunt del projecte, de manera que les transferències pures entre agents queden anul·lades en tenir signes diferents. En canvi, una lectura de la matriu per columnes ens aporta informació complementària sobre quins agents guanyen o perden amb la implantació del projecte. Si sumem el conjunt de cel·les de la columna d'un agent determinat obtindrem el valor net present dels impactes que rep. A partir d'aquesta informació podem detectar els saldos positius i negatius per cada un d'ells i valorar possibles mesures compensatòries en cada cas, transferint beneficis dels guanyadors cap als que més en surten perjudicats.

Podem detallar que a nivell general els agents implicats en un projecte d'infraestructures o serveis de transport són:

- **Administració pública:** és la propietària total o parcial dels actius, finança total o parcialment el projecte a través dels fons públics disponibles als diversos nivells administratius (local, supramunicipal, regional, Estatal, EU).
- **Gestor d'infraestructures:** és l'agent que gestiona la infraestructura, en tingui o no la propietat; i pot ser tant públic com privat (concessionaris). Normalment disposa de fons d'ingressos pròpies com ara els cànon per ús de la infraestructura o peatges.
- **Regulador del sistema de transport:** és l'encarregat de supervisar el funcionament dels sistema de transport i establir les normes que el regulen. Normalment l'impacte del projecte sobre aquest és negligible i sol estar integrat per diferents nivells administratius de l'Administració pública.
- **Operadors:** són els proveïdors de serveis de transport per cada un dels modes i rutes que es vegin afectats pel projecte.
- **Contractistes i subministradors:** són els que construeixen o subministren els actius que componen el projecte, a més d'estar implicats al llarg de la vida útil del mateix en el manteniment i el suport de la producció dels serveis de transport.
- **Asseguradores:** són les companyies que asseguruen els vehicles, en el sentit més ampli, i que es veuen afectades en els seus beneficis pel nivell d'accidentalitat.
- **Usuaris:** són els consumidors de serveis de transport que es veuen afectats pel projecte. Normalment els diferenciem segons el mode de transport que entren en el seu desplaçament, però també segons el seu canvi de comportament en front de la implantació del projecte (demanda existent, derivada i induïda) o segons si se'n veuen beneficiats o perjudicats. En aquest sentit, es poden definir tants subsegments d'usuaris com sigui rellevant per la presa de decisions<sup>3</sup>.
- **No usuaris:** és el conjunt de "societat" afectada per les externalitats segons l'abast del projecte o mercat sobre el que s'actua (fins on arriben els costos i beneficis de la intervenció), així com l'àmbit administratiu que aporta els recursos necessaris per dur-lo a terme.
- **Altres:** dins aquest grup podem englobar altres no usuaris que es veuen afectats de manera directa pel projecte (no a través d'externalitats). Exemple d'aquest són els contribuents que veuen afectada la fiscalitat en motiu del projecte, els propietaris de terrenys o propietats que cal expropiar o que veuen afectat el seu valor.

Cal destacar que els grups d'agents no tenen perquè ser excloents i més d'un agent pot jugar diferents papers dins l'anàlisi del projecte, si bé els costos i beneficis que se'n deriven es poden especificar per cada un d'aquests papers. Alhora aquests grups d'agents es poden segmentar en diferents nivells, però el grau de detall en subgrups dependrà en bona mesura de les necessitats específiques de l'anàlisi i la disponibilitat d'informació.

---

<sup>3</sup> Veure notes explicatives a les matrius agents-impactes del capítol 0.

### B.1.2.2 Identificació de costos/beneficis i mètodes de quantificació

En aquest apartat es mostra una classificació dels costos per naturalesa pel càlcul dels costos per mode de transport, així com una breu enumeració dels mètodes de quantificació destacant-ne els trets principals i consideracions rellevants. A l'Annex 1 es mostra la informació agrupada per fitxes de la matriu agents-impactes. Cal destacar que els valors dels costos de referència que s'indiquen en les fitxes s'han de considerar valors actuals respecte a l'any pres com a referència, encara que hi hagi una petita variació entre anys de les fonts de les dades.

#### B.1.2.2.1. Inversió

Els costos d'inversió inclouen les despeses relacionades amb l'adquisició, construcció, renovació o millora de la infraestructura sempre que allarguin la vida útil d'aquesta. Els costos d'equips i materials necessaris adquirits per la prestació del servei de transport específic són considerats costos d'operació.

Les despeses de construcció inclouen les despeses de planificació (projecte constructiu, llicències o tràmits administratius), les derivades de les expropiacions de terrenys, els de la pròpia construcció i les afeccions que se'n derivin (*expropiacions*)<sup>4</sup>. Així mateix, les despeses financeres incorregudes de fonts de finançament demanades per finançar la construcció de la infraestructura específica també es consideren cost de construcció. En el cas que és financin en règim de Leasing, el cost de la inversió comprendran els pagaments futurs de Leasing actualitzats per una taxa de descompte. En relació a les expropiacions, potencialment es podrà valorar el cost d'oportunitat per la societat (no usuaris directes).

La valoració del cost de construcció, es realitza a partir del projecte constructiu, i prèviament amb les aproximacions realitzades d'aquests en l'estudi previ i l'estudi informatiu. Aquestes tasques implicaran despeses relacionades amb personal d'administració i de consultoria (*planificació i obra civil*)

No obstant, en fases preliminars de valoració de la viabilitat del projecte caldrà emprar valors de referència per tal d'aproximar-lo a partir de costos unitaris mitjos per unitat constructiva segons les característiques del projecte, tal com es mostra a l'Annex 9. Cal destacar que els valors reflectits en aquesta taula només representen un valor mig del cost unitari de cert conjunt d'obres realitzades (amb les característiques tècniques i normatives d'aquell moment); els imports incloses podrien considerar-se baixos i no prenen en consideració les característiques específiques que condicionen en gran mesura el cost de la inversió.

**La majoria de projectes incorren en sobre costos** (Flyvbjerg et al. 2004, 2008). Això posa de relleu la importància d'incloure la probabilitat de desviacions en el pressupost des d'un inici en l'ACB, i no només contemplar en el càlcul el cost unitari mig sinó també la seva dispersió, tal com es detallarà a l'apartat B.1.6. El millor mètode per valorar aquestes desviacions és el

---

<sup>4</sup> Veure Annex 1: Fitxes metodològiques per complimentar les cel·les de la matriu

denominat *Reference Class Forecasting*<sup>5</sup>, que busca obtenir la distribució de probabilitat pel cost unitari de la inversió a partir de les dades d'una mostra suficientment representativa de projectes similars al que es vol avaluar; és a dir, s'assumeix que les desviacions futures seguiran el mateix patró de desviació detectat en l'històric de projectes similars. La rellevància d'aquest aspecte sobre la incertesa en els resultats de l'ACB es mostra en més detall a l'apartat B.1.6.

Adicionalment, **l'ACB podria considerar els costos d'inversió al seu cost d'oportunitat social**. Cal destacar que els preus de mercat no són una bona mesura si existeixen distorsions significatives en el mercat, com ara un entorn no competitiu o bé la presència d'impostos o subvencions.

Un exemple clar de la diferència entre el preu de mercat i el cost d'oportunitat social (preu ombra) es pot veure en el mercat de treball on el salari no coincideix amb el producte marginal degut a rigideses en salaris o a alts nivells d'atur. Això serà especialment important per les inversions intensives en mà d'obra, on caldrà corregir els preus de mercat aplicant factors de conversió. Estimacions d'aquests factors de conversió entre preus de mercat i preus ombra per les diferents regions UE es poden veure a Del Bo et al. (2011). Aquests autors destaquen que els salaris ombra solen ser inferiors als salaris de mercat; i per tant, valorar els costos a preus de mercat pot induir a subestimar els beneficis socials derivats de la implantació del projecte. En el cas de Catalunya el factor de correcció obtingut per Del Bo et al. (2011) aproximadament equival a 0.80. No obstant, es proposa emprar la metodologia de càlcul utilitzada per ADIF (2013), que obté figures relativament diferents en funció del tipus de despesa considerada degut a les diferents característiques del personal emprat en les mateixes amb valors que es mouen entre 0.70 i 0.88, tal com es mostra a la Taula 9. El mètode d'actualització d'aquestes figures es recull en major detall a l'Annex 5, seguint allò establert a CE (2008) i ADIF (2013).

Tipus despesa	Coef. preus ombra
Inversió infraestructura	0,70
Manteniment infraestructura	
Inversió material mòbil	
Personal	0,88
Serveis estacions	
Energia	0,82
Despeses generals i estructura	0,88

Taula 9. Detall del coeficient de correcció dels preus de mercat a preus ombra (Font: ADIF, 2013)

Un altre exemple d'aquesta diferència entre els preus de mercat i el valor per la societat (preus ombra) és el de l'adquisició de terrenys per a les expropiacions; on el valor a incloure a l'ACB no seria el valor cadastral ni el preu de mercat (que en alguns casos pot incloure certa component d'especulació en base a les expectatives d'aprofitament que introdueix el projecte),

<sup>5</sup> Veure Kahneman & Tversky (1979) i Flyvbjerg (2006).

si no el cost d'oportunitat social que ve determinat pel valor que es deriva de l'ús d'aquests terrenys (com ara la producció agrícola que es perd en el canvi d'ús). La valoració a "preus de mercat" de les expropiacions pot ser una aproximació al cost d'oportunitat només en els casos en els que l'adquisició és marginal i la demanda és elàstica; i no hi ha indicis d'especulació en base a les expectatives d'aprofitament que introdueix el projecte. A més d'això, també cal tenir en compte que a les expropiacions s'hi ha d'incloure el cost de relocalització dels residents, a través de la disponibilitat a acceptar cert nivell de compensació, així com les despeses associades als tràmits de transacció i manteniment dels terrenys.

També cal considerar que el **finançament del projecte a través de fons públic pot imposar un cost social major al cost d'inversió**, en tant que aquests fons deriven de la imposició d'impostos que distorsionen el comportament dels agents econòmics. Si hi ha una pèrdua de benestar derivada dels impostos, el cost marginal social dels fons serà superior a 1, mentre que si els impostos serveixen per internalitzar externalitats amb un increment d'eficiència aquest serà inferior a la unitat. Cal tenir en compte que cada font d'ingressos tindrà els seu propi cost marginal, més que no pas un valor únic pel conjunt dels sistema fiscal. A nivell agregat les estimacions del preu ombra dels fons públics es mouen entre 0.62 i 1.75 segons HEATCO (2006), cosa que a la pràctica en desestima el seu ús dins l'ACB.<sup>6</sup> No obstant, en tant que aquest factor pot resultar rellevant per la presa de decisions, es podria recollir com una component més a tenir en compte en l'anàlisi multicriteri.

A més d'això, cal afegir el **valor residual** del projecte com un benefici al final de l'horitzó temporal d'avaluació, ja que la vida útil del mateix pot anar més enllà del període d'avaluació. Per més detall veure apartat B.1.4.

La inversió es deprecia anualment segons un mètode que ha de correspondre a com es generen els ingressos (política de depreciació). Generalment el mètode més comú és el lineal on s'assumeix que l'actiu s'utilitza uniformement per generar el servei de transport (activitat). La depreciació es considera un cost d'operació (vegeu següent apartat). Si al final de la vida útil es considera que l'actiu pot tenir un valor (valor residual) aquest no es deprecia i per tant, s'ha de deduir de l'import inicial utilitzat com a base pel càlcul de la depreciació anual.

En cas que es rebí una subvenció per l'adquisició o construcció d'un actiu, és necessari deduir dels costos d'operació (depreciació) l'import anual d'aquesta subvenció en relació als anys d'utilització d'aquesta subvenció. Idealment, els anys d'execució de la subvenció coincidirà amb la vida útil de l'actiu subvencionat utilitat com a criteri per calcular la depreciació anual.

---

<sup>6</sup> Altres consideracions sobre l'aplicació d'aquest criteri es poden veure a HEATCO (2006) pàg. 47-48.

## INVERSIÓ – RESUM

- Els costos d'inversió inclouen: l'adquisició, la construcció, renovació o millora de la infraestructura sempre que incrementi la vida útil de l'actiu.
- L'adquisició dels equips i materials necessaris per a la prestació de determinat servei de transport són considerats costos d'operació.
- Els costos d'adquisició són els costos de compra més qualsevol despesa addicional necessària per a la posada en marxa de l'actiu o els futurs pagaments de Leasing actualitzats al moment de l'adquisició.
- Els costos de construcció incorporen les despeses de planificació (projecte constructiu, llicències o tràmits administratius), les derivades de les expropiacions de terrenys, les afeccions durant les obres i els tràmits legals. El cost de construcció es valora pel projecte constructiu, però en fases preliminars caldrà emprar costos unitaris de referència per tal d'aproximar-lo.
- Les inversions en règim de propietat es deprecien anualment en funció d'un mètode de depreciació. El valor residual de l'actiu no es deprecia.
- Les subvencions rebudes per l'adquisició o construcció d'un actiu es deduiran del cost anual per l'import anual corresponen en relació a la vida útil d'aquest.
- La importància dels sobre costos en la construcció fa necessari disposar d'informació sobre les desviacions per tal de realitzar un anàlisi de risc.
- Les despeses poden valorar-se al seu cost d'oportunitat social, però no sempre és el preu de mercat. Cal aplicar coeficients de correcció a preus ombra, sobretot en les partides o conceptes que inclouen despeses salarials.
- Les expropiacions poden incorporar el cost d'oportunitat a partir del canvi en el valor que es deriva de l'ús d'aquests terrenys (com ara la producció agrícola que es perd en el canvi d'ús).
- Es considera el finançament de la inversió com una transferència, tot i que caldrà explorar l'efecte de la recaptació dels fons públics sobre l'economia en conjunt (cost marginal dels fons públics s'assumeix igual a 1 a falta d'estudis específics).
- Cal afegir el valor residual del projecte com un benefici al final de l'horitzó temporal d'avaluació, ja que la vida útil del mateix pot anar més enllà del període d'avaluació.

### B.1.2.2.2. Operació

Els costos d'operació recullen totes les despeses derivades de l'operativa dels serveis de transport. Aquests costos són en general despeses directes que depenen del nivell d'activitat (costos variables) i/o, si no es té suficient informació desagregada, despeses fixes independent del servei proveït però relacionat amb recursos que són estrictament necessaris per al desenvolupament de l'activitat principal de l'operador.

Exemples de costos directes serien per exemple, costos de personal de tracció (*operació personal*) i l'energia de tracció (*operació vehicles*) com a costos variables o la depreciació dels elements de transports (vehicles) com a cost fix (*operació vehicles*). Els costos d'adquisició comprenen el cost de compra més totes les despeses incorregudes necessàries per posar en marxa l'actiu necessari per desenvolupar l'activitat de servei determinada. La despesa anual corresponent a la utilització d'aquests béns adquirits és a través de la depreciació dels actius (*operació vehicles*).

Així mateix es podria considerar els costos de personal indirectament relacionat amb el servei proveït, com ara personal de venda de bitllets, atenció al viatger, etc. (*operació equipaments*).

Els arrendaments pagats per l'operador com a usufructuari d'una infraestructura que no té en condició de propietat també es considerarien despeses directes fixes de l'activitat (*cànon*). En aquest sentit, l'operador no incorreria en despeses de depreciació ni, potencialment segons la condició del contracte, en despeses de manteniment d'infraestructura.

En relació als diferents modes de transport, els costos d'operació poden variar. Per exemple, si bé el mode ferroviari incorporaria la depreciació de la infraestructura ferroviària (vies), el mode autobús no incorporaria la depreciació de la carretera.

La depreciació dels actius reflexa la seva utilització en el desenvolupament de l'activitat o servei proveït. És important recalcar que la depreciació no és el mateix que el manteniment de la infraestructura. Les despeses de manteniment són incorregudes per mantenir la infraestructura i equips en les condicions oportunes per a l'operació. Aquestes despeses són analitzades en l'apartat següent. Els costos d'operació, per altra banda, venen determinats pel funcionament ordinari de la infraestructura o servei dins el mercat de transport. Ambdós presenten tant una component fixa com una component variable en relació al temps d'operació i distància recorreguda. La component fixa ve determinada pel número de vehicles inclosos en l'operació del servei, i per tant es mesura en €/veh. La component variable es pot separar en un terme relacionat amb les hores d'operació (€/h) i una altra derivada de la distància recorreguda (€/km). La component variable relativa a les hores d'operació inclou principalment el cost del personal adscrit a aquestes tasques (conductors). La relativa a la distància recorreguda recull les despeses del consum dels vehicles (combustible, pneumàtics, etc).

Els canvis en els costos d'operació són relativament senzills de mesurar per a l'operador del servei a partir de criteris d'enginyeria en base a preus de mercat; però cal tenir en compte que les modificacions dels serveis poden afectar de manera única o simultània a les diferents components. Per exemple, un increment de la velocitat comercial pot afectar tant a la component fixa (si modifica el consum) com a la variable si a partir d'aquesta és possible reduir el nombre de vehicles de la flota en valors enters (en tant que redueix les hores dedicades pels conductors). Alternativament, si les modificacions del servei impliquen un increment de la distància recorreguda, això afecta a la component variable quilomètrica i només a la fixa si es redueix el número de vehicles de la flota.

A més, cal tenir en compte que la component variable ve condicionada també per la demanda i que en una xarxa de transport aquesta pot prendre diferents opcions de desplaçament, on interaccionen diferents modes de transport, de manera que resulta necessari disposar d'informació detallada i simular els efectes de la implantació del projecte en el sistema de transport en el seu conjunt (integrant els diferents modes i serveis).

## OPERACIÓ – RESUM

- Els costos d'operació recullen totes les despeses derivades de l'operativa dels serveis i presenten una component fixa i una variable en relació al temps d'operació i distància recorreguda; necessaris per recollir correctament l'impacte dels possibles canvis del servei.
- La depreciació dels actius es considera un cost d'operació però no les despeses de manteniment.



- És important valorar l'impacte de les interaccions entre modes en la determinació dels costos operatius (integrar diferents modes i serveis).

### B.1.2.2.3. Manteniment

Els costos de manteniment recullen aquelles despeses derivades d'assegurar les condicions de funcionament adients dels actius emprats als serveis de transport. Generalment són costos incorreguts anualment segons una política de manteniment donada i es refereix tan a infraestructura (*manteniment de infraestructura*) com a elements de transports (*manteniment vehicles*). Per tal d'obtenir el cost unitari de manteniment, el mètode més simple consisteix en dividir el pressupost dedicat al manteniment de la infraestructura durant un període significatiu de temps i dividir-lo pel número de kilòmetres coberts i anys transcorreguts, amb el que s'obté un cost en €/km-any mitjà segons la política de manteniment seguida. No obstant, aquest procediment presenta dos condicionants relativament rellevants que cal tenir presents quan realitzem l'ACB. En primer lloc, una mitjana anual no reflecteix de manera fidel el moment en el que realment es produeixen els costos tal com es mostra a la Figura 7, sobretot pel que respecta a les actuacions de manteniment "periòdic". Això pot introduir certa distorsió en la valoració dels beneficis nets del projecte, que serà major quant major sigui la diferència respecte de l'escenari real i la taxa de descompte.

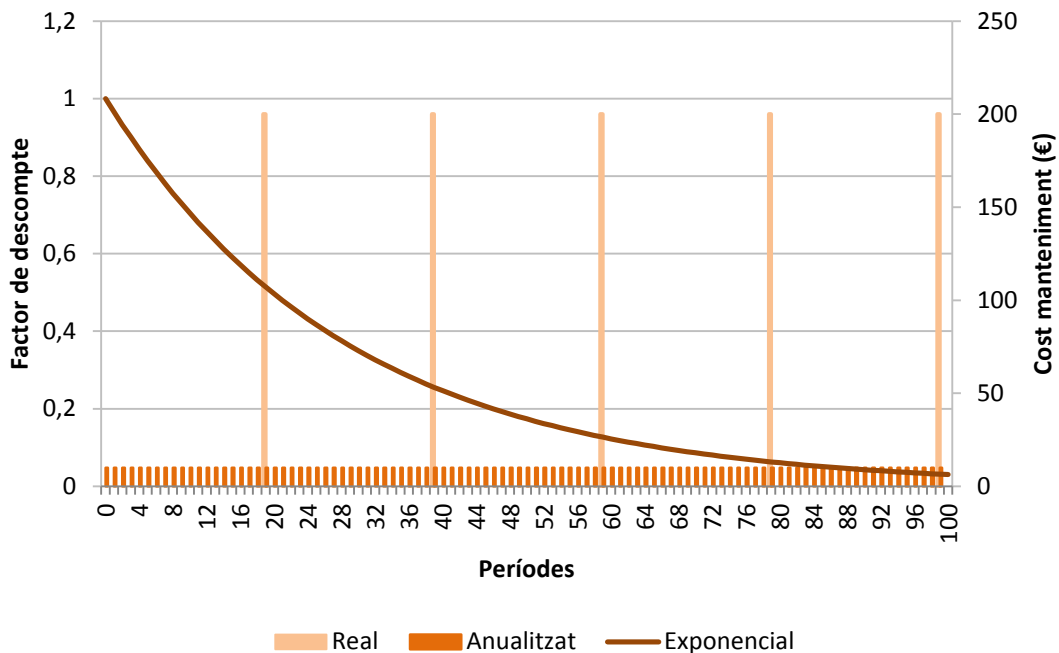


Figura 7. Exemple de la distorsió en la valoració dels costos segons com es computin les despeses de manteniment (anualitzats o despeses reals) a partir de la taxa de descompte exponencial

En segon lloc, cal tenir en compte que aquest cost unitari només respon a la política de manteniment executada fins al moment i condiona la vida útil de la infraestructura. Per contemplar polítiques de manteniment diferents caldrà calcular els costos en base a models de predicció del deteriorament de la infraestructura (com ara HDM del Banc Mundial), a partir dels

quals també es poden actualitzar els costos unitaris anuals i la vida útil prevista per cada una de les polítiques de manteniment considerades. En general podem assumir que l'ús dels costos anualitzats és correcte si la rellevància d'aquests costos és limitada i la diferència entre el seu perfil temporal respecte el real no és molt acusat dins el període d'avaluació.

En relació al manteniment i renovació del material mòbil l'anterior hipòtesi pot resultar vàlida per aquells contractes de servei on s'inclou la repercussió anual per aquest concepte dins el contracte amb l'operador. En aquest cas a més cal tenir en compte que aquests costos ja poden estar reflectits dins els costos operatius pel prestador del servei, i per tant, no cal incloure'ls de nou per evitar una possible doble comptabilització. Per serveis operats directament per l'Administració les mateixes consideracions anteriors són aplicables.

Aquests mateixos conceptes també apliquen en el cas de l'amortització dels vehicles; que es sol incloure com a cost d'adquisició del material mòbil però repercutit en les despeses operatives de l'operador amb un import anual. Igual que en el cas anterior, el cost a reflectir a l'ACB seria el real d'adquisició dels vehicles i la seva renovació segons la política de manteniment considerada.

#### MANTENIMENT – RESUM

- Els costos d'operació i manteniment recullen totes les despeses derivades de l'operativa dels serveis i manteniment dels actius del projecte en condicions adients. Ambdós presenten tant una component fixa com una component variable en relació a la demanda, temps d'operació i distància recorreguda.
- És important valorar l'impacte de les interaccions entre modes en la determinació dels costos operatius (integrar diferents modes i serveis).
- Emprar valors anualitzats del costos de manteniment suposa el següent: (i) distorsiona la valoració dels beneficis nets del projecte en no reflectir de manera fidel el moment en el que realment es produeixen els costos; i (ii) no permet contemplar polítiques de manteniment alternatives ja que només respon a la política de manteniment executada fins al moment (condiciona la vida útil dels actius).
- Es recomana emprar la periodització més realista possible de les despeses per tal de corregir aquests inconvenients.
- La depreciació no és una despesa de manteniment.

#### B.1.2.2.4. Altres despeses

La resta de costos com ara altres costos d'infraestructura (*overheads*) així com altres despeses no classificades anteriorment (*impostos*), són despeses fixes imputables al cost del servei sempre que no hagin estat implícitament incorporades com despeses d'inversió, operacions o manteniment.

En aquest sentit és important fer una anàlisi crítica per evitar la duplicació de costos més fiable com més desagregada sigui la informació dels costos per naturalesa inclosos en aquest terme. Per exemple, els costos d'infraestructura d'edificis centrals o oficines no estrictament necessaris per desenvolupar el servei de transport, poden ser considerats com a un cost

adicional fix. Si aquests costos ja estan contemplats en la depreciació d'actius (p. ex. si estan en règim de propietat de l'operador) no podran ser imputats.

### ALTRES DESPESES – RESUM

- Altres despeses incorporen despeses no contemplades en els altres apartats.
- És important analitzar que la consideració d'altres despeses no suposa una duplicació de costos prèviament imputats.

#### B.1.2.2.5. Usuaris

Els usuaris experimenten modificacions en el cost generalitzat del transport amb la implantació del projecte a través del temps de viatge (inclòs el temps d'espera i transferència), la distància recorreguda i el cost monetari directe (combustible, peatges o tarifes); així com aspectes relatius a la qualitat percebuda (p.e. confort). El benefici que n'obtenen es mesura a partir de l'excedent del consumidor, que es defineix com l'excés de disposició a pagar per part de l'usuari i el cost generalitzat del desplaçament.

A l'hora de calcular aquests canvis en el cost generalitzat del desplaçament, en la mesura del possible cal fer-ho pels següents segments d'usuaris: (i) **demanda existent**, que són aquells usuaris que emprenen el mateix mode/ruta/hora que abans i després de la implantació del projecte; (ii) **demanda captada**, que són usuaris que utilitzaven un mode/ruta/hora diferent però ara han modificat el seu comportament; (iii) **demanda induïda**, que són usuaris que realitzen nous desplaçaments. Aquesta nova demanda es dona degut a la reducció en el cost generalitzat del transport que fa que sigui menor que el benefici que l'usuari obté per realitzar-lo, ja sigui a partir d'usuaris existents que ara fan més desplaçaments com per nous usuaris que abans no en realitzaven cap.

Això resulta més evident si fem l'exemple de la Figura 8. Aquesta mostra la funció d'oferta sense projecte ( $CGP_0$ ) que relaciona la quantitat d'usuaris que fan ús de la infraestructura amb el cost generalitzat de desplaçament que experimenten. La seva forma convexa denota els efectes de la congestió quan la quantitat d'usuaris s'apropa a la capacitat. Per altra banda, els usuaris estan disposats a pagar certa quantitat per realitzar cert nombre de desplaçaments, segons la corba de demanda  $D$  (els usuaris tenen una menor disponibilitat a pagar per cada desplaçament conforme major és el nombre de viatges a fer). El punt de creuament entre ambdues (a) és la situació d'equilibri que determina la quantitat d'usuaris que fan ús de la infraestructura ( $q_0$ ) i el cost que experimenten ( $g_0$ ). Si es porta a terme un projecte que amplia la capacitat de la infraestructura es produeix un canvi en la corba d'oferta que redueix el cost generalitzat del desplaçament segons  $CGP_1$ . El nou punt d'equilibri entre oferta i demanda passa a ser (b) on  $q_2$  usuaris fan servir la via amb un cost  $g_1$ .

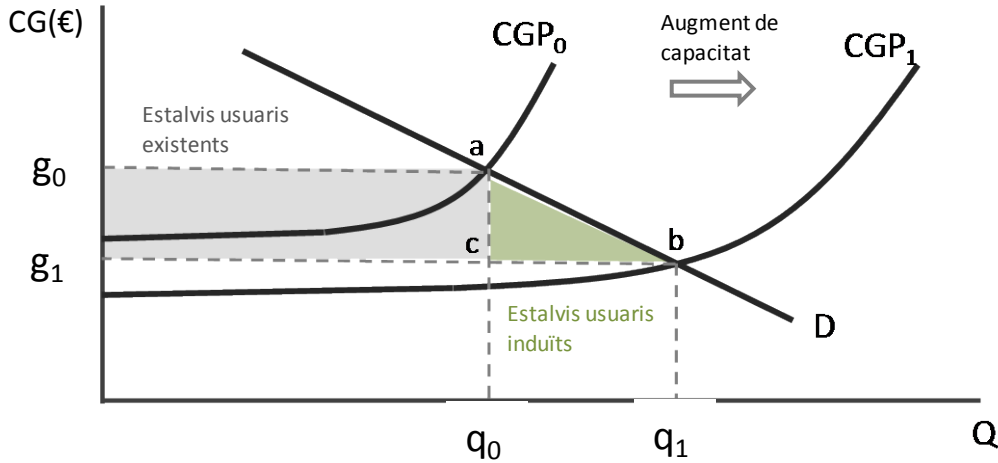


Figura 8. Efectes sobre la demanda per un projecte que incrementa la capacitat d'una infraestructura.

El còmput dels **estalvis generats** pel projecte resulta directe per la demanda existent, com a simple diferència de costos ( $g_0 - g_1$ ) multiplicat pel número d'usuaris existents ( $q_0$ ), equivalent a l'àrea  $g_0acg_1$ . No obstant, en tant que la demanda és elàstica, una modificació en el cost del desplaçament induïx nova demanda generant nous desplaçaments que no es produïen abans de la implantació del projecte. Per aquesta demanda induïda no es coneix el cost previ que experimenten els diferents usuaris, però si coneixem el que estan disposats a pagar segons la corba de demanda. L'aproximació clàssica aplicada als ACB per valorar el benefici obtingut és la “**regla de la meitat**” (*rule of a half*), que assumeix que el benefici obtingut pels nous usuaris ( $q_1 - q_0$ ) és l'àrea del triangle  $abc$ . Això equival a  $\frac{1}{2} * (g_0 - g_1) * (q_1 - q_0)$ , que és precisament la meitat del benefici obtingut per aquests usuaris si es consideressin com a existents. Això compleix sempre que la corba de demanda és lineal entre la situació sense i amb projecte. A més, aquesta aproximació al canvi de l'excedent del consumidor només és aplicable per a modificacions petites en el cost generalitzat (BEI, 2013).

Cal tenir en compte que en el cas exposat a la Figura 8, no s'ha contemplat que un projecte no només pot generar nova demanda si no que també pot atraure usuaris d'altres modes de transport, rutes o franges horàries (demanda derivada). Tot seguit mostrem com la regla de la meitat és vàlida per la demanda induïda, però no pas per la demanda captada.

En aquest cas concret assumim que el cost generalitzat del desplaçament per l'alternativa en tren (CGA) és constant respecte el nombre de viatges; és a dir, no hi ha congestió en l'alternativa. Segons la Figura 9, en l'escenari inicial la carretera presenta cert nivell de congestió que provoca que el cost generalitzat del desplaçament arribi a  $g_1$ , el mateix que ofereix l'alternativa del tren. Així, la quantitat total de viatgers que realitzen desplaçaments en aquest sistema de transports és  $q_1$  (punt de tall entre la corba d'oferta i la de demanda), on  $q'_0$  usuaris es desplacen en cotxe i  $(q_1 - q'_0)$  ho fan en tren. En l'escenari amb projecte la carretera augmenta de capacitat reduint el cost del desplaçament. En aquesta situació el punt de creuament entre oferta i demanda es situa en un cost  $g_2$  i una quantitat de viatgers  $q_2$ , per sota del cost de l'alternativa en tren. Així, en el nou escenari tots els viatgers fan ús de la carretera que ha guanyat  $(q_1 - q'_0)$  captats del tren i  $(q_2 - q_1)$  usuaris induïts. Resulta directe veure que el benefici dels usuaris derivats és equivalent als usuaris existents  $(g_0 - g_1) * (q_1 - q'_0)$  definit pel

rectangle  $abde$ ; mentre que el benefici pels induïts segueix venint determinat per la regla de la meitat (triangle  $bcd$ ). Això posa de manifest la necessitat de disposar de models que integrin els diferents modes de transport, ja que emprar la regla de la meitat per tota la nova demanda de la carretera donaria una valoració del benefici igual al triangle  $ace$ , quan en realitat el benefici pels usuaris captats i induïts ve donat pel trapezi  $abce$ .

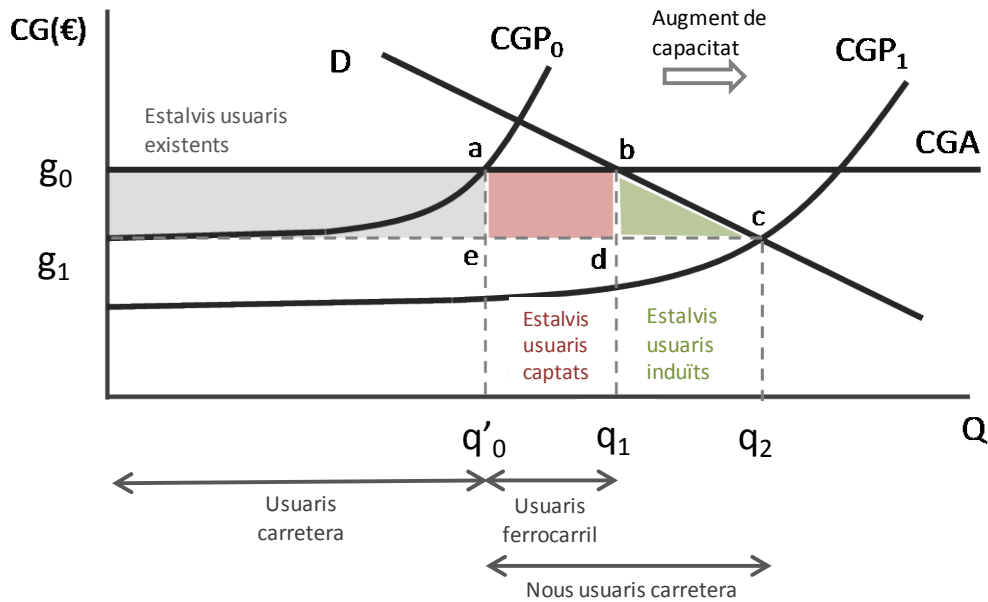


Figura 9. Efectes sobre la demanda per un projecte que incrementa la capacitat d'una infraestructura (carretera) en competència amb un mode de transport alternatiu (tren).

Així mateix, cal destacar que en general **els estalvis seran heterogenis en funció de l'origen-destí del desplaçament** i les pròpies **característiques del desplaçament** (motiu de viatge) i **de l'usuari** que determinen la seva **valoració del temps** (ingressos, edat, etc.). Tot això posa de manifest la necessitat de disposar d'informació detallada sobre la demanda i de models dinàmics que integrin tots els modes de transport. Tot i desitjable, en fases prèvies de l'avaluació aquesta informació pot no estar disponible i caldrà seguir-se recolzant en estimacions simplificades dels impactes del projecte sobre la demanda. En aquest sentit es important destacar que, tal com hem vist a la Figura 9, els costos experimentats pels usuaris determinen el repartiment modal i aquest alhora determina els costos dels desplaçament. Això implica que la valoració de demanda i costos s'han de valorar en una assignació en equilibri obtinguda a partir d'un procés iteratiu de simulacions fins arribar a una situació de convergència dels resultats.

El **valor del temps (VdT)** és una de les variables més importants i controvertides d'aquesta valoració. Per obtenir valors realment fiables caldria fer estudis específics per a cada projecte amb un alt nivell de detall, cosa que no sempre resulta possible pel seu elevat cost. Una alternativa habitual resulta emprar valors recomanats o de referència en base a la recopilació d'estudis en d'altres àmbits comparables. Així mateix, cal tenir en compte que el VdT presenta enormes complexitats teòriques encara per resoldre (Small, 2012) per la seva heterogeneïtat deguda a múltiples factors. A nivell general podem afirmar que els VdT no són estàtics i que poden anar evolucionant en relació al nivell de renda i altres característiques de l'individu (edat,

nivell educatiu, situació laboral). I que, a més, els estalvis de temps reduïts no es valoren igual que els grans, assumint una elasticitat creixent amb l'estalvi. De la mateixa manera, cal considerar que no totes les components de temps dins el cost generalitzat es valoren igual, aplicant factors de majoració de entre 1.5 i 2.5 per al temps de viatge dempeus, el de retard en vehicle, el temps d'espera i el temps d'accés a peu (veure p.e. HEATCO, 2006).

Una altra component dels beneficis derivats de la implantació del projecte resulta la millora de **qualitat del servei**, tot i que resulta molt més complex de mesurar, i dependrà en bona mesura de la percepció subjectiva dels usuaris en relació a les seves preferències i al nivell previ a la implantació del projecte. Per avaluar-la caldrà emprar metodologies aplicades als bens que no disposen de mercat per al seu intercanvi obtenint la disponibilitat a pagar dels usuaris per aquests conceptes. En tant que actualment només es disposen d'enquestes de qualitat percebuda que no mesuren la disponibilitat a pagar per part dels usuaris, es recomana incloure aquest concepte només de manera qualitativa a l'AMC.

Pel que fa a la **fiabilitat del servei**, alguns manuals com HEATCO (2006) la defineixen a partir de la desviació en el temps del trajecte respecte a l'esperat. No obstant aquest valor resulta impossible d'obtenir amb els models de simulació estàtics generalment aplicats, de manera que modelitzacions complementaries de les incidències o l'adopció de models dinàmics<sup>7</sup> serà necessària per obtenir la desviació estàndard del temps de desplaçament. A l'hora d'avaluar l'impacte de la fiabilitat del servei es proposa emprar el valor esperat de l'endarreriment/avançament multiplicat pel VdT segons el motiu de viatge, al que caldria aplicar un factor de correcció segons percepció de l'usuari. Segons HEATCO (2006) el rati entre un minut de desviació i un minut de temps de viatge és de 0.8 pel vehicle. Altres referències indiquen que pel cas de Catalunya Asensio & Matas (2008) es valoren aquests factors en 2.5 per retards i 0.64 per avançaments respecte el temps de viatge previst, en un estudi específic per la C-32 al Maresme. A més d'això, caldrà incloure la transferència econòmica entre l'operador i els usuaris per les possibles compensacions econòmiques establertes en cas de retards, aquestes són comuns en els desplaçaments de llarga distància quan es supera cert llindar. Si no es disposa d'informació suficient per determinar el diferencial de desviacions entre l'escenari de referència i el projecte caldrà incloure aquest impacte de manera qualitativa a l'AMC. En aquest sentit, RAILPAG (2007) proposa emprar indicadors simples com el percentatge de puntualitat.

A l'Annex 9 es detallen els costos recomanats pel SAIT amb el objectiu de definir uns criteris homogenis d'avaluació de la fiabilitat.

Finalment en aquest capítol també s'ha incorporat costos per avaluar **l'impacte en la salut derivat de la mobilitat activa**. Els conductors que canvien al transport públic, a la bicicleta o a peu experimenten un guany en salut perquè fan més exercici. Com ja hem explicat, aquest benefici és més gran que els impactes que té l'exposició a contaminació de l'aire al caminar o al

---

<sup>7</sup> Aquests es fan més necessaris quan la xarxa opera propera a capacitat i les incidències fortuïtes no són la causa principal dels endarreriments

viatjar en bicicleta. Caminar o anar amb bicicleta als llocs també millora la salut mental de les persones (Avila-Palencia et al., 2018). A l'Annex 9 es detallen els beneficis derivats del increment d'esperança de vida dels usuaris per cada quilòmetre recorregut a peu, en bicicleta o en desplaçaments fins a les estacions de transport públic.

### USUARIS – RESUM

- Els estalvis pels usuaris es mesuren a partir de l'excedent del consumidor, que es defineix com l'excés de disposició a pagar per part de l'usuari i el cost generalitzat del desplaçament; que inclou el temps de viatge (amb el temps d'espera i transferència), la distància recorreguda i el cost monetari directe (p.e. combustible).
- Cal diferenciar aquests estalvis com a mínim pels següents segments d'usuaris: (i) demanda existent, (ii) demanda derivada i (iii) demanda induïda; els estalvis de la qual es valoren a partir de la “regla de la meitat”.
- Cal disposar de models que integrin els diferents modes de transport per poder valorar els estalvis pels diferents segments d'usuaris.
- A més es recomana que els models de demanda permetin contemplar que els estalvis seran heterogenis en funció de l'origen-destí del desplaçament i les pròpies característiques del desplaçament (motiu de viatge) i les de l'usuari (ingressos, edat, etc).
- És important que l'estimació de la demanda o repartiment modal es realitzi en una assignació en equilibri, on els usuaris no tenen incentius per modificar la seva decisió de desplaçament (procés iteratiu fins convergència).
- El VdT és un paràmetre crític per al que caldria fer estudis específics per a cada projecte amb un alt nivell de detall. Es poden adaptar valors d'altres estudis sempre que siguin situacions comparables. En aquest cas també es valora important poder disposar com a mínim d'una segmentació per motiu de desplaçament.
- Per valorar la fiabilitat cal modelitzar desviació en el temps del trajecte respecte a l'esperat. Si no es disposa d'informació suficient per determinar el diferencial de desviacions entre l'escenari de referència i el projecte caldrà incloure aquest impacte de manera qualitativa a l'AMC; igual que la valoració de la qualitat del servei.
- És important avaluar l'impacte sobre els usuaris en salut gràcies a la mobilitat activa (peu i bicicleta)

#### B.1.2.2.6. Externalitats

Tant en la construcció (producció d'un bé) com en l'operació d'una infraestructura o servei de transport (consum d'un bé) es poden generar **efectes positius o negatius sobre tercers**, que alhora poden o no estar fent-ne ús. A aquests efectes els coneixem com a externalitats ja que no són internalitzats per aquells que els produeix en la seva presa de decisions.



El seu càlcul resulta complex ja que per les externalitats rarament es disposa de preus de mercat i depenen en bona mesura de múltiples variables de caràcter força local on es generen. Per tant, el seu valor econòmic no pot ésser directament mesurat i cal calcular-ho mitjançant mètodes indirectes. Exemple d'aquests mètodes és la “*valoració contingent*”, que es basa en la disponibilitat a pagar per part dels afectats per tal d'evitar/acceptar patir aquests danys a través d'enquestes de preferències declarades en front situacions hipotètiques. Un altre mètode a destacar és el dels “*preus hedònics*”, que assumeixen que el preu de l'externalitat es pot inferir a través de l'impacte que aquesta té com a variable explicativa en el preu d'un altre bé pel que si es disposa de preus de mercat; on les variacions en els preus dels immobles resulta el més evident. No obstant, a la pràctica habitual de l'ACB es solen prendre com a referència costos unitaris estandarditzats d'estudis específics com ara HEATCO (2006), IMPACT (2008) o DGIMT (2014a).

Cal destacar que la congestió no es contempla com a externalitat al estar inclosa en els impactes sobre el temps de viatge dels usuaris, evitant així la seva doble comptabilització.

### **Pol·lució**

El cost de la pol·lució ve determinat per la pèrdua econòmica que genera l'impacte de certa dosi de contaminants sobre la salut humana (reducció esperança de vida), els ecosistemes (menor producció agrícola) i deteriorament d'edificacions (manteniment i reparacions). Per tal de calcular la dosi que rep la població afectada cal disposar d'informació sobre el volum d'emissions generat (factors d'emissió), la localització i densitat de població dels potencials receptors, les característiques morfològiques i climatològiques de l'entorn que afecten a la dispersió dels contaminants i determinen el nivell d'immissió (dosi) en base a models matemàtics calibrats; a més de la resposta que aquesta dosi provoca.

Els contaminants contemplats per a l'estudi de la pol·lució derivada de les emissions del transport són les micro-partícules (PM), òxid de sofre (SO<sub>2</sub>), òxids de nitrogen (NO<sub>x</sub>), compostos orgànics volàtils (VOC) i el monòxid de carboni (CO).

La quantitat emesa de cada un d'aquests contaminants es pot obtenir a partir del règim de consum de combustible que depèn del tipus de vehicle, les característiques del traçat, el factor de càrrega i la velocitat mitjana del trajecte, aplicant els factors d'emissió corresponents per cada contaminant. La dosi que reben els habitants de l'entorn (segons la densitat de població) es computa a partir de la dispersió dels contaminants des de l'origen, que es modelitza amb models de dispersió atmosfèrica força complexos i amb dades difícils d'obtenir. L'exposició a aquests contaminants determina l'impacte que causen sobre la salut (anys de vida perduts) segons funcions de resposta estimades en estudis epidemiològics, a més d'altres efectes sobre el medi. Aquests impactes es transformen en valors monetaris a partir d'estudis com la disposició a pagar per una reducció del risc. Com a valors de referència es recomana emprar els exposats a DGMOVE (2019) adaptats a Catalunya (veure Annex 9). Aquests valors estan estimats per tona de contaminant en base al nivell d'exposició promig segons la densitat de població de l'àmbit (rural, urbà o metropolitana).

En tant que aquest càlcul resulta molt complex en relació a la modelització de la dispersió dels contaminants, un plantejament alternatiu per fases de projecte inicials pot ser emprar els costos



unitaris per veh-km de referència proporcionats també per DGMOVE (2019). Aquests valors proporcionen una aproximació al cost d'emissions assumint un model de dispersió i una densitat de població per cada àmbit segons els tipus de vehicle (tipus de combustible, cilindrada del motor i categoria EURO). En aquest sentit, de la mateixa manera que en el cas anterior, serà necessari disposar d'informació de la composició del parc de vehicles que fan ús de la xarxa de transport i de la seva modernització per obtenir el cost agregat. A mesura que el parc de vehicles es vagi modernitzant, aquesta externalitat anirà reduint-se a causa del menor volum d'emissions dels vehicles.

El cost marginal de la pol·lució de ferrocarrils, autobusos i mercaderies es poden trobar en la fitxa de Pol·lució de l'Annex 1.

Finalment, al cost de pol·lució HEATCO (2006) també exposa la necessitat de contemplar els increments o reduccions que aporta el projecte en vers a les possibles sancions relacionades amb l'incompliment dels nivells de qualitat de l'aire establerts a la regulació comunitària.

### **POL·LUCIÓ – RESUM**

- El cost de la pol·lució es determina per la pèrdua econòmica que genera l'impacte de les micro-partícules (PM), òxid de sofre (SO<sub>2</sub>), òxids de nitrogen (NO<sub>x</sub>), compostos orgànics volàtils (VOC) i el monòxid de carboni (CO) sobre la salut, els ecosistemes i deteriorament d'edificacions.
- Les emissions generades es determinen a partir del consum de combustible segons les característiques dels vehicles, velocitat de circulació i factor de càrrega.
- El nivell d'immissió es computa a partir de la dispersió dels contaminants des de l'origen, aplicant models de dispersió atmosfèrica segons les característiques morfològiques i climatològiques de l'entorn.
- L'impacte que causa aquesta exposició es determina a partir de funcions de resposta estimades en estudis epidemiològics, a més d'altres efectes sobre el medi. Aquests impactes es transformen en valors monetaris a partir d'estudis com la disposició a pagar per una reducció del risc.
- En fase d'estudi previ, on no es disposa de suficient informació, es pot aproximar l'impacte aplicant el cost marginal de la pol·lució per vkm com a primera aproximació.

### **Canvi climàtic**

El canvi climàtic està provocat per les emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH), com ara el diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>), l'òxid de nitrogen (N<sub>2</sub>O) i el metà (CH<sub>4</sub>); que provoquen una pujada de temperatures que comporta un impacte significatiu sobre el clima i la dinàmica de fenòmens meteorològics. Entre els principals canvis que tenen un impacte directe sobre les activitats humanes podem destacar l'augment del nivell del mar, el canvi en els usos energètics, pèrdues de productivitat agrícola, modificacions en el cicle de l'aigua, impactes directes sobre la salut (vectors de transmissió de malalties), modificacions en els ecosistemes i l'augment de la

freqüència/intensitat dels fenòmens extrems (onades de calor/fred, sequeres, inundacions, tempestes i huracans) amb els danys personals i materials que comporten.

Per valorar aquest impacte cal doncs tenir en compte tant les emissions directes durant l'operació de la infraestructura com les indirectes derivades dels processos avant-post (well to tank, precombustió; fabricació, manteniment i desballestament de vehicles; i construcció i manteniment de la infraestructura). De la mateixa manera que en l'apartat anterior, el volum de CO<sub>2</sub> generat s'obté a partir del règim de consum de combustible que depèn del tipus de vehicle, les característiques del traçat, el factor de càrrega i la velocitat mitjana del trajecte, aplicant els factors d'emissió corresponents per cada GEH per litre de combustible cremat (veure CORINAIR, 2012). Posteriorment es tradueixen les quantitats de cada un dels GEH a tones equivalents de CO<sub>2</sub> a partir d'un factor de conversió (*global warming potential - GWP*), segons els seu potencial efecte hivernacle. A tal efecte cal considerar que cada tona de N<sub>2</sub>O equival a 298 tones de CO<sub>2</sub>, mentre que una tona de CH<sub>4</sub> equival a 25 tones de CO<sub>2</sub>.

La valoració econòmica d'aquest volum total de tones de CO<sub>2</sub> es basa en el cost de mitigació per reduir les emissions fins a un llindar objectiu en una data objectiu. Es recomana emprar el cost marginal per veh-km si no es disposa de suficient informació per obtenir el volum d'emissions totals.

	Via desdoblada	Urbà	Rural
Turismes	0,023	0,026	0,021
Mercaderies lleugeres	0,033	0,033	0,025
Mercaderies pesants	0,06	0,083	0,059
Motocicletes	0,014	0,011	0,011
Autobús	0,08	0,136	0,085

**Taula 10. Cost marginal del canvi climàtic en €/veh-km segons àmbit, vehicles tipus calibrat segons parc mòbil 2012. Densitat de població per àrea; urbà = 1.500 hab/km<sup>2</sup>, suburbà = 300 hab/km<sup>2</sup>, Rural y Autopistes < 150 hab/km<sup>2</sup> (Font: Elaboració pròpia a partir de costos DGMOVE, 2019 i dades DGIMT).**

A l'anterior taula s'inclou el cost del Well to tank, que ha estat considerat en la versió del SAIT 2.0. Aquest cost estima les emissions de gasos d'efecte hivernacle, eficiència energètica i despeses industrials del combustible, des de la seva producció fins la seva distribució.

Cal destacar que dins el total de tones emeses també s'inclouen les emissions indirectes derivades del processos avant-post. Dins aquestes s'han d'incloure sempre les emissions generades en el procés de construcció de la infraestructura, que es poden obtenir de manera senzilla amb el programa TCQ per projectes i obres de construcció (ITEC). Així mateix, els processos de precombustió, fabricació, manteniment i desballestament de vehicles es computen aplicant factor d'equivalència, tal com es mostra a la Taula 11. No obstant, és important destacar que aquests processos relatius al vehicle només s'han de considerar si el projecte per si mateix justifica un canvi en els consums de combustible, tinença de vehicle i els nivells de renovació/desballestament de la flota; cosa difícil de valorar si no es disposa de models que contemplin les decisions a llarg termini dels usuaris. El preu de la tona de CO<sub>2</sub> segons el *Handbook on the External costs of transport* (2019) que es basa en múltiples referències científiques és de 100€/tn CO<sub>2</sub> equivalent. '.

	Vehicles (Tn eq. CO <sub>2</sub> / veh)			
	Precombustió (Tn eq. CO <sub>2</sub> / veh)	Fabricació	Manteniment	Desballestament
Turisme privat	0,548	0,321	0,072	0,035
Motocicleta	0,513	0,099	0,036	0,011
Taxi	0,573	0,321	0,072	0,035
Autobús urbà	0,573	0,692	0,419	0,036
Autobús interurbà	0,573	0,692	0,419	0,036
Mercaderies lleugeres	0,573	0,384	0,305	0,012
Mercaderies pesants	0,573	1,033	0,826	0,052
Ferrocarril	0,610	310,0	42,0	0,0
<b>Infraestructures (Tn eq CO<sub>2</sub> / Km)</b>				
	Carretera		Ferrocarril	
Construcció	10		38	
Manteniment	8		32	

Taula 11. Factors d'equivalència per processos avant-post (Font: DGIMT, 2014)

### CANVI CLIMÀTIC – RESUM

- El canvi climàtic està provocat per les emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH), com ara el diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>), l'òxid de nitrogen (N<sub>2</sub>O) i el metà (CH<sub>4</sub>).
- Per valorar les emissions directes cal determinar el consum de combustible segons les característiques dels vehicles, velocitat de circulació i factor de càrrega; al que s'apliquen els factors d'emissió corresponents per cada GEH per litre de combustible cremat i els factors de conversió (GWP) de tots els gasos a tones de CO<sub>2</sub> equivalent.
- Les emissions indirectes dels processos avant-post es mesuren a partir de factor d'emissió per tona de combustible produït, vehicles fabricats, manteniment, vehicles desballestats i km d'infraestructures construïts.
- El preu de la tona de CO<sub>2</sub> segons el *Handbook on the External costs of transport (2019)* que es basa en múltiples referències científiques és de 100€/tn CO<sub>2</sub> equivalent. '.

### Soroll i vibracions

Per soroll entenem tot so de volum, intensitat o duració que comporta un dany físic o psicològic als afectats, cosa que es tradueix en pèrdues econòmiques derivades de l'alteració produïda (restriccions en les activitats d'oci o falta de confort), dels efectes sobre la salut (despeses mèdiques, pèrdua de productivitat i increment de la mortalitat) i la pèrdua de valor de les propietats adjacents a la font emissora. En aquest cas l'exposició al soroll (dosis) resulta el paràmetre clau ja que determina el nivell de soroll real al que estan exposats els afectats en una àrea determinada per una emissió sonora, la intensitat de la qual dependrà del fenomen de dispersió (segons mapes de soroll).

El nivell del soroll es mesura en relació a les condicions de circulació, tipus de vehicles i característiques de la via per la localització de la font d'emissió. Aquesta generació de soroll després es dispersa segons les característiques geogràfiques de l'entorn per determinar la dosi rebuda per la població segons la seva distribució i densitat. Aquest nivell de soroll es mesura a partir de diferents indicadors com el nivell equivalent en horari nocturn ( $L_n$ ) amb un nivell mínim de percepció de 50 dB (A); el nivell equivalent en horari diürn ( $L_d$ ), amb un nivell mínim de 65 dB (A); el nivell equivalent al vespre ( $L_i$ ); i el nivell equivalent considerant tot el dia ( $L_{den}$ ) amb un nivell mínim de 55 dB (A), sent aquest últim el més adequat per aplicar els costos unitaris.

Un cop obtingut el nivell d'exposició al soroll en cada localització es pot obtenir el número total de persones exposades. No obstant, no tots els exposats perceben el soroll de la mateixa manera i es consideren afectats només cert percentatge que si veu afectades les seves activitats en funció del nivell sonor al que es troben exposats (*exposure-response function*). Per obtenir la valoració de l'impacte cal multiplicar aquest número d'afectats pel cost unitari que reflexa la seva disposició a pagar per eliminar aquesta disutilitat. Aquests costos unitaris de referència corresponen a euros de l'any 2002, que HEATCO (2006) recomana actualitzar en relació a l'increment del PIB.

En tant que la metodologia anterior requereix disposar de models de dispersió del soroll, pot ser útil emprar una metodologia simplificada que aportí una primera aproximació en fases inicials del cicle del projecte. Això es pot realitzar considerant un cost marginal del soroll per veh-km, segons el moment del dia, tipus de tràfic i àmbit on es donen els desplaçaments; de manera que s'assumeix cert model de dispersió i distribució de població. Aquests costos marginals es mostren a la Taula 12.

A més d'això, cal destacar que les actuacions dutes a terme en l'obra civil per a la reducció del soroll, com per exemple les pantalles acústiques, s'han d'incloure sota aquest concepte descomptant-les de les despeses d'obra civil per tal d'evitar una doble comptabilització.

Les vibracions produeixen molèsties als afectats de manera equivalent a les externalitats induïdes pel soroll, amb metodologies de càlcul similars. Però cal tenir en compte que a més les vibracions poden tenir efectes sobre certes activitats productives o infraestructures, que poden ser valorades a preus de mercat per les limitacions d'ús que els imposen. En tot cas, el seu abast resulta més restringit que el del soroll i es limita als entorns més pròxims a la font emissora; cosa que el sol fer negligible en la majoria de casos. A més d'això, segons Lep et al. (2011), en haver obtingut el cost unitari del soroll a partir de la disponibilitat a pagar dels afectats, l'impacte de les vibracions ja es recull de manera implícita en els càlculs abans esmentats.

En aquest cas, es proposa exposar part d'aquest impacte a partir del cost de mitigació de les vibracions segons els límits legals. Com en el cas del soroll, les actuacions dutes a terme en l'obra civil per a la reducció de les vibracions s'hauran d'incloure en el càlcul. En el cas de projectes de ferrocarril, aquest cost prendrà importància i s'haurà de valorar després del EIA.

Mode	Moment del dia	Tipus de trànsit	Urbà	Suburbà	Rural
Turisme privat	Dia	Dens	0,0075	0,0004	0,0001

		Lleuger	0,0182	0,0012	0,0001
	Nit	Dens	0,0136	0,0008	0,0001
		Lleuger	0,0331	0,0021	0,0002
Motocicleta	Dia	Dens	0,0815	0,0046	0,0007
		Lleuger	0,1976	0,0128	0,0015
	Nit	Dens	0,1485	0,0083	0,0012
		Lleuger	0,3599	0,0232	0,0027
Autobús	Dia	Dens	0,0715	0,0040	0,0006
		Lleuger	0,1733	0,0112	0,0013
	Nit	Dens	0,1302	0,0073	0,0011
		Lleuger	0,3156	0,0204	0,0024
Mercaderies lleugeres	Dia	Dens	0,0167	0,0009	0,0001
		Lleuger	0,0406	0,0026	0,0003
	Nit	Dens	0,0305	0,0017	0,0003
		Lleuger	0,0739	0,0048	0,0006
Mercaderies pesants	Dia	Dens	0,0835	0,0047	0,0007
		Lleuger	0,2026	0,0131	0,0015
	Nit	Dens	0,1522	0,0085	0,0013
		Lleuger	0,3689	0,0238	0,0028
Tren passatgers	Dia	Dens	0,5967	0,2632	0,0378
		Lleuger	0,9793	0,4319	0,0625
	Nit	Dens	1,0866	0,4792	0,0691
		Lleuger	1,7832	0,7865	0,1138
Tren mercaderies	Dia	Dens	0,6772	0,2682	0,0386
		Lleuger	0,8921	0,4399	0,0636
	Nit	Dens	1,2335	0,4882	0,0703
		Lleuger	2,0239	0,8011	0,1159

**Taula 12. Costos marginals del soroll per la UE en €/vkm segons mode, moment del dia, condicions del trànsit i àmbit considerat. Densitat de població per àrea; urbà = 1.500 hab/km<sup>2</sup>, suburbà = 300 hab/km<sup>2</sup>, Rural y Autopistes < 150 hab/km<sup>2</sup> (Font: DGMOVE, 2019).**

## SOROLL I VIBRACIONS – RESUM

- La valoració de l'impacte del soroll resulta complexa al dependre de les condicions de circulació, tipus de vehicles, característiques de la via per la localització de la font d'emissió i la dispersió del mateix segons les característiques de l'entorn.
- A partir del nivell d'exposició al soroll equivalent a tot el dia (Lden ≥ 55dB) i les funcions de resposta a aquesta es determina la proporció d'usuaris afectats, que es multiplica pel cost/persona-any que implica el nivell de soroll.
- En fases d'estudi previ, on no es disposa de la suficient informació, es recomana emprar el cost marginal del soroll en funció dels vkm per obtenir una primera aproximació.

## Accidents

Les externalitats per accidents es deriven del cost dels danys materials, despeses mèdiques, administratives i la pèrdua de productivitat. Els factors que més influeixen en l'accidentalitat són el número de kilòmetres recorreguts, la velocitat de circulació, les característiques de la via i del conductor, el volum de trànsit, el moment del dia i les condicions meteorològiques. El seu còmput es sol realitzar a partir dels índex de sinistralitat registrats, obtenint el cost a partir del valor estadístic d'una vida, les despeses directes i indirectes.

Per avaluar el canvi en les condicions de risc introduïdes pel projecte cal tenir en compte models de demanda que defineixin la nova distribució del trànsit, on els vehicles que circulen per les vies que no han patit canvis experimenten els nivells de risc existents (modificats segons el canvi en el volum de tràfic); mentre que per avaluar el canvi en l'accidentalitat dels que ho fan per una via nova/millorada cal emprar models predictius que reflecteixen el nivell d'accidentalitat esperat a partir de les modificacions introduïdes pel projecte en les característiques de la via (coeficients de reducció de l'accidentalitat, coeficients de modificació d'accidents i/o funció predictiva de l'accidentalitat); veure DGIMT (2014b).

Per extreure el cost unitari d'accidentalitat segons els costos de víctimes, es tenen en compte diferents tipus de costos. D'una banda, es tenen els costos econòmics directes, costos de l'administració ocasionats per un accident. D'altra banda, es tindran en compte els costos econòmics indirectes com la pèrdua de capacitat productiva de les víctimes, és a dir, la pèrdua de capital productiu de la societat. Finalment, es té en compte el valor dels intangibles (seguretat i vida), relacionat amb el valor subjectiu d'una vida en la societat i amb les conseqüències negatives personals de la víctima. Les obligacions econòmiques generades, com les indemnitzacions, no es consideren costos d'accidentalitat, sempre que el sistema de les asseguradores internalitzi aquests costos. Els valors de referència per al present manual són els emprats a DGIMT (2014b), tal com es mostra a la Taula 13.

Costos unitaris	Morts (30 dies)	Ferits greus	Ferits lleus
Directes	516	2.902	399
Indirectes	732.510	6.481	537
Intangibles	1.980.435	218.910	18.899
Totals	2.713.462	228.294	19.835

Taula 13. Costos directes, indirectes i intangibles dels accidents (Font: DGIMT, 2019)

Es recomana treballar amb costos per accident enlloc de víctimes per reduir el grau d'aleatorietat que té el nombre de víctimes o ferits. Per calcular aquests costos es va fer ús del ratio promig víctimes/accidents de l'accidentalitat enregistrada a la xarxa de la Generalitat de Catalunya els anys 2008-2012.

Relació víctimes/accident	Ratio morts	Ratio greus	Ratio lleus	Cost total
Accident mortal	1,12	0,42	0,59	3.152.097
Accident greu	0,00	1,16	0,56	276.078
Accident lleu	0,00	0,00	1,47	29.163

Taula 14. Costos per accidents a partir de dades d'accidentalitat del Servei Català de Trànsit (Font: DGIMT, 2019)

A partir dels costos unitaris d'un accident tipus i dels indicadors de sinistralitat (número d'accidents mortals, greus o lleus que s'obtenen al Anuari d'Accidents de la Generalitat de Catalunya), es pot establir un cost de l'accidentalitat, segons vkm i l'elasticitat del risc als vkm ( $E=-0,25$  com a criteri general segons DGMOVE, 2014).

Tot i que aquesta metodologia resulta relativament simple en la seva aplicació, si no es disposa d'informació de les característiques concretes de la infraestructura, pot ser que en fases inicials del projecte estigui justificat emprar una aproximació simplificada a partir de l'aplicació de costos marginals d'accidentalitat per vkm; veure Taula 15.

Tipus de carretera	Cost unitari
Carretera convencional	0,032
Travessera	0,034
Via desdoblada	0,015

**Taula 15. Costos marginals (€<sub>2010</sub>/vkm) de l'accidentalitat per tipus de carretera de la xarxa de la Generalitat (Font: DGIMT, 2014).**

### ACCIDENTS – RESUM

- Per valorar els canvis en el risc d'accidentalitat derivats de la implantació del projecte cal no només contemplar els canvis en la demanda, si no també els canvis en les característiques de les vies a partir dels coeficients de reducció de l'accidentalitat, coeficients de modificació d'accidents i/o funció predictiva de l'accidentalitat (DGIMT, 2014b).
- Cal tenir en compte també l'elasticitat del risc a les modificacions en els vkm ( $E=-0,25$  com a criteri general segons DGMOVE, 2014).
- En fase d'estudis previs, si no es disposa de millor informació es pot emprar com a valor de referència el cost marginal de l'accidentalitat per vkm.

### Efecte barrera

La implantació d'infraestructures que concedeixen prioritat de pas a certs modes o rutes generen un cost extern en altres modes. Normalment aquest cost s'associa de manera única als desplaçaments a peu en motiu dels increments de distància recorreguda (la nova infraestructura elimina connexions de la malla existent) i els increments dels temps d'espera en les interseccions. El càlcul d'aquest temps perdut es pot realitzar de manera simplificada a partir de valors mitjans d'espera en les interseccions (10 – 15 segons), assumint una velocitat de flux lliure de 3,5 km/h i un valor del temps de 9 €/h per a Catalunya, segons DGIMT (2014a).

No obstant, cal tenir en compte que si es realitza una modelització específica del temps de viatge dels vianants i les bicicletes dins els usuaris del sistema aquesta externalitat hi estarà directament integrada, de manera que no s'hauria d'incloure per evitar una doble comptabilització.

### Paisatge



Les actuacions que modifiquen o degraden el paisatge representen una pèrdua de valor paisatgístic o recreatiu que es pot incloure a l'ACB, tot i que la seva valoració pot resultar molt subjectiva i altament vinculada a la ubicació específica on es porta a terme el projecte. Per tal de valorar de manera indirecta aquest cost es poden realitzar estudis de preferències declarades o bé emprar com a indicador la disponibilitat a pagar pel cost de desplaçament fins al punt d'interès.

### **Ecosistemes**

La pèrdua d'hàbitat natural i biodiversitat generats per la implantació de noves infraestructures genera pèrdues en molts casos irreversibles. En aquest marc tres tipus d'impactes negatius són rellevants: la pèrdua d'hàbitat, la seva fragmentació i pèrdua de la qualitat. La seva valoració resulta complexa i en molts casos vindrà derivada del cost de mesures pal·liatives o de protecció, que seran definits de manera més clara en un EIA. A nivell orientatiu DGIMT (2014a) proposa adoptar un cost de 16,02 €/m<sup>2</sup> de superfície total ocupada per les infraestructures de transport, contemplant un ample addicional del 50%.

### **Contaminació del sòl i aqüífers**

La contaminació del sòl i les aigües té efectes sobre la flora, la fauna, la producció agrícola/pesquera i la salut de les persones. En bona mesura l'impacte depèn de la dosi rebuda i caldrà tenir en compte models de dispersió (sobretot en el cas de l'aigua), cosa que implica un anàlisi força concret de l'àmbit d'estudi. En el cas de la contaminació del sòl els efectes solen manifestar-se al cap del temps i resulta força complexa la seva valoració, optant normalment per mètodes relacionats amb el cost de corregir, mitigar o eliminar els contaminants. Cal destacar que aquests enfocaments no tenen en compte les preferències dels afectats que caldria contemplar a través d'enquestes que permetessin valorar efectes en funció de la dosi rebuda.

En aquest cas, igual que en el cas dels ecosistemes, es pot realitzar el càlcul del cost considerant costos unitaris segons l'ocupació de l'espai o amb costos de mesures correctives. El valor de referència per al cost d'ocupació seria de 13,96 €/m<sup>2</sup> segons el DGIMT (2014a), però com en el cas anterior, seria preferible una valoració dels costos de mesures correctives després d'un EIA.

### **Alliberació del espai públic**

A la versió del SAIT del 2019 s'ha incorporat un indicador que es considera oportú per avaluar les actuacions en àmbits urbans especialment densos, com és el cas de Barcelona i d'alguns municipis de l'Àrea Metropolitana. Aquest indicador valora el benefici derivat d'alliberació d'espais reservats al vehicle privat per fer-ne un ús més enfocats als ciutadans. És a dir, espais públics més sostenibles a les ciutats, com carrers peatonals, parcs, places, etc.

Es recomana que pels projectes on es doni captació del cotxe privat des del Transport Públic Col·lectiu, es redueixi espai de vialitat en quantia suficient per evitar la inducció de nova demanda viària.



Com a valors de referència, si s'avalua el mercat del preu de les places d'aparcament de cotxes a Barcelona podem tenir una aproximació dels beneficis d'alliberar l'espai públic per la societat. 1500€/m<sup>2</sup> –Nou Barris- i 2000€/m<sup>2</sup> –St Gervasi. Per restar del costat de la seguretat i a falta de referències científiques robustes, el SAIT recomana com a valor per avaluar els projectes urbans d'alliberació d'espai públic per usos pels ciutadans en 1200€/m<sup>2</sup>.

### **Congestió de la xarxa viària**

Els projectes de transport públic tenen un impacte important sobre la xarxa viària, que se'n deriva en un increment o reducció del temps de congestió dels vehicles. En àmbits urbans i interurbans on les vies tenen una Intensitat Mitjana Diària elevada (i.e. superior als 100.000) el SAIT recomana utilitzar uns paràmetres que ens permeten quantificar els estalvis de temps sobre el conjunt de la xarxa viària per cada cotxe que capta el transport públic.

- Per un trajecte urbà: 40min/cotxe captat pel TPC
- Per un trajecte amb component urbana e interurbana: 60 minuts/cotxe captat pel TPC

Aquests indicadors s'han calculat a partir del Model SIMCAT 2017 d'hora punta matí incorporat en el programari VISUM. S'ha estimat el temps de viatge amb origen diferents municipis i destí Barcelona, i s'ha calculat el temps de viatge global. Eliminant del model un total de 100 vehicles per hora punta repartits en els diferents trajectes i s'ha tornat a calcular el temps de viatge global. Finalment s'ha calculat la diferència de temps de viatge total entre l'escenari inicial i l'escenari amb els 100 vehicles extrets. En ser els temps de trajecte més ràpids en el model VISUM que a la realitat, s'han normalitzat els resultats amb un comparativa de temps de trajecte entre el model i Google Maps.

#### **B.1.2.2.7 Efectes indirectes (spillovers a la resta de l'economia)**

Tota actuació sobre el mercat del transport té uns impactes que no es circumscriuen a aquest mercat si no que es transfereixen a d'altres mercats (mercats secundaris), ja que el transport és un bé intermedi emprat en l'adquisició de matèries primes o inputs i la distribució dels productes. Això vol dir que les relacions entre els diferents sectors econòmics es donen en part a través del mercat de transport, en l'intercanvi d'inputs i outputs de cada un d'ells. La distribució d'aquests impactes entre els diferents sectors econòmics també resulta un element de judici important en la presa de decisions.

Cal tenir en compte que si el mercat secundari és perfectament competitiu, no hem d'incloure els efectes del projecte en aquest per no incorre en una doble comptabilització. En general podem assumir que no existeix competència perfecta i aleshores cal contemplar aquells efectes econòmics indirectes fora del mercat de transport que són realment addicionals als efectes directes derivats dels canvis de comportament en el mercat de transport; veure l'Annex 6. Un dels efectes que més rellevància té per a l'avaluador és l'impacte sobre el **mercat de treball**, ja que existeix un increment de demanda durant el procés de construcció i en menor mesura durant l'operació, així com un increment derivat de l'augment d'accessibilitat; però també resulten d'interès els efectes sobre el **creixement econòmic** i el desenvolupament general.

A la literatura no hi ha un consens clar sobre el grau d'addicionalitat d'aquests efectes ni una metodologia clara per avaluar-los (veure Bröcker et al., 2010 i Elhorst et al. 2005). HEATCO (2006) exposa que la millor pràctica seria disposar preferentment d'un model d'equilibri general espacial que permetés contemplar els efectes indirectes derivats de les imperfeccions del mercat, tot i que altres models també poden resultar d'utilitat (p.e.: models macroeconòmics o *Land use transport integrated models*). Si no es disposa de suficient informació per dur a terme aquest tipus de modelització, aquests efectes també es poden tenir en compte de manera qualitativa a partir d'estudis en entorns comparables tot i que només com a component del multicriteri complementari a l'ACB.

De cara a la implantació del present manual, la opció recomanada serà la inclusió d'aquests efectes indirectes a la component multicriteri de l'anàlisi, com a complement de suport a la decisió, sense incloure'ls en l'ACB per evitar la doble comptabilització. No obstant, de cara a futurs desenvolupaments caldrà ampliar la informació de base per permetre enfocaments més evolucionats sobre els impactes indirectes.

### EFECTES INDIRECTES – RESUM

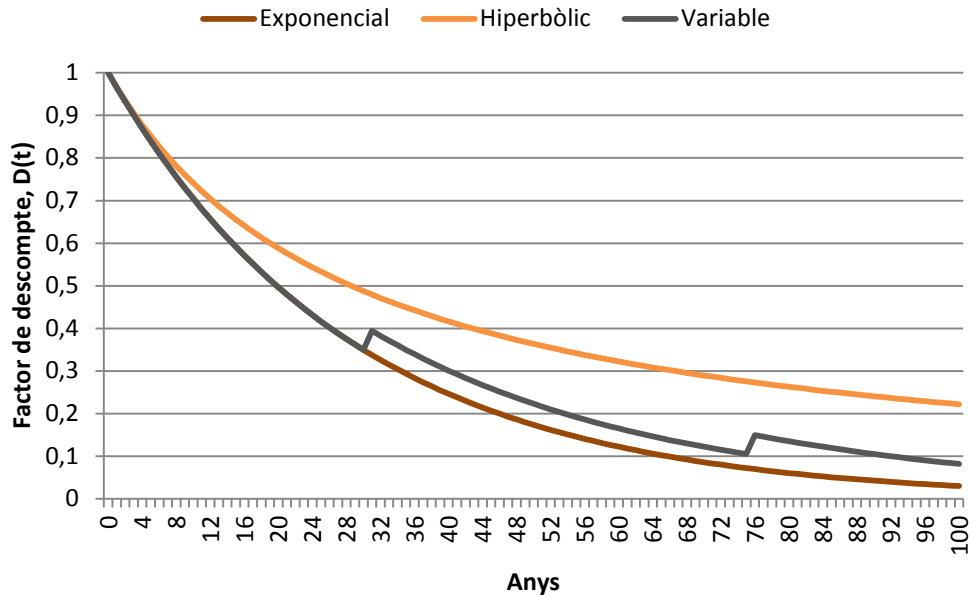
- Els efectes indirectes sobre el conjunt de l'economia són rellevants (creació de llocs de treball, creixement econòmic i impactes sobre cada sector econòmic).
- No hi ha consens sobre el grau d'addicionalitat d'aquests efectes → incloure preferentment a l'AMC i no a l'ACB.

#### B.1.3 Agregació de costos i beneficis (taxa de descompte)

Per tal d'agregar els costos i beneficis que es generen en diferents moments del temps cal aplicar un factor de descompte que ens permeti portar els imports futurs al present, fent-los comparables. Això implica multiplicar els imports generats en cada moment per un factor de descompte que ens indica com valorem avui cada euro generat en cert moment posterior en el temps. L'objectiu de la taxa social de descompte és reflectir el cost d'oportunitat dels recursos emprats.

La forma de la taxa de descompte, relació funcional entre factor de descompte i temps, determina la valoració relativa dels beneficis i costos en diferents moments de l'horitzó d'avaluació del projecte. La forma més emprada és una **taxa de descompte exponencial**, però també són emprades la hiperbòlica i la variable; veure RAILPAG (2007) i HMT (2011) respectivament. Si fem una taxa de descompte exponencial implica multiplicar els imports generats en cada moment per un factor de descompte igual a  $D(t) = \frac{1}{(1+r)^t}$ ; on  $r$  és la taxa de descompte social i  $t$  el nombre de períodes que han passat entre el present i la generació d'aquests costos o beneficis. Per  $r > 0$  i  $t > 0$  el factor de descompte és menor que 1, cosa que implica que la societat valora més els imports presents que els imports futurs ja que conforme  $t$  creix el factor de descompte decreix. Així mateix, quant major és la taxa de descompte  $r$ , més petit és el factor de descompte i més es valoren els imports presents respecte dels futurs. Si per exemple assumim una taxa de descompte  $r = 3.5\%$  el factor de

descompte entre dos períodes consecutius és de 0.966, cosa que implica que la societat li dona un valor avui de 0.966€ per cada 1€ generat demà.



exponencial

$$D(t) = e^{-rt}$$

hiperbòlic

$$D(t) = \frac{1}{1 + rt}$$

exponencial variable

t	0-30	31-75	76-100
D(t)	3.5%	3.0%	2.5%

**Figura 10. Comparativa del factor de descompte obtingut per cada moment del temps per taxes de descompte exponencial, hiperbòlica i variable (HMT, 2011). Taxa inicial d'exemple igual a 3.5% en tots els casos (Font: Elaboració pròpia).**

Tal com es mostra a la Figura 10, la principal diferència entre elles és que la taxa de descompte exponencial assumeix una relació constant entre el factor de descompte d'un any respecte de l'altra, cosa que implicaria un rendiment constant de la inversió tant en el futur immediat com en el més llunyà; i atorga major pes als fluxos de beneficis propers en el temps. Per contra, la **taxa de descompte hiperbòlica** dona major pes relatiu als beneficis futurs, assumint una relació decreixent entre els factors de descompte d'anys consecutius. Aquests tipus de taxa de descompte és especialment valorada en el camp del desenvolupament sostenible, ja que té més present els interessos de les generacions futures.

La incertesa sobre la progressiva reducció del creixement econòmic, canvis en les preferències futures, les condicions econòmiques futures i aspectes de equitat intergeneracional justifiquen l'ús de taxes de descompte variables que decreixen amb el temps; veure HMT (2011). No obstant, els salts arbitraris en la taxa de descompte generen inconsistència temporal en els

factors de descompte i fan pensar que seria més indicat ajustar una **taxa continua decreixent**<sup>8</sup> o simplement una hiperbòlica al valor desitjat, per evitar així introduir incoherències en la ponderació de beneficis tal com argumenta OECD (2007).

La **taxa de descompte**  $r$  també s'anomena rati social de preferències temporals (*social temporal preference rate* – STPR en anglès), en el que la societat prefereix els beneficis actuals als futurs a partir de la suma de dues components en ratis,  $r = a + bg$ . La primera component és una preferència temporal pura ( $a$ ) per consumir avui millor que no pas demà; mentre que la segona component es basa en les expectatives futures i depèn alhora de les possibilitats de creixement del consum ( $g$ ) i l'elasticitat marginal del benestar social per la societat ( $b$ ) respecte aquest creixement de consum. La preferència temporal pura  $a$  es mou entre 0% i 3%; i l'elasticitat marginal  $b$  es pot aproximar des d'un enfocament normatiu com el pes que li dona el gestor públic al fet que la població del futur pot ser més rica que l'actual si hi ha creixement, per tant reflectint la visió social sobre la distribució de la renda a través del temps, que es pot estimar a partir del comportament d'estalvi, que es mou entre 0.2 i 5.5; veure BEI (2013).

A la literatura existeix cert debat sobre quina taxa de descompte cal emprar, però en general es valora que la millor opció resulta l'ús del STPR. En una economia perfectament competitiva es pot assumir a nivell teòric que STPR és equivalent a la taxa intertemporal de substitució per un individu representatiu (ITPR), al cost d'oportunitat del capital (SOC) i alhora al tipus d'interès de mercat (veure BEI, 2013 pàg.46). Però aquest no és el cas en un mercat imperfecte<sup>9</sup> on el debat sobre quina és la millor aproximació resulta més complex. L'objectiu de la taxa social de descompte és en certa mesura reflectir el cost d'oportunitat dels recursos emprats. Per tant:

- Si el sector públic competeix amb el sector privat per la realització del projecte estaria justificat emprar el SOC.
- Si el projecte es realitza sense competir amb el sector privat caldria emprar el STPR.
- Alternativament, en situacions on els fons emprats per finançar el projecte reemplacen tant consum com inversió caldrà emprar com a taxa de descompte una mitja ponderada entre ambdós en funció del volum de fons provinents del sector públic i el privat, que inclou un *premium* pel risc financer que típicament el col·loca per sobre del STPR i per tant més pes dona als beneficis presents.

Aquest factor haurà de tenir-se en ment quan es vulgui comparar escenaris de finançament del projecte amb participació públic-privada (PPP) respecte del finançament públic tradicional.

---

<sup>8</sup> Una taxa de descompte exponencial variable implica  $D(t) = e^{-\int_0^t r(t) \cdot dt}$ , si es fa de manera contínua

<sup>9</sup> Informació asimètrica, externalitats, risc, imperfeccions en els mercats de capital o presència d'impostos

Els diferents arguments que ho sustenten es poden veure amb detall especialment a OECD (2007), però també a CE (2008) i BEI (2013). Segons els valors generalment emprats el STPR es mou entre el 3.5% i 5.5%. De manera que el tipus d'interès dels bons de l'estat es consideren una cota inferior del STPR, mentre que el ITPR es considera la cota superior (la societat en el seu conjunt experimenta una preferència temporal pura menor que la de l'individu).

Cal destacar que en alguns casos s'argumenta l'ús de taxes de descompte diferents per als costos i beneficis o tipologies de projectes pel seu caràcter ambiental. El principal argument és que els recursos ambientals es valoraran en major mesura conforme siguin més escassos, però tant HEATCO (2007) com OECD (2007) exposen que això s'hauria d'incloure a través de la seva valoració econòmica més que no pas fent ajustos de la taxa de descompte; que reflexa una valoració del trade-off entre present i futur a nivell social.

País	<i>g</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	STPR
Austria	1.9	1.63	1.0	4.1
Dinamarca	1.9	1.28	1.1	3.5
França	2.0	1.26	0.9	3.4
Itàlia	1.3	1.79	1.0	3.3
Alemanya	1.3	1.61	1.0	3.1
Holanda	1.3	1.44	0.9	2.8
Suècia	2.5	1.20	1.1	4.1
Rep.Checa	3.5	1.31	1.1	5.7
Hongria	4.0	1.68	1.4	8.1
Polònia	3.8	1.12	1.0	5.3
Eslovàquia	4.5	1.48	1.0	7.7

Taula 16. Estimacions per l'STPR a diferents països de la UE (Font: CE, 2008)

Així mateix, en alguns casos es detecta la inclusió de primes de risc en la taxa de descompte social per tal de reflectir la incertesa sobre el futur; però HETCO (2007) i OECD (2007) també en aquest cas destaquen la necessitat de no desvirtuar al concepte i amagar la incertesa en la prima de risc. En aquest i d'altres manuals es valora més adient contemplar la incertesa dins la valoració dels resultats, tal com es mostra a l'apartat B.1.6 d'aquest document.

A més de lo anterior, cal tenir en compte que es recomana emprar la taxa de descompte en termes reals, cosa que imposa fer l'avaluació a preus constants (sense inflació) tenint en compte els canvis en els preus relatius. Si l'avaluació es realitzés a preus corrents caldria emprar la taxa de descompte nominal<sup>10</sup>. En base a la manca de dades per realitzar una estimació aplicada a Catalunya, aquest manual es **recomana** emprar una **taxa de descompte social del 3% en termes reals**, en cas que no es disposi d'un valor **fixat per l'autoritat**

<sup>10</sup> La relació entre la taxa de descompte real (*r*) i la nominal (*R*) es relacionen a través de la inflació (*i*) segons la expressió:  $(1 + r)(1 + i) = (1 + R)$ . De la que podem assumir  $r + i \approx R$ .

**econòmica competent.** Aquest valor es pren a la franja baixa del recomanat per DGRegio (2014), per ser Estat membre de la Unió Europea.

### TAXA DE DESCOMPTE – RESUM

- Reflecteix el cost d'oportunitat social dels recursos emprats
- Es recomana que sigui fixada per l'autoritat competent (Dept. Economia)
- Es recomana emprar STPR exponencial amb  $r = 3\%$  en termes reals (sense inflació) com a primera aproximació

#### B.1.4 Horitzó temporal d'avaluació del projecte

Per tal de valorar els efectes d'un projecte cal tenir en compte fins on s'estenen els costos i beneficis que se'n deriven. Existeixen costos que es generen abans de la fase d'implementació, com són els de planificació i estudis que també s'inclouen en l'ACB; però també costos i beneficis que perduren al llarg de tota la vida útil dels actius fora del rang on les prediccions de demanda resulten fiables.

El **criteri més seguit** per establir l'horitzó d'avaluació és establir un rang en funció de la vida útil dels actius segons la tipologia d'inversió o infraestructura, que es mou entre els 20 i els 60 anys per projectes de transport. La vida útil real dels actius no resulta senzilla de determinar, ja que depèn de la política de manteniment i conservació que es segueix; i en molts casos pot allargar la seva vida útil gairebé de manera indefinida (on es segueixen produint beneficis socials). Això escapa a les possibilitats de predir la demanda amb fiabilitat, de manera que en molts casos caldrà plantejar la necessitat de considerar un valor residual del projecte al final de l'horitzó d'avaluació.

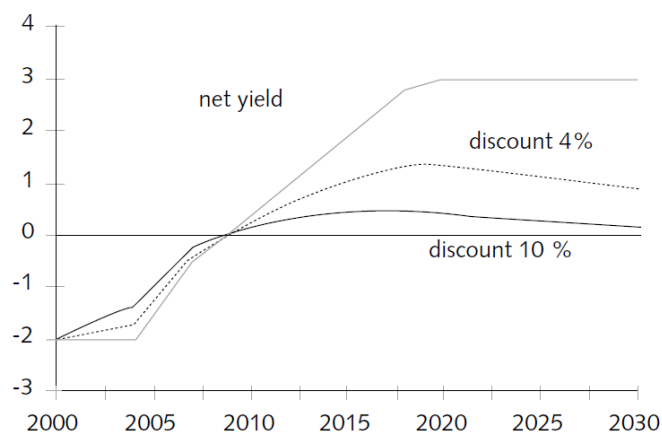


Figura 11. Relació entre beneficis nets i taxa de descompte al llarg de l'horitzó d'avaluació (Font: MTPW, 2012)

Altres aproximacions més recents com la de MTPW (2012) suggereixen que a més de la vida útil dels actius cal escollir l'horitzó d'avaluació a partir de la **combinació de tres criteris addicionals**: (1) fiabilitat de la predicció, (2) flux de beneficis nets i (3) la taxa de descompte. L'objectiu es recollir només aquells costos i beneficis que siguin realment significatius per l'avaluació. Cal tenir en compte que cada projecte genera un flux net de beneficis amb diferents perfils temporals i que l'aplicació de taxes de descompte elevades fa que els fluxos futurs perdin pes ràpidament. Així, si els beneficis nets futurs són baixos i a més el factor de descompte els atorga un pes negligible no cal allargar l'horitzó d'avaluació per incloure'ls; a més d'evitar generar més incertesa innecessària en la predicció. Aquest argument queda palès en la Figura 11.

En general es valora que l'horitzó temporal més adequat per l'avaluació de projectes d'infraestructures en el model SAIT seria de 30 anys, per tal de controlar la incertesa en la previsió de la demanda i la progressiva reducció del pes dels costos i beneficis que es van produint en endavant, tal com s'especifica a CEDEX (2010) i ADIF (2013). Això implica que en la majoria de casos caldrà donar un **valor residual** (terminal) al projecte al no haver exhaurit la seva vida útil. Aquesta valoració normalment es pot realitzar a partir de dos mètodes diferents; per un costat, com a valor residual de la inversió aplicant un percentatge no depreciat de la mateixa (lineal fins arribar a un 5% al final de la vida útil). Per l'altra, a partir de l'actualització dels beneficis nets posteriors a l'horitzó d'avaluació fins el final de la vida útil (o quan ja no apareixen beneficis/costos significatius). Aquest segon mètode presenta una major consistència teòrica, però planteja dubtes sobre la validesa de les estimacions derivades de la fiabilitat dels models de demanda. Tot i que el primer també resulta poc acurat al no contemplar els potencials beneficis ni l'efecte de la política de manteniment, resulta la opció més factible i és l'adoptada per defecte en el present document.

Tal com ja s'ha apuntat, la **política de manteniment** és un factor que determina la vida útil dels actius. En aquest sentit contemplar l'impacte del manteniment en la vida útil de manera precisa requereix disposar de models de simulació del deteriorament dels materials en vers a les condicions dels servei segons les diferents programacions d'actuacions de conservació al llarg del temps. Tal com es mostra a la Figura 12 els actius es deterioren tot i les actuacions de manteniment rutinari, fins que en arribar a cert llindar d'acceptabilitat cal actuar per tornar a reconstituir el nivell de qualitat desitjat, tot i que en cap cas es pot retornar a la situació inicial degut a les deformacions plàstiques i degradació de les propietats dels materials (veure també apartat B.1.2.2).

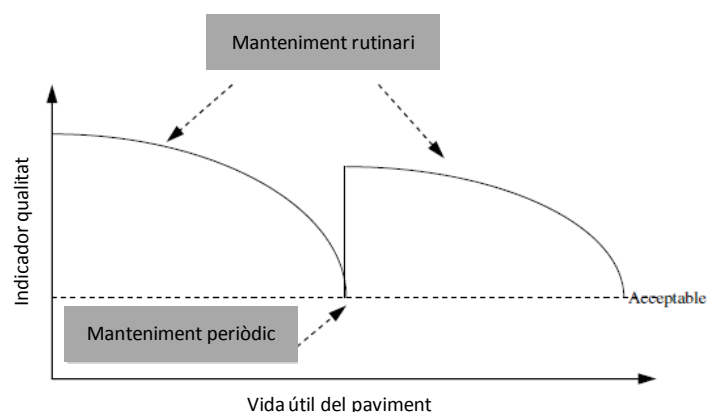


Figura 12. Exemple d'evolució d'un indicador de qualitat del paviment durant la vida útil segons la política de manteniment (Font: Rouse & Chiu, 2009).

CONCEPTE	Vida útil	% VR any 30
Ponts	75	62%
Túnels	75	62%
Carreteres		
Plataforma	45	37%
Paviment	20	52%
Drenatge	75	62%
Murs	75	62%
Instal·lacions ambientals	20	52%
Ferrocarril		
Subestructura	60	52%
Superestructura	30	5%
Equips tècnics	20	52%
Subministrament elèctric	30	5%
Instal·lacions ambientals	30	5%

Figura 13. Recomanació de criteris per la Vida útil i valor residual als 30 anys per diferents tipus d'actius, considerant una depreciació lineal dels mateixos amb un valor del 5% al final de la vida útil. Pels conceptes amb vida útil <30 anys es considera una renovació completa i posterior depreciació fins assolir l'horitzó d'avaluació (Font: Elaboració pròpia a partir de dades HEATCO, 2006).

Cal a més tenir en compte que l'elecció de l'horitzó temporal també afecta als criteris de decisió al comparar dos o més projectes, tal com es mostra a l'apartat B.1.5. Aquells projectes amb un horitzó d'avaluació més llarg tenen més temps per recollir beneficis nets en comparació als que en proposen un de més curt. Per tant, es valora adient **homogeneïtzar els horitzons d'avaluació a 30 anys** per tots els projectes d'infraestructures o serveis sempre que es vulgui realitzar una comparativa entre ells (com és el cas dels plans d'inversió).



ESB

### HORITZÓ D'AVALUACIÓ – RESUM

- L'horitzó d'avaluació òptim depèn de la tipologia de projecte/infraestructura segons vida útil dels actius, modificable en funció de la precisió dels models de demanda, VAN i taxa de descompte.
- Es recomana emprar un horitzó = 30 anys fix per totes les inversions en infraestructura, per tal d'homogeneïtzar els resultats i assegurar la comparabilitat.
- Cal tenir molt en compte el valor residual de la inversió; i en la mesura del possible els beneficis generats després d'aquest horitzó.

#### B.1.5 Interpretació de resultats i presa de decisions

El procés d'elecció d'un projecte es porta a terme en dues etapes per diferents ens dins de l'Administració pública. En una primer etapa s'estableix el conjunt de projectes socialment desitjables en un pla d'inversions; i en una segona, s'estableix la programació del subconjunt d'aquests que es portarà a terme en funció de les restriccions pressupostàries i les alternatives d'inversió disponibles en d'altres àmbits públics; on a més també hi solen entrar en joc les prioritats polítiques i estratègiques. Usualment el primer procés el porta a terme l'ens públic encarregat de la planificació de les infraestructures segons les seves competències (p.e.: DTES o ATM), mentre que el segon el concreta l'ens encarregat de les finances públiques (p.e: Dept. Economia).

Seguint aquesta estructura, en l'apartat B.1.5.1 es defineix el procés seqüencial per escollir la millor alternativa per cada projecte i el conjunt d'aquests que compleixen els criteris per ser integrats al pla d'inversions (projectes socialment desitjables). A l'apartat B.1.5.2 es planteja el problema de programació lineal per escollir el subconjunt de projectes que maximitzen el benefici social.

##### B.1.5.1 Pla d'inversions (escollir la millor alternativa i acceptar o rebutjar un projecte)

L'establiment del pla d'inversions és un procés seqüencial amb dos nivells clarament diferenciats. Per un costat l'elecció 'dins el projecte', on hem d'escollir la millor alternativa per donar solució al problema plantejat; i per l'altra l'elecció 'entre projectes', on hem de valorar si els projectes són socialment acceptables (acceptar/rebutjar) i prioritzar les actuacions que es porten a terme (escollir entre intervencions excloents o definir el conjunt d'actuacions que maximitza el benestar social en base als recursos disponibles). En cada un d'aquests nivells el criteris de decisió són lleugerament diferents, tal com es mostra a la Figura 14 i es detalla en els següents subapartats.

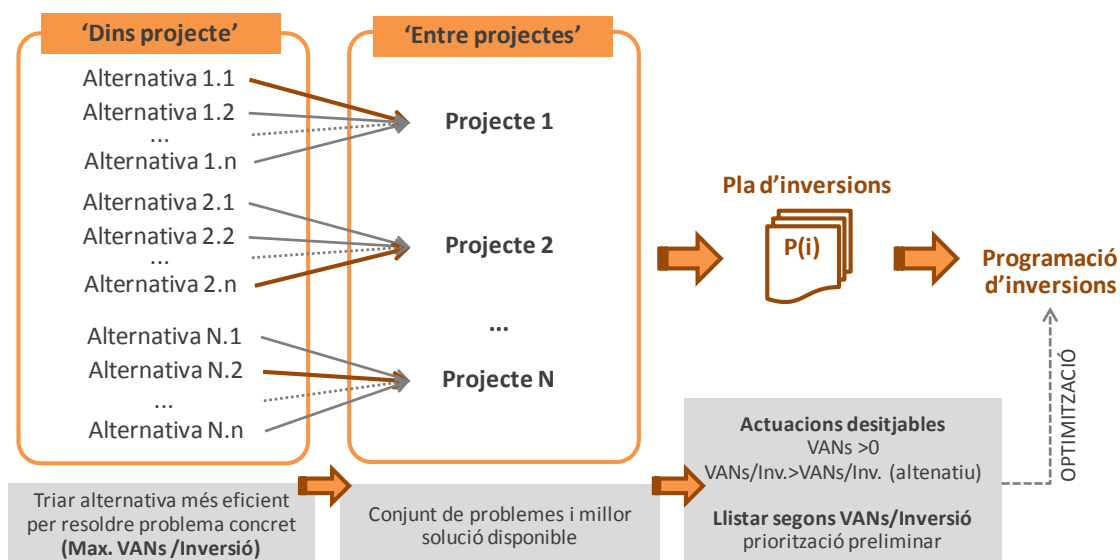


Figura 14. Exemple del procés seqüencial de l'establiment d'un pla d'inversions (Font: Elaboració pròpia).

Però per prendre decisions a partir de l'anàlisi ACB cal, en primer lloc, disposar de criteris clars per triar les millors alternatives o projectes en cada una d'aquestes fases d'avaluació. El principal indicador del rendiment global del projecte és el **valor actual net social ( $VAN_S$ )**, que es mesura com el sumatori per tot l'horitzó temporal del projecte ( $T$ ) del canvi en la diferència entre beneficis ( $B_{S_t}$ ) i costos socials ( $C_{S_t}$ ) en cada interval de temps ( $t$ ) descomptats al present a partir de la taxa de descompte ( $r$ ). Aquesta mesura resulta una agregació interpersonal (entre tots els agents implicats) i intertemporal (per tota la vida útil) dels fluxos del projecte en un sol indicador. Així mateix, aquesta mesura també es pot computar només tenint en compte la diferència entre beneficis i costos privats, amb una taxa de descompte equivalent al tipus d'interès de mercat, com el valor actual net financer ( $VAN_F$ ), i resulta d'interès quan es planteja la participació de l'iniciativa privada o restriccions pressupostaries.

$$VAN_S = \sum_{t=0}^T \frac{\Delta(B_{S_t} - C_{S_t})}{(1+r)^t}$$

Cal destacar que un  $VAN_S$  igual a zero no implica que el projecte cobreixi els costos (com si ho fa el  $VAN_F$ ) si no que simplement obté el mateix valor actual net social que l'escenari base. Un valor positiu implica que el projecte aporta un increment en el benestar social respecte l'escenari base de comparació, mentre que si és negatiu n'implica una reducció. A més, la utilització del  $VAN_S$  assumeix de manera implícita el principi de compensació potencial (Kaldor-Hicks), ja que dona el mateix pes a cada unitat monetària independentment de qui la rep assumint que tots els agents tenen el mateix pes dins la funció de benestar social, cosa que no té perquè coincidir amb les preferències socials reals (equitat).

Com a criteris de rendibilitat relativa del projecte/alternativa el clàssicament emprat és la **taxa interna de retorn social ( $TIR_S$ )**. Aquesta és aquella taxa de descompte que iguala el  $VAN_S$  igual a zero, assumint que els fluxos obtinguts pel projecte es reinverteixen per complet a un tipus d'interès igual a la  $TIR_S$ , tant si es reinverteix en el propi projecte o en un altre. Cal destacar que aquesta hipòtesi pot resultar excessivament optimista per projectes amb  $TIR_S$

elevades, ja que difícilment hi haurà projectes on aconseguir el mateix rendiment. A més, també existeixen complicacions en el càlcul de la  $TIR_S$  quan el projecte presenta canvis en el signe dels fluxos, ja que se n'obtenen tantes com canvis de signe es presentin.

$$VAN_S = \sum_{t=0}^T \frac{\Delta(BS_t - CS_t)}{(1 + TIR_S)^t} = 0$$

No obstant la TIR ofereix un avantatge important de cara a la comparació d'alternatives, ja que és invariant al volum d'inversió i aporta una mesura de rendibilitat relativa del projecte. Però cal tenir en compte que tant el VAN com la TIR es veuen afectats per l'horitzó d'avaluació considerat, cosa que té implicacions en la comparació de projectes tal com es mostra més endavant.

Per evitar els problemes de còmput de la TIR, HEATCO (2006) **recomana** emprar com a mesura de la rendibilitat relativa el **rati entre el VANS i la inversió (VANS/Inversió<sup>11</sup>)**. Aquest indicador ens dona una visió molt clara del retorn social obtingut per cada euro invertit al projecte, on tot projecte amb un rati VANS/Inversió > 0 resulta socialment rentable. Un altre indicador que també s'empra en diferents manuals ACB és el **rati entre costos i beneficis descomptats al present (B/C)**, que també és una mesura de rendibilitat relativa del projecte.

$$B/C = \frac{BT_S}{CT_S} \quad \text{on} \quad BT_S = \sum_{t=0}^T \frac{BS_t}{(1+r)^t} \quad CT_S = \sum_{t=0}^T \frac{CS_t}{(1+r)^t}$$

Sota aquest criteri tots aquells projectes amb  $B/C > 1$  es poden considerar desitjables (equivalent a un  $VAN_S > 0$ ). Un altre indicador que cal emprar per cert tipus de projectes és el valor present dels costos o costos totals actualitzats (CT). Aquest s'empra com a criteri de decisió per aquells projectes que es relacionen amb serveis bàsics que cal prestar, i no existeix l'opció de plantejar un escenari de comparació sense projecte. En aquest marc de decisió s'anomena Anàlisi d'Eficiència del Cost (*Cost Efficiency Analysis* – CEA) i el que es busca es valorar quina és la manera de prestar dit servei de manera més eficient, és a dir aplicar la tecnologia que minimitza el cost de prestació del servei. La manera de calcular aquest factor és equivalent al VANS però sense tenir en compte els beneficis i descomptant-los al present. Aquests indicadors es calculen per tot l'horitzó d'avaluació del projecte (llarg termini), però també es poden especificar a curt termini; on el més habitual és especificar-los pel primer any, de manera que permeti detectar aquells projectes o alternatives que tenen un retorn més ràpid.

Tots aquests indicadors tenen per objectiu permetre comparar alternatives i projectes entre si, però per poder fer-ho hem d'assegurar que aquests resulten comparables. Projectes de diferents característiques poden ésser avaluats amb diferents horitzons temporals en funció de la vida útil dels actius, cosa que els fa incomparables en afectar als seus indicadors de rendibilitat (VANS, VANS/Inversió i TIRs). Entre projectes d'infraestructures potser aquest

<sup>11</sup> RNPSS en les seves sigles en anglès

aspecte pot no semblar tant rellevant, però en la comparació entre una nova infraestructura i una modificació/ampliació d'un servei de transport resulta clarament important, ja que caldrà donar a totes dues opcions el mateix temps per acumular beneficis i costos que ens permetin prendre una decisió acurada. Aquest argument es fa evident a l'EXEMPLE 1.

Un projecte de transport busca donar solució a un problema concret portant a terme una sèrie d'actuacions. Normalment existeix més d'una alternativa per donar solució al problema i caldrà destriar quina és la que ho fa de la manera socialment més eficient en relació als recursos que cal dedicar-hi. En aquest sentit el que es busca és l'alternativa amb el major rendiment social relatiu, és a dir el que presenta un VAN/Inversió (o TIR) més elevats, veure HEATCO (2006). Però a més d'escollir la millor alternativa pel projecte cal valorar si aquest resulta socialment preferible a l'alternativa de referència, a partir de la rendibilitat social absoluta. Així, en termes generals, acceptarem un projecte sempre que la millor alternativa possible aportï un VANs positiu ( $\text{VANs} > 0$ ), cosa que significa que la realització del projecte aporta un retorn social positiu en comparació amb l'alternativa de referència. Per contra, si la millor alternativa aporta un VANs negatiu haurèm de rebutjar el projecte en tant que aquest no aporta un retorn major que el cas base de referència. Això també és equivalent a un rati VAN/Inversió positiu ( $> 0$ ).

Si a més tenim en compte que **restriccions pressupostàries** imposen contemplar la sostenibilitat financera del projecte, caldrà contemplar el benefici financer (VANf) a més del benefici social (VANs), tal com es mostra a CEDEX (2010). Si ambdós són positius la decisió d'acceptar el projecte resulta evident, mentre que si ambdós són negatius caldrà rebutjar-lo. Per contra, quan els signes són contraposats les decisions resulten una mica més complexes. Si el VANs és positiu però el VANf és negatiu es pot acceptar el projecte sempre que es disposi de recursos per subvencionar la seva realització, cosa que queda justificada en base al benefici social positiu que genera respecte el cas base de comparació. Per contra, si el VANf és positiu però el VANs és negatiu caldrà reconsiderar la implantació del projecte, que només s'hauria de dur a terme si es pot derivar part del benefici financer en mesures compensatòries que eixuguin les pèrdues socials respecte del cas base de referència. Aquest raonament es pot veure resumit en la Figura 15.

Aquest és el criteri emprat per la gran majoria de manuals ACB, veure CEDEX (2010), HMT (2011) i BEI (2013) entre d'altres; tot i que experiències recents proposen emprar mesures de rendibilitat relativa com VAN/Inversió o B/C per establir un llindar mínim per a l'acceptació dels projectes, veure HEATCO (2006), NZTA (2013) i STA (2013). Això té sentit si es contempla la possibilitat d'emprar els fons destinats a projectes de transport en altres àmbits, de manera que els projectes només s'acceptin si superen el llindar de rendibilitat d'un potencial ús alternatiu dels fons (*eligibility*). De cara al pla d'inversions els projectes amb una rendibilitat relativa major són a priori els socialment més desitjables, en ordre descendent fins arribar al mínim socialment acceptable ( $\text{VANs} = 0$ ). No obstant això no vol dir necessàriament que aquest hagi de ser l'ordre d'implantació, tal com es mostrarà a l'apartat B.1.5.2.

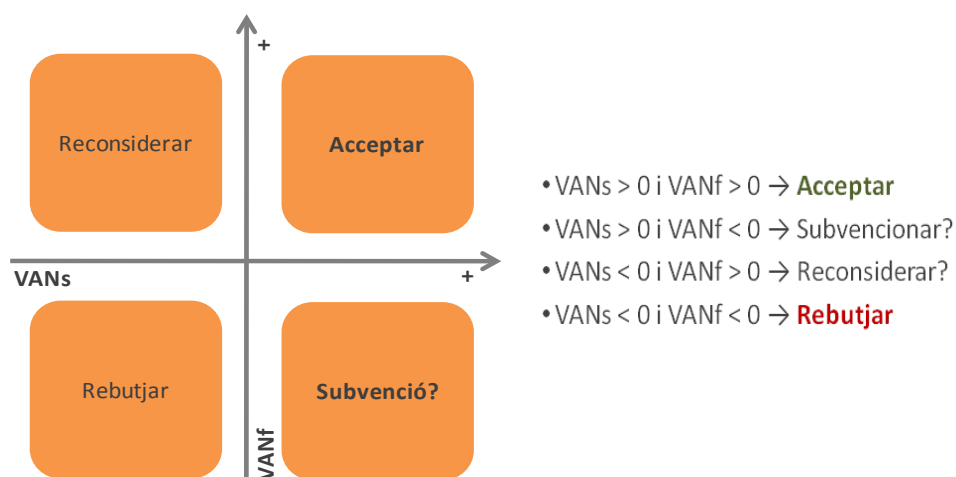


Figura 15. Criteri de decisió per acceptar o rebutjar un projecte si hi ha restriccions pressupostàries (Font: Elaboració pròpia a partir de CEDEX, 2010)

### EXEMPLE 1:

L'avaluador es troba davant 5 projectes diferents, on cada un d'ells és la millor alternativa per solucionar una problemàtica concreta. S'assumeix que el flux de beneficis nets és constant al llarg de tot l'horitzó d'avaluació, calculat a partir de la diferència entre beneficis i costos anuals. En el cas del projecte A el flux de beneficis net és de 250M€ (= 450 – 200). A partir d'aquestes dades es calculen els indicadors de rendibilitat absoluta (VANs) i relativa (TIR i VAN/Inversió) de cada un dels projectes. A la Taula E1 els càlculs es realitzen assumint que l'horitzó d'avaluació coincideix amb la vida útil dels actius de cada un dels projectes, mentre que a la Taula E2 els càlculs es realitzen per un horitzó d'avaluació de 100 anys considerant la reinversió necessària en els projectes amb una vida útil dels actius més curta. Aquest plantejament és equivalent a la repetició successiva dels projectes fins a cobrir el període a avaluar.

Taula E1: Indicadors de rendibilitat per projectes amb horitzó temporal igual a la vida útil dels actius (Font: Elaboració pròpia)

Projecte	Inversió	Vida útil	Cost	Benefici	VANs	TIR	VAN/Inv.
A	1550	50	200	450	2255	16,1%	1,45
B	1100	100	250	400	1257	13,6%	1,14
C	780	25	80	225	841	18,0%	1,08
D	1650	70	150	450	3054	18,2%	1,85
E	500	10	100	220	98	13,3%	0,34

Taula E2: Indicadors de rendibilitat per projectes amb horitzó temporal homogeneïtzat a 100 anys (Font: Elaboració pròpia)

Projecte	Inversió	Vida útil	Cost	Benefici	VANs	TIR	VAN/Inv.
A	1550	100	200	450	2457	16,1%	1,58
B	1100	100	250	400	1257	13,6%	1,14
C	780	100	80	225	1317	18,3%	1,69
D	1650	100	150	450	3120	18,2%	1,89
E	500	100	100	220	816	20,2%	0,72

En aquest cas es pot veure com els projectes més curts tenen més temps per generar beneficis nets, tot i la necessària reinversió per mantenir operatius els actius. Aquest increment és més gran quant més s'allarga el projecte.

Si ens centrem en la situació descrita a la Taula E1 veiem que el projecte amb major rendibilitat absoluta és el **D** amb un VANs de 3.054M€, que també és el que aporta una major rendibilitat relativa amb una TIR del 18,2%. En canvi, si analitzem els resultats homogeneïtzats de la Taula E2 veiem que en aquest cas particular el projecte amb major benefici social continua essent el projecte **D** amb 3.120M€, coincidint amb el cas anterior; però el que a priori sembla presentar una major rendibilitat relativa ara passa a ser el projecte **E** amb una TIR del 20,2%. Això no obstant no és real ja que en aquest cas la reinversió cada 10 anys fa canviar el signe dels fluxos de caixa i la TIR obtinguda no resulta real. En aquest cas una millor mesura de la rendibilitat relativa és el rati VANs/Inversió.

Per tant, a l'hora de comparar projectes serà necessari homogeneïtzar els horitzons d'avaluació per tal de no introduir un biaix en favor dels projectes amb una vida útil dels actius més llarga.

### B.1.5.2 Programació d'inversions (el problema del gestor públic)

Si analitzem els manuals existents a nivell internacional podem detectar que existeix poc aprofundiment en la definició dels criteris a aplicar a l'hora d'establir una programació de les actuacions dins el pla d'inversions, ja que s'allunya de l'aplicació clàssica de l'ACB per entrar més en el terreny de decisió del gestor públic. On a més existeix certa divergència amb la pràctica professional habitual per la falta de definició del "problema del gestor públic".

La majoria de manuals adopten el **VANs com a criteri per prioritzar un projecte sobre un altre (rendibilitat absoluta) establint un ranking** o llistat de projectes de més prioritari a menys prioritari; com ara TBCS (2007) i CEDEX (2010). Això implica que el primer projecte de la llista és el que aporta un major benefici social. No obstant, aquest criteri ha estat àmpliament criticat ja que el VANs depèn del volum d'inversió, de manera que els projectes amb una gran inversió i que generen un gran impacte poden passar sistemàticament per davant de projectes més petits amb una major rendibilitat relativa (retorn social per euro invertit); veure ATM (1998) i HEATCO (2006). En aquest sentit, **HEATCO (2006) recomana establir els ranking de prioritats a partir del rati VANs/Inversió (RNPSS)**.

Tot i el domini general d'aquest últim criteri **tots dos enfocaments presenten el mateix defecte**. Si tenim en compte que els recursos són limitats i no tots els projectes socialment

acceptables es poden dur a terme, si fem els VANs per fer el llistat de projectes a realitzar fins a exhaurir els recursos deixem fora inversions que poden ser socialment més rentables que les escollides. Però si fem qualsevol mesura de rendibilitat relativa (VANs/Inversió, TIR o B/C) podem deixar fora actuacions que tenen un retorn social major. En cap dels casos podem assegurar que les opcions escollides amb ambdós mètodes maximitzin el benefici social. En la nostra opinió el problema principal rau en la voluntat de generar un llistat "estricte" com a manera simplificada de definir el problema del gestor públic, que en realitat pot realitzar diferents combinacions de projectes que retornen un major valor social.

Cal tenir en compte que l'**objectiu de l'Administració pública** és establir aquella política d'inversions en infraestructures (projectes) que maximitza el benefici social subjecte a una restricció pressupostària determinada. Això vol dir que tracta d'escollir el/s projecte/s que requerint una inversió igual o menor al límit pressupostari siguin els que generen un major valor social. D'aquesta manera, podem definir el problema d'optimització del gestor públic com la tria del subconjunt de projectes  $\{p\}$  entre el conjunt de projectes possibles  $P$  que maximitza el valor obtingut per la societat (valor social). El valor social es compon de dues components principals. Per un costat la suma dels  $VAN_S(P_i)$  dels projectes triats, i per l'altre el valor present del romanent de pressupost no emprat en els projectes ( $R_0$ ) i el rendiment obtingut pel seu ús alternatiu. Matemàticament el problema de maximització del valor social es descriu segons la següent formulació:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \sum_{i \in p} VAN_S(P_i) + R_0 + \sum_{t=1}^T R_0 \cdot \frac{(1 + \gamma)^t - (1 + \gamma)^{t-1}}{(1 + r)^t} \\ \text{s. t.} \quad & \sum_{i \in p} I(P_i) \leq L \\ & p \subset P = (1, 2, 3, \dots, N) \\ & R_0 = L - \sum_{i \in p} I(P_i) \end{aligned}$$

On  $L$  és la limitació pressupostària,  $I(P_i)$  és la inversió requerida per cada projecte triat,  $\gamma$  és el rendiment obtingut amb l'ús del romanent dels fons disponibles; és a dir, la rendibilitat que s'obté a l'invertir els recursos en altres àmbits públics. En aquest marc,  $t$  és cada un dels períodes de temps en els que afloren els costos o beneficis i  $T$  és l'horitzó temporal d'avaluació.

Cal tenir en compte que el rendiment en l'ús alternatiu dels recursos pot resultar clau per la decisió del gestor públic ja que si no es disposa de projectes que superin dita rendibilitat, el pressupost òptim per infraestructures de transport hauria de ser zero i tots els recursos haurien d'anar a projectes que aportessin una major rendibilitat relativa. Això es podria incloure en la primera fase al pla d'inversions com a limitació en la inclusió de projectes, en un concepte similar a una "nota"/rendibilitat de tall, com es proposa a HEATCO (2006). Així mateix, també cal tenir en compte que resulta important conèixer quan afloren els beneficis nets d'aquest ús alternatiu per tal de calcular-ne els seu valor actual net a la mateixa taxa de descompte que els generats pels projectes, de manera que els criteris de valoració es mantinguin constants. Un exemple d'això seria una inversió alternativa en bons de l'estat a un any o bons de l'estat a deu



anys, el moment en el que es generen els beneficis té un gran impacte sobre la seva valoració present (veure apartat B.1.3).

Tot i que introdueix major complexitat en el problema del gestor públic, també cal tenir en compte que la restricció pressupostària no necessàriament ha de ser vinculant només en el primer període, si no que pot variar amb el temps conforme avança el pla d'inversions. Per simplificar el problema s'ha assumit que el Pla es realitza tot en el moment en el que es pren la decisió, però successives revisions poden introduir modificacions i canvis de criteri segons les circumstàncies econòmiques (*commitment*). Així mateix, el rendiment obtingut del romanent no té perquè ser lineal amb el volum de recursos derivat a la millor opció alternativa, on poden existir rendiments decreixents a la inversió; o variable al llarg de l'horitzó d'avaluació.

A l'EXEMPLE 2 es mostra un cas concret d'aplicació d'aquest criteri tant per la comparació simple entre dos projectes mútuament excloents, com per la programació òptima de les actuacions incloses dins un pla d'inversions. En aquest es poden veure els conflictes que apareixen entre els diferents criteris de prioritització a partir de cada indicador de rendibilitat del projecte, així com l'aplicació del criteri de la maximització del valor social segons la definició del problema del gestor públic.

### **EXEMPLE 2:**

L'avaluador es troba davant 5 altres projectes, on cada un d'ells és la millor alternativa per solucionar una problemàtica concreta. De la mateixa manera que a l'EXEMPLE 1, s'assumeix que el flux de beneficis nets és constant al llarg de tot l'horitzó d'avaluació, calculat a partir de la diferència entre beneficis i costos anuals. En aquest cas però, l'horitzó d'avaluació és de 20 anys comú per a tots amb una taxa de descompte del 6%.

A partir d'aquestes dades es calculen els indicadors de rendibilitat absoluta (VANs) i relativa (TIR) de cada un dels projectes. A la Taula E3 es mostra el resum de dades per als 5 projectes.

**Taula E3: Característiques dels projectes considerats (Font: Elaboració pròpia)**

Projecte	Inversió	Vida útil	Cost	Benefici	VANs	TIR
A	4100	20	20	700	3490	15,7%
B	3200	20	40	600	3041	16,7%
C	950	20	15	180	889	16,6%
D	1000	20	10	183	929	16,5%
E	1000	20	10	180	896	16,1%



Si ens centrem en els projectes A i B podem comparar les seves rendibilitats absolutes (VANs) i relatives (TIRs), es pot destacar que ambdós criteris poden donar indicacions contradictòries sobre quin projecte seria preferible. Tal com es mostra a la Figura E1(a) el projecte A aporta un major VANs, però en canvi una menor TIR que el projecte B. En aquest marc la decisió no resulta tan clara com en l'exemple de la Figura E1(b) en la comparació entre dos projectes hipotètics X i Y, on el projecte Y seria el preferit. Quin criteri ha de prevaldre sobre l'altre? El VANs o la TIR?

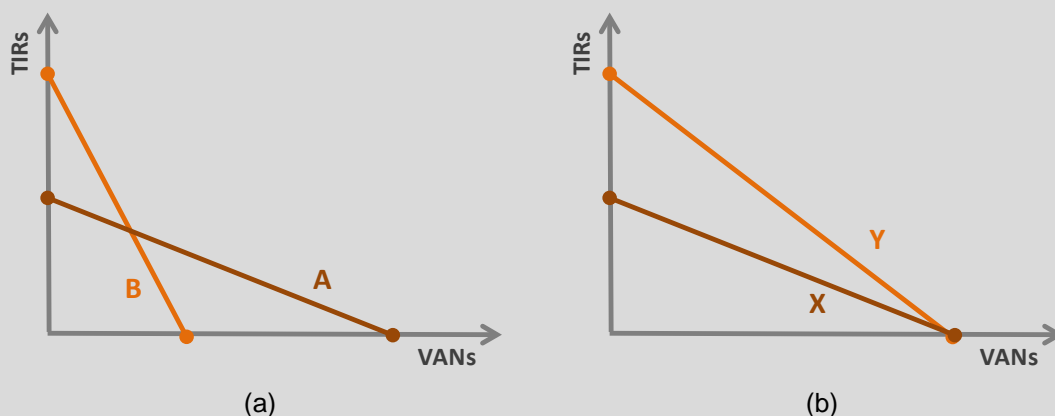


Figura E1: Comparació entre projectes a partir del VANs i la TIR (Font: Elaboració pròpia)

Si tenim en compte que tant el projecte A com el B són cada un la solució més eficient per solucionar dos problemes diferents, si no tenim en compte cap tipus de limitació pressupostària, el millor seria donar solució a aquell problema que generi el màxim benefici a la societat (valor social). Aquest valor social en aquest cas concret seria directament el VANs del projecte, però en escenaris de decisió una mica més complexes cal entendre el benefici social d'una manera més àmplia, ja que emprar de manera única un criteri per prioritzar de manera sistemàtica els projectes pot donar lloc a polítiques d'inversió no òptimes.

Normalment la decisió a prendre no és tant escollir entre un o altre projecte, si no escollir el paquet de problemes (projectes) als que es vol donar solució. Això es sol realitzar prioritzant els projectes en un llistat i executant-ne tants com sigui possible en funció de la limitació pressupostària. A les taules E4 i E5 es mostren aquests projectes ordenats en un *ranking* en funció del major VANs i major TIR, respectivament.

Taula E4: Ranking de prioritització de projectes en funció del VANs (Font: Elaboració pròpia)

Projecte	Inversió	Vida útil	Cost	Benefici	VANs	TIR
A	4100	20	20	700	3490	15,7%
B	3200	20	40	600	3041	16,7%
D	1000	20	10	183	929	16,5%
E	1000	20	10	180	896	16,1%

<b>C</b>	950	20	15	180	889	16,6%
----------	-----	----	----	-----	-----	-------

Taula E5: Ranking de prioritització de projectes en funció de la TIR (Font: Elaboració pròpia)

Projecte	Inversió	Vida útil	Cost	Benefici	VANs	TIR
<b>B</b>	3200	20	40	600	3041	16,7%
<b>C</b>	950	20	15	180	889	16,6%
<b>D</b>	1000	20	10	183	929	16,5%
<b>E</b>	1000	20	10	180	896	16,1%
<b>A</b>	4100	20	20	700	3490	15,7%

Si tenim una limitació pressupostària de 4200 M€, segons el criteri del VANs el millor pla d'inversions seria emprendre el projecte A amb un valor social de 3594 M€, format per dues components on 3490 M€ venen del valor actual net del projecte i 104 M€ de l'ús alternatiu del romanent d'inversió assumint un retorn anual del 0.31% (veure formulació del problema del gestor públic); tot i que la resta de projectes plantejats tenen una rendibilitat relativa major.

Si en canvi fem el criteri de la TIR el millor pla d'inversions seria emprendre conjuntament els projectes B i C, amb un valor social de 3982 M€ (compost per 3930 M€ de suma de valors actuals nets d'ambdós projectes i 52 M€ de l'ús alternatiu del romanent d'inversió). Això ens indica que llistar els projectes en funció del VANs fins exhaurir els recursos no té perquè maximitzar el valor social que se n'obté, de la mateixa manera que tampoc ho fa l'ús de la TIR, cosa que podem veure en detectar que existeix com a mínim un pla d'inversió alternatiu que no segueix aquests criteris i aporta un major valor social.

En concret, el pla d'inversions òptim en aquest cas particular seria executar només el projecte B i dedicar els altres 1000 M€ restants a l'ús alternatiu amb un rendiment anual del 0.31%, cosa que aporta un valor social total de 4077 M€.

Cal recordar que el valor social no és altra cosa que la suma de VANs, inclòs el que s'obté de l'ús alternatiu dels recursos romanents. De manera que el problema de contradicció entre criteris neix d'una mala definició del problema més que no pas en l'ús d'un o altre indicador.

## PRESA DE DECISIONS – RESUM:

### Pla d'inversions:

- Escollir millor alternativa → màxima rendibilitat relativa (VANs/Inversió)
- Acceptar o rebutjar projecte
  - VANs i VANf positius → acceptar

- VANs i VANf negatius → rebutjar
- Altres combinacions presenten diferents consideracions
- Llistar els projectes en ordre de rendibilitat relativa decreixent com a proposta preliminar de prioritització
- Establir límit elegibilitat dels projectes

Programació òptima d'actuacions dins el pla d'inversions:

El criteri més emprat és llistar els projectes en ordre de prioritat decreixent en funció del VANs o la TIRs, però tots dos criteris no permeten assegurar la maximització del benefici social.

Problema real del gestor públic = maximitzar el benefici social subjecte a una restricció pressupostària determinada.

- Sense restricció pressupostària → maximitzar VANs
- Amb restricció pressupostària → maximitzar valor social com a suma dels VANs pel subconjunt de projectes escollits i el valor net del rendiment obtingut pel romanent d'inversió

### B.1.6 El tractament del risc i la incertesa

Els desenvolupaments mostrats en els apartats anteriors han deixat de banda tota consideració sobre la incertesa en l'avaluació del projecte, assumint el resultat "esperat" com a cert. Però aquesta hipòtesis només resulta raonable en escenaris on la magnitud de la incertesa resulta petita o el risc de prendre una decisió equivocada és negligible, cosa que no sembla gaire raonable en l'avaluació d'inversions en infraestructures de transport; on tant la demanda com els costos previstos solen patir fortes desviacions.

Això es pot veure a partir dels exemples mostrats a l'apartat específic dins el Pdl 2011-2020 realitzat per l'ATM on es realitza un anàlisi ex-post de diverses actuacions implantades, on es mostren les importants desviacions en l'estimació de les inversions, costos operatius i captació de demanda; cosa que afecta de manera molt important a la rendibilitat social de les actuacions implantades (amb importants reduccions de la TIRs). A tall d'exemple, en la Taula 17 es mostren els percentatges de desviació detectats per aquestes actuacions entre la implantació i la fase d'avaluació. En promig es detecten increments dels costos d'inversió del 100% i reduccions de la demanda del 41%, tot i que la mostra és tant reduïda que no es possible extreure'n conclusions determinants. El que sí que queda clar és la importància de contemplar l'elevat grau d'incertesa que s'afronta en l'avaluació de les inversions.

Actuacions	Desviacions		
	Inversió	Costos operació	Demanda
Tramvies Trambaix i Trambesòs	0%*	0%*	-25%

Aeri Olesa de Montserrat-Esparraguera	45%	-6%	-68%
Tram 4 de les línies L9/L10	192%	5%	-67%
Perllongament L5 Horta - Vall d'Hebron	161%	13%	-6%
Promig =	100%	3%	-42%

**Taula 17. Percentatge de desviació en inversió, costos operatiu i estimació de la demanda segons anàlisi ex-post realitzat al Pdl 2011-2020. (\*) Valors corregits segons dades ATM (Font: Elaboració pròpia a partir de ATM, 2013).**

Contemplar la incertesa resulta una mica més costós en termes d'informació, però molt útil per detectar els aspectes vulnerables del projecte i promoure l'adopció de mesures per corregir-los (*risk management*), tal com proposen Aymerich & Turró (2011). A més també permet considerar projectes específics on les seves característiques (inversió o innovació) facin necessari desviar-se de decisions neutrals al risc. De la revisió dels manuals ACB a nivell internacional veiem la importància d'aquest aspecte en l'avaluació d'actuacions, ja que pràcticament la totalitat dels més recents integren l'anàlisi de risc a l'ACB; veure per exemple DGRegio (2014), MdT (2005), HEATCO (2006), TBCS (2007), CE (2008), CEDEX (2010), HMT (2011) o BEI (2013).

Per contemplar la incertesa dins l'ACB existeixen dos enfocaments diferents. Per un costat l'anàlisi de sensibilitat dels inputs a partir dels que es computa l'ACB, que és la pràctica habitual; o bé la incorporació directa de la incertesa als inputs, prenent en consideració per exemple la distribució de probabilitat que poden prendre els costos unitaris o les previsions de la demanda en base a l'experiència acumulada en l'avaluació de projectes anteriors.

En qualsevol dels casos les etapes per incorporar la incertesa:

- 1) Identificar les variables on existeix incertesa (demanda, costos, etc)
- 2) Quantificar la incertesa (rangs i distribució)
- 3) Valorar el grau de correlació entre les variables (p.e. renda i tràfic)
- 4) Introduir incertesa a l'ACB
- 5) Interpretació dels resultats

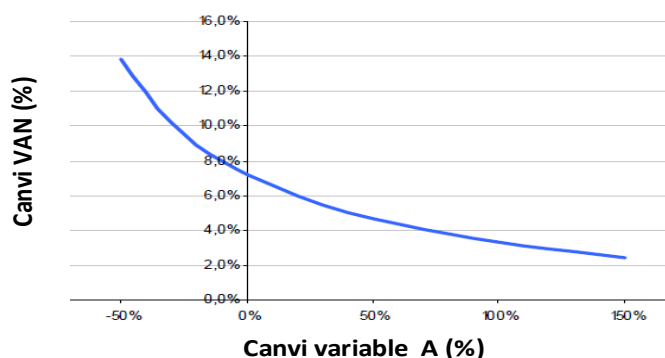
### **B.1.6.1 Anàlisi de sensibilitat i escenaris**

Amb l'anàlisi de sensibilitat es considera l'opció que els inputs emprats es desviïn del previst en base a certes hipòtesis deterministes, normalment assumint un determinat rang de desviació (percentatge) sobre cada una de les variables. En aquest cas no es quantifica pròpiament la incertesa si no que es valora el seu impacte en cas de produir-se, permetent analitzar quins paràmetres tenen un major impacte sobre l'ACB. És pràctica habitual considerar diferents escenaris on es modifica un o diversos paràmetres amb certa desviació per comprovar-ne l'efecte.

No obstant, aquest mètode assumeix de manera implícita que les variables són completament independents les unes de les altres (no hi ha correlació); de manera que els resultats de l'anàlisi poden ser inconsistents i aportar una falsa sensació de certesa, quan en realitat pot succeir que diversos paràmetres es desviïn de manera simultània i correlacionada.

Aplicant aquest procediment sobre els inputs obtenim la relació entre el nou VANs o VANs/Inversió esperats per a l'escenari considerat i el percentatge de variació de la variable analitzada, veure Figura 16. En aquest exemple es mostra la relació entre el VAN i la desviació del valor esperat d'una variable "A" determinada (p.e. costos d'inversió), on veiem el VANs esperat per cada percentatge de desviació en la variable A. Això ho podem descriure en termes d'elasticitat del VANs com la relació entre el percentatge de canvi del VAN respecte del canvi en percentatge de la variable A. CE (2008) proposa que a l'anàlisi de risc s'inclouï aquelles variables amb una elasticitat del VANs major o igual a 5 ( $\varepsilon_{VAN} \geq 5$ ), ja que es consideren crítiques pel resultat de l'ACB i per tant haurien de ser analitzades en profunditat. No obstant, de cara a l'aplicació d'aquest manual aquests valors resulten excessivament extrems i en general elasticitats menors també poden resultar rellevants. En aquest marc es valora que tota elasticitat superior a 1 en valor absolut ( $|\varepsilon_{VAN}| > 1$ ) ha de ser considerada com a rellevant a l'anàlisi, ja que la seva variació provoca un impacte més que proporcional sobre el resultat de l'avaluació. De cara a l'aplicació d'aquest manual es proposa considerar com a variables crítiques totes les variable que presentin una elasticitat igual o major a 2 ( $|\varepsilon_{VAN}| \geq 2$ ).

No obstant, aquesta dada no ens aporta cap informació respecte com de probable és que es doni una o altra desviació. El criteri de decisió a partir de la interpretació dels resultats queda a discreció de l'avaluador, que és qui ha de valorar com de probable considera que són les desviacions, cosa que introdueix un elevat grau de subjectivitat en l'ACB i fa que difícilment els resultats de l'avaluació de la incertesa siguin robusts. Així doncs, cal limitar l'ús de l'anàlisi de sensibilitat a projectes on la incertesa estigui restringida i afecti a poques variables.



**Figura 16. Exemple anàlisi de sensibilitat del VAN respecte de la desviació d'una variable hipotètica A (Font: MAIT, 2010)**

Si la incertesa afecta a un nombre significatiu de variables l'alternativa seria plantejar escenaris on es combinin les desviacions d'aquestes (tot i la seva arbitrarietat). La pràctica habitual en l'aplicació d'escenaris es restringeix a una combinació optimista, una altra de pessimista i a l'establiment del cas límit, o combinació de variables per la que el projecte deixaria de ser socialment acceptable. Tot i així cal destacar que aquests escenaris aporten una falsa sensació de certesa ja que les diferents combinacions s'estableixen de manera arbitrària sense saber com de probables resulten, cosa que queda a criteri de l'avaluador.

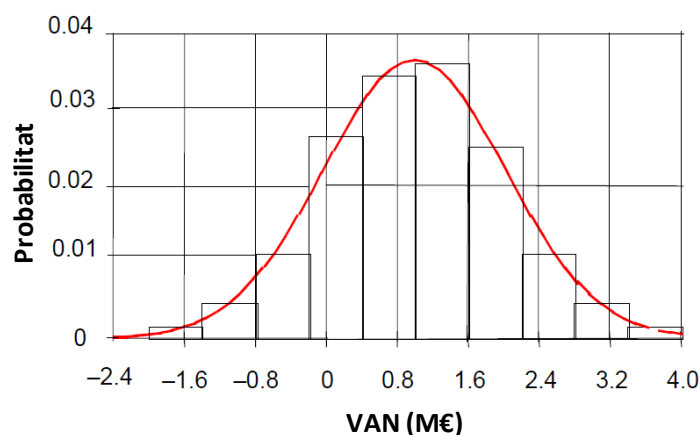
En aquest sentit, tant l'anàlisi de sensibilitat com els escenaris s'haurien de limitar a aquelles fases d'avaluació o projectes en els que no es disposi d'informació suficient sobre la distribució

de probabilitat dels paràmetres input per l'ACB (p.e. mitja i desviació estàndard). Els manuals analitzats solen restringir el seu ús a la detecció de les variables crítiques més que no pas a l'avaluació formal de la incertesa, veure per exemple HEATCO (2006).

### B.1.6.2 Anàlisi de risc (distribució de probabilitat dels inputs)

En l'avaluació d'infraestructures de transport el risc o incertesa resulten rellevants per la presa de decisions ja que per inversions de gran envergadura l'import que ha d'assumir cada contribuent no resulta negligible<sup>12</sup>. El gestor públic no és indiferent al risc i necessita valorar les probabilitats d'obtenir cada un dels possibles resultats derivats del projecte.

Per tal d'integrar el risc en l'anàlisi ACB cal disposar d'informació sobre la distribució de probabilitat per cada un dels inputs crítics per l'avaluació. Aquestes distribucions s'obtenen aplicant el mètode *Reference Class Forecasting* per obtenir la distribució de probabilitat dels inputs a partir de les dades d'una mostra suficientment representativa de projectes similars al que es vol avaluar. A partir d'aquestes dades, la tècnica més estesa per contemplar la incertesa en l'avaluació resulten les **simulacions de Monte Carlo**. En aquestes es realitzen un elevat nombre de simulacions sobre mostres aleatòries del domini de dades d'entrada, sempre seguint les especificacions de comportament de cada una d'elles a partir de les seves distribucions de probabilitat. Dins cada una d'aquestes simulacions els càlculs són completament deterministes a partir de les dades particulars de la mostra. Agregant un conjunt suficientment gran de simulacions ( $N > 500$ ) podem obtenir els valors esperats i distribucions dels indicadors de rendibilitat del projecte (VANs i TIR), determinant així la probabilitat de que cada un dels diferents escenaris ocorri.



<sup>12</sup> No es compleix el teorema d'Arrow-Lind (1970), on el cost social del risc tendeix a zero quan el volum de població tendeix a infinit; en tant que l'impacte individual sobre cada contribuent és negligible, cosa que permetria avaluar el projecte només en base al valor esperat dels beneficis net.

**Figura 17. Exemple de distribució de densitat de probabilitat pel VAN a partir de Simulacions de Montecarlo (Font: TBCanada, 1998)**

La distribució de probabilitat de les variables crítiques a incloure a l'anàlisi ( $|\varepsilon_{VAN}| \geq 2$ ) es pot obtenir a partir d'informació sobre l'històric dels costos unitaris reals d'un elevat nombre de projectes. A més, també serà necessari que aquests siguin el més homogenis possibles, establint categories de projectes amb un nombre suficient d'observacions dins cada una d'elles ( $\geq 30$ ). En el cas d'infraestructures de transport resulta d'especial importància detectar les desviacions comparant els costos unitaris prevists en projecte respecte dels calculats a partir de les dades del tancament de l'obra. En el cas de serveis de transport es poden detectar aquestes desviacions entre els preus ofertats en les licitacions de concessions i els finalment liquidats en els tancaments anuals. En aquest marc resulta d'especial rellevància l'establiment d'una avaluació sistemàtica ex-post que porti feedback a la fase d'avaluació inicial.

Amb aquestes dades s'està fent la hipòtesi que els inputs seguiran el mateix comportament que la sèrie històrica, però si l'avaluador considera que el comportament passat es modificarà en el futur, les simulacions de Monte Carlo s'han de complementar amb escenaris que s'adeqüin al nou comportament esperat.

De cara a l'aplicació del present manual caldrà considerar que la inversió en obra civil es distribueix segons una distribució gamma definida pels factors d'escala ( $\theta$ ) i forma ( $k$ ), tal com es descriuen a continuació en base a la mitja ( $\mu$ ) i la desviació estàndar ( $\sigma$ ).

$$\theta = \frac{\sigma^2}{\mu} \qquad k = \frac{\theta}{\mu}$$

Els valors de referència per aquests paràmetres seran els definits a la Taula 18. Aplicant aquests valor obtenim la funció de densitat de probabilitat com a desviació entre el valor final de l'obra i el valor inicialment considerat (bé en estudi previ o bé en projecte constructiu). Així per exemple un valor de 1,65 representa un increment del 65%, mentre que un valor de 0,80 representa una reducció del cost del 20%.

Inversió	Desviació respecte estudi previ		Desviació respecte projecte constructiu	
	Escala ( $\theta$ )	Forma ( $k$ )	Escala ( $\theta$ )	Forma ( $k$ )
Carretera				
Millora general	0,1198	10,91	0,0265	36,92
Millora local	0,0186	51,10	0,0187	50,72
Ferrocarril	0,113	9,87	--	--

**Taula 18. Paràmetres estimats per les desviacions en el cost de la inversió (Font: DGIMT, 2014 i ADIF,2013)**

Pel que fa a la resta de costos, no es disposa d'informació suficient per proposar valors de referència. Per tal d'incloure'ls a l'anàlisi de risc caldrà aproximar la seva distribució de probabilitat a partir d'una distribució normal, en cas de disposar de dades; o bé a una distribució triangular, si només es coneixen el valor promig, el màxim i el mínim que poden prendre.

### B.1.6.3 Criteris de decisió amb incertesa (risc)

El resultat obtingut de la integració de la incertesa a l'ACB és la distribució de probabilitat dels VAN social del projecte respecte de l'escenari base de referència, és a dir, el valor esperat del valor actual net social ( $E(VAN_s)$ ), la seva funció de densitat ( $f_{VAN_s}(x)$ ) i la distribució de probabilitat acumulada ( $F_{VAN_s}(x)$ ) que se'n deriva <sup>13</sup>, on  $x$  representa el conjunt de valors que pot prendre la variable aleatòria  $VAN_s$ .

Si tots els valors de la distribució de densitat són superiors o inferiors a zero ens trobem en el cas més simple i el criteri és equivalent al cas sense incertesa. Per expressar-ho en termes de probabilitat podem fer-ho de la següent manera: si la probabilitat que el VANs sigui superior a zero és del 100% aleshores podem acceptar el projecte, ja que en qualsevol cas el VANs serà positiu en comparació als cas base de referència. En cas contrari, si la probabilitat que el VANs sigui major que zero és nul·la, aleshores cal rebutjar el projecte, tal com es mostra a la Figura 18.

- $P(VAN_s > 0) = 1$  acceptar el projecte
- $P(VAN_s > 0) = 0$  rebutjar el projecte

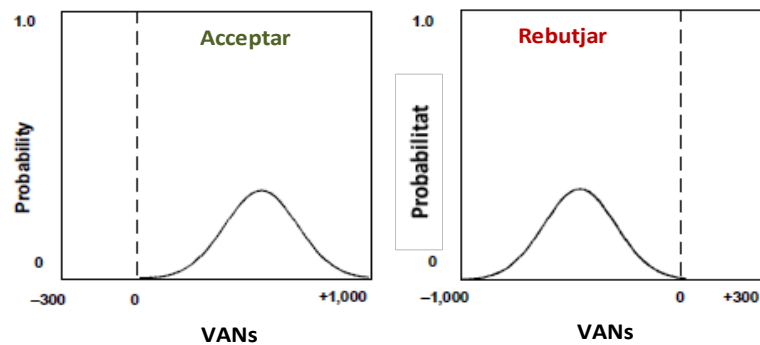


Figura 18. Exemple de criteris de decisió amb funcions de densitat extremes. A la esquerra  $P(VAN_s > 0) = 1$  acceptar el projecte; i a la dreta  $P(VAN_s > 0) = 0$  rebutjar el projecte (Font: TBCanada, 1998)

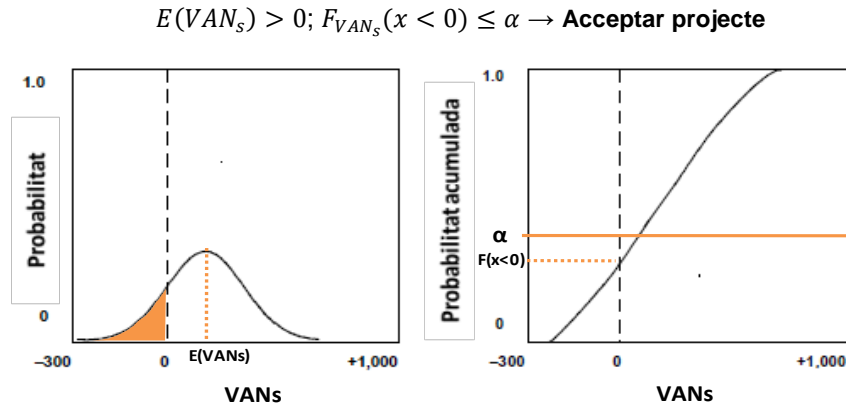
Si la distribució de probabilitat (funció de densitat) presenta tant valors positius com valors negatius caldrà valorar dues dimensions diferents: per un costat el valor esperat del valor actual net social ( $E(VAN_s)$ ) i la probabilitat acumulada de pèrdues ( $F_{VAN_s}(x < 0)$ ). En primer lloc caldrà que el VANs esperat sigui superior a zero per acceptar el projecte, que és equivalent al cas determinista on no hi ha restricció pressupostària i el gestor és neutral al risc. Si aquesta

<sup>13</sup> Recordem que:  $E(VAN_s) = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f_{VAN_s}(x) \cdot dx$ ;

$$P[a \leq VAN_s \leq b] = \int_a^b f_{VAN_s}(x) \cdot dx; F_{VAN_s}(x) = \int_{-\infty}^x f_{VAN_s}(u) \cdot du$$



neutralitat no es dona, caldrà a més imposar que la probabilitat acumulada de pèrdues sigui menor o igual a cert llindar ( $\alpha$ ) escollit pel decisor públic<sup>14</sup>.



**Figura 19. Exemple de funció de densitat del VANs i criteris per acceptar un projecte amb incertesa. (Font: Elaboració pròpia a partir de TBCanadà, 1998)**

En el cas que existeixin restriccions pressupostàries, de la mateixa manera que en el cas determinista descrit a l'apartat B.1.5.1, també caldrà exigir que el valor esperat del valor actual net financer també sigui major o igual a zero  $E(VAN_f)$ , o bé que només s'incorri en una probabilitat acumulada ( $F_{VAN_f}(x < 0)$ ) de que ocorrin menor a cert llindar ( $\alpha$ ). Aquesta informació també permet valorar la possible correcció del risc en el VANf a partir de la política tarifaria tot i la potencial reducció que pot implicar en el VANs.

A l'hora de comparar o prioritzar projectes el plantejament també es veu només lleugerament modificat per la inclusió de la incertesa a nivell de notació, però els criteris són equivalents. El criteri de referència per prioritzar un projecte sobre l'altre serà el del valor social esperat, equivalent al  $E(VAN_s)$  si no hi ha restricció pressupostària. En aquest últim cas caldria afegir també el valor actual net dels beneficis derivats de l'ús alternatiu dels recursos romanents, tal com s'ha descrit a l'apartat B.1.5.2. No obstant, en el cas particular que ambdós projectes aportin el mateix  $E(VAN_s)$ , el criteri de priorització pot venir determinat pel nivell de risc que ofereix cada un d'ells. A la Figura 20 es mostren dos projectes amb el mateix  $E(VAN_s)$  major que zero, però diferents nivells d'incertesa. En aquest cas, en tant que  $F_{VAN_fB}(x < 0) > F_{VAN_fA}(x < 0)$  seria socialment millor prioritzar el projecte A, que a més no comporta cap risc de pèrdues socials en tant que  $F_{VAN_fA}(x < 0) = 0$ .

<sup>14</sup> A part de la probabilitat, CEDEX (2010) també posa de relleu la importància de la magnitud d'aquestes pèrdues i proposa emprar el rati entre el valor esperat i el valor esperat per la distribució de pèrdues segons la expressió  $\frac{E(VAN_s)}{E(VAN_s|VAN_s \leq 0)}$

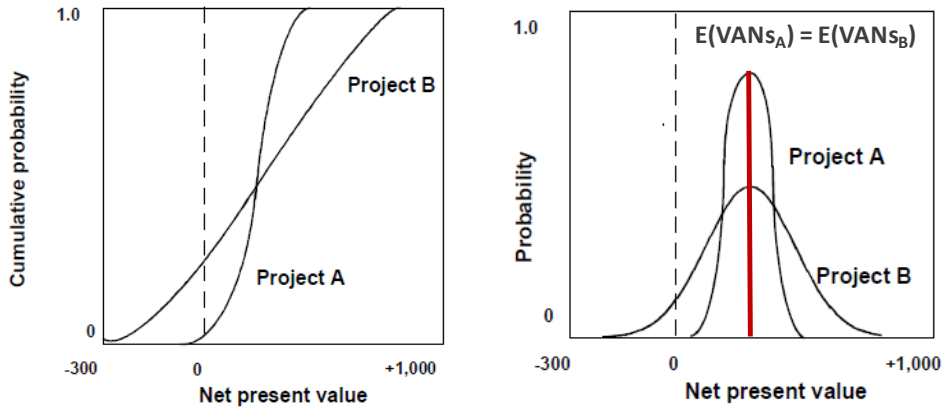


Figura 20. Distribució de probabilitat acumulada (esquerra) i funcions de densitat (dreta) per dos projectes  
(Font: Elaboració pròpia a partir d'exemple TBCanada, 1998)

El criteri per plantejar un pla d'inversions és equivalent al descrit a l'apartat B.1.5.1, però considerant el  $E(VAN_s)$  global del conjunt de projectes triats. En aquest cas, a més, dins les restriccions també es poden incloure aspectes com la minimització del risc acumulat.

#### TRACTAMENT DE LA INCERTESA – RESUM:

La magnitud de la incertesa resulta rellevant per l'ACB, i els passos per incloure-la són:

1. Identificar les variables on existeix incertesa → anàlisi de sensibilitat ( $\varepsilon_{VAN} \geq 2$ )
2. Quantificar la incertesa → *Reference Class Forecasting* per obtenir distribució de probabilitat dels inputs, en funció de les dades de projectes similars.
3. Introduir incertesa a l'ACB → Simulacions de Monte Carlo per obtenir el valor esperat del VANs ( $E(VAN_s)$ ), la seva funció de densitat ( $f_{VAN_s}(x)$ ) i probabilitat acumulada ( $F_{VAN_s}(x)$ ).
4. Criteris de decisió amb incertesa
  - **Acceptar projecte** →  $E(VAN_s) > 0$ ;  $F_{VAN_s}(x < 0) \leq \alpha$
  - Prioritzar projecte
    - $E_A(VAN_s) > E_B(VAN_s)$  cal prioritzar el projecte A
    - $E_A(VAN_s) = E_B(VAN_s)$  i  $F_{VAN_{sA}}(x < 0) < F_{VAN_{sB}}(x < 0)$  cal prioritzar B

## B.2 Models de matriu agents-impactes segons tipus d'actuació

En aquest capítol es defineixen les característiques de diferents tipologies d'actuació, els seus objectius, el catàleg d'alternatives mínim que cal considerar en la seva avaluació i una indicació particular de les cel·les actives de la matriu agents-impactes per portar-la a terme.

La particularització dels impactes per agents afegeix cert grau de complexitat a l'anàlisi, tot i que permet obtenir informació complementària sobre els perjudicats/beneficiats pel projecte. Val la pena destacar que en fases d'estudi previ pot resultar innecessari disposar d'aquest grau de detall, i per tant, es recomana fer una aproximació a l'ACB calculant de manera directa el valor dels impactes a cada fila exclouent les transferències entre agents per agilitzar el càlcul. Així mateix, en l'aplicació de la metodologia a casos concrets serà usual detectar que l'impacte sobre determinat agent resulta negligible, bé perquè aquest no presta serveis en l'àmbit considerat o bé perquè el seu efecte és marginal. En aquestes circumstàncies es valora adient eliminar aquest/s agent/s de l'anàlisi, sempre justificant degudament aquest fet.

Pel que fa al catàleg d'alternatives, és molt probable que diverses d'aquestes alternatives no superin el procés de cribatge, de manera que finalment no sigui necessari integrar-les a l'ACB. Aquest catàleg mínim no exclou la possible inclusió d'altres alternatives que es considerin rellevants o d'interès per la presa de decisions, però el que si serà requerit en qualsevol cas és justificar l'exclusió de qualsevol d'elles.

En relació a la particularització de les matrius agents-impactes segons el tipus d'actuació a realitzar, en els següents apartats es consideren les següents viàries i ferroviàries:

- Noves carreteres, condicionaments o desdoblaments
- Variant
- Millora local d'una carretera
- Nova línia de ferrocarril, perllongament o desdoblament
- Nova estació de ferrocarril
- Nova línia d'alta velocitat
- Nova estació d'alta velocitat

### B.2.1 Noves carreteres, condicionaments o desdoblaments

Les noves vies es plantegen com a connexió de punts de la xarxa viària o territori amb la implantació de nova capacitat per servir aquesta relació, mentre que els desdoblaments ho fan entre punts ja connectats. Aquestes connexions solen anar enfocades a reduir el temps de desplaçament entre aquests punts, ja sigui per una menor distància de recorregut o un augment de les seves prestacions (velocitat promig).

A la Taula 19 es mostra un resum de les diferents alternatives rellevants de cara a l'ACB. Com a alternatives d'augment de capacitat cal valorar les diferents opcions constructives de la nova via o desdoblament, així com opcions on es plantegi la gestió d'aquesta nova capacitat. Exemple d'això serien els carrils variables, on es fa servir el voral de manera intermitent com a carril convencional segons la situació del trànsit; o bé els carrils reversibles, com és el cas del

tercer carril proposat a la C-16. Com a alternatives per mantenir el nivell de servei caldrà analitzar les potencials millores derivades de la eliminació dels colls d'ampolla presents a la xarxa on existeixen els problemes. Exemple d'aquestes mesures són la modificació o creació d'accessos/sortides, així com la millora en els enllaços i reducció dels trenats que es donen en els mateixos. Així mateix, un altre grup de mesures a considerar és el de les millores en els modes de transport alternatius i l'establiment de restriccions al vehicle privat; on destaquen en aquest cas les millores en les connexions ferroviàries i la implantació de polítiques de tarifació al vehicle privat (a més de la Eurovinyeta).

<b>Augment de capacitat</b>
Nova via/desdoblament
Carrils variables/reversibles
<b>Mantenir nivell de servei</b>
Millores en colls d'ampolla (sortides, accessos, enllaços i trenats)
<b>Modes alternatius i restriccions</b>
Regulació a través de peatges
Millores en connexió ferroviària

**Taula 19. Alternatives rellevants a considerar en l'ACB de noves carreteres, autopistes i desdoblaments**

El cas base de referència per a l'avaluació serà la situació actual aplicant l'evolució natural de la demanda i deteriorament de la infraestructura (aplicant la política de manteniment seguida).

Els agents a considerar per aquest tipus d'actuacions són l'Administració pública, constructores i enginyeries, els operadors de serveis de transport interurbà i mercaderies per carretera, així com el conjunt d'usuaris de la xarxa de transport afectada (principalment xarxa viària i serveis de transport per carretera). En aquest cas resultarà especialment important considerar el transvasament modal entre vehicle privat i els serveis de transport públic.

En relació als usuaris resulta rellevant per l'Administració disposar del detall per separat dels beneficis i costos experimentats pels usuaris de la via existent, els de la nova via i els provinents d'altres modes en competència (sobretot els captats del transport públic)

## B.2.2 Variant

Les variants de carreteres circumval·len nuclis de població per on discorre la travessia urbana, de manera que s'augmenta la capacitat puntual de la carretera a l'evitar les restriccions imposades per la trama urbana. Amb aquestes actuacions es millora el temps de viatge per trànsit de pas alhora que es redueix la congestió al nucli urbà (i les externalitats associades).

A la Taula 20 es mostra un resum de les diferents alternatives rellevants de cara a l'ACB. Com a alternatives d'augment de capacitat cal valorar les diferents opcions constructives de la variant, tant a nivell de traçat com de característiques funcionals i accessos/sortides al nucli urbà. Com a alternatives per mantenir el nivell de servei caldrà analitzar les potencials millores en les interseccions de la travessia urbana, a partir de les actuacions en la semaforització de les cruïlles, construcció de rotondes o l'establiment de passos superiors/inferiors per a vianants.

Pel que fa a les alternatives en modes de transport alternatius i les restriccions al vehicle privat podem destacar: la prohibició d'ús de la via per part dels vehicles pesants i les millores en els serveis de transport interurbà per carretera si permeten reduir de manera significativa la demanda de desplaçaments en cotxe.

<b>Augment de capacitat</b>
Variant
<b>Mantenir nivell de servei</b>
Millores interseccions (semaforització, rotondes, passos superiors/inferiors)
<b>Modes alternatius i restriccions</b>
Restriccions de pas vehicles pesants
Millores en serveis de transport públic

**Taula 20. Alternatives rellevants a considerar en l'ACB d'una variant**

El cas base de referència per a l'avaluació serà la situació actual aplicant l'evolució natural de la demanda i deteriorament de la infraestructura (aplicant la política de manteniment seguida).

Els agents a considerar per aquest tipus d'actuacions són l'Administració pública, constructores i enginyeries, els operadors de bus urbà i interurbà, taxis i mercaderies per carretera. Així mateix els usuaris de la xarxa de transport es consideren amb una òptica més urbana incloent els usuaris del vehicle privat (moto i cotxe), vianants, bicicleta, bus urbà i interurbà, taxi i mercaderies per carretera. En relació als usuaris del vehicle privat resulta rellevant per l'Administració disposar del detall per separat dels beneficis i costos experimentats pels usuaris de la via existent, els de la variant i els provinents d'altres modes en competència (sobretot els captats del transport públic).

**Nota explicativa:**

Per permetre diferenciar l'impacte per diferents segments d'usuaris es considera rellevant subdividir la columna TURISMES els següents sub-agents: usuaris de la via existent, usuaris de la nova via, usuaris provinents d'altres modes

### B.2.3 Millora local d'una carretera

La millora local d'una carretera pot plantejar múltiples actuacions sobre una infraestructura existent, sense incrementar-ne de manera significativa la capacitat. Aquestes actuacions inclouen les millores sobre el traçat (revolts), enllaços i creuaments, vorals, elements de protecció, enllumenat, senyalització i drenatge; i tenen per objectiu la seguretat i fluïdesa del trànsit.

Per les característiques d'aquestes actuacions aïllades, els seus beneficis són reduïts en termes de temps de viatge, excepte que es realitzin específicament per atacar els colls d'ampolla de la xarxa; i els majors guanys s'obtenen a nivell de reducció de l'accidentalitat. És per això que no es valora necessari plantejar alternatives d'augment de la capacitat ni de millora dels modes alternatius. El que si resultarà necessari serà contemplar els diferents paquets de mesures a implantar per triar-ne l'òptim, per comparació amb el cas base de

referència per a l'avaluació serà la situació actual aplicant l'evolució natural de la demanda i deteriorament de la infraestructura (aplicant la política de manteniment seguida).

<b>Augment de capacitat</b>
Millores sobre el traçat
Enllaços i creuaments
<b>Mantenir nivell de servei</b>
Millora local (paquets d'actuacions)
<b>Modes alternatius i restriccions</b>
--

Taula 21. Alternatives rellevants a considerar en l'ACB de millores d'una carretera

Els agents a considerar per aquest tipus d'actuacions són l'Administració pública, constructores i enginyeries, els operadors de serveis de transport interurbà i mercaderies per carretera, així com el conjunt d'usuaris de la xarxa de transport afectada (principalment xarxa viària i serveis de transport per carretera).

#### B.2.4 Carril bus o bus/VAO

L'execució de carrils bus o carrils bus/VAO són un tipus d'actuacions que es plantegen amb l'objectiu d'impulsar l'ús del transport públic col·lectiu per carretera en corredors amb problemes de congestió de la xarxa, potenciant els serveis llançadora i actuant com a complement dels serveis ferroviaris. En aquest sentit, el seu principal benefici deriva de la reducció del temps de viatge dels usuaris.

Tot i no disposar d'una matriu exclusiva per a aquest tipus d'inversions, donat que el SAIT recull tots els costos unitaris a considerar en aquestes actuacions, per a avaluar l'execució de carrils bus o carrils bus/VAO es pot utilitzar la matriu associada a l'actuació tipus "Noves carreteres, condicionaments o desdoblaments".

#### B.2.5 Nova línia de ferrocarril, perllongament o desdoblament

Les noves línies i perllongaments es plantegen com a connexió de punts de la xarxa ferroviària o territori amb la implantació de nova capacitat per servir aquesta relació, mentre que els desdoblaments ho fan entre punts ja connectats. Aquestes connexions solen anar enfocades a reduir el temps de desplaçament entre aquests punts, ja sigui com a base per la implantació d'un nou servei ferroviari, una menor distància de recorregut o un augment de les seves prestacions (velocitat comercial). Cal tenir en compte que la nova infraestructura porta associada un nou servei ferroviari, les característiques del qual són determinats pel resultat de l'avaluació.

A la Taula 22 es mostra un resum de les diferents alternatives rellevants de cara a l'ACB. Com a alternatives d'augment de capacitat cal valorar les diferents opcions constructives de la nova línia, perllongament o desdoblament, així com opcions on es plantegi la gestió del servei

ferroviari a implantar. També és important contemplar l'ampliació o millora dels serveis ferroviaris existents (fora d'aquesta relació directa), amb noves expedicions, menors intervals de pas o altres models de gestió del servei (directes i semi-directes); on caldrà analitzar la correcció dels colls d'ampolla a la xarxa que poden permetre aquestes ampliacions de capacitat (apartadors, sistema de senyalització, etc.). Com a alternatives de millora en els modes de transport alternatius i restriccions al vehicle privat caldrà analitzar l'establiment o millora dels serveis de transport per carretera que permetin donar servei a la demanda prevista per aquesta relació, la millora de la xarxa viària que permeti absorbir dita demanda i la regulació a través de peatge que pugui modificar el repartiment modal fins als objectius cercats.

<b>Augment de capacitat</b>
Nova línia/desdoblament
Eliminar colls d'ampolla i ampliació de serveis
<b>Mantenir nivell de servei</b>
--
<b>Modes alternatius i restriccions</b>
Establiment o millora servei autobús interurbà
Regulació a través de peatges
Millores en xarxa viària

**Taula 22. Alternatives rellevants a considerar en l'ACB de noves línies de ferrocarril, perllongaments i desdoblaments**

El cas base de referència per a l'avaluació serà la situació actual aplicant l'evolució natural de la demanda i deteriorament de la infraestructura (aplicant la política de manteniment seguida).

Els agents a considerar per aquest tipus d'actuacions són l'Administració pública, constructores i enginyeries, els operadors de serveis de transport (segons els operadors i serveis afectats), mercaderies per carretera (si la captació del vehicle privat pot ser significativa) i per ferrocarril (si les ambdós tràfics conviuen en la mateixa línia). A més, també cal considerar el conjunt d'usuaris de la xarxa de transport afectada (tant de la xarxa viària com la ferroviària). En aquest cas resultarà especialment important considerar el transvasament modal entre vehicle privat i els serveis ferroviaris, així com els possibles transvasaments entre els mateixos serveis de transport públic. En relació als usuaris resulta rellevant per l'Administració disposar del detall per separat dels beneficis i costos experimentats pels usuaris de la línia existent, els de la nova línia i tant els captats del vehicle privat com els del transport públic (entre operadors).

### B.2.6 Nova estació de ferrocarril

Les noves estacions es plantegen com el punt de connexió entre el territori i la infraestructura ferroviària, apropant-la als centres atractors/generadors de desplaçaments ampliant el nombre d'usuaris potencials als que s'espera donar servei. Aquestes actuacions van enfocades a reduir el temps de desplaçament, millorar l'accessibilitat al servei ferroviari ampliant-ne la cobertura.

A la Taula 23 es mostra un resum de les diferents alternatives rellevants de cara a l'ACB. Com a alternatives d'augment de capacitat cal valorar les diferents opcions constructives i de localització de la nova estació. Com a alternatives per la millora en els modes de transport

alternatius caldrà considerar l'ampliació del servei de bus urbà o llançadores que puguin ampliar l'accessibilitat al servei ferroviari sense necessitat de construir la nova estació.

<b>Augment de capacitat</b>
Nova estació
<b>Mantenir nivell de servei</b>
<b>Modes alternatius i restriccions</b>
Ampliació serveis bus urbà o llançadores

**Taula 23. Alternatives rellevants a considerar en l'ACB de nova estació de ferrocarril**

El cas base de referència per a l'avaluació serà la situació actual aplicant l'evolució natural de la demanda i deteriorament de la infraestructura (aplicant la política de manteniment seguida).

Els agents a considerar per aquest tipus d'actuacions són l'Administració pública, constructores i enginyeries, els operadors de serveis de transport (segons els operadors i serveis afectats), mercaderies per carretera (si la captació del vehicle privat pot ser significativa) i per ferrocarril (si hi ha afectacions). A més, també cal considerar el conjunt d'usuaris de la xarxa de transport afectada (tant de la xarxa viària com la ferroviària). En aquest cas resultarà especialment important considerar el transvasament modal entre vehicle privat i els serveis ferroviaris, així com els possibles transvasaments entre els mateixos serveis de transport públic. En relació als usuaris resulta rellevant per l'Administració disposar del detall per separat dels beneficis i costos experimentats pels usuaris existents de la línia, els nous usuaris induïts i tant els captats del vehicle privat com els del transport públic (entre operadors). A més, en tant que les estacions poden incloure un component important de remodelació urbana caldrà també considerar els modes no motoritzats.

### **B.2.7 Nova línia d'alta velocitat**

Les noves línies d'alta velocitat es plantegen com a connexió entre nuclis principals de població o territoris distants amb la implantació de nova capacitat i serveis d'altres prestacions per cobrir aquesta relació. Aquestes connexions van enfocades a reduir de manera significativa el temps de desplaçament entre aquests punts, on entren en competència els serveis de llarga distància de transport per carretera, ferrocarril i avió. Cal tenir en compte que la nova infraestructura porta associada un nou servei ferroviari, les característiques del qual són determinats pel resultat de l'avaluació.

A la Taula 24 es mostra un resum de les diferents alternatives rellevants de cara a l'ACB. Com a alternatives d'augment de capacitat cal valorar les diferents opcions constructives de la nova línia i les opcions de gestió del servei d'alta velocitat a implantar. A més, també caldrà considerar l'opció de millorar les prestacions dels serveis ferroviaris de llarga distància en relació a la velocitat comercial, noves expedicions, menors intervals de pas o altres models de gestió del servei (directes i semi-directes); on caldrà analitzar la correcció dels colls d'ampolla a la xarxa que poden permetre aquestes ampliacions de capacitat (apartadors, sistema de senyalització, etc.). Com a alternatives de millora en els modes de transport alternatius caldrà analitzar l'establiment o millora dels serveis de llarga distància i de transport per carretera que



permetin donar servei a la demanda prevista per aquesta relació, així com la millora de la xarxa viària que permeti absorbir aquesta demanda.

<b>Augment de capacitat</b>
Nova línia AV
Millora prestacions serveis ferroviaris llarga dist.
<b>Mantenir nivell de servei</b>
--
<b>Modes alternatius i restriccions</b>
Establiment o millora servei autobús llarga dist.
Millores en xarxa viària

**Taula 24. Alternatives rellevants a considerar en l'ACB de noves línies d'alta velocitat ferroviària**

El cas base de referència per a l'avaluació serà la situació actual aplicant l'evolució natural de la demanda i deteriorament de la infraestructura (aplicant la política de manteniment seguida).

Els agents a considerar per aquest tipus d'actuacions són l'Administració pública, constructores i enginyeries, els operadors de serveis de transport (segons els operadors i serveis afectats), inclòs els operadors aeris; així com les mercaderies per carretera (si la captació del vehicle privat pot ser significativa), ferrocarril i avió (si s'allibera capacitat per la reducció en la demanda de viatgers). A més, també cal considerar el conjunt d'usuaris de la xarxa de transport afectada (incloent el transport aeri). En aquest cas resultarà especialment important considerar el transvasament modal entre vehicle privat, els serveis ferroviaris i l'avió; així com els possibles transvasaments entre els operadors ferroviaris de mitja i llarga distància. En relació als usuaris resulta rellevant per l'Administració disposar del detall per separat dels beneficis i costos experimentats pels usuaris de la línia existent, els de la nova línia i tant els captats del vehicle privat com els d'altres serveis ferroviaris.

### B.2.8 Nova estació d'alta velocitat

Les noves estacions d'alta velocitat es plantegen com el punt de connexió entre el territori i aquesta infraestructura ferroviària, enfocades a reduir el temps de desplaçament i millorar l'accessibilitat al servei ferroviari d'alta velocitat ampliant-ne la cobertura.

A la Taula 25 es mostra un resum de les diferents alternatives rellevants de cara a l'ACB. Com a alternatives d'augment de capacitat cal valorar les diferents opcions constructives i de localització de la nova estació; mentre que en relació als modes de transport alternatius caldrà considerar la millora en la connectivitat dels serveis ferroviaris de llarga i mitja distància i els de transport per carretera fins a les estacions existents ampliant l'accessibilitat al servei ferroviari sense necessitat de construir la nova estació.

<b>Augment de capacitat</b>
Nova estació
<b>Mantenir nivell de servei</b>
<b>Modes alternatius i restriccions</b>

---

Milliores connectivitat xarxa ferroviària  
Milliores en la connexió serveis de bus

---

**Taula 25. Alternatives rellevants a considerar en l'ACB de nova estació d'alta velocitat ferroviària**

El cas base de referència per a l'avaluació serà la situació actual aplicant l'evolució natural de la demanda i deteriorament de la infraestructura (aplicant la política de manteniment seguida).

Els agents a considerar per aquest tipus d'actuacions són l'Administració pública, constructores i enginyeries, els operadors de serveis de transport (segons els operadors i serveis afectats), mercaderies per carretera (si la captació del vehicle privat pot ser significativa) i per ferrocarril (si hi ha afectacions). A més, també cal considerar el conjunt d'usuaris de la xarxa de transport afectada (inclosa la xarxa viària, ferroviària i avió). En aquest cas resultarà especialment important considerar el transvasament modal entre vehicle privat i els serveis ferroviaris, així com els possibles transvasaments entre els diferents serveis ferroviaris (i en menor mesura l'avió). En relació als usuaris resulta rellevant per l'Administració disposar del detall per separat dels beneficis i costos experimentats pels usuaris existents de la línia, els nous usuaris induïts i tant els captats del vehicle privat com els del transport públic (entre operadors). A més, en tant que les estacions poden incloure un component important de remodelació urbana caldrà també considerar els modes no motoritzats, sempre que s'ubiquin en entorns urbans consolidats.

### **B.3 Descripció del procés ACB Simplificada**

La particularització dels impactes per agents afegeix cert grau de complexitat a l'anàlisi tot i que permet obtenir informació complementària sobre els perjudicats/beneficiats pel projecte. Si aquest grau de detall és innecessari, es pot fer una aproximació a l'ACB anomenat ACB simplificada. La idea és calcular de manera directa el valor dels impactes dels objectius principals per agilitzar el càlcul.

Les actuacions susceptibles de ser valorades amb l'ACB simplificada es caracteritzen per la senzillesa de l'obra i els seus efectes. En general les actuacions són les següents:

- Seguretat viària
- Reforç de ferm
- Variants / enllaços
- Actuacions de millora ambiental
- Noves vies ciclistes

La metodologia de l'ACB simplificada es basa en la validació d'objectius i la utilització d'indicadors d'eficiència especificats per cada objectiu.

- **Validació d'objectius**

En general són actuacions que tenen objectius específics i definits per cada tipus d'actuació, però que potencialment no tinguin una valoració inicial econòmica substancial. Una actuació pot tenir diferents components, en aquest cas es requereix un objectiu per cada component. Per exemple, la reducció d'accidentalitat, l'augment

de velocitat mitjana, la millora de la vida útil del ferm, la reducció d'una externalitat ambiental, etc. L'ACB simplificada consisteix en ratificar l'assoliment dels objectius comparant-los amb l'estudi fet a priori o l'estudi de viabilitat.

- **Indicadors d'eficiència**

Quan les actuacions impliquin una inversió inicial significativa, llavors es recomana utilitzar un índex d'eficiència. La idea és valorar l'eficàcia d'una actuació concreta (basada en la validació dels seus objectius) però també considerar la inversió de l'actuació. L'índex permet relacionar les dues variables.

Actuació	Validació d'objectius	Indicadors d'eficiència
Seguretat viària	Reducció d'accidents	Índex de seguretat viària
Reforç de ferm	Reducció d'accidents	Índex de seguretat viària
	Augmentar vida útil de la via	Índex d'augment de vida útil
Variants / enllaços	Millora de velocitat mitjana	Índex de velocitat
	Millora de la capacitat	Índex capacitat
Millora d'impacte ambiental	Millora d'indicadors d'impacte ambiental	Índex de millora ambiental
Millora local d'una infraestructura de transport públic	Increment de la demanda	Índex de demanda
	Millora de la qualitat del servei	Índex de qualitat
Nova via ciclista	Captació de ciclistes	Índex captació ciclistes
	Reducció d'externalitats	Índex externalitats

**Taula 26. Validació d'objectius i índex Anàlisi Cost-Benefici simplificada per a diferents tipologies d'actuació**

L'Avaluació Cost-Benefici simplificada és un mètode per a la comparació de programes alternatius i, per tant, no serveix per determinar el valor social net d'una determinada actuació. En aquesta anàlisi, els costos es mesuren en unitats monetàries i els resultats en unitats no monetàries equivalents per a totes les alternatives. L'objectiu final és l'obtenció d'una proporció cost-efectivitat que expressi el cost per unitat de resultats associat a cada actuació. Per exemple, en l'àmbit de la seguretat viària, el resultat de l'Avaluació Cost-Benefici simplificada seria un indicador que reflecteix cost per reducció del nombre d'accidents.

## C. Avaluació de projectes ex-post

### C.1 Context i objectius

La provisió d'una oferta adequada d'infraestructures de transport és cabdal per a la superació dels actuals reptes en matèria econòmica, social i ambiental. És per això, i més en un context de restriccions pressupostàries, que les decisions d'inversió en infraestructures de transport han d'estar recolzades en l'evidència a fi d'assegurar-ne l'eficàcia, l'eficiència i la sostenibilitat a llarg termini.

Els grans volums d'inversió associats a les infraestructures de transport molt sovint deixen poc marge per a la prova i error en les decisions d'inversió. Per tant, la decisió cabdal és evidentment prèvia a la inversió i ha de conviure amb les limitacions i incerteses pròpies d'un anàlisi ex-ante, com són la dificultat de preveure la demanda que tindrà la futura inversió o la magnitud dels seus impactes dins i fora del mercat del transport. D'altra banda, en el context d'aquestes incerteses, s'ha observat que es tendeix sovint a un cert biaix optimista en l'anàlisi ex-ante en el sentit de predir costos inferiors i demanda superior als valors observats durant l'operació<sup>15</sup>. Així, l'objectiu de l'avaluació ex-post és poder valorar la realitat dels efectes previstos a l'estudi ex-ante.

Aleshores, es fa necessari complementar l'avaluació ex-ante d'infraestructures de transport, i en particular el SAIT, amb una avaluació ex-post basada en l'evidència de dades registrades durant la fase d'operació que permeti contrastar les hipòtesis adoptades en l'anàlisi ex-ante i verificar el compliment dels objectius establerts. D'aquesta manera, s'assegura una monitorització i avaluació continua del projecte que, de retruc, proporciona un coneixement cabdal de cara a disminuir la incertesa en l'avaluació de futures inversions.

L'estudi d'avaluació ex-post té quatre objectius principals (DGIMT, 2014), els quals s'exposen a continuació:

- Disposar d'un retorn d'experiència per **avaluar i planificar millor futures inversions**, fet que permet calibrar i afinar cada vegada més el cost-benefici d'una actuació futura (cost de la infraestructura, demanda prevista, impactes ambientals, etc), així com oferir evidència empírica mesurable dels efectes indirectes de les inversions de transport (en mercat de treball, localització residencial i d'empreses, etc.).
- Disposar d'una **eina de control de qualitat** de tot el cicle d'un projecte d'infraestructura, fet que permet detectar aquells aspectes tant en fase de disseny com d'obra que afecten les expectatives inicialment previstes i millorar en el futur el procés de producció de les inversions en infraestructures.

---

<sup>15</sup> (Flybvjerg 2004, 2008)

- Avaluar l'**eficàcia d'un projecte** i la consecució dels beneficis inicialment previstos.
- Demostrar als ciutadans i als usuaris de forma **transparent la relació entre despesa invertida i beneficis** de les actuacions.

L'avaluació ex-post s'efectua a partir de dades reals i observades respecte a la situació de projecte, donat que aquest s'ha dut a terme, però també en base a les suposicions fetes a l'avaluació de la situació de referència. Per tant, és essencial corregir la situació de referència si els principals canvis no planificats han modificat significativament el context del projecte (canvis imprevistos en el producte interior brut, canvis significatius en el comportament, etc.).

## C.2 Dades de partida

Les dades de partida són cabdals per a una avaluació ex-post rigorosa per a qualsevol actuació d'infraestructures de transport. En aquest apartat es realitza una descripció de les principals dades a incorporar a l'anàlisi, així com de la seves fonts i metodologies de recollida.

Perquè l'anàlisi ex-post tingui moltes possibilitats d'èxit, cal abordar la naturalesa de les dades. La recopilació de dades ha de ser planificada a l'inici d'un projecte i durant tot el seu cicle de vida, atès que sense aquest exercici resulta impossible la reconstrucció de dades rellevants.

França ha abordat això mitjançant la creació d'observatoris de transport establerts per llei, que recullen dades, estableixen punts de referència i publiquen auditories de projectes de transport. Els serveis de transport han millorat notablement la qualitat de les dades per als principals sistemes de transport. Per a les inversions més grans, ara s'estableix un observatori específic del projecte al mateix temps que s'ha aprovat el projecte.

Als Estats Units, per la seva banda, una base de dades en línia amb informació sobre 100 projectes permet als responsables de la presa de decisions seleccionar una mostra de projectes similars a la que estan considerant i accedir a informació rellevant sobre el rendiment d'aquests projectes.

Seguint les referències dels manuals europeus que es presenten en l'Annex 4 els períodes recomanats per a la presa de dades han de ser suficients per tal que les variables d'anàlisi assolixin un equilibri i, conseqüentment, les mostres siguin representatives. A la Taula 27 es presenta quins són els períodes recomanats per a la presa de dades.

		A 1 any	A 3-5 anys	A 7-10 anys
<b>DADES BÀSIQUES</b>	Cost d'inversió	X		
	Cost operatiu (anual)		X	
	Demanda (anual): Número de viatgers (o vehicles) per tram i/o node (estació)		X	
<b>DADES D'EFECTES EXTERNS I XARXA DE TRANSPORT</b>	Temps de viatge		X	
	Demanda (anual) en altres parts de la xarxa i/o modes substitutius o complementaris		X	
	Accidentalitat: Registre d'accidents en tram		X	
	Soroll: Mesura de soroll en entorn		X	
	Pol·lució: Mesura de qualitat de l'aire en entorn		X	
<b>DADES D'EFECTES INDIRECTES</b>	Preu del sòl/habitatge			X
	Llocs de treball i salaris (productivitat)			X
	Població			X
	Pernoctacions turístiques			X

Taula 27. Períodes recomanats per a la presa de dades per les avaluacions ex-post. Font: Elaboració pròpia.

### C.3 Models d'aplicació segons tipus d'actuació

En aquest capítol es defineixen les metodologies ex-post per a l'anàlisi de cada tipologia d'infraestructura de transport. Tot i que cada tipologia d'actuació s'ha d'analitzar de manera individualitzada i considerant en cada cas les condicions de contorn del projecte, en aquest capítol s'han definit quatre grans grups:

- Carreteres
- Infraestructures de transport públic de ferrocarril
- Vies ciclistes
- Millores ambientals

Dins d'aquests grans grups, s'ha tingut en compte diverses tipologies d'actuació. Aquest apartat metodològic no pretén ser exhaustiu per a totes les actuacions que es duen a terme a Catalunya, però sí que permet definir unes pautes a seguir per a realitzar avaluacions ex-post.

A continuació es presenten les metodologies establertes per a cada tipus d'actuació, dividint-se en els següents subapartats:

- Consideracions generals i dades de partida
- Avaluació de l'impacte
- Verificació dels objectius i lliçons apreses

Cal remarcar que a part de les metodologies generals que es presenten a continuació, a mode d'exemple en l'Annex 8 s'exposen diversos casos d'estudi d'actuacions dutes a terme a Catalunya entre el 2015 i el 2017.

### **C.3.1 Carreteres. Millora de seguretat viària**

#### **Consideracions generals i dades de partida**

Els accidents de trànsit produeixen costos significatius tant a nivell social com econòmic, motiu pel qual un dels objectius prioritaris de l'Administració és reduir l'accidentalitat viària. La millora de les infraestructures viàries té una important incidència en la seguretat viària, ja sigui a nivell de millores locals com a través de millores generals, com ara condicionaments, desdoblaments, variants o noves carreteres més segures.

Aquest apartat estableix la metodologia a seguir per avaluar l'impacte en la seguretat viària dels projectes i actuacions viàries amb l'objectiu d'avaluar l'eficiència ex-post d'una determinada actuació d'infraestructures. Es comprova si realment l'actuació executada ha permès assolir els objectius inicials previstos a nivell de seguretat viària.

Com a exemple a seguir, es recomana llegir el Cas Pilot de la C-16 Berga Bagà de l'Annex 8. Així, la lectura de la metodologia es torna més pragmàtica i senzilla d'aplicar.

Per les obres realitzades amb l'objectiu principal de millorar la seguretat viària, no es pot aplicar un Anàlisi Cost-Benefici (ACB). Això és degut a què, al no tenir dades de tots els factors que influencien l'obra, no es pot fer un estudi general de tots els canvis que ha implicat la nova obra. Els beneficis d'una actuació d'infraestructures d'aquesta tipologia corresponen a la reducció d'accidents previnguts gràcies a la implementació de dita actuació.

- **Avaluació de l'impacte**

Per comprovar si realment l'actuació executada ha permès assolir els objectius inicials previstos a nivell de seguretat viària, s'ha d'avaluar l'eficiència ex-post d'una determinada actuació d'infraestructures respecte un escenari de referència, que es aquell en que no es realitza el projecte i, per tant, les tendències d'accidentalitat segueixen el seu curs habitual. El nombre d'accidents en un tram de carretera fluctua cada any a any atès que l'accidentalitat té un elevat comportament aleatori o estocàstic. Així, si en un determinat tram en un any hi ha un elevat nombre d'accidents, l'any següent l'accidentalitat podria disminuir independentment de si s'ha dut a terme una mesura de seguretat viària. Aquest efecte – que es coneix com a “regressió o tendència a la mitjana” – ens pot portar a resultats erronis en la determinació dels beneficis d'una mesura que incideixi en la seguretat viària.

Un altre aspecte a tenir en compte és la qualitat, quantitat de les dades d'accidentalitat i el període d'estudi. En aquest sentit, si les dades d'accidents són escasses, no sempre serà possible detectar una diferència estadísticament significativa que expliqui una disminució dels accidents gràcies a una mesura de seguretat viària (veure a la Guia d'accidentalitat de la DGIM el Test de valor significatiu estadístic). Cal un període mínim de 5 anys (excepcionalment 3 anys) per poder comparar l'accidentalitat abans i després d'una mesura.

D'altra banda, l'accidentalitat té una forta correlació amb el trànsit d'una determinada via. Així, si en el tram d'estudi hi ha una forta reducció del trànsit, cal analitzar fins a quin punt la baixada d'accidents està condicionada per una determinada mesura de la seguretat viària, o és conseqüència d'aquesta disminució del trànsit o, si és la suma d'aquests dos factors.

Per últim, sabem que l'accidentalitat global d'una xarxa fluctua amb el temps, per múltiples factors aliens a la infraestructura: la conscienciació social, l'enduriment de les multes i penes a infractors, el carnet per punts, l'evolució tecnològica del parc mòbil, etc. Per tant, si en una determinada xarxa l'accidentalitat ha disminuït a la meitat, no és d'estranyar que aquesta tendència també tingui efectes en el tram d'estudi on s'ha implantat la mesura de seguretat viària.

Les dades d'accidentalitat es poden presentar fonamentalment en dues formes:

- a) Segons el **nombre d'accidents**, el qual es distingeix entre accidents amb víctimes (mortals, greus i lleus) i accidents sense víctimes (quan es produeixen danys materials).
- b) Segons el **nombre de víctimes**, que són el número de persones que han tingut un accident. Per aquest grup, es distingeix entre ciutadans mortals, greus o lleus.

És una pràctica habitual treballar amb el **nombre d'accidents amb víctimes (a)**. D'una banda, s'evita incorporar els accidents sense víctimes, atès que les dades d'accidentalitat d'aquests accidents encara no són prou fiables. D'altra banda, treballar amb nombre d'accidents i no amb nombre de víctimes, permet evitar factors d'aleatorietat que poden distorsionar la tendència de l'accidentalitat. En aquest sentit, compta el mateix un accident on s'ha vist involucrat un vehicle amb un sol ocupant que un accident amb un vehicles amb tres ocupants, tots ells ferits.

A nivell europeu existeix certa disparitat en aquest apartat, però cada vegada amb més freqüència es treballa amb nombre d'accidents donat l'augment de la presència de factors aleatoris que distorsionen l'accidentalitat a causa del seu descens any rere any. A més dels accidents, també es tenen en compte d'altres variables com ara la intensitat, el tipus de trànsit, la longitud del tram a analitzar i les característiques de la via.

En primer lloc, per tal d'avaluar l'impacte que ha tingut l'actuació, s'ha de construir un escenari de referència, que representi la situació hipotètica en què l'actuació no s'hagués dut a terme. Per a definir aquest escenari de referència es pren l'increment mitjà interanual del conjunt de l'accidentalitat registrada a carreteres interurbanes a Catalunya. S'assumeix que aquest increment interanual segueix constant en el futur en l'escenari de referència i s'aplica sobre els nivells d'accidentalitat del tram de carretera d'estudi agrupats en períodes de 5 anys.



L'escenari de projecte, per la seva banda, representa la mitjana anual, després de l'entrada en servei de la millora de seguretat viària. Fent la diferència respecte l'escenari de referència, resulta que l'actuació haurà millorat o empitjorat el número d'accidents amb víctimes. Si es valoren els accidents d'impacte net amb els costos unitaris recomanats en el present manual es pot obtenir l'estalvi en costos externs d'accidentalitat anuals. Per tal de fer més pragmàtic aquest càlcul, es recomana llegir el cas pilot de la C-16 (Berga-Bagà) on s'apliquen els càlculs.

A continuació es mostra la següent taula com una plantilla per mostrar l'estudi d'accidentalitat de l'ex-post. Els números d'aquesta taula són de caràcter instructiu.

	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents graus	Accidents lleus
<b>Escenari de referència</b>				
Mitja d'accidents anuals entre anys X-X	19,5	2,2	5,3	12,0
<b>Projecte</b>				
Mitja d'accidents anuals entre anys X-X	17,0	1,0	4,0	12,0
<b>Impacte net</b>				
Diferència accidents anuals entre escenaris	- 2,5	- 1,2	- 1,3	0,0
<b>Impacte net (%)</b>				
Diferència accidents anuals entre escenaris	<b>-13%</b>	<b>-55%</b>	<b>-24%</b>	<b>0%</b>
<b>Cost unitari accidents(€)</b>		3.300.356	288.501	28.886
<b>Benefici total (€)</b>	<b>4.467.429</b>	<b>4.102.344</b>	<b>365.993</b>	<b>0</b>

Taula 28. Impacte d'accidents d'una actuació

- **Verificació d'objectius i lliçons apreses**

Els objectius marcats per l'estalvi d'accidents gràcies al nou projecte construït, es recullen a la taula següent.

Objectius	Verificació
Reducció de l'accidentalitat en aquest tram de carretera	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ L'actuació ha disminuït el número d'accidents anuals amb víctimes en aquest tram de carretera</li> <li>✓ Aquesta reducció d'accidentalitat comporta un estalvi en costos externs de anuals, quantitat superior o inferior al cost total d'inversió de l'actuació</li> </ul>

Taula 29. Recull de verificació d'objectius de seguretat viària

### C.3.2 Carreteres. Variants i millores locals d'una carretera

- **Consideracions generals i dades de partida**

La millora local d'una carretera pot plantejar múltiples actuacions sobre una infraestructura existent, sense incrementar la capacitat de la mateixa de manera significativa. Aquestes actuacions inclouen millores sobre el traçat de la via (revolts), variants, enllaços, creuaments, vorals, elements de protecció, enllumenat, senyalització i drenatge. Aquest conjunt de projectes tenen l'objectiu en comú de millorar la seguretat i fluïdesa del trànsit. Així doncs, amb aquestes actuacions es millora el temps de viatge per trànsit de pas alhora que es redueix la congestió (i les externalitats associades).

Per les actuacions de carretera, els objectius principals es poden dividir en: millora de temps de viatge i reducció de les externalitats. El temps de viatge depèn de la millora de la capacitat de la via i de la velocitat dels vehicles. D'aquesta manera, s'ha de mesurar en quina magnitud l'execució de l'obra ha contribuït a resoldre el problema que la justificava per tal de complir amb l'objectiu establert.

- **Avaluació de l'impacte**

Per tal de comprovar si l'actuació executada ha permès assolir els objectius inicials previstos a nivell de demanda, s'ha d'avaluar l'eficiència ex-post d'una determinada actuació d'infraestructures.

El càlcul de l'impacte que ha tingut l'actuació amb l'anàlisi ex-post es centra en l'anàlisi dels següents impactes:

- Anàlisi dels costos d'inversió
- Anàlisi de dades d'aforaments per avaluar la demanda

Per tal d'analitzar les dades d'aforaments, cal triar els períodes en què hi ha més congestió de tràfic per a cada zona analitzada (*peak hours*). Cal remarcar que és recomanable triar períodes d'estudi suficientment grans per a què possibles tendències que puguin ser esbiaixades respecte el comportament normal de la via, siguin compensades.

Per tal d'avaluar els estalvis de temps, es recomana realitzar una microsimulació de la millora local de carreteres. En primer lloc s'haurà de realitzar una modelització amb la geometria antiga de les infraestructures de carretera, introduint la demanda corresponent. Aquest correspondria a l'escenari de referència. Per l'avaluació ex-post s'ha de simular de nou els temps de viatge amb la nova geometria i amb els inputs del aforaments després de realitzar l'actuació.

Per actuacions de menor escala, també es podria realitzar un anàlisi més qualitatiu mitjançant el eines de càlcul de temps de viatge La tecnologia de Google Maps Transit té una gran aplicabilitat pels estudis ex-post, atès que permet obtenir uns resultats qualitius sobre l'estat del trànsit abans i després d'una actuació que té com a principal objectiu la millora de la mobilitat. No obstant això, és important recaptar les dades abans de dur a terme l'actuació per tenir l'escenari de referència.

En actuacions d'augment de capacitat es recomana comparar les dades de velocitats anteriors a la implementació de l'obra amb les dades posteriors, cal verificar si les dades que es disposen segueixen una llei normal o gaussiana. Aplicant diferents tests, com el d'asimetria o Kolmogorov-Smirnov, juntament amb l'ajut d'histogrames, es poden observar si es compleixen les hipòtesis. Per fer un test d'hipòtesi per a comparar mitjanes, es pot fer ús d'un test no paramètric com ara Wilcoxon-Whitmann. Amb aquest test es pot comparar, si la mitjana d'un any, en les franges d'hores triades, són significativament diferents o majors als anys posteriors a la implementació de l'obra.

Les carreteres no sempre es troben en congestió, és per això que, per determinar si ha hagut una diferència significativa en congestió, únicament té sentit analitzar les dades en aquells períodes en que aquestes es troben més congestionades. Per a cada via, s'ha d'estudiar els períodes de més activitat.

- Avaluació Cost-Benefici simplificada

Per tal d'aplicar un anàlisi Cost-Benefici simplificat, l'actuació ha de complir les condicions mostrades a l'apartat B.3. Cal remarcar que aquest procediment és un mètode per a la comparació de programes alternatius i, per tant, no serveix per determinar el valor social net d'una determinada actuació.

- **Verificació d'objectius i lliçons apreses**

Els objectius marcats per l'actuació de noves variants o millores d'una carretera es recullen a la taula següent:

Objectius	Verificació
Establir quin és l'impacte de l'obra en la reducció de la congestió i dels temps de viatge	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Variació de les velocitats mitjanes en els períodes analitzats.</li> <li>✓ Comparació d'aforaments per a períodes compresos en moments previs a l'execució de l'obra i la seva posterior posada en marxa.</li> <li>✓ Avaluació de la congestió</li> <li>✓ Comparativa de temps de viatge</li> <li>✓ Reducció d'externalitats</li> </ul>

Taula 33. Recull de verificació d'objectius de variants

	Valor ex-post	Comentari
Cost d'inversió		Cada milió d'euro invertit té un retorn de X milions €

Reducció de vehicles en trama urbana		Així doncs, es compleixen els objectius de la infraestructura: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Millora la seguretat (Accidentalitat)</li> <li>✓ Millora la qualitat ambiental (Contaminació atmosfèrica i soroll)</li> </ul>
Reducció de temps de viatge		Reducció de X minuts de viatge per usuari. Això es reflecteix en un benefici de X M€.
VAN		Avaluació Cost-Benefici simplificada actualitzada amb evidències ex-post
Rendibilitat social TIR		Taxa de rendibilitat social

Taula 30. Resum d'impactes de l'actuació

### C.3.3 Transport públic. Nova línia de ferrocarril, perllongament o desdoblament

- **Consideracions generals i dades de partida**

És important seguir l'esquema de l'ACB analitzat en l'apartat Ex-ante (Capítol B). És a dir, la metodologia de l'esquema és la mateixa, però el que es diferencia són les dades de l'estudi. Quan es tracta d'ex-ante, les dades no existeixen i es realitza una hipòtesis de quina serà la influència de l'actuació. Aleshores, en l'anàlisi ex-post, no és necessari fer una hipòtesis, ja que l'actuació ja ha estat en funcionament. D'aquesta manera, s'ha de realitzar un recull de les dades necessàries per calcular l'Anàlisi Cost-Benefici actualitzat.

Com a exemple a seguir, es recomana llegir el Cas Pilot del Perllongament de la línia de FGC a Terrassa de l'Annex 8. Així, la lectura de la metodologia es torna més pragmàtica i senzilla d'aplicar.

La demanda estimada per l'ex-ante s'ha de contrastar amb l'evidència empírica ex-post registrada després de l'entrada en servei de l'ampliació de la xarxa ferroviària. El número d'usuaris captats i induïts per nous trams i estacions resulta de calcular la diferència entre les dades de demanda registrada després de l'entrada en servei i un escenari de referència, que representa la situació hipotètica en que l'actuació no s'hagués fet efectiva.

- **Avaluació de l'impacte**

En el cas d'una ampliació de xarxa ferroviària, al igual que les altres actuacions, no es poden comparar les dades de l'escenari ex-post amb les dades de l'escenari l'ex-ante. Llavors, s'ha de realitzar un escenari de referència, el qual representa de manera raonable el comportament de

la demanda en el cas hipotètic que l'actuació no s'hagués fet efectiva, amb l'ambició de servir de punt de partida a partir del qual es valora la nova demanda incorporada. És a dir, calcular l'escenari *BAU (Business As Usual)*.

Per calcular aquest escenari de referència, s'ha de tenir en compte el creixement interanual d'usuaris de transport públic registrat al conjunt del Sistema Tarifari Integrat (STI). S'adopta la referència de creixement de demanda del conjunt del STI perquè aquesta escala representa un creixement tendencial per factors socioeconòmics i independent d'actuacions particulars que s'hagin dut a terme, com ara la actuació que s'està estudiant.

Un cop construït l'escenari de referència, s'estudien les dades registrades de demanda efectiva i es comparen amb les de l'escenari de referència a fi d'extreure informació sobre l'efecte de l'actuació implementada en termes de demanda.

Les dades de demanda ex-post utilitzades s'obtenen de diferents fonts. Aquestes són dades de validacions de les estacions estudiades i/o d'enquestes elaborades per tal de caracteritzar la demanda.

En quant a les validacions, és important no confondre termes, ja que els registres en forma de validacions només comptabilitzen passatgers d'entrada i no de sortida. Per tal de convertir-ho a passatgers totals (entrades i sortides), s'assumeix simetria perfecta entre desplaçaments d'anada i tornada, i es multipliquen les dades de validacions d'entrada per 2. Aquesta hipòtesi serà més vàlida com més gran sigui la proporció de viatges inter-municipals.

Les enquestes ajuden a calcular la proporció de demanda que és induïda, és a dir que prèviament no realitzava el desplaçament, i quina és captada, és a dir, que prèviament realitzava el desplaçament però d'una altra manera, incloent altres modes de transport.

Per fer l'avaluació d'efectes en la demanda s'ha de calcular l'increment net derivat de l'actuació respecte l'escenari de referència. És a dir, la diferència entre el cas base i l'escenari amb l'actuació ja posada en servei. Finalment, la diferència es tradueix en un increment o una disminució de passatgers del transport.

- **Avaluació Cost Benefici actualitzada**

Les estimacions realitzades en el cas ex-ante, es contrasten amb un Anàlisi Cost-Benefici amb la metodologia SAIT i fent ús de l'evidència ex-post. Diferents hipòtesis de càlcul s'han de tenir en compte com el valor del temps, la taxa social de descompte i el període d'avaluació. Aquests factors s'utilitzen segons aquest mateix manual. S'ha d'annexar també el resum de la matriu efectes-agents de l'eina d'aquest manual.

Finalment, es contrasten les rendibilitats entre l'anàlisi ex-ante i l'ex-post, entenent que a major diferència entre aquests, implica major error d'estimació. D'aquí es poden extreure les conclusions de l'actuació amb una verificació d'objectius i lliçons apreses.

### C.3.4 Transport públic. Nova estació de ferrocarril bus o millora

Les actuacions de noves estacions són, normalment, obres de mida reduïda i amb una inversió baixa. Llavors, en aquest cas, la metodologia que s'aplica és una ACB simplificada.

Com a exemple a seguir, es recomana llegir el Cas Pilot de l'adaptació PMR de Putxet que es pot trobar a l'avaluació ex-post de les actuacions d'infraestructures de 2017 (DGIM). Així, la lectura de la metodologia es torna més pragmàtica i senzilla d'aplicar.

En els següents apartats s'analitzen tots els tipus de dades que s'han de recollir per tal de realitzar l'anàlisi ex-post amb detall.

- **Avaluació de l'impacte**

L'anàlisi ex-post se centra en els següents elements:

- Anàlisi dels costos d'inversió i de possibles desviacions
- Anàlisi de dades de demanda
- Avaluació Cost-Benefici simplificada

- **Verificació d'objectius i lliçons apreses**

Objectius	Verificació
Adaptació o millora	✓ Increment de la demanda normalitzada de la línia
Indicadors d'eficàcia	✓ Indicador: $\Delta$ <b>Demanda / M€ invertit</b>

**Taula 34. Recull de verificació d'objectius noves estacions**

Per a la valoració ex-post es pot utilitzar la metodologia definida a l'estudi de l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM) que es titula "Influència de l'adaptació d'estacions de metro i FGC a PMR en l'augment del passatge" del juny del 2011, que permet obtenir un increment de la demanda de passatgers normalitzada després d'una actuació a una estació.

Aquesta metodologia també es podria aplicar per estudiar els increments de demanda d'una estació un cop es realitza una millora de qualsevol tipologia, com per exemple una ampliació d'andanes, una millora dels accessos, etc.

Els indicadors d'eficàcia definits poden ser útils per realitzar una meta-anàlisi amb actuacions de millora d'estacions similars, podent així analitzar quines són més rentables i identificar els motius.

### C.3.5 Vies ciclistes

- **Consideracions generals i dades de partida**

Les actuacions de vies ciclistes són, normalment, obres de mida reduïda i amb una inversió baixa. Llavors, en aquest cas, la metodologia que s'aplica és una ACB simplificada.

Com a exemple a seguir, es recomana llegir el Cas Pilot del Carril Bici de Viladecans (B-204) de l'avaluació ex-post de les actuacions d'infraestructures de 2017 (DGIM) . Així, la lectura de la metodologia es torna més pragmàtica i senzilla d'aplicar.

En els següents apartats s'analitzen tots els tipus de dades que s'han de recollir per tal de realitzar l'anàlisi ex-post amb detall.

- **Avaluació de l'impacte**

L'anàlisi ex-post se centra en els següents elements:

- Anàlisi dels costos d'inversió i comparativa amb altres inversions de caire similar
- Anàlisi de dades de demanda i comparació amb l'escenari de referència
- Anàlisi Cost-Benefici simplificat

Amb el objectiu de definir la demanda, es recomana realitzar un aforament de la via ciclista en hora punta després de l'entrada en servei del carril bici i es poden calibrar les dades obtingudes a partir d'altres aforaments permanents col·locats en vies ciclistes situades a proximitat directe en cas de que n'hi hagin. Com a costos de referència, s'han escollit els definits en el ["Economic evaluation of cycle projects – methodology and unit prices"](#) un estudi publicat al desembre del 2009 de COWI per la ciutat de Copenhagen.

- **Verificació d'objectius i lliçons apreses**

A mode de resum de la present avaluació ex-post es presenta un resum dels impactes de l'actuació així com una verificació dels objectius de l'actuació mitjançant indicadors basats en l'evidència ex-post.

	Valor ex-post	Comentari
Cost d'inversió		Indicadors d'eficiència i eficàcia per a l'avaluació de la inversió: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\Delta</math>demanda diària/ M€ invertit</li> <li>• <math>\Delta</math>km ciclable/ M€ invertit</li> </ul>
Demanda anual carril bici		<b>S'afavoreix la interconnectivitat</b> de les vies ciclistes <b>Demanda</b> captada diària en dia laborable i en cap de setmana
VAN		<b>ACB simplificada</b> a l'horitzó temporal de 10 anys

Rendibilitat social TIR		Taxa de rendibilitat social superior a la taxa de descompte social del projecte
-------------------------	--	---

Taula 31. Resum d'impactes de l'actuació

### C.3.6 Millora ambiental. Actuacions de millora ambientals i altres de singulars

- **Consideracions generals i dades de partida**

La naturalesa dels projectes de millora ambiental es caracteritzen per ser força diversos i els objectius són diferents per a cada tipus d'actuació. No obstant això, s'ha plantejat una metodologia general que pot ser aplicable a la majoria de casos, sense ser exhaustiva per tota la casuística d'actuacions.

- **Avaluació de l'impacte**

Així doncs, la metodologia proposada per l'execució d'una millora ambiental i per la de verificació del compliment de l'objectiu estipulat en un estudi ex-post es pot resumir en el següent:

- 1) Mesurament de l'indicador ambiental en qüestió a l'àrea on es proposa fer l'actuació. Es prendran dades en un període de l'any considerat estàndard o no-extraordinari per tal d'evitar dades esbiaixades (p.e. en el cas d'estudis de contaminació acústica no es considera estàndard l'agost perquè possiblement hi ha una circulació significativament menor que durant la resta de l'any).
- 2) Desenvolupament de l'actuació.
- 3) Mesurar l'indicador ambiental en la mateixa àrea que es va fer l'ex-ante abans de presentar la proposta d'actuació. Les mesures es duran a terme en el mateix període temporal que l'ex-ante, per evitar esbiaixos per estacionalitat.
- 4) Comparació de les dades recollides abans i després de l'actuació.
- 5) Anàlisi de l'efectivitat de la mesura: fins a quin punt s'ha assolit l'objectiu proposat, és a dir, la reducció de l'impacte ambiental.
- 6) Anàlisi de possibles desviacions (no-efectivitat) i propostes de millora en cas d'existència de desviacions. L'anàlisi de desviacions consisteix a buscar les causes explicatives de les diferències entre els valors estimats ex-ante (p. ex. costos pressupostats) i els valors reals o incorreguts.

#### Verificació d'objectius i lliçons apreses

L'anàlisi ex-post es basa en una anàlisi del grau de compliment dels objectius determinats ex-ante.

Objectius	Verificació
-----------	-------------



Reducció de l'indicador d'impacte ambiental	✓ L'actuació hauria aconseguit una reducció de l'indicador d'impacte ambiental acord amb la normativa corresponent.
---	---

Taula 36. Recull de verificació d'objectius millora ambiental

En relació a les actuacions de millora mediambiental i més concretament de reducció de contaminació acústica, és essencial prendre mesures abans de l'actuació, per tal de poder concretar la solució potencial (actuació) i prendre mesures després de l'actuació en els mateixos horaris, dies de la setmana, i lloc on es van prendre els mesuraments abans de decidir l'actuació. Així mateix en un horitzó temporal raonable i suposant un increment de la circulació pel mateix tram, es recomanaria tornar a mesurar el soroll i comparar amb l'escenari de referència (abans de l'actuació).

Aquest horitzó dependrà de la grandària de l'obra executada però com a pràctica estàndard es proposa mesurar de nou el soroll en uns sis mesos i en els mateixos intervals ex-ante. Igualment, si en els períodes conseqüents es fan obres d'ampliació del tram, on s'hi han instal·lat les barreres acústiques, que impliquin més circulació o un increment de la freqüència de pas, es recomana tornar a mesurar el soroll independentment de l'horitzó dels sis mesos.

Així mateix és essencial valorar la normativa actual tant en l'àmbit nacional com en l'àmbit europeu abans d'analitzar i valorar qualsevol mena d'actuació de millora ambiental. En aquest sentit, encara que l'objectiu s'hagi assolit (p. ex. la reducció de la contaminació acústica o absorció del soroll), l'actuació desenvolupada potencialment no té per què assolir el nivell o líndar establert per la normativa actual.

#### C.4 Avaluació comparativa entre ex-ante i ex-post de les actuacions

Es recomana agrupar els resultats obtinguts dels anàlisis ex-ante i ex-post en una taula, per tal de millorar la comprensió i la monitorització dels errors realitzats en l'estudi ex-ante. Degut als diferents impactes d'una actuació, a continuació es recullen els punts més rellevants que han d'incorporar-se dintre de la taula de comparació.

L'estructura dels resultats es mostra amb una taula de comparació dels principals punts rellevants (obra, temps de viatge, demanda...). Posteriorment, es recull els resultats dels indicadors principals de l'Anàlisi Cost-Benefici amb una figura de comparació.

Actuació Transport Públic/Carretera: X				
		EX-ANTE Estudi viabilitat (Any X)	vs	EX-POST Estudi Ex-Post (Any X)
Inversió de l'obra	→	X M€	✗	X M€ (±X%)
Execució de l'obra (trams i temps)	→	Divisions per trams i temps esperat de l'obra	✓	Problemes en l'execució i període de temps de l'obra
Manteniment infr. i explotació	→	X €/km o X €/any	✗	X €/km o X €/any
Temps de viatge	→	X min d'estalvi per usuari	✓	X min d'estalvi per usuari (±X%)
Demanda	→	Usuaris captats vehicle privat: X usuaris diaris	✗	Usuaris captats vehicle privat: X usuaris diaris (±X%)
		Usuaris captats tren: X passatgers diaris	✓	Usuaris captats tren: X passatgers diaris (±X%)
		Usuaris captats autobús: X passatgers diaris	✗	Usuaris captats autobús: X passatgers diaris (±X%)
Repartiment modal	→	X% tren, X% autobús, X% vehicle privat, ...	✓	X% tren (±X%), X% autobús (±X%), X% vehicle privat (±X%)
Accessibilitat i connectivitat	→	X min de reducció del temps d'accessibilitat	✗	X min de reducció del temps d'accessibilitat (±X%)
Altres punts rellevants	→	Altres	✓	Altres

Comentaris: utilització de X paràmetres diferents entre els estudis, trams diferents, costos unitaris modificats, vehicles pesats, etc.

Taula 32. Taula de comparació ex-ante/ex-post

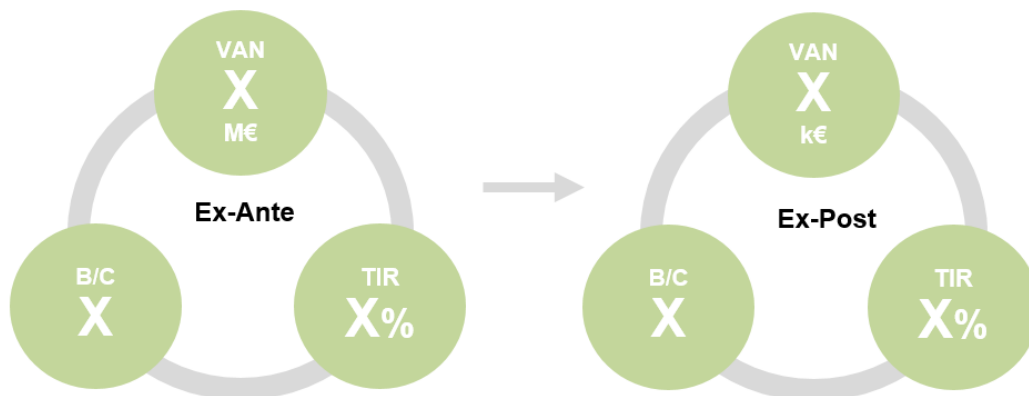


Figura 21. Figura de comparació indicadors ACB ex-ante/ex-post

## **C.5 Meta-anàlisi ex-post**

### **C.5.1 Introducció**

El propòsit d'aquest informe de síntesi és resumir els resultats de l'avaluació ex-post i extreure algunes lliçons sistemàtiques. S'espera que els resultats d'aquest apartat ajudin a les futures actualitzacions de la guia.

Objectivament, s'ha d'examinar el paper que pot tenir l'avaluació de projectes a posteriori en la millora de la presa de decisions per a futures inversions en infraestructures de transport. D'aquesta manera, s'analitzen les desviacions entre les dades estimades i les empíriques amb l'objectiu de millorar l'estimació d'aquests valors per futures actuacions. Mitjançant la validació de l'ex-ante, no només es millora la qualitat de la valoració dels propers projectes, sinó que la rendició de comptes també millora.

S'entén que els errors en les previsions de trànsit i les estimacions de costos poden ser sistemàtics i no accidentals. Si no es resolen, aquests errors poden minar seriosament el valor de l'anàlisi ex-ante. És per això que la recopilació d'informació detallada sobre els impactes de les intervencions pot ajudar a entendre mecanismes més enllà de les captures dels mètodes d'avaluació actuals i millorar la valoració de les inversions.

L'abast per a l'ús sistemàtic de l'avaluació de projectes és, entre d'altres, proporcionar informació sobre les lliçons que semblen derivar-se de les comparacions de resultats de projectes amb les previsions i de les possibles explicacions de les diferències. Aleshores, es recomana utilitzar aquestes lliçons i dades per millorar la comprensió de l'avaluació en general i, en particular, de modelar i pronosticar, i permetre realment que el procediment d'avaluació ex ante estigui ajustat a través d'un procés de retroalimentació continuat.

Alternativament, també es recomana construir una base de dades sobre desviacions de costos i demanda per indicar com varien de manera sistemàtica a través de diferents tipus de sistemes. També es pot utilitzar dades del passat per informar de les estimacions futures (p. ex. la previsió de referència) i utilitzar l'experiència passada per obtenir la distribució estadística dels valors dels paràmetres com a important aportació a l'anàlisi de riscos.

En el següents apartats es treballa el meta-anàlisi entre ex-ante i ex-post d'una actuació en particular, on s'analitza la desviació dels valors. Seguidament, amb tots els resultats de les actuacions analitzades, es realitza un meta-anàlisi del conjunt d'actuacions.

### **C.5.2 Meta-anàlisi d'actuació individual**

L'actuació individual té uns objectius a validar i, paral·lelament, una diferència entre els valors estimats en l'anàlisi ex-ante i els valors empírics, després de la posta en servei del projecte. És per això que, per tal de completar els resultats de l'anàlisi ex-post i fer l'informe més sistemàtic, s'ha de realitzar l'avaluació comparativa de l'apartat C.4.

Les actuacions calculades es divideixen entre els diferents tipus: transport públic (ampliació xarxa transport públic d'una línia o estació) i carreteres (millora de la seguretat viària i variants/millores locals).

Per tal de realitzar aquest apartat, es necessita un número elevat d'avaluacions ex-post individuals. Amb el conjunt de projectes, es pot veure quins errors sistemàtics es realitzen en l'avaluació del projecte a l'ex-ante.

#### – Transport públic

Per l'ampliació d'una xarxa de tren i noves estacions, seguint les actuacions estudiades, es pot fer un anàlisi global de les possibles desviacions respecte l'estudi ex-ante. Els principals indicadors suposats en l'ex-ante són, entre d'altres, la demanda (usuaris captats i induïts), el cost d'inversió final i els valors de la TIR i el VAN.

A continuació es mostra de manera il·lustrativa un exemple de meta-anàlisi de la desviació d'usuaris del transport públic.

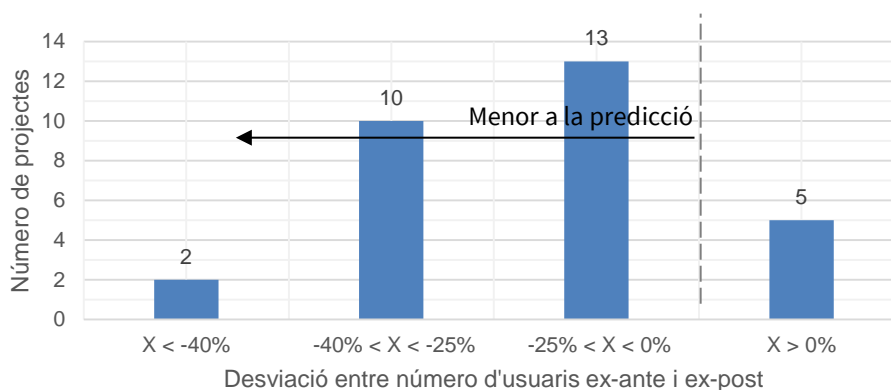


Figura 22. Meta-anàlisi de demanda d'usuaris de transport públic

Seguint la Figura anterior es poden treure conclusions molt importants de les tendències que segueixen el conjunt d'actuacions del transport públic dels indicadors esmentats. Aquest recurs també serveix per, a l'hora de realitzar l'estudi ex-ante fer un anàlisi de sensibilitats amb la desviació mitja de les variables anteriors.

Encara així, cal remarcar que la mostra de projectes ha de ser molt elevada per tal de poder obtenir resultats i desviacions mitges significatives.

#### – Seguretat viària

Les actuacions de reforç de ferm, millora de nusos, variants i seguretat viària tenen l'objectiu en comú de reduir l'accidentalitat a la via. L'apartat de meta-anàlisi de les seguretats viàries es pot dividir en tres apartats:

- Índex de Seguretat Viària
- Reducció d'accidents en percentatges

- Conclusions dels resultats obtinguts

A continuació es mostren les recomanacions per tal de mostrar el meta-anàlisi dels tres apartats anteriors.

- Índex de Seguretat Viària

L'Índex de Seguretat Viària, ja definit al Manual SAIT, es defineix com la divisió entre l'estalvi en un període temporal de reducció d'accidents i la inversió de l'obra. Aquest índex no es diferencia pel volum d'un projecte, cosa que ajuda a poder comparar totes les obres de seguretat viària.

Tenint en compte les actuacions de seguretat viària, es pot calcular la mitjana de l'indicador i la recuperació de la inversió. Com a punt d'estudi, s'analitzen les diferents actuacions segons l'Índex de Seguretat Viària que s'hagi obtingut: major a 1, entre 0 i 1, menor a 1.

En el següent gràfic es mostra de manera il·lustrativa els resultats de l'indicador, on es poden extreure conclusions de l'eficiència de les diferents tipus d'actuacions: reforç de ferm, millora de nusos, separadors de fluxos, variants i seguretat viària.

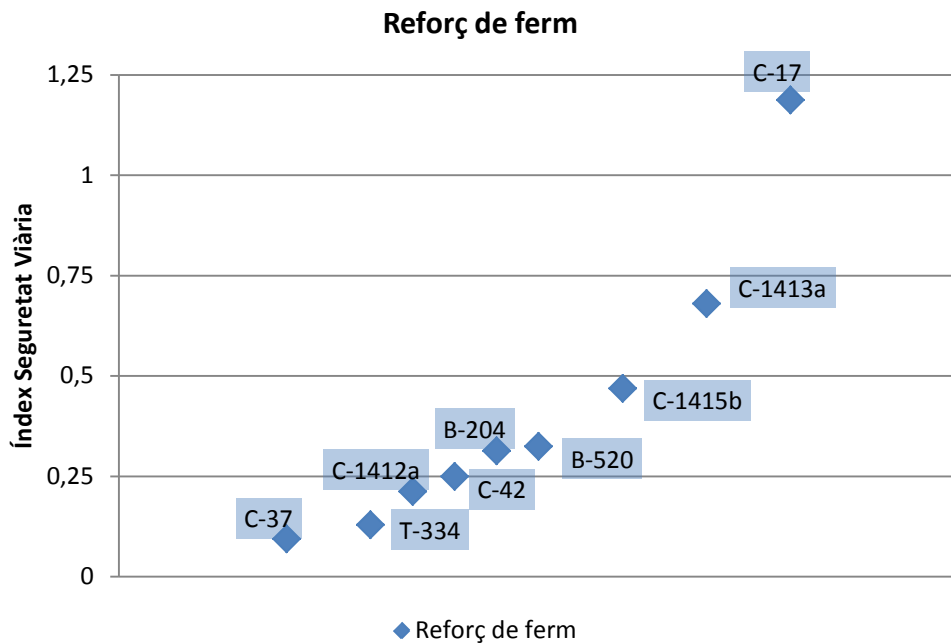


Figura 23. Meta-anàlisi de l'indicador de les actuacions de reforç de ferm

- Reducció d'accidents en percentatges

En aquest apartat s'ha d'exposar l'estalvi de costos externs en termes d'externalitat. Per tal de fer un anàlisi més complet, es pot dividir els accidents entre mortals, greus i lleus.

En el següent gràfic es mostra de manera il·lustrativa els resultats d'accidents greus, on es poden extreure conclusions de la desviació mitjana que comporta una actuació d'aquest tipus.

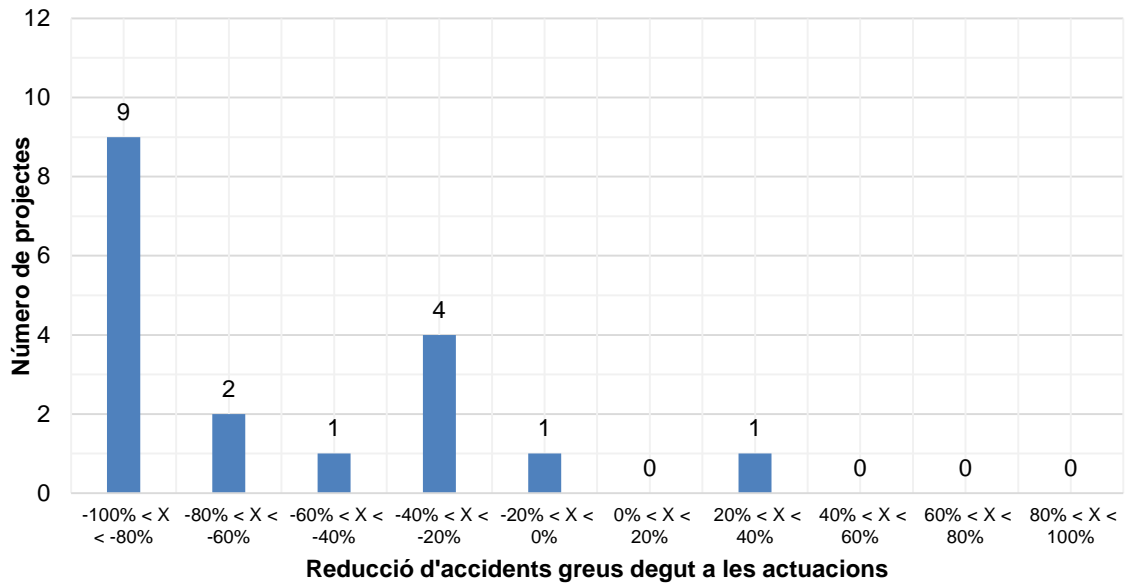


Figura 24. Meta-anàlisi de la reducció d'accidents greus degut a les actuacions

- Conclusions dels resultats obtinguts

Per tal de resumir les actuacions de seguretat viària, es recomana mostrar la taula d'impactes ja explicada anteriorment per a aquest tipus de projectes. A continuació es mostra un exemple de la comparació d'accidentalitat de totes les actuacions.

	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
<b>Escenari de referència</b>				
Mitja d'accidents anuals entre anys X-X	393	8	41	344
<b>Projecte</b>				
Mitja d'accidents anuals entre anys X-X	358	4	19	335
<b>Impacte net</b>				
Diferència accidents anuals entre escenaris	-35	-4	-22	-9
<b>Impact net (%)</b>				
Diferència accidents anuals entre escenaris	-9%	-50%	-54%	-3%

Taula 33. Comparació d'accidentalitat de totes les actuacions

### C.5.3 Meta-anàlisi del conjunt d'actuacions

En aquest apartat l'objectiu és realitzar un anàlisi conjunt de totes les actuacions per poder extreure conclusions sobre el benefici de les inversions realitzades i veure les desviacions respecte a les previsions *ex-ante*. Tanmateix, aquest exercici permet demostrar als ciutadans i als usuaris de forma transparent la relació entre despesa invertida i beneficis de les actuacions.

Així com l'anàlisi de l'apartat d'actuació individual és un exercici més exhaustiu i quantitatiu. Per estudiar tot el conjunt d'actuacions, donat el seu caràcter diferent, es planteja un anàlisi més qualitatiu i que permeti obtenir unes conclusions globals sobre els beneficis obtinguts per la societat de les inversions en infraestructures. Els resultats més importants es poden dividir en dos grans blocs: dades de mobilitat de les actuacions (demanda, estalvi de temps, reducció d'accidents, etc) i l'impacte econòmic de les actuacions (VAN, TIR, recuperació de la inversió, etc). A continuació es mostren els exemples de diagrames per tal de fer més pragmàtics els resultats del meta-anàlisi ex-post.



Figura 25. Impacte de dades de mobilitat del conjunt d'actuacions



Figura 26. Impacte econòmic del conjunt d'actuacions

#### C.5.4 Conclusions

Per concloure, cal remarcar que és important recopilar dades per a l'avaluació des del primer moment. Gran part de les dades necessàries per a una avaluació exacta no estaran disponibles a l'exterior si no es recullen durant les fases de planificació, contractació, construcció i operació primerenca. La recopilació de dades es pot facilitar mitjançant la tecnologia utilitzada per fixar els preus en infraestructures i usos del transport públic. Els observatoris permanents francesos han establert un nou estàndard per al seguiment dels canvis durant els llargs períodes durant els quals els grans projectes influeixen en la demanda de viatges i el desenvolupament territorial.

L'auditoria de projectes de transport s'ha de realitzar durant les etapes del projecte. Mitjançant el seguiment de les etapes de planificació, contractació i operació dels projectes, l'avaluació pot proporcionar els responsables actuals del projecte, com ara un parlament, comptes actualitzats sobre la gestió del projecte per part de l'autoritat responsable. L'avaluació pot posar de relleu els riscos per a l'execució satisfactòria del projecte i recomanar canvis quan sigui necessari per reduir el risc de retards en els projectes o sobrecostos.



# ANNEX 1: Guia pràctica d'ús de l'eina del SAIT i fitxes metodològiques

Aquest Annex serveix com a guia pràctica per fer ús de l'eina del SAIT 2020. L'apartat també inclou detalls sobre la metodologia emprada per calcular els diferents impactes que es tenen en compte per fer l'Avaluació Cost-Benefici.

## INSTRUCCIONS GENERALS PER REALITZAR EL CÀLCUL

### 1) Llegir la pestanya d'INSTRUCCIONS.

- En aquesta pestanya es detalla la utilitat de cadascuna de les pestanyes i les instruccions principals a seguir per calcular el VAN i la TIR del projecte.

### 2) Inserir en la pestanya DADES els inputs necessaris per als càlculs.

- Tots els càlculs estan preparats per calcular-se a priori amb costos de referència. Per a això, s'han d'inserir els valors de color taronja, que multiplicaran els costos unitaris de referència. **Deixar en 0 els costos que no es vulguin considerar.** Per al càlcul per exemple de la diferència en vehicles quilòmetre o hores, realitzar sempre **el valor de l'alternativa menys el valor del cas base. La pestanya PARÀMETRES SIMPLIFICATS ajuda al càlcul de les variables a introduir a la pestanya de DADES, donant valors de referència del sistema de transport a Catalunya:** Aquests són els que es recomanen si no es disposa de informació més concreta.
- A la versió antiga del SAIT (2015) s'introduïen les valors a la pestanya d'AVALUACIÓ, però s'ha creat la de DADES per simplificar aquest procés. Aquesta es divideix en quatre categories i per capítols, que es poden anar agrupant i desagrupant en funció de les necessitats de cada tipologia de projecte que s'avalua. Remarcar que dins de la categoria de Manteniment, Operació i Inversió de Material Mòbil s'ha dividit la introducció de dades per categories de transport, facilitant així el procés de càlcul.
- S'han de triar les opcions dels desplegable per a cada cas d'estudi, i la resta es calcularà automàticament en prémer el botó **CALCULAR**; apareixeran els costos de referència segons les taules de les fitxes del manual en la columna **COST REFERÈNCIA** (que es poden trobar en la pestanya **COSTOS DE REFERÈNCIA**) i el valor del cost l'any 0 (o de l'any 1 en alguns impactes) en la columna **VALOR ANY 0**.
- En cas de no voler/poder utilitzar algun cost de referència per tenir dades més detallades, per disposar d'algun cost específic propi del projecte d'estudi o per introduir costos que no s'han tingut en compte en el càlcul amb costos de referència (per exemple, l'avió), s'ha d'introduir el valor del cost l'any 0 en la columna **COST ESPECÍFIC** i afegir l'explicació de les hipòtesis realitzades en la columna **COMENTARI**. Així queda automàticament anul·lat el càlcul amb cost de referència, utilitzant aquesta columna per als càlculs.
- Com a novetat, a la nova versió del SAIT es poden incloure creixements de demanda anuals a partir de la pestanya de DADES.

***En el manual es recomana utilitzar metodologies més detallades per a alguns costos enfront dels costos unitaris de referència en el cas en el qual es tinguin les dades necessàries. Especialment esmentar l'accidentalitat, que es recomana calcular amb els costos per accidents calculats per la Generalitat i l'Índex de Perillositat corresponent.***

- En el cas que es vulgui tornar a utilitzar el cost de referència ha de posar-se un 0 en la columna *COST ESPECÍFIC*. En la columna *VALOR UTILITZAT* apareixerà el valor que s'està utilitzant entre el calculat amb cost de referència i el possible cost específic.
- En la columna *VPN* apareixerà la suma del cost dels 30 anys estudiats de cada impacte. El signe que reflecteix si és un cost o un benefici està automàticament introduït sempre que es compleixi el criteri d'introduir els inputs calculant-los com l'alternativa menys el cas base.
- S'haurà de prémer el botó *CALCULAR* sempre que s'hagin fet canvis en els valors introduïts.
- Si es prem el botó *RESTAURAR* tots els valors introduïts i les seleccions dels desplegable quedaran de nou en 0.

**3) En la pestanya MATRIU es tindran els resultats de la matriu agents impactes.**

Aquí es podran observar els valors de cada impacte per a cada agent en concret.

**4) En la pestanya RESULTATS es resumeixen els resultats de la matriu agents impactes de l'alternativa analitzada, amb els resultats del VAN, VAN/inversió i TIR.**

5) A la pestanya **COST BENEFICI** es poden veure els resultats anuals de benefici i cost per a cadascun dels impactes. Dues gràfiques mostren l'evolució de costos i beneficis en l'horitzó temporal projectat d'avaluació (30 anys).

**6) En la pestanya SENSIBILITAT es pot realitzar l'anàlisi de sensibilitat de les variables inversió en obra civil i valor del temps. L'anàlisi de sensibilitat de variables com la demanda s'hauria de fer personalitzat segons el càlcul de cada cas.**

**7) En la pestanya RISC es pot realitzar l'anàlisi de risc de les variables inversió en obra civil i valor del temps. L'anàlisi de risc de variables com la demanda s'hauria de fer personalitzat segons el càlcul de cada cas.**

8) La resta de pestanyes disponibles són emprades per al càlcul específic de cada cel·la de la matriu. Són pestanyes auxiliars de càlcul on només es podran modificar les columnes de resultats dels 30 anys, per introduir càlculs que no siguin constants en el temps

Tots el canvis realitzats per l'usuari queden registrats en la pestanya **Log**, així es controlen les modificacions efectuades pel mateix usuari.

L'Eina permet el càlcul dels costos i beneficis per a **una alternativa** en l'avaluació d'inversions. El detall o descripció de la metodologia de càlcul per a cadascun d'aquests costos es presenta en les següents pàgines. En concret el càlcul i els costos de referència de cada impacte per a cada agent es pot trobar en les fitxes metodològiques.

## INSTRUCCIONS ESPECÍFIQUES PER INTRODUIR ELS INPUTS DE LA PESTANYA DE DADES

Un dels objectius d'aquest Annex és simplificar la introducció dels inputs en el SAIT, concretament a la pestanya de DADES. D'aquesta manera, a continuació es realitza una descripció metodològica dels diferents capítols i subcapítols que trobem en aquesta pestanya, juntament amb les fitxes metodològiques. De la mateixa manera, s'especifica quines variables s'han d'introduir en cadascun dels quatre capítols en els quals està subdividida la pestanya:

- Inversió en infraestructura
- Manteniment, Operació i Inversió en Material Mòbil
- Usuaris
- Externalitats

### INVERSIÓ INFRAESTRUCTURA

En aquest capítol s'inclouen els detalls metodològics pel càlcul dels costos de:

- Planificació
- Obra civil
- Expropiacions

Així doncs, en les següents fitxes es detalla com s'han d'introduir les dades en l'apartat que s'il·lustra a la següent Figura 22.

INVERSIÓ INFRAESTRUCTURA							
<b>PLANIFICACIÓ</b>							
		Longitud (Km)	Tipus d'infraestructura	Característiques del terreny	Cost Referència	Unitats Cost referència	Valor Any 0 (€)
Administració - Contractista							
	Carretera	0,00	-	-	0	(€/km)	0,00
	Ferrocarril	0,00	-	-	0	(€/km)	0,00
	Ponts (m2)	0,00	-	-	0	(€/km)	0,00
<b>OBRA CIVIL</b>							
		Longitud (Km)	Tipus d'infraestructura		Cost Referència	Unitats Cost referència	Valor Any 0 (€) PEM
Administració - Contractista							
	Carretera	0,00	-	-	0	(€/km)	0,00
	Ferrocarril	0,00	-	-	0	(€/km)	0,00
	Ponts (m2)	0,00	-	-	0	(€/km)	0,00
<b>EXPROPIACIONS</b>							
Administració							
	Despeses de transacció (sense coef preu sombra)	-	-		-		-
	Reallotjament i lucre cesant	-	-		-		-
Societat							
	Compensació	-	-		-		-
	Cost d'oportunitat social	-	-		-		-

Figura 27. Exemple de la introducció de dades dins l'apartat d'inversió infraestructura

Els costos definits anteriorment poden ésser una variable coneguda ja que hi ha un projecte constructiu específic de l'actuació. Si es disposa del Cost de la Inversió en Obra Civil (PEM) i Planificació, es pot incloure directament a la columna de Cost Específic

Pel cas de no saber quins són els costos de planificació, d'obra civil i d'expropiacions, s'utilitzen els costos de referència del SAIT. Els paràmetres a omplir per tal de poder calcular els costos anteriors són:

- Longitud en quilòmetres de la infraestructura
- Tipus d'infraestructura
- Característiques del terreny

En quant s'omplin les dades al capítol de Planificació, automàticament es completen les dades d'Obra Civil. No és necessari seleccionar els agents, ja que el SAIT calcula els impactes corresponents a l'Administració i als Contractistes de manera automàtica.

Pel que fa les Expropiacions s'han d'omplir directament les caselles de Cost Específic atès que el SAIT no disposa de costos de referència (consultar fitxa metodològica).

AGENT	
<b>ADMINISTRACIÓ / CONTRACTISTES</b>	
EFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>PLANIFICACIÓ</b>  (ACTIUS / INVERSIÓ)	<p>En aquest apartat s'inclou s'inclou la diferència de costos amb l'escenari base relacionats amb la planificació de la implantació del projecte: llicències o tràmits administratius, recursos de l'Administració pública dedicats, despeses del procés participatiu, així com la redacció del projecte constructiu.</p> <p>Es calcula tant el cost de l'Administració, com els beneficis industrials dels contractistes de serveis d'enginyeries, sent aquests una transferència entre agents.</p>
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	<p><b>Administració</b></p> $VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * (\text{Redacció projecte} + \text{recursos Admin.} + \text{llicències/permisos} + \text{despeses legals i administratives} + \text{procés participatiu/info pública})$ <p>*Coef.Preus.Ombra=BI</p>
	<p><b>Contractistes (Consultoria)</b></p> $VPN = + \sum_t 1/(1+r)^t * \text{Benefici.Industrial}$
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	<p>Si no es disposen de dades, a l'Annex 9 es detallen els costos de referència recomanats pel SAIT. A l'eina d'Excel, apareixen els mateixos dins de la pestanya de COSTOS DE REFERÈNCIA.</p> <p>Redacció projecte → segons dades o licitació (inclou 6% sobre el PEM de benefici industrial)</p> <p>Recursos Administració → aproximació segons despesa unitat Dept. encarregat</p> <p>Llicències → segons tràmits</p> <p>Despeses legals → retribució tasques personal jurídic i administratiu</p> <p>Procés participatiu → retribució tasques personal tècnic i administratiu</p> <p>Coef.Preus.Ombra = 0,88 (ADIF, 2013)</p>
	<p>En cas que no es disposi del detall del pressupost de planificació:</p> <p><b>Redacció projecte = 4% sobre PEM Obra Civil</b></p>
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	<p>Totes aquestes despeses es valoren a PEC (sense impostos). En el cas de despeses salarials per l'Administració cal excloure les cotitzacions socials. Cal tenir en compte que el 6% de benefici industrial és una transferència entre agents (descomptat).</p> <p>Si no hi ha diferències administratives entre l'alternativa i l'escenari base es poden obviar els costos assignats a les tasques realitzades per l'Administració.</p> <p>Cal tenir en compte no incloure costos no recuperables en els que s'hagi incorregut amb anterioritat a la decisió de tirar endavant el projecte. És a dir, no s'han d'incloure els estudis previs, veure HEATCO (2006).</p>
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
<b>COMENTARIS:</b>	
<p>Seguint la metodologia RITA aplicada al RAILPAG (2006) es considera el benefici com una transferència entre agents que no modifica el benestar global de la societat.</p>	

AGENT	
<b>ADMINISTRACIÓ - CONTRACTISTES</b>	
EFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>OBRA CIVIL</b> (ACTIUS / INVERSIÓ)	<p>En aquest apartat es consideren tots els costos associats a l'obra civil.</p> <p>Per l'administració es considera el diferencial respecte l'escenari base de tots els costos relacionats amb la construcció de les obres necessàries per portar a terme el projecte; com ara mà d'obra, materials, energia, preparació terrenys, taxes professionals, despeses generals, contingències i afectacions durant les obres (costos associats als desviaments de trànsit o interrupcions durant les obres).</p> <p>Pels contractistes es considera el diferencial de beneficis industrials respecte l'escenari base relatiu als serveis professionals prestats per les empreses en l'execució de l'obra civil i equips tècnics del projecte.</p>
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	<p><b>Administració</b></p> $VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * [(PEM + despeses generals) * Coef.Preus.Ombra + Benefici.Industrial + Afectacions - Valor residual]$
	<p><b>Contractistes</b></p> $VPN = + \sum_t 1/(1+r)^t * Benefici.Industrial$
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	<p>Si no es disposen de dades, a l'Annex 9 es detallen els costos de referència recomanats pel SAIT. A l'eina d'Excel, apareixen els mateixos dins de la pestanya de COSTOS DE REFERÈNCIA.</p> <p>En el cas de disposar d'informació detallada del PEM (segons projecte d'obra/direcció facultativa) incloure directament el cost a la cel·la de COST ESPECIFIC.</p> <p>Altres valors de referència que s'han de considerar són:</p> <p>Despeses generals = 13% sobre PEM</p> <p>Benefici industrial = 6% sobre PEM</p> <p>Afectacions = pèrdues de temps* VdT+ pèrdua ingressos operadors de transport</p> <p>Valor residual = actualització beneficis nets fins final vida útil // depreciació lineal</p> <p>Coef.Preus.Ombra</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,70 per PEM</li> <li>• 0,88 per despeses generals (ADIF, 2013)</li> </ul> <p>El valor residual considerat és del 30%</p>
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	<p>Cal tenir en compte que al final de l'horitzó d'avaluació la inversió encara té un valor residual. En sentit estricte, aquest valor és equivalent al sumatori de beneficis nets fins al final de la vida útil, però les dificultats en la validesa del seu càlcul fan que normalment es calculi només com el percentatge no depreciat sobre el PEM+despeses generals i corregit pels preus ombra. Entre aquestes dues aproximacions hi ha més diferència conforme més tard apareixen els beneficis del projecte i més llarga és la vida útil.</p>

<p>A més, també cal tenir en compte possibles restriccions de la vida útil per l'obsolescència de tecnologies poc testades o de nova implantació (BEI, 2013). En cas que es disposi del detall del pressupost de l'obra civil (segons fase del projecte), caldrà no incloure en aquestes cel·les les mesures de correcció ambiental, que s'han d'incloure a les externalitats (soroll, vibracions, etc.).</p>
<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
Veure distribucions de probabilitat especificades a l'apartat B.1.6.
<b>COMENTARIS:</b>
Per obtenir valors residuals i vida útil més ajustats cal disposar d'una modelització dels efectes de la política de manteniment.

AGENT	
<b>ADMINISTRACIÓ / SOCIETAT</b>	
EFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>EXPROPIACIONS</b> (ACTIUS / INVERSIÓ)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base relacionats amb l'expropiació de terrenys per a la implantació del projecte. Això inclou el valor dels terrenys o pagaments per compensació, despeses de transacció (tràmits legals i manteniment dels terrenys) i reallotjament.
	<b>CÀLCUL:</b> $VPN_{alternativa} - VPN_{base}$
	$VPN = - \sum_t \frac{1}{(1+r)^t} * (\text{compensacions} + \text{despeses de transacció} * \text{Coef.preus.ombra} + \text{reallotjament})$
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	Compensacions - segons previsió o estudi
	Despeses de transacció - despeses tràmits legals
	Reallotjament
	Coef.Preus.Ombra = 0,88 per despeses de transacció (ADIF, 2013)
	Les despeses incloses es computen a preus de mercat.
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>	
<b>COMENTARIS:</b>	
En aquesta cel·la es contempla la compensació pels terrenys a preu de mercat com una transferència entre agents. Les despeses legals són un cost assumit per la societat, però a més el cost d'oportunitat per la societat s'ha d'introduir a la cel·la M43 de la pestanya de DADES.	



**MANTENIMENT, OPERACIÓ I INVERSIÓ EN MATERIAL MÒBIL**

A la nova versió del SAIT (2020) la introducció de dades pel càlcul dels costos de manteniment, operació i inversió en material mòbil s'han dividit per modes de transport.

- Autobús
  - Urbà
  - Interurbà
- Ferrocarril
  - Tramvia
  - Metro
  - Ferrocarril Convencional (FGC, Rodalies i regionals)
  - Ferrocarril d'Alta Velocitat (Llarga distància i Regional)
- Mercaderies

		Nº de vehicles nous adquirits	Diferència en km recorreguts (veh-km)	Diferència en hores de personal (h)	Diferència nº estacions	Diferència longitud infraestructura	Cost Referència	Unitats Cost referència
<b>FERROCARRIL CONVENCIONAL</b>								
Variables de servei		0	0	0	0	0		
		-			-	-		
Administració	Adquisició material mòbil	0	-	-	-	-	6.500.000	[€/branca]
Administració	Manteniment material mòbil	0	-	-	-	-	250.000	[€/tren]
Contractistes - Infraestructura	Manteniment estacions	-	-	-	0	-	500.000	[€/estació]
Contractistes - Infraestructura	Manteniment infraestructura	-	-	-	-	0	200.000	[€/km]
	Operació de personal	-	-	0	-	-	0	[€/h]
	Operació vehicles	0	0	-	-	-	0,00	[€/branca]
	Overheads	-	-	-	-	-	20%	[%]
Subvenció-transferència	Administració	-	-	-	-	-		
	Operador	-	-	-	-	-		
Impostos-transferència	Administració	-	-	-	-	-		
	Operador	-	-	-	-	-		

**Figura 28. Exemple de la introducció de dades per mode de transport (Ferrocarril Convencional)**

Tal com es veu a la Figura 28, per a cada mode de transport les variables que s'han de introduir pel càlcul són:

- Número de vehicles nous adquirits
- Diferència en quilòmetres recorreguts
- Diferència en hores de personal
- Diferència en número d'estacions
- Diferència en longitud de infraestructura en quilòmetres

Remarcar que només s'ha d'omplir la primera fila i totes les altres caselles ja s'omplen automàticament. En cas de subvencions, impostos i cànon, com no hi ha costos de referència s'ha d'introduir a la columna de Cost Específic a la fila d'administració, que automàticament omple la del operador en ser una transferència entre agents.

Les variables introduïdes corresponen a la diferència entre l'escenari projecte respecte al cas base. Els valors que s'introdueixen han d'estar anualitzats. Per exemple, quan parlem de la diferència de quilòmetres recorreguts, s'ha de considerar la diferència anual. Es pot fer ús de la

pestanya de PARAMETRES SIMPLIFICATS on es proposa una metodologia per calcular els valors anualitzats a través de paràmetres de referència del transport a Catalunya.

Així doncs, a la pestanya de PARÀMETRES SIMPLIFICATS s'ha programat el càlcul de la diferència en quilòmetres recorreguts i hores de personal per cada mode de transport. Tal com es pot veure a la Figura 23, dins aquesta pestanya s'inclouen els valors de referència tenint en compte que en cas de substitució el valor a introduir ha de ser negatiu. En aquesta pestanya es proposen valors de referència habituals dels sistemes de transport a Catalunya.

Diferència en veh-km i hores d'operació dels serveis de transport		FGC	Rodalies	Regional
Increment/substitució de material mòbil	<i>unitats trens</i>	-	-	-
Equivalències	<i>veh/tren</i>	3,5	6	6
Velocitat comercial	<i>km/h</i>	45	45	45
Hores d'operació mitjana	<i>hores/dia</i>	16	16	16
Rati veh-km/hores del mode	<i>h/veh-km</i>	0,023	0,021	0,016
Diferència de veh-km recorreguts	<i>veh-km/any</i>			
Diferència en hores de personal	<i>hores/any</i>			

Figura 29. Valors de referència pel cas dels ferrocarrils.

En aquest apartat també s'inclou un **subcapítol de carreteres** en el qual es calcula els costos de manteniment anuals i extraordinaris, tal i com es mostra a la següent figura:

CARRETERES		Diferència en longitud (km)	Tipus d'infraestructura	Cost Referència (€/km)	Cost extraordinari cada 10 anys (€/km)	Valor Any 0 (€) PEM	Cost específic (€)
<b>Administració</b>							
	Infraestructura Carretera autopista	0,00	-	34.650	136.500	0,00	0,00
	Infraestructura Carretera convencional o local	0,00	-	17.325	68.250	0,00	0,00
	Infraestructura Increments	0,00	-	13.020		0	0,00
<b>Contractistes - Infraestructura</b>							
	Infraestructura Carretera autopista	0	-	34.650	136.500	0,00	0,00
	Infraestructura Carretera convencional o local	0	-	17.325	68.250	0,00	0,00
	Infraestructura Increments	0	-	13.020		0	0,00

Figura 30. Exemple de la introducció de dades per mode de transport pel subcapítol de carreteres

D'aquesta manera, per a cada mode de transport es considera els següents impactes a nivell de costos i beneficis:

- Material mòbil
- Manteniment infraestructura
- Manteniment vehicles
- Operació personal
- Operació vehicles
- Cànon
- Subvencions
- Impostos
- Overheads

A continuació, es mostren les fitxes metodològiques dels diferents efectes considerats.

AGENT	
<b>ADMINISTRACIÓ - CONTRACTISTES</b>	
EFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>MATERIAL MÒBIL</b>  (INVERSIÓ)	En aquest apartat s'inclou la diferència de costos d'adquisició de material mòbil entre l'escenari amb projecte i el cas base.
	CÀLCUL: $VPN_{alternativa} - VPN_{base}$
	$VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * \text{Adquisició material mòbil}$
	VALORS DE REFERÈNCIA:
	Els valors de referència proposats es detallen a l'Annex 9. A l'eina d'Excel, apareixen els mateixos dins de la pestanya de COSTOS DE REFERÈNCIA.
	ASPECTES CRÍTICS:
	Cal tenir en compte que en molts casos el cost d'adquisició dels vehicles es repercuteix com a amortització dins els contractes de serveis (€/veh-any), cosa que és una transferència entre l'Administració i l'operador. Aquesta transferència quedaria anul·lada en ambdues cel·les i el cost social inclòs a l'ACB seria el d'adquisició del material mòbil en el moment de la compra.
	A més, emprar directament el valor de l'amortització com a cost social pot distorsionar el resultat de l'ACB, en tant que anualitza un cost puntual i a través de la taxa de descompte es realitza una diferent valoració de costos al llarg del temps (factor de descompte).
	VALORACIÓ DE LA INCERTESA:
COMENTARIS:	
Es recomana en la mesura del possible incloure els cost del material mòbil quan realment s'adquireix, així com les successives renovacions del mateix un cop finalitzada la seva vida útil (descomptant el valor residual al - aprox. 5%).	
Cal recordar que a l'ACB no s'hi inclouen les despeses financeres ni subvencions a l'adquisició del vehicle, en ser una transferència econòmica entre agents i no un canvi de benestar pel conjunt de la societat.	

AGENT	
<b>ADMINISTRACIÓ - CONTRACTISTES</b>	
EFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>MANTENIMENT INFRASTRUCTURA</b>	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base relacionats amb el manteniment i renovació de la infraestructura, pel seu correcte funcionament (obres lineals i estacions). Juntament amb el diferencial de beneficis industrials respecte l'escenari base relatius als serveis professionals prestats per les empreses constructores en el manteniment i renovació de l'obra civil del projecte.
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	<b>Administració</b> $VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * (\text{cost manteniment} * Km * \text{Coef.Preus.Ombra})$
	<b>Contractistes</b> $VPN = + \sum_t 1/(1+r)^t * \text{Benefici.Industrial}$
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	Si no es disposen de dades, a l'Annex 9 es detallen els costos de referència recomanats pel SAIT. A l'eina d'Excel, apareixen els mateixos dins de la pestanya de COSTOS DE REFERÈNCIA. Cost manteniment - (veure Annex 9 o pestanya de COSTOS DE REFERENCIA del Excel). Coef.Preus.Ombra = 0,70 per despeses de manteniment (ADIF, 2013) Els costos relatius a les estacions inclouen també les despeses d'operació. Benefici industrial = 6% sobre despesa pressupostada
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	La política de manteniment determina tant els costos de manteniment com la vida útil del projecte, i per tant també el seu valor residual. Cal tenir en compte aquesta relació de cara a la definició conjunta d'ambdós conceptes. S'assumeix que el cost del deteriorament inclou el benefici del constructor, que és una transferència econòmica.
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
	<b>COMENTARIS:</b>
Per fer una valoració detallada caldrà disposar d'un model de deteriorament de la infraestructura i l'efecte de les diferents polítiques de manteniment Per intercanviadors es recomana emprar com a orientació la suma del valor de les estacions dels modes que hi concorren, sempre que no es disposi d'altra informació més acurada. Es considera el benefici com una transferència entre agents que no modifica el benestar global de la societat.	

<b>ADMINISTRACIÓ / CONTRACTISTES</b>	
<b>EFECTE</b>	<b>DESCRIPCIÓ:</b>
<b>MANTENIMENT VEHICLES</b>	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte l'escenari base relatiu al manteniment i neteja dels vehicles integrats en la prestació de serveis de transport
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	$VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * \text{costos manteniment vehicle}$
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	Si no es disposen de dades, a l'Annex 9 es detallen els costos de referència recomanats pel SAIT. A l'eina d'Excel, apareixen els mateixos dins de la pestanya de COSTOS DE REFERÈNCIA. A l'annex 9 es presenten indicadors per ferrocarril que també poden ser útils (p.e €/tren·hora, €/branca·hora) Els valors descrits a les taules inclouen les despeses de neteja com a part del manteniment (per mantenir la uniformitat en els criteris de diversos operadors)
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
	<b>COMENTARIS:</b>
Cal tenir en compte que aquest cost pot estar ja inclòs al contracte de serveis de l'operador, i per tant, inclòs a la fila 8. Cal evitar doble comptabilització. Quan no es disposi de dades específiques del cost de manteniment de vehicles, d'operació del personal i d'operació de vehicles, s'utilitzaran els costos de referència recomanats a l'Annex 9. Per la complexitat i particularitats de la flota de cada operador es proposa emprar un cost anualitzat del manteniment (tot i que no reflexi de manera totalment fidedigna aquesta despesa).	

AGENT	
<b>OPERADORS</b>	
<b>EFFECTE</b>	<b>DESCRIPCIÓ:</b>
<b>OPERACIÓ PERSONAL</b> (OPERATIVA/DIRECTES)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos directes (€/h) en personal dedicat a l'operativa del servei respecte de l'escenari base, on s'inclouen el salari i les dietes sense cotitzacions.
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	$VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * \text{cost personal (sense cotitzacions)} * \text{Coef.Preus.Ombra}$
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	Veure taula adjunta
	Coef.Preus.Ombra = 0,70 per despeses personal (ADIF, 2013)
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	Cal tenir en compte que les cotitzacions salarials són un impost i no s'inclouen en aquesta cel·la si no a la fila 12.
<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>	
<b>COMENTARIS:</b>	
Als valors d'ADIF (2013) s'ha extret el 10% d'increment que inclou el personal d'operació de les estacions.	

Mode	Operativa	Cost operació
Autobús	Urbà	15 €/h*
	Interurbà	15 €/h*
Ferrocarril	Alta velocitat	
	Llarga distancia	198 €/h
	Regionals	88 €/h
	Convencional	
	Regionals	60 €/h
	Rodalies	60 €/h*
	FGC	60 €/h*
	Metro	60 €/h*
	Tramvia	20 €/h*
Mercaderies	Lleugers	9,45 €/h
	Pesants	11,55 €/h

Costos de personal per hora d'operació del servei. Aquests costos reflecteixen el salari net, descomptada la part del salari corresponent a transferències (33% SS a càrrec de l'empresa i 20% cotitzacions/impostos sobre el treball). (Font: Elaboració pròpia a partir de costos DGIMT, 2014 i \*comptes explotació operadors) a preus de 2018 (INE índex costos construcció base 2015)

AGENT	
OPERADORS	
EFFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>OPERACIÓ VEHICLES</b>  (OPERATIVA/DIRECTES)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació a l'operativa dels vehicles. Aquests costos inclouen tant les despeses fixes (€/veh) com variables (€/veh-km) requerides per la prestació dels diferents serveis.
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	$VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * \text{costos operatius vehicle}$
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	Costos operatius - presenten una component fixa i una altra variable en relació als km recorreguts; veure taula adjunta DGIMT (2014)
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
	<b>COMENTARIS:</b>
De cara a futurs desenvolupaments seria convenient assegurar que les dades disponibles no inclouen despeses d'estructura (overheads) dins els costos fixos dels vehicles. Aquests overheads s'han de recollir com a indirectes a la fila 13.	

Urbà	5.000	0,49
Interurbà	5.000	0,33
<b>Ferrocarril</b>	<b>Costos variables (€/branca-km)</b>	
Alta velocitat	Llarga distancia	1,6 (a)
		1,3 (b)
	Regional	0,33
Convencional	Regional	0,8
	FGC	0,9*
	Rodalies	1,1* (c)
	Metro	1,2*
Tramvia		0,9*
Mercaderies		1,06*
<b>Mercaderies</b>	<b>Assegurança (€/veh)</b>	<b>Costos variables (€/veh-km)</b>
Furgoneta	2.005	0,083
Camió 3t	1.911	0,104
Camió 10t	1.977	0,121
Camió 16t	1.978	0,207
Camió 25t	2.513	0,135

Costos d'operació de vehicles – assegurances (SENER=4.310€/veh). Ferroviari només inclou consum elèctric.

(a) MDR-BCN-Frontera; (b) Resta de línies a menor velocitat; (c) Serveis FGC; (d) Serveis RENFE-Rodalies; (e)

Serveis mercaderies tipus S-269; \*Segons comptes explotació operadors. (Font: DGIMT, 2019)

AGENT	
	<b>OPERADORS</b>
<b>EFFECTE</b>	<b>DESCRIPCIÓ:</b>
<b>CÀNONS</b> (OPERATIVA/DIRECTES)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació als cànon per ús de la infraestructura.
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	$VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * \text{cànon per ús}$
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	Veure ADIF (2013) – Annex 2
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
	<b>COMENTARIS:</b>
De la mateixa manera que les tarifes, els cànon per ús de la infraestructura són una transferència econòmica entre agents que queda anul·lada al resultat de l'ACB.	

AGENT	
	<b>ADMINISTRACIÓ/OPERADORS</b>
<b>EFFECTE</b>	<b>DESCRIPCIÓ:</b>
<b>SUBVENCIONS</b> (OPERATIVA/INDIRECTES)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació a les subvencions a la prestació de serveis per part dels operadors. Aquestes són un cost per l'Administració i un ingrés pels operadors.
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	$VPN = \sum_t 1/(1+r)^t * \text{subvenció}$
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	Cal tenir en compte que l'aportació d'aquests subsidis pot implicar cert cost de gestió per l'administració (en recursos). Aquest quedarà recollit a l'ACB només en el cas que existeixi una diferència entre les alternatives en aquest sentit.
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
	<b>COMENTARIS:</b>
Cal destacar que el subsidi és una transferència pura sempre que no interacció amb el nivell de subsidi requerit per altres modes de transport (veure RAILPAG, 2006).	



AGENT	
<b>ADMINISTRACIÓ/OPERADORS</b>	
EFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>IMPOSTOS</b> (OPERATIVA/INDIRECTES)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació als impostos derivats de la prestació del servei (operativa). Aquests són un cost pels operadors i usuaris, però un ingrés pels diferents nivells de l'Administració. Entre ells els més rellevants són: l'impost sobre els carburants, impost de societats, ITV, IVTM i també l'IRPF i les cotitzacions socials on escaigui.
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	$VPN = \sum_t 1/(1+r)^t * (\sum \text{impostos})$
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	ITV - 18€/veh any (turisme) i 9€/veh (moto) IVTM - 107 €/veh any (turisme) segons potència i 23€/veh (moto) segons cilindrada IRPF - segons trams SS - 33% sobre salari brut carburants - 30%-40% sobre PVP s/IVA (estatal + autonòmic) IVA - 8% sobre tarifa viatge
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	Per realitzar els càlculs cal tenir en compte la composició del parc de vehicles, així com certes hipòtesis sobre els beneficis dels operadors.
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
	<b>COMENTARIS:</b>

Tipus de servei		Tributs (€/veh)	Imp.carb. (€/km)
<b>Autobús</b>	Urbà	328	0,2
	Interurbà	370	0,12
<b>Mercaderies</b>	Lleugeres	400,32	0,03
	Pesants	400,32	0,06

Impostos pel transport en carretera. (Font: DGIMT, 2019)

AGENT	
OPERADORS	
EFFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>OVERHEADS</b>  (OPERATIVA/INDIRECTES)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació a les despeses d'estructura. Inclou les despeses de tot el personal, equips i instal·lacions no vinculades a l'operativa.
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	$VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * \text{costos d'estructura} * \text{Coef. preus ombra}$
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	DGIM (2019) veure taula adjunta Coef.preus.ombr = 0,88 (ADIF,2013) Per ferrocarril s'assumirà un 20% sobre els costos operatius totals (mitja per als diferents operadors segons dades comptes d'exploració).
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	Excepte per grans modificacions de la flota i/o serveis es podrà assumir que no hi ha canvis significatius en el personal no vinculat a l'operativa.
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
	<b>COMENTARIS:</b>

Servei	Estructura (€/veh-any)
Autobús*	14.435,27*
Merc. Lleugers	2.064**
Merc. Pesants	3.026**

Costos d'estructura. \*Model de costos bus DGIMT (personal indirecte i altres despeses fixes) \*\*Poden incloure impostos. (Font: DGIMT, 2019)

## USUARIS

En aquest capítol s'inclouen els detalls metodològics pel càlcul de:

- Temps
- Tarifes
- Impostos usuaris
- Costos operatius vehicles usuaris
- Congestió/atapeïment transport públic
- Fiabilitat/imprevisibilitat temps de viatge
- Salut/beneficis del increment de l'activitat física

D'aquesta manera, en les següents fitxes es mostra com s'han d'introduir les dades en cada un dels apartats.

TEMPS		Diferència en hores (h)	Creixement anual (%)	Cost Referència (€/h)	Unitats Cost referència	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
<b>Usuaris beneficiats</b>							
	Turismes	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Motos	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Bicicleta	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Vianants	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Bus Urbà	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Bus Interurbà	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Tramvia	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Metro	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Rodalies/FGC	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Mitja distància- Alta Velocitat	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Mitja distància- Convencional	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Llarga distància- Alta Velocitat	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Llarga distància- Convencional	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Altres mercaderies	0,0	0,0%	9	[€/h]	0,00	0,00
	Mercaderia Carretera	0,0	0,0%	18	[€/h]	0,00	0,00
	Mercaderia Ferrocarril	0,0	0,0%	18	[€/h]	0,00	0,00

Figura 31. Exemple de la introducció del temps per mode de transport dels usuaris beneficiats

Tal com es veu a l'anterior figura, en el cas del temps, les variables que s'han d'introduir pel càlcul són:

- Diferència en hores (h)
- Creixement anual (%)

Segons el mitjà de transport: turismes, motos, bicicleta, vianants, bus urbà, bus interurbà, tramvia, metro, rodalies/FGC, mitja distància-Alta Velocitat, mitja distància convencional, llarga distància-Alta Velocitat, llarga distància-convencional, altres mercaderies, mercaderia carretera i mercaderia ferrocarril.

Aquestes variables hauran de ser introduïdes pels usuaris beneficiats i perjudicats. A mode d'exemple, a la Figura 26 i 27 es mostren les dades que s'han d'introduir pel cas dels usuaris beneficiats. Així mateix, a la pestanya de PARÀMETRES SIMPLIFICATS s'ha programat el càlcul de la diferència en hores tant per la demanda captada i induïda (Figura 26), com per l'estalvi d'hores del conjunt d'usuaris de la xarxa viària (Figura 27).

Diferències en temps de viatge		Demanda captada					Demanda induïda Transport públic
		TP ferroviari	TP carretera	Vehicle privat	Peu, Bicicleta	Altres	
Demanda	<i>pax/dia</i>	0	0	0	0	0	0
Diferència mitja de temps de viatge per usuari	<i>min-pax/dia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Estalvi d'hores	<i>hores/any</i>	0	0	0	0	0	0

**Figura 32. Exemple de la introducció de la demanda i el temps de viatge segons el mode de transport dins de la pestanya PARÀMETRES SIMPLIFICATS.**

Estalvis de temps sobre la xarxa viària per cada passatger captat en entorns congestionats		Valor utilitzat
Passatgers captats en congestió en àmbit urbà	<i>passatgers/dia</i>	0
Passatgers captats en congestió en àmbit interurbà	<i>passatgers/dia</i>	0
Estalvi unitari per passatger captat en àmbit urbà	<i>h/passatgers-dia</i>	0,0
Estalvi unitari per passatger captat en àmbit interurbà	<i>h/passatgers-dia</i>	0,0
Estalvi d'hores de viatge del conjunt d'usuaris de la xarxa viària	<i>hores/any</i>	0

**Figura 33. Exemple de la introducció de les dades pel cas de l'estalvi d'hores de viatge del conjunt d'usuaris de la xarxa viària dins de la pestanya PARÀMETRES SIMPLIFICATS.**

Com es pot veure a les anteriors il·lustracions, dins la pestanya PARÀMETRES SIMPLIFICATS es pot introduir, segons el mode de transport, la demanda i la diferència mitja de temps de viatge per usuari, tenint en compte que és negatiu si és un estalvi. D'aquesta manera, automàticament es calcula l'estalvi d'hores per any. Tanmateix, els valors obtinguts per cada un dels modes s'han d'enllaçar en el capítol de TEMPS del full de DADES.

AGENT	
<b>USUARIS</b>	
EFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>TEMPS</b> (USUARIS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de temps de viatge respecte de l'escenari base.
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	$VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * \sum_i \sum_j \sum_m [\text{temps}(i,j,m) * \text{usuaris}(i,j,m) * \text{VdT}(i,j,m)]$ <p>Cal valorar els diferencials de temps de viatge pels diferents segments d'usuaris segons el canvi en el comportament de viatge:</p> <p>(i) <b>demanda existent sense canvi de comportament</b> (només diferència si canvia temps de viatge)</p> <p>(ii) <b>demanda captada d'altres modes/rutes/hores</b> (diferència segons procedència)</p> <p>(iii) <b>demanda induïda</b> (nous desplaçaments només 1/2 estalvi en temps)</p> <p>Els estalvis es computen per cada mode (m), motiu de viatge (i) i ruta (j) - origen/destí</p>
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	<p>VdT promig = 10€/h</p> <p>VdT segons motiu de desplaçament (DGIMT, 2019):</p> <p>Treball i estudi: 10,2€/h</p> <p>Compres: 8,8€/h</p> <p>Lleure: 7,0€/h</p> <p>Gestions: 14,8€/h</p>
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	<p>La "regla de la meitat" per la demanda generada és vàlida mentre la elasticitat sigui lineal o el canvi en el cost generalitzat sigui petit entre la situació amb i sense projecte. A tal efecte cal que el model de demanda integri de manera dinàmica el conjunt de relacions origen-destí i tots els de modes de transport. En la mesura del possible, cal desagregar els usuaris com a mínim en funció del motiu de desplaçament (VdT - valor del temps).</p>
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
	<b>COMENTARIS:</b>
	<p>En fases inicial de l'avaluació on no es disposi de models de demanda complexes es poden realitzar aproximacions a partir de valors estàndard de l'elasticitat de la demanda.</p> <p>A part del motiu de viatge, altres factors com el nivell de renda o la magnitud dels estalvis de temps també afecten a la valoració dels mateixos. Cal realitzar esforços en la definició empírica del VdT de referència pels diferents àmbits de Catalunya.</p> <p>També cal ampliar les evidències empíriques sobre el VdT pel transport de mercaderies (utilitat derivada de la reducció de la necessitat de stock, reducció de deterioraments, etc) i descartar possible doble comptabilització.</p>

Altament, també es poden introduir **les tarifes** segons el mode de transport per:

- Administració
- Operadors
- Usuari

Cal inserir-los necessàriament a la columna Cost específic en cas de voler considerar-los, ja que no tenen cost de referència. A mode d'exemple, a la Figura 28 es mostren les variables que s'han d'introduir pel càlcul de l'administració segons el mode de transport.

AGENT	
<b>ADMINISTRACIÓ/OPERADORS/USUARIS</b>	
EFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>TARIFES</b> (USUARIS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació a les despeses d'estructura. Inclou les despeses de tot el personal, equips i instal·lacions no vinculades a l'operativa.
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	$VPN = \sum_t 1/(1+r)^t * \sum_i \sum_j \sum_m \text{tarifa}(i,j,m) * \text{usuaris}(i,j,m)$ Els estalvis es computen per cada categoria d'usuari (i), mode (m) i ruta (j) segon l'origen/destí
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	El valor de la tarifa es computa sense IVA (aquest es computa directament com ingrés per l'Administració a la fila 16).
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
	<b>COMENTARIS:</b>
Les tarifes són una transferència pura dels usuaris (representen un cost) cap a l'Administració i els operadors (ingrés). El repartiment d'ingressos entre aquests depèn de cada servei.	

Per altra banda, els **impostos** es classifiquen segons els següents apartats:

- Operadors
- Usuaris
- Usuaris perjudicats
- No usuaris

Com es pot veure en la Figura 29, els impostos s'introdueixen en funció del mode de transport, a excepció dels no usuaris, on només es té en compte la societat. Les variables que s'han d'introduir pel càlcul són:

- Nombre de vehicles nous adquirits
- Diferència en quilòmetres recorreguts (km)

- Creixement anual (%)

Així mateix, els valors que estan en vermell cal inserir-los necessàriament a la columna Cost específic en cas de voler considerar-los, ja que no tenen cost de referència.

	Nombre de vehicles nous adquirits	Diferència en quilòmetres recorreguts (km)	Creixement anual (%)	Cost Referència (€/veh)	Cost Referència (€/km)	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
<b>IMPOSTOS USUARIS</b>							
Usuaris							
Turismes	0	0	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00
Motos	0	0	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00
Bus Urbà	-	-	-	-	-	-	0,00
Bus Interurbà	-	-	-	-	-	-	0,00
Tramvia	-	-	-	-	-	-	0,00
Metro	-	-	-	-	-	-	0,00
Rodalies/FGC	-	-	-	-	-	-	0,00
Mitja distància- Alta Velocitat	-	-	-	-	-	-	0,00
Mitja distància- Convencional	-	-	-	-	-	-	0,00
Llarga distància- Alta Velocitat	-	-	-	-	-	-	0,00
Llarga distància- Convencional	-	-	-	-	-	-	0,00
Mercaderia Carretera	-	-	-	-	-	-	0,00
Mercaderia Ferrocarril	-	-	-	-	-	-	0,00
Altres mercaderies	-	-	-	-	-	-	0,00

Figura 34. Exemple de la introducció dels impostos pel cas dels usuaris

		AGENT
		<b>ADMINISTRACIÓ/OPERADORS/USUARIS</b>
<b>EFFECTE</b>	<b>DESCRIPCIÓ:</b>	
<b>IMPOSTOS</b> (USUARIS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació als impostos/taxes. Aquests inclouen l'impost de societats (IS), fiscalitat del vehicle privat usuaris (carburants, matriculació, ITV, IVTM, aparcament, primes assegurança i multes) i l'IVA. En el cas dels "no usuaris" es recullen el impostos establerts sobre el conjunt de la societat per tal de finançar les inversions i serveis de transport (p.e. recàrrec IBI AMB).	
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase	
	$VPN = \sum_t 1/(1+r)^t * \sum \text{impostos}(i)$	
	El còmput dels impostos per cada agent (i)	
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>	
	Veure taula adjunta	
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>	
	Cal destacar que la cel·la pels "no usuaris" només estarà activa quan la implantació del projecte impliqui canvis en les càrregues fiscals.	
<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>		
<b>COMENTARIS:</b>		

Els impostos són una transferència pura dels usuaris i operadors (cost) cap a l'Administració (ingrés). Els operadors tot i gestionar l'IVA només en fan una transferència cap a l'Administració (no s'inclou a les cel·les de la fila 16).

La valoració dels impostos es realitza a "preus de mercat", ja que el preu ombra es considera igual a 1 (HEATCO, 2006). Si no ho fos, el valor dels impostos multiplicats pel coeficient de preu ombra s'hauria d'incloure a la cel·la de no usuaris.

Tipus d'impost	Turismes	Motocicletes
Impost matriculacions (€/veh)	45,25	7,45
Impost primes assegurances(€/veh)	7,45	4,34
Impostos aparcament (€/veh)	45,67	0
ITV (€/veh)	18,20	9,39
IVTM (€/veh)	107,96	23,78
Impostos carburants (€/km)	0,03	0,02
Multes (€/km)	0,01	0,01

Valor dels impostos pels usuaris de la carretera. (Font: DGIMT, 2019)

Els **costos operatius dels vehicles dels usuaris** s'han dividit segons:

- Usuaris beneficiats
- Usuaris perjudicats

COSTOS OPERATIUS VEHICLES		Diferència en quilòmetres recorreguts (km)	Creixement anual (%)	Cost Referència (€/km)	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
<b>Usuaris beneficiats</b>						
	Turismes	0,00	0,0%	0,14	0,00	0,00
	Motos	0,00	0,0%	0,00	0,00	0,00
<b>Usuaris perjudicats</b>						
	Turismes	0,00	0,0%	0,14	0,00	0,00
	Motos	0,00	0,0%	0,00	0,00	0,00

Figura 35. Exemple de la introducció dels costos operatius dels vehicles dels usuaris

Com es veu a la Figura 31, en funció de si són turismes o motos, les variables que s'han d'introduir pel càlcul són:

- Diferència en quilòmetres recorreguts (km)
- Creixement anual (%)

Així mateix, a la pestanya de PARÀMETRES SIMPLIFICATS s'ha programat el càlcul de la diferència en quilòmetres recorreguts.



		AGENT
		USUARIS
EFFECTE	DESCRIPCIÓ:	
COSTOS OPERATIUS VEHICLE (USUARIS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos d'operativa del vehicle respecte de l'escenari base. Inclouen les despeses en carburants, lubricants, manteniment i desgast de pneumàtics.	
	<b>CÀLCUL:</b> $VPN_{alternativa} - VPN_{base}$	
	$VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * \sum_i \sum_j [\text{costos operatius vehicle}(i,j)]$	
	Les despeses operatives depenen del tipus de vehicle (i) - regim de consum de combustible - factor de càrrega, les característiques del traçat de la ruta (j) i la velocitat mitja del trajecte (CORINAIR, 2012). Per vehicles elèctrics les emissions es calculen segons la font de producció.	
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>	
	Veure taula adjunta DGIMT (2019)	
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>	
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>	
<b>COMENTARIS:</b>		
Segons el moment del dia el nivell de servei varia, afectant al consum de combustible i desgast dels pneumàtics. Un càlcul més afinat requerirà modelitzar les condicions en intervals horaris en comptes de per valors promig. Aquests costos no inclouen impostos		

	Turismes	Motocicletes
Carburants (€/km)	0,076	0,042
Lubrificants (€/km)	0,004	0,002
Pneumàtics (€/km)	0,011	0,019
Manteniment (€/km)	0,048	0,022
Amortització (€/km)	0,138	0,086

Costos operatius dels vehicles pels usuaris de les carreteres. (Font: DGIMT, 2019)

D'altra banda, com es veu a mode d'exemple a la Figura 31, pel cas de la **congestió/atapeïment** del transport públic, les variables que s'han d'introduir pel càlcul segons el mode de transport són:

- Diferència en hores de congestió/atapeïment (h)
- Creixement anual (%)

S'han de considerar les hores en que els usuaris de transport públic deixen d'estar en condicions de congestió gràcies als nous serveis que ofereix el projecte. Per exemple, si avaluem el projecte del Tramvia de la Diagonal a la ciutat de Barcelona, s'han de considerar aquells usuaris del transport públic que deixaran de viatjar en condicions de congestió, especialment en hores punta.

Pels usuaris del vehicle privat, es considera congestió quan durant el seu viatge es troben en embussos de trànsit.

A la pestanya de PARÀMETRES SIMPLIFICATS s'ha programat el càlcul de la diferència en hores de congestió pels usuaris del transport públic.

CONGESTIO / ATAPAIMENT TRANSPORT PUBLIC		Diferència hores en congestió / atapeïment [h]	Creixement anual (%)	Cost Referència	Unitats cost de referència	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
<b>Usuaris</b>							
	Turismes	0,00	0,0%	10,80	[€/h]	0,00	0,00
	Motos	0,00	0,0%	10,80	[€/h]	0,00	0,00
	Bus Urbà	0,00	0,0%	13,50	[€/h]	0,00	0,00
	Bus Interurbà	0,00	0,0%	13,50	[€/h]	0,00	0,00
	Tramvia	0,00	0,0%	13,50	[€/h]	0,00	0,00
	Metro	0,00	0,0%	13,50	[€/h]	0,00	0,00
	Rodalies/FGC	0,00	0,0%	13,50	[€/h]	0,00	0,00
	Mitja distància- Alta Velocitat	0,00	0,0%	13,50	[€/h]	0,00	0,00
	Mitja distància- Convencional	0,00	0,0%	13,50	[€/h]	0,00	0,00
	Llarga distància- Alta Velocitat	0,00	0,0%	13,50	[€/h]	0,00	0,00
	Llarga distància- Convencional	0,00	0,0%	13,50	[€/h]	0,00	0,00
	Altres mercaderies	0,00	0,0%	13,50	[€/h]	0,00	0,00
	Mercaderia Carretera	0,00	0,0%	27,00	[€/h]	0,00	0,00
	Mercaderia Ferrocarri	0,00	0,0%	27,00	[€/h]	0,00	0,00

**Figura 36. Exemple de la congestió/atapeïment del transport públic pels usuaris. També es considera la congestió dels usuaris que viatgen en vehicle privat.**

		AGENT
		<b>USUARIS</b>
EFECTE	DESCRIPCIÓ:	
<b>CONGESTIÓ / ATAPEÏMENT</b>  (USUARIS)	<p>En aquest apartat s'inclou el diferencial en hores de congestió o atapeïment respecte al cas base.</p> <p>Pel que fa als usuaris del Transport Públic Col·lectiu (TPC), el fet de viatjar atapeït ocasiona un sobrecost per l'usuari. A la cel·la s'ha d'incloure la reducció o augment d'hores en congestió dels usuaris que viatgen al TPC.</p> <p>Pel que fa els usuaris del Vehicle Privat (VP), també pateixen condicions de congestió quan es troben en els embussos de trànsit.</p>	
	<b>CÀLCUL:</b> VP <sub>alternativa</sub> - VP <sub>base</sub>	
	$VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * \sum_m [\text{temps en congestió.promig}(m) * \text{usuaris}(m) * \text{Coef.ref}]$	
	Els impactes es computen per cada mode (m), motiu de viatge (i) i ruta (j) - origen/destí	
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>	
	Els valors de referència provenen del HEATCO (2006). Si no es disposen de dades, a l'Annex 9 es detallen els costos de referència recomanats pel SAIT. A l'eina d'Excel, apareixen els mateixos dins de la pestanya de COSTOS DE REFERÈNCIA. Les hipòtesis considerades són les següents:	
	Per usuaris viatjant atapeïts (>3pax/m <sup>2</sup> ) → +1,5 * VdT (només passatgers dempeus i només per la part del viatge en atapeïment)	
	Qualitat de l'experiència del viatge per congestió (xarxa viària congestionada) dels usuaris del VP → 1,2*VdT (A considerar només per la part del viatge en congestió).	
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>	
	Es considera que els viatgers del TPC van atapeïts quan hi ha una densitat superior als 3 pax/m <sup>2</sup> .	
<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>		
<b>COMENTARIS:</b>		
Es recomana en casos determinats on la sensibilitat d'aquesta variable es elevada, de fer enquestes per determinar la valoració de la congestió per part dels usuaris es podrien veure beneficiats o afectats pel projecte.		

Així mateix, la **fiabilitat/imprevisibilitat del temps de viatge** depèn del mode de transport de l'usuari.

FIABILITAT / IMPREVISIBILITAT TEMPS VIATGE		Diferència de hores de desviació del temps de viatge [h]	Creixement anual (%)	Cost Referència	Unitats cost de referència	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
Usuaris							
	Taxi	0,00	0,0%	12,60	[€/h]	0,00	0,00
	Bus Urbà	0,00	0,0%	12,60	[€/h]	0,00	0,00
	Bus Interurbà	0,00	0,0%	12,60	[€/h]	0,00	0,00
	Tramvia	0,00	0,0%	12,60	[€/h]	0,00	0,00
	Metro	0,00	0,0%	12,60	[€/h]	0,00	0,00
	Rodalies/FGC	0,00	0,0%	12,60	[€/h]	0,00	0,00
	Mitja distància- Alta Velocitat	0,00	0,0%	12,60	[€/h]	0,00	0,00
	Mitja distància- Convencional	0,00	0,0%	12,60	[€/h]	0,00	0,00
	Llarga distància- Alta Velocitat	0,00	0,0%	12,60	[€/h]	0,00	0,00
	Llarga distància- Convencional	0,00	0,0%	12,60	[€/h]	0,00	0,00
	Altres mercaderies	0,00	0,0%	12,60	[€/h]	0,00	0,00
	Mercaderia Carretera	0,00	0,0%	14,40	[€/h]	0,00	0,00
	Mercaderia Ferrocarri	0,00	0,0%	14,40	[€/h]	0,00	0,00

Figura 37. Exemple de la fiabilitat/imprevisibilitat del temps de viatge dels usuaris

Com a exemple, a la Figura 32 es mostren les variables que s'han d'introduir pel càlcul:

- Diferència d'hores de desviació del temps de viatge (h)
- Creixement anual de demanda (%)

Tanmateix, a la pestanya de PARÀMETRES SIMPLIFICATS s'ha programat el càlcul de la diferència en hores de desviació.

		AGENT
		<b>USUARIS</b>
EFFECTE	DESCRIPCIÓ:	
<b>FIABILITAT</b> (USUARIS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos derivats de la fiabilitat del servei.	
	<b>CÀLCUL:</b> $VPN_{alternativa} - VPN_{base}$	
	$VPN = - \sum_t \frac{1}{(1+r)^t} * \sum_j \sum_m [desviació.promig(i,j,m) * usuaris(i,j,m) * VdT(i,j,m) * \beta(i,m)]$	
	Els impactes es computen per cada mode (m), motiu de viatge (i) i ruta (j) - origen/destí	
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>	
	Si no es disposen de dades, a l'Annex 9 es detallen els costos de referència recomanats pel SAIT. A l'eina d'Excel, apareixen els mateixos dins de la pestanya de COSTOS DE REFERÈNCIA. VdT - veure taules fila 14 $\beta$ - rati entre el valor d'un minut de desviació i un minut de temps de viatge; veure taula adjunta	
<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>		

Per modelitzar la desviació del temps de viatge hi ha dues aproximacions diferents:
1) Modelar de manera específica la probabilitat d'incidències (fenòmens fortuïts)
2) Models dinàmics que tinguin en compte la interacció entre els diferents usuaris del sistema de transport (important en situacions properes a la capacitat), per cada origen-destí i tots els de modes de transport. En la mesura del possible, cal desagregar els usuaris com a mínim en funció del motiu de desplaçament (VdT - valor del temps).
<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
<b>COMENTARIS:</b>
Aquest valor pot ser diferent per avançaments, veure Asensio & Matas (2008)

Mode	Rati fiabilitat ( $\beta$ )
Cotxe	0.8
Transport públic	1.4
Mercaderies	1.2

Rati de fiabilitat ( $\beta$ ). Valoració d'un minut de desviació respecte d'un minut de temps de viatge. (Font: HEATCO, 2006)

Finalment, com es veu a mode d'exemple a la Figura 33, pel cas de la **salut/beneficis** del increment de l'activitat física, les variables que s'han d'introduir pel càlcul són:

- Diferència en quilòmetres (km)
- Usuaris captats

SALUT / BENEFICIS D'INCREMENT ACTIVITAT FÍSICA		Diferència en quilòmetres	Usuaris captats	Cost Referència	Unitats cost de referència	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
<b>Usuaris</b>							
	Vianant	0,00	-	0,20	(€/km)	0,00	0,00
	Bicicleta	0,00	-	0,14	(€/km)	0,00	0,00
	Bus Urbà	-	0,00	0,08	(€/pax)	0,00	0,00
	Bus Interurbà	-	0,00	0,08	(€/pax)	0,00	0,00
	Tramvia	-	0,00	0,14	(€/pax)	0,00	0,00
	Metro	-	0,00	0,14	(€/pax)	0,00	0,00
	Rodalies/FGC	-	0,00	0,14	(€/pax)	0,00	0,00
	Ferrocarril mitja/llarga distància	-	0,00	0,14	(€/pax)	0,00	0,00

Figura 38. Exemple de la salut/beneficis del increment de l'activitat física dels usuaris

I a la pestanya de PARÀMETRES SIMPLIFICATS s'ha programat el càlcul de la diferència en quilòmetres pels usuaris dels modes tous (a peu i en bicicleta). Pels modes de transport públic

tan sols cal introduir el nombre viatges captats. Per cada usuari captat, s'ha de considerar l'accés i la dispersió.

	AGENT
	<b>USUARIS</b>
EFECTE	DESCRIPCIÓ:
SALUT	En aquest apartat s'inclou el diferencial de viatges dels usuaris del TP o si els desplaçaments són en modes tous (peu o bici) el diferencial en quilòmetres. Tot sempre en relació al cas base.
	<b>CÀLCUL:</b> $VPN_{alternativa} - VPN_{base}$
	Desplaçaments en modes tous (Peu o bicicleta) $VPN = \sum_t 1/(1+r)^t * \sum_m [Dif.km recorregut mig * Cost unitari (m)]$
	Desplaçaments en transport públic $VPN = \sum_t 1/(1+r)^t * \sum_m [Usuaris(m) * Cost unitari (m)]$
	Els impactes es computen per cada mode (m)
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	Veure taula adjunta
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	Les hipòtesis per definir aquests valors de referència estan basades en un estudi realitzat entre el CENIT i ISGlobal per a la província de Barcelona i amb les hipòtesis que apareixen explicades en el Annex 9.
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
<b>COMENTARIS:</b>	
Es recomana en casos determinats on la sensibilitat d'aquesta variable es elevada, de fer un estudi específic sobre la salut de la població afectada i els patrons de mobilitat activa de la mateixa.	

<b>Vianant</b>		0,20 €/km	
<b>Bicicleta</b>		0,14 €/km	
<b>Autobús</b>	Bus Urbà	0,08 €/viatge	
	Bus Interurbà	0,08 €/viatge	
<b>Ferrocarril</b>	Convencional	Ferrocarril mitja/llarga distància	0,14 €/viatge
		Metro	0,14 €/viatge
		Rodalies/FGC	0,14 €/viatge
	Tramvia	Tramvia	0,14€/viatge

**Taula 34. Costos de la salut per viatge en funció del mode de transport.**

## EXTERNALITATS

En aquest capítol s'inclouen els detalls metodològics pel càlcul de:

- Pol·lució
- Canvi climàtic
- Soroll
- Accidentalitat
- Paisatge
- Efecte barrera
- Ecosistemes
- Contaminació sòl i aigua
- Alliberació espai públic
- Descongestió xarxa viària

D'aquesta manera, en les següents fitxes es mostra com s'han d'introduir les dades en cada un dels apartats.

POL·LUCIÓ	Diferència en vehicles quilòmetre	Àmbit	Tipus de vehicle	Creixement anual(%)	Cost Referència (€/veh-km)	Unitats cost de referència	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
Turismes	0	-	-	0,0%	0,18400	€/veh-km	0,00	0,00
Motos	0	-	-	0,0%	0,00000	€/veh-km	0,00	0,00
Bus Urbà	0	-	-	0,0%	0,00000	€/veh-km	0,00	0,00
Bus Interurbà	0	-	-	0,0%	0,00000	€/veh-km	0,00	0,00
Tramvia	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Metro	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Rodalies/FGC	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Mitja distància- Alta Velocitat	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Mitja distància- Convencional	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Llarga distància- Alta Velocitat	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Altres mercaderies	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Mercaderia Carretera	0	-	Lleugeres	0,0%	0,00000	€/veh-km	0,00	0,00
Mercaderia Ferrocarril	-	-	-	-	-	-	-	0,00

Figura 39. Exemple de la introducció de la pol·lució segons el mode de transport

Tal com es veu a la Figura 34, en el cas de la pol·lució, les variables que s'han d'introduir pel càlcul segons el mode de transport són:

- Diferència en vehicles quilòmetre (km)
- Àmbit, que pot ser: zona qualitat Aire 1, via desdoblada, urbà, suburbà o zona rural
- Tipus de vehicle (pel cas de les mercaderies de carretera)
- Creixement anual de la demanda (%)

Així mateix, els valors que estan en vermell cal inserir-los necessàriament a la columna Cost específic en cas de voler considerar-los, ja que no tenen cost de referència. Els costos de referència per aquest apartat es poden trobar en el document *Actualització dels costos de referència al 2019*.

A la pestanya de PARÀMETRES SIMPLIFICATS s'ha programat el càlcul de la diferència en quilòmetres. Tal com es pot veure a la Figura 35, dins de la pestanya es pot introduir la demanda captada pel transport públic al vehicle privat i la distància mitja recorreguda,



d'aquesta manera es calcularà automàticament la diferència en vehicles per quilòmetre recorreguts.

<b>Diferències en els costos operatius del vehicle privat (Turismes)</b>		Valor utilitzat
Demanda captada pel transport públic del vehicle privat	<i>passatgers/dia</i>	0
Distància mitja recorreguda pels usuaris captats del vehicle privat	<i>km</i>	0
Diferència de veh-km recorreguts	<i>veh-km/any</i>	0

Figura 40. Exemple de la introducció de les dades pel cas del càlcul de la diferència de vehicles-quilòmetre recorregut dins de la pestanya PARÀMETRES SIMPLIFICATS.

		AGENT
		<b>NO USUARIS</b>
<b>EFFECTE</b>	<b>DESCRIPCIÓ:</b>	
<b>POL·LUCIÓ</b> (EXTERNALITATS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació als contaminants atmosfèrics.	
	<b>CÀLCUL:</b> $VPN_{alternativa} - VPN_{base}$	
	$VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * [\sum \text{veh-km mode transport}(m) * \text{cost unitari}(m)]$	
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>	
	Si no es disposen de dades, a l'Annex 9 es detallen els costos de referència recomanats pel SAIT. A l'eina d'Excel, apareixen els mateixos dins de la pestanya de COSTOS DE REFERÈNCIA.	
	Alternativament, es pot emprar valors de cost de referència pel volum de cada contaminant (i), assumint un cost unitari per tona en base a exposició mitja.	
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>	
	Per una valoració estricta cal disposar d'informació del volum d'emissions, de la distribució dels contaminants segons les condicions climàtiques i geogràfiques, així com la distribució geogràfica dels potencials afectats per obtenir el nivell d'immissió (dosis); i aplicar els factors de cost sobre la salut (DGMOVE, 2019).	
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>	
	<b>COMENTARIS:</b>	
Per ser més precisos es pot fer servir els models de (CORINAIR, 2019) La quantitat de contaminants s'obté a partir del regim de consum de combustible segons el tipus de vehicle, les característiques del traçat, factor de càrrega i la velocitat mitja del trajecte. Per vehicles elèctrics les emissions es calculen segons la font de producció.		

Tanmateix, en el cas del **canvi climàtic**, les variables que s'han d'introduir pel càlcul segons el mode de transport són:

- Diferència en vehicles quilòmetre (km)
- Àmbit, que pot ser: via desdoblada, urbà o rural
- Tipus de vehicle (pel cas de les mercaderies de carretera)
- Creixement anual (%)

A la pestanya de PARÀMETRES SIMPLIFICATS s'ha programat el càlcul de la diferència en quilòmetres. Així mateix, els valors que estan en vermell cal inserir-los necessàriament a la columna Cost específic en cas de voler considerar-los, ja que no tenen cost de referència.

Els costos de referència per aquest apartat es poden trobar en el document *Actualització dels costos de referència al 2019*.

	Diferència en vehicles quilòmetre	Àmbit	Tipus de vehicle	Creixement anual(%)	Cost Referència (€/veh-km)	Unitats cost de referència	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
<b>CANVI CLIMÀTIC</b>								
Turismes	0	-	-	0,0%	0,02000	€/veh-km	0,00	0,00
Motos	0	-	-	0,0%	0,00000	€/veh-km	0,00	0,00
Bus Urbà	0	-	-	0,0%	0,00000	€/veh-km	0,00	0,00
Bus Interurbà	0	-	-	0,0%	0,00000	€/veh-km	0,00	0,00
Tramvia	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Metro	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Rodalies/FGC	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Mitja distància- Alta Velocitat	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Mitja distància- Convencional	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Llarga distància- Alta Velocitat	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Altres mercaderies	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Mercaderia Carretera	0	-	Lleugeres	0,0%	0,0	€/veh-km	0,00	0,00
Mercaderia Ferrocarril	-	-	-	-	-	-	-	0,00

Figura 41. Exemple de la introducció del canvi climàtic segons el mode de transport

		AGENT
		<b>NO USUARIS</b>
EFFECTE	DESCRIPCIÓ:	
<b>CANVI CLIMÀTIC</b> (EXTERNALITATS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació als efectes dels gasos d'efecte hivernacle (GEH): CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O i CH <sub>4</sub> . S'inclouen tant emissions directes durant la fase d'operació com les indirectes derivades dels processos avant-post (extracció i subministrament de carburants, fabricació/manteniment/desballestament de vehicles i construcció de la infraestructura).	
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase	
	VPN = $-\sum_t 1/(1+r)^t * \sum_m \text{veh-km de cada mode de transport (m)} * \text{cost.unitari(m)}$ És opcional afegir la petjada de carboni de la precombustió, fabricació, manteniment i debastament dels vehicles. $\sum_j \text{canvi.processos} * \text{factor.eq.CO}_2 * \text{cost unitari}$	
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>	

Si no es disposen de dades, a l'Annex 9 es detallen els costos de referència recomanats per cada mode en funció del veh-km. A l'eina d'Excel, apareixen els mateixos dins de la pestanya de COSTOS DE REFERÈNCIA.
<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
Cal valorar si el projecte té un impacte suficient com per generar una variació en el consum de combustible, patró de demanda/manteniment/desballestament del parc mòbil com per incloure-ho a l'ACB. La part que segur cal incloure és el de la construcció de la infraestructura.
<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
<b>COMENTARIS:</b>
Per tal d'actualitzar els preus unitaris en relació al mercat d'emissions podem emprar com a valor de referència actual 100€/tn CO <sub>2</sub> (Handbook on the external costs of transport, 2019)

Així mateix, pel cas del **soroll** (Figura 37), les variables que s'han d'introduir pel càlcul segons el mode de transport són:

- Diferència en vehicles quilòmetre (km)
- Àmbit, que pot ser: via urbà, suburbà o rural
- Tipus de trànsit: dia-dens, dia-lleuger, nit-dens, nit-lleuger
- Creixement anual (%)

A la pestanya de PARÀMETRES SIMPLIFICATS s'ha programat el càlcul de la diferència en quilòmetres. A més, els valors que estan en vermell cal inserir-los necessàriament a la columna Cost específic en cas de voler considerar-los, ja que no tenen cost de referència.

SOROLL	Diferència en vehicles quilòmetre	Àmbit	Tipus de trànsit	Creixement anual(%)	Cost Referència (€/veh-km)	Unitats cost de referència	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
Turismes	0	-	-	0,0%	0,0	€/veh-km	0,00	0,00
Motos	0	-	-	0,0%	0,0	€/veh-km	0,00	0,00
Bus Urbà	0	-	-	0,0%	0,0	€/veh-km	0,00	0,00
Bus Interurbà	0	-	-	0,0%	0,0	€/veh-km	0,00	0,00
Tramvia	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Metro	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Rodalies/FGC	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Mitja distància- Alta Velocitat	0	-	-	0,0%	0,0	€/veh-km	0,00	0,00
Mitja distància- Convencional	0	-	-	0,0%	0,0	€/veh-km	0,00	0,00
Llarga distància- Alta Velocitat	0	-	-	0,0%	0,0	€/veh-km	0,00	0,00
Altres mercaderies	-	-	-	-	-	-	-	0,00
Mercaderies Lleugeres Carretera	0	-	-	0,0%	0,0	€/veh-km	0,00	0,00
Mercaderies Pesants Carretera	0	-	-	0,0%	0,0	€/veh-km	0,00	0,00
Mercaderia Ferrocarri	0	-	-	0,0%	0,0	€/veh-km	0,00	0,00

Figura 42. Exemple de la introducció del soroll segons el mode de transport

AGENT	
<b>NO USUARIS</b>	
EFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>SOROLL</b> (EXTERNALITATS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació al soroll
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	Si no es disposa d'informació tant detallada o models de dispersió del soroll, per realitzar el càlcul es pot recórrer a costos marginals unitaris per veh-km segons l'àmbit (a) i el moment del dia (h). $VPN = \sum_t 1/(1+r)^t * \sum_a \sum_h [-\text{num.vehicles}(a,h) * \text{cost marginal unitari}(a,h)]$
	Altrament per ser més acurats es pot realitzar el següent càlcul: $VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * \sum_a [\text{afectats per soroll}(a) * \text{percentatge.enutjats}(a) * \text{cost unitari}(a)]$
	El nivell d'afecció per soroll ve determinat pel volum de població exposada a diferents nivells de soroll (Lden : dia-vespre-nit), en funció de les condicions de trànsit, tipus de vehicles, l'estat de la xarxa, la distribució dels habitants i la dispersió del so.
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	El cost unitari i marginal es poden obtenir tant a HEATCO (2006) com a DGMOVE (2019). A l'Annex 9 es detallen els costos de referència recomanats pel SAIT. A l'eina d'Excel, apareixen els mateixos dins de la pestanya de COSTOS DE REFERÈNCIA.
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	Les actuacions dutes a terme a l'obra civil per la reducció del soroll (p.e. pantalles acústiques) han d'estar integrades en aquesta cel·la
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
<b>COMENTARIS:</b>	
Lep et al. (2011) argumenta que a l'obtenir el cost unitari a partir de la disponibilitat a pagar, l'impacte de les vibracions ja es recull de manera implícita.	

D'altra banda, com es veu a la Figura 38, les variables que s'han d'introduir pel càlcul de l'accidentalitat segons el mode de transport són:

- Diferència en vehicles quilòmetre (km)
- Àmbit, que pot ser: via desdoblada, carretera convencional o travessera
- Creixement anual (%)

A la pestanya de PARÀMETRES SIMPLIFICATS s'ha programat el càlcul de la diferència en quilòmetres. Així mateix, els valors que estan en vermell cal inserir-los necessàriament a la columna Cost específic en cas de voler considerar-los, ja que no tenen cost de referència.

ACCIDENTALITAT	Diferència en vehicles quilòmetre	Àmbit	Creixement anual(%)	Cost Referència	Unitats cost de referència	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
Turismes	0	-	0,0%	0,034	(€/veh-km)	0,00	0,00
Bus Urbà	0	-	0,0%	0,070	€/bus-km	0,00	0,00
Bus Interurbà	0	-	0,0%	0,030	€/bus-km	0,00	0,00
Tramvia	0	-	0,0%	0,260	€/branca-km	0,00	0,00
Metro	0	-	0,0%	0,003	€/vagó-km	0,00	0,00
Rodalies	0	-	0,0%	0,003	€/vagó-km	0,00	0,00
FGC	0	-	0,0%	0,003	€/vagó-km	0,00	0,00
Mitja distància- Alta Velocitat	0	-	0,0%	0,003	€/vagó-km	0,00	0,00
Mitja distància- Convencional	0	-	0,0%	0,003	€/vagó-km	0,00	0,00
Llarga distància- Alta Velocitat	0	-	0,0%	0,003	€/vagó-km	0,00	0,00
Mercaderies Carretera	0	-	0,0%	0,000	€/vagó-km	0,00	0,00
Mercaderia Ferrocarriil	-	-	-	-	-	-	0,00
Altres mercaderies	-	-	-	-	-	-	0,00

Figura 43. Exemple de la introducció de l'accidentalitat segons el mode de transport

AGENT	
<b>NO USUARIS</b>	
EFFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>ACCIDENTALITAT</b> (EXTERNALITATS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació a l'accidentalitat. Aquesta inclou els impactes directes i indirectes (despeses mèdiques, despeses legals, danys materials i pèrdua de productivitat); així com la disposició a pagar per la seguretat (VSL).
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	$VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t$ $*Vkm(v,i)*\{[risc\_m(v,i)*cost(m)+risc\_fgv(v,i)*cost(fg)+risc\_fill(v,i)*cost(fill)]/10^8*(1+E)\}$
	Indicadors de sinistralitat: risc_m - número d'accidents amb morts*10 <sup>8</sup> vkm risc_fg - número d'accidents amb ferits greus*10 <sup>8</sup> vkm risc_fill - número d'accidents amb ferits lleus*10 <sup>8</sup> vkm v : tipus de vehicle; i : ruta
	E - elasticitat del risc als vkm. Percentatge de canvi per cada 1% d'increment en el número de vkm
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	Costos unitaris DGIMT (2014): directes+indirectes+VSL. Elasticitat del nivell de risc al trànsit; E = -0.25; Indicadors sinistralitat : Anuari d'Accidents que la Generalitat de Catalunya Si no es disposen de dades, a l'Annex 9 es detallen els costos de referència recomanats pel SAIT. A l'eina d'Excel, apareixen els mateixos dins de la pestanya de COSTOS DE REFERÈNCIA.
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>

	<p>S'assumeix que els danys materials i pèrdues generats a cada agents són completament internalitzats per les assegurances (transferència entre agents).</p> <p>Els usuaris/operadors/administració pateixen un cost, però obtenen un ingrés de les assegurances. Al seu torn les assegurances ja han rebut un ingrés previ a partir de les quotes de les assegurances. Si existeixen evidències que aquesta internalització de costos no és completa, caldrà activar les cel·les de la resta d'agents reflectint el diferencial de costos no internalitzat [-danys + compensació]</p>
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
	<b>COMENTARIS:</b>
	<p>El valor estadístic d'un vida (VSL) és un factor clau en l'avaluació d'aquest cost i caldria disposar de valoracions acurades per l'àmbit català.</p> <p>Per analitzar els canvis en l'accidentalitat que introdueixen certes actuacions es pot emprar tant coeficients de modificació de l'accidentalitat (CMF) com funcions de predicció de l'accidentalitat (safety performance function - SPF)</p>

Pel cas del **paisatge**, només afecta als visitants i el seu cost cal inserir-lo necessàriament a la columna Cost específic en cas de voler considerar-lo, ja que no té cost de referència (Figura 40).

<b>PAISATGE</b>	<i>Cost específic (€)</i>
Visitants	0,00

Figura 44. Exemple de la introducció del paisatge

		AGENT
		<b>NO USUARIS</b>
EFECTE	DESCRIPCIÓ:	
<b>PAISATGE</b> (EXTERNALITATS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de valoracions del paisatge entre el cas base i l'alternativa amb projecte, mesurat a partir del cost del desplaçament dels visitants fins la zona de destí a l'entorn de l'actuació.	
	<b>CÀLCUL:</b> $VPN_{alternativa} - VPN_{base}$	
	$VPN = \sum_t 1/(1+r)^t * \sum_i [Temps(i)*visitants(i)*VdT(i)]$ i – origen del desplaçament ó Valor del paisatge a partir d'enquestes específiques	
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>	
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>	
	Aquesta valoració només és possible per entorns amb recursos turístics que permetin valorar el nombre de visitants. Alternativament es poden emprar enquestes específiques sobre la valoració del paisatge.	

De la mateixa manera, l'efecte barrera afecta als vianants i la bicicleta, i el seu cost cal inserir-lo necessàriament a la columna Cost específic en cas de voler considerar-lo, ja que no té cost de referència (Figura 41).

<b>EFECTE BARRERA</b>	<i>Cost específic (€)</i>
Bicicleta	0,00
Vianants	0,00

Figura 45. Exemple de la introducció de l'efecte barrera

<b>AGENT</b>	
<b>NO USUARIS</b>	
<b>EFECTE</b>	<b>DESCRIPCIÓ:</b>
<b>EFECTE BARRERA</b>  (EXTERNALITATS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació al temps perdut pels vianants a causa de l'augment d'esperes en les interseccions i increments en la distància del recorregut.
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase
	$VPN = - \sum_t \frac{1}{(1+r)^t} * \sum_i \sum_j [\text{temps}(i) * \text{usuaris}(i) * VdT(i)]$
	augment.temps(i) = $\Delta$ distància(i)/velocitat + $\Delta$ temps.espera(i)*interseccions(i) i - ruta segons origen/destí
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	DGIMT (2014) : Temps d'espera en interseccions - 10"/15" Velocitat circulació – 3,5km/h Velocitat bicicleta – 14 km/h
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	La dificultat en modelitzar els canvis en el comportament dels vianants pot justificar incloure aquest efecte com a externalitat. Però aquesta pèrdua de temps només ha de ser contemplada com a externalitat si els vianants no han estat inclosos com a agents en l'anàlisi a la fila 14. Evitar doble comptabilització.
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
	<b>COMENTARIS:</b>

Tal com es veu a la Figura 42, el càlcul dels ecosistemes depèn de l'ocupació d'espai.

<b>ECOSISTEMES</b>	<i>Ocupació espai (m2)</i>	<i>Cost Referència</i>	<i>Unitats cost de referència</i>	<i>Valor Any 0 (€)</i>	<i>Cost específic (€)</i>
Cost ecosistemes	0,0	16,02	(€/m2)	0,00	0,00

Figura 46. Exemple de la introducció dels ecosistemes

		AGENT
		<b>NO USUARIS</b>
EFFECTE	DESCRIPCIÓ:	
<b>ECOSISTEMES</b> (EXTERNALITATS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació a la pèrdua d'hàbitats naturals i biodiversitat	
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase	
	VPN = - $\sum_t 1/(1+r)^t * (\text{cost.mesures.correcció})$	
	ó	
	VPN = - $\sum_t 1/(1+r)^t * (\text{ocupació.espai} * \text{cost.unitari.promig})$	
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>	
	DGIMT (2014) : 16,02€/m2 pèrdua d'habitats Cost mesures correctores - EIA	
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>	
	Per l'aproximació segons ocupació de l'espai INFRAS (2004) recomana adoptar un ample addicional 50% per la pèrdua d'hàbitat.	
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>	
<b>COMENTARIS:</b>		
Per realitzar-ne una valoració caldrà disposar d'estudis d'impacte ambiental (EIA), a través del cost de les mesures pal·liatives i de correcció. L'aproximació a partir de l'ocupació de l'espai només s'ha de realitzar si no hi ha altra informació disponible, ja que difícilment reculli de forma fiable els impactes específics per l'àmbit del projecte.		

Tanmateix, com es veu a la Figura 42, les variables que s'han d'introduir pel càlcul de la contaminació del sòl i aigua és l'ocupació d'espai.

CONTAMINACIÓ SÒL I AIGUA	Ocupació espai (m2)	Cost Referència	Unitats cost de referència	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
Cost contaminació	0,0	13,96	(€/m2)	0,00	0,00

Figura 47. Exemple de la introducció de la contaminació de sòl i aigua



		AGENT
		<b>NO USUARIS</b>
EFFECTE	DESCRIPCIÓ:	
<b>CONTAMINACIÓ SÒL/AIGUA</b>  (EXTERNALITATS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació als efectes sobre la flora, fauna, producció agrícola/pesquera i la salut per la contaminació del sòl i l'aigua.	
	<b>CÀLCUL:</b> VPNalternativa - VPNbase	
	VPN = $-\sum_t 1/(1+r)^t * (\text{cost.mesures.correcció})$ ó VPN = $-\sum_t 1/(1+r)^t * (\text{ocupació.espai} * \text{cost.unitari.promig})$	
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>	
	DGIMT (2014) : 13,96€/m2 Cost mesures correctores - EIA	
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>	
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>	
	<b>COMENTARIS:</b>	
Per realitzar-ne una valoració caldrà disposar d'estudis d'impacte ambiental (EIA), a través del cost de les mesures pal·liatives i de correcció. L'aproximació a partir de l'ocupació de l'espai només s'ha de realitzar si no hi ha altra informació disponible, ja que difícilment reculli de forma fiable els impactes específics per l'àmbit del projecte.		

A més, les variables que s'han d'introduir pel càlcul de l'**alliberació d'espai públic** és l'espai alliberat (Figura 43).

ALLIBERACIÓ ESPai PÚBLIC		Alliberació espai (m2)	Cost Referència	Unitats cost de referència	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
Cost alliberació		0,0	1.200,00	(€/m2)	0,00	0,00

Figura 48. Exemple de la introducció de l'alliberació d'espai públic

AGENT	
	<b>NO USUARIS</b> (SOCIETAT)
EFFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>ALLIBERACIÓ D'ESPAI PÚBLIC</b> (EXTERNALITATS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial d'espai que es pot alliberar gràcies a que en un projecte de transport públic, es capta vehicles privats i es pot alliberar espai reservat per aquests modes per que passin a ser espais verds, places, parcs, etc. És a dir, espais sostenibles de convivència pels ciutadans.
	<b>CÀLCUL:</b> $VPN_{alternativa} - VPN_{base}$
	$VPN = - \sum_t 1/(1+r)^t * (ocupació. espai VPI * cost.unitari)$
	<b>VALORS DE REFERÈNCIA:</b>
	Com a valors de referència, si s'avalua el mercat del preu de les places d'aparcament de cotxes a Barcelona podem tenir una aproximació dels beneficis d'alliberar l'espai públic per la societat. 1500€/m2 –Nou Barris- i 2000€/m2 –St Gervasi. Per restar del costat de la seguretat i a falta de referències científiques robustes, el SAIT recomana com a valor per avaluar els projectes urbans d'alliberació d'espai públic per usos pels ciutadans en 1200€/m2.
	<b>ASPECTES CRÍTICS:</b>
	<b>VALORACIÓ DE LA INCERTESA:</b>
	<b>COMENTARIS:</b>

Finalment, tal com es veu a la Figura 44, la **descongestió de la xarxa viària** depèn de la diferència en hores (h) i a la pestanya de PARÀMETRES SIMPLIFICATS s'ha programat el seu càlcul.

DESCONGESTIÓ XARXA VIÀRIA	Diferència en hores (h)	Cost Referència	Unitats cost de referència	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)
Cost descongestió	0,0	9,00	(€/h)	0,00	0,00

Figura 49. Exemple de la introducció de la descongestió de la xarxa viària

AGENT	
	<b>NO USUARIS</b> (SOCIETAT)
EFECTE	DESCRIPCIÓ:
<b>DESCONGESTIÓ XARXA VIÀRIA</b> (EXTERNALITATS)	En aquest apartat s'inclou el diferencial de costos respecte de l'escenari base en relació als efectes derivats de la captació de vehicles privats per actuacions de transport públic sobre la congestió de la xarxa.
	CÀLCUL:
	VPN = $-\sum_t 1/(1+r)^t * (\text{num.cotxes.captats} * \text{rati hores estalviades/cotxe captat})$
	VALORS DE REFERÈNCIA:
	En àmbits urbans i interurbans on les vies tenen una Intensitat Mitjana Diària elevada (i.e. superior als 100.000 ) el SAIT recomana utilitzar uns paràmetres que ens permeten quantificar els estalvis de temps sobre el conjunt de la xarxa viària per cada cotxe que capta el transport públic.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Per un trajecte urbà: 40min/cotxe captat pel TPC</li> <li>• Per un trajecte amb component urbana e interurbana: 60 minuts/cotxe captat pel TPC</li> </ul>
	Les hipòtesis i càlcul del mateix estan explicades a l'Annex 9.
	ASPECTES CRÍTICS:
	VALORACIÓ DE LA INCERTESA:
	COMENTARIS:
S'ha considerat que aquesta descongestió es dissipa als 5 anys ja que la xarxa torna a entrar a equilibrar-se degut a la tendència cap a la capacitat. Així aquest afecte es va reduint: 100% el primer any, 80% el segon, 50% el tercer, 20% el quart, 10% el cinquè i 0% a partir del sisè any.	

## **ANNEX 2: Esquema d'informe de resultats tipus**

Estudi			Data
--			XX/XX/XXXX
Clau	--	Entitat	--
Empresa	--	Director estudi	--

<b>Resum executiu</b>											
<b>Diagnòstic de la situació actual</b>											
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>Descripció</p> </div>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Indicador</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Indicador	Valor								
Indicador	Valor										
<b>Objectius i indicadors principals</b>											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Definició del objectiu</th> <th>Indicador de mesura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.</td><td> </td></tr> <tr><td>2.</td><td> </td></tr> <tr><td>3.</td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Definició del objectiu	Indicador de mesura	1.		2.		3.				
Definició del objectiu	Indicador de mesura										
1.											
2.											
3.											
<b>Alternatives considerades i cas base</b>											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Definició de les alternatives</th> <th>Valor dels indicadors</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Cas base (A0):</td><td> </td></tr> <tr><td>A1.</td><td> </td></tr> <tr><td>A2.</td><td> </td></tr> <tr><td>A3.</td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Definició de les alternatives	Valor dels indicadors	Cas base (A0):		A1.		A2.		A3.		
Definició de les alternatives	Valor dels indicadors										
Cas base (A0):											
A1.											
A2.											
A3.											
<b>Avaluació d'impactes</b>											
<p>Conclusió dels impactes més rellevants</p> <p>(*) Annex proposat: resum de les matrius d'agents-impactes pel conjunt d'alternatives i resultats principals</p>											
<b>Anàlisi de sensibilitat i risc</b>											
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variables rellevants i crítiques de l'anàlisi de sensibilitat (elasticitat del VANs a cada variable)</li> <li>- E(VANs) i la probabilitat acumulada de pèrdues de l'anàlisi de risc</li> </ul>											

<b>Alternativa escollida</b>
<i>Selecció de la alternativa que maximitza el rati VANs/Inversió i la seva justificació</i>
<b>Sistema de seguiment i avaluació</b>
<i>Indicadors de mesura</i>

(\*) Resum de les matrius d'agents-impactes pel conjunt d'alternatives

		A1	A2	A3	
<b>AGENTS</b>	Administració				
	Contractistes	Infraestructura/ Consultoria			
		Concessionaris			
	Operadors	Taxi			
		Bus Urbà			
		Bus Interurbà			
		Tramvia			
		Metro			
		Rodalies			
		FGC			
		Mitja distància			
		Llarga distància			
		Avió			
		Mercaderia Carretera			
		Mercaderia Ferrocarril			
		Mercaderia Avió			
		Asseguradores			
	Usuaris Beneficiats	Turismes			
		Motos			
		Bicicleta			
		Vianants			
		Taxi			
		Bus Urbà			
		Bus Interurbà			
		Tramvia			
		Metro			
		Rodalies/FGC			
		Mitja distància			
		Llarga distància			
		Avió			
		Mercaderia Carretera			
		Mercaderia Ferrocarril			
Usuaris Perjudicats	Turismes				
	Motos				

		Bicicleta			
		Vianants			
		Taxi			
		Bus Urbà			
		Bus Interurbà			
		Tramvia			
		Metro			
		Rodales/FGC			
		Mitja distància			
		Llarga distància			
		Avió			
		Mercaderia Carretera			
		Mercaderia Ferrocarril			
No Usuaris (Societat)					

				A1	A2	A3
<b>IMPACTES</b>	<b>Actius</b>	Invers.	Planificació			
			Obra civil			
			Material mòbil			
			Expropiacions			
		Manteniment Infr.				
		Manteniment Veh.				
	<b>Operativa</b>	Direct.	Oper.pers.			
			Oper.veh.			
			Oper.equip.			
			Cànon			
		Ind.	Subvenc.			
			Impostos			
	<b>Usuaris</b>		Overheads			
			Temps			
			Tarifes			
			Impostos			
			Cost.op.veh			
			Congestió			
			Fiabilitat			
	Salut					
	<b>Externalitats</b>		Pol·lució			
			Canvi climàtic			
			Soroll			
			Accidents			
			Paisatge			
			Efecte barrera			
			Ecosistemes			
Contam. sòl/aigua						
Alliberació Espai Públic						
Descongestió xarxa						

## Resultats principals

	A1	A2	A3
VAN			
VAN/inversió			
TIR			
Ratio B/C			
Retorn			

## Gràfics

Adicionalment, s'han afegit els següents gràfics per interpretar millor els resultats. D'una banda, a la pestanya RESULTATS es mostren representats els costos i els beneficis de cada un dels impactes, en vermell i verd, respectivament. A mode d'exemple, a la Figura 45 es mostren representats el benefici o el cost de cada un dels impactes obtinguts durant l'avaluació de la L8 PI. Espanya-Gràcia.

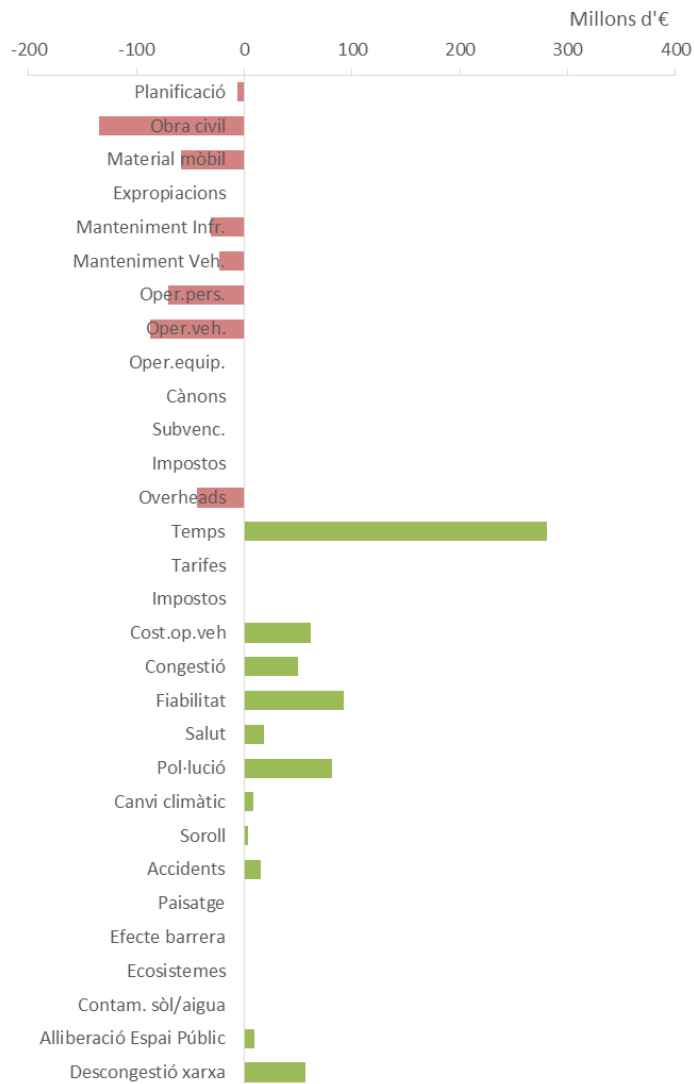


Figura 50. Representació dels impactes de l'actuació L8 PI. Espanya-Gràcia.



D'altra banda, dins la pestanya COST BENEFICI es representa en un primer gràfic (Figura 46) els beneficis i costos anuals des de l'any 0. Així mateix, per poder observar amb més detall les fluctuacions durant els següents anys, es mostra un segon gràfic (Figura 48) amb els beneficis i costos anuals a partir de l'any 1.

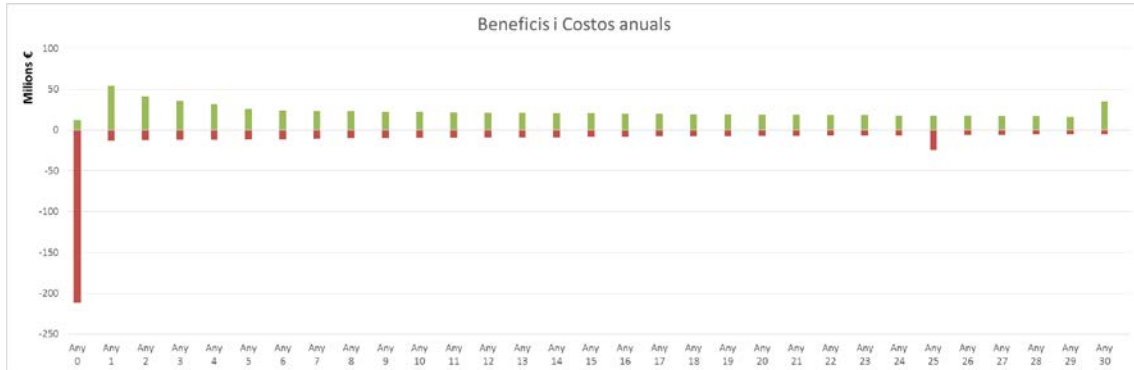


Figura 51. Representació dels beneficis i costos anuals des de l'any 0 de l'actuació L8 PI. Espanya-Gràcia.



Figura 52. Representació dels beneficis i costos anuals des de l'any 1 de l'actuació L8 PI. Espanya-Gràcia.

Finalment, el tercer gràfic mostra els beneficis i costos acumulats al llarg dels 30 anys. Tal com s'ha comentat anteriorment, tots aquests gràfics corresponen al cas particular de l'actuació L8 PI. Espanya-Gràcia.

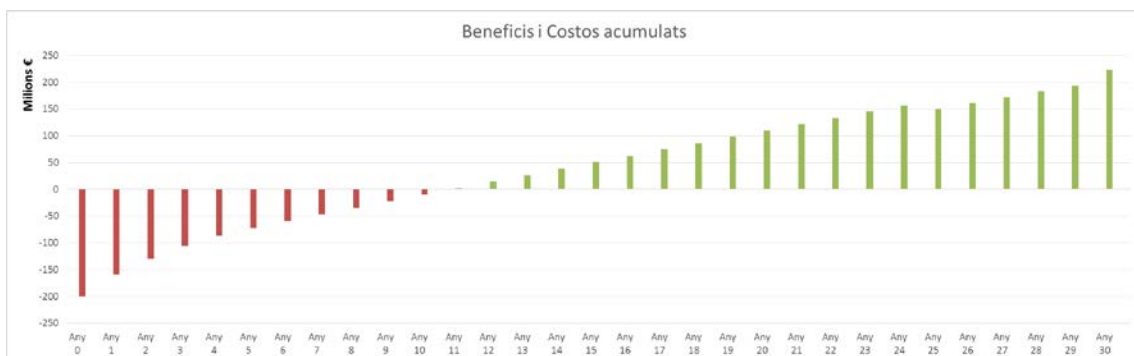


Figura 53. Representació dels beneficis i costos acumulats de l'actuació L8 PI. Espanya-Gràcia.

## **ANNEX 3: Resum benchmarking manuals ACB ex-ante**

<b>País:</b>	Alemanya	<b>Institució:</b>	Federal Ministry of Transport, Building and Housing
<b>Any:</b>	2003	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Ferrocarril, carretera i marítim
<b>Document:</b>	FTIP 2003: Macroeconomic evaluation methodology		

### Definició del projecte

Objectius	Gestionar les inversions en infraestructura del transport per aconseguir el major benefici per la societat. S'especifiquen objectius socials i polítiques de transport prioritàries.		
Alternatives			
Cas base	No fer res	--	
	Fer el mínim		comparativa amb/sense projecte
	Fer altra cosa	--	

### Avaluació d'impactes

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	--	Inversió	Sí
Regulador	--	Producció	Sí
Gestor Infraestr.	--	Manteniment	Sí, Cost x Km/any
Operadors	--	Temps (congest.)	Sí, funció tipus de vehicle i categoria de carretera
Contractistes	--	Pol·lució	Sí, formulació
Asseguradores	--	Canvi climàtic	Sí, formulació
Usuaris	--	Soroll	Sí, formulació i taules
No usuaris (soc.)	--	Accidents	Sí
Contribuents	--	Paisatge	--
Indústria	--	Efecte barrera	--
		Ecosistemes	--
		Contamin. sòl	--
		Contamin. aigua	--
		Dependèn. energ.	--
Taxa descompte	3% que inclou prima de risc a la taxa.		
Horitzó temporal	Per tipus de projecte. Formulació per calcular en relació a la taxa de descompte harmonitzant vida útil dels actius		

### Interpretació de resultats i presa de decisions

Criteria decisió:	Acceptar/rebutjar	B/C
	Prioritzar	
	Pla d'inversions	
Incertesa	Sensibilitat	
	Escenaris	
	Risc	Si, prima de risc a la taxa de descompte.

### Aspectes no monetaris

Mètode:	Aspectes inclosos:
---------	--------------------

Integració ACB:	Millores accessibilitat Canvi modal àrees d'alta densitat trànsit Spatial impact assessment Environmental risk assessment
-----------------	--

Taula 35. Fitxa resum del manual Federal Transport Infrastructure Plan 2003: methodology macroeconomic evaluation (Font: www.bmvi.de)

<b>País:</b>	Australia	<b>Institució:</b>	Bureau of Transport Economics
<b>Any:</b>	1999	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Transports
<b>Document:</b>	Facts and furphies in benefit-cost analysis: transport		

#### Definició del projecte

Objectius	n/d	
Alternatives	n/d	
Cas base	No fer res	n/d
	Fer el mínim	n/d
	Fer altra cosa	n/d

#### Avaluació d'impactes

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	--	Inversió	--
Regulador	--	Producció	--
Gestor Infraestr.	--	Manteniment	--
Operadors	--	Usuari	--
Contractistes	--	Pol·lució	--
Asseguradores	--	Canvi climàtic	--
Usuaris	--	Soroll	--
No usuaris (soc.)	--	Accidents	--
Contribuents	--	Paisatge	--
		Efecte barrera	--
		Ecosistemes	--
		Contamin. sòl	--
		Contamin. aigua	--
		Dependèn. energ.	--

Taxa descompte STPR

Horitzó temporal

#### Interpretació de resultats i presa de decisions

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	n/d
	Prioritzar	n/d
	Pla d'inversions	n/d

Incertesa	Sensibilitat	n/d
	Escenaris	n/d
	Risc	Si; <i>markup</i> taxa de descompte ("second best")

### Aspectes no monetaris

Mètode:	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	Equitat

Taula 36. Fitxa resum del manual BTE (1999)

<b>País:</b>	Canadà	<b>Institució:</b>	Treasury Board of Canada Secretariat
<b>Any:</b>	1998	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Transports
<b>Document:</b>	<i>Benefit cost analysis guide</i>		

### Definició del projecte

Objectius	Socials, econòmiques i mediambientals (bones pràctiques)	
Alternatives	Indicacions per definir les alternatives (comparables i independents)	
Cas base	No fer res	Referència
	Fer el mínim	
	Fer altra cosa	

### Avaluació d'impactes

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	--	Inversió	
Regulador	--	Producció	
Gestor Infraestr.	--	Manteniment	
Operadors	--	Usuari	Si; VdT (ingressos, mode, motiu)
Contractistes	--	Pol·lució	
Asseguradores	--	Canvi climàtic	
Usuaris	--	Soroll	
No usuaris (soc.)	--	Accidents	Si. Aversió al risc (3 mètodes)
Contribuents	--	Paisatge	Si; MCT, MPH i MVC
		Efecte barrera	
		Ecosistemes	
		Contamin. sòl	
		Contamin. aigua	
		Dependèn. energ.	

Taxa descompte	10% (8%-12%) – utilitza també taxa de descompte ajustada al risc
Horitzó temporal	--

### Interpretació de resultats i presa de decisions

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VAN>0 (TIR i B/C no fiables)
	Prioritzar	--
	Pla d'inversions	--

Incertesa	Sensibilitat Escenaris Risc	Variables crítiques (1-2) (No fiable) Distr. Prob + Sim. Monte Carlo (preferit)
<b>Aspectes no monetaris</b>		
Mètode:	AMC	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	No	Equitat      Mostra 4 mètodes per incloure l'equitat

Taula 37. Fitxa resum del manual TBCanada (1998)

<b>País:</b>	Canadà	<b>Institució:</b>	Treasury Board of Canada Secretariat
<b>Any:</b>	2007	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Transports
<b>Document:</b>	Canadian Regulatory Cost-Benefit analysis guide		

**Definició del projecte**

Objectius	Socials, econòmiques i mediambientals.	
Alternatives	Indicacions per definir les alternatives (comparables i independents)	
Cas base	No fer res	--
	Fer el mínim	Referència
	Fer altra cosa	S'inclouran millores tecnològiques i s'innovarà

**Avaluació d'impactes**

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	Sí	Inversió	Sí
Regulador	Sí	Producció	Sí
Gestor Infraestr.		Manteniment	Sí
Operadors		Usuari	Si
Contractistes		Pol·lució	Sí
Asseguradores		Canvi climàtic	
Usuaris	Sí	Soroll	
No usuaris (soc.)	Sí	Accidents	Sí
Contribuents	Sí	Paisatge	Sí
		Efecte barrera	
		Ecosistemes	
		Contamin. sòl	
		Contamin. aigua	
		Dependèn. energ.	

Taxa descompte      8% \*Jenkins &amp; Kuo (2007)

Horitzó temporal

**Interpretació de resultats i presa de decisions**

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VAN>0
	Prioritzar	VAN
	Pla d'inversions	--

Incertesa	Sensibilitat Escenaris Risc	Detectar variables crítiques  Distr. Prob. + Sim. Monte Carlo
<b>Aspectes no monetaris</b>		
Mètode:	n/d	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	n/d	--

Taula 38. Fitxa resum del manual TBCanada (2007)

<b>País:</b>	Catalunya	<b>Institució:</b>	ATM
<b>Any:</b>	1998	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Transport públic
<b>Document:</b>	<i>Metodologia per a l'avaluació d'alternatives d'inversió en transport públic</i>		

**Definició del projecte**

Objectius	--		
Alternatives	--		
Cas base	No fer res:	n/d	
	Fer el mínim:	n/d	
	Fer altra cosa:	n/d	

**Avaluació d'impactes**

Agents implicats:		Costos i beneficis:		
Administració	--	Inversió	Si	
Regulador	--	Producció	Si	
Gestor Infraestr.	--	Manteniment	Si	
Operadors	--	Temps (congest.)	Si	Vdt (treball/lleure) VOCs
Contractistes	--	Pol·lució	Si	MVC
Asseguradores	--	Canvi climàtic	--	
Usuaris	--	Soroll	Si	MVC
No usuaris (soc.)	--	Accidents	Si	*MOPT(1992)
Contribuents	--	Paisatge	--	
		Efecte barrera	Si	
		Ecosistemes	--	
		Contamin. sòl	--	
		Contamin. aigua	--	
		Dependèn. energ.	--	
		Ocupació espai	Si	
Taxa descompte	4% (anàlisi de sensibilitat)			
Horitzó temporal	--			

**Interpretació de resultats i presa de decisions**

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VAN>0 (B/C>1, TIR>r)	
	Prioritzar	VAN (mútuament excloents) altres (TIR, B/C)	
	Pla d'inversions	TIR (apunta programació matemàtica VAN)	
Incertesa	Sensibilitat	Si	Detectar variables amb major impacte
	Escenaris	--	
	Risc	--	

**Aspectes no monetaris**

Mètode:	AMC	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	Si	Accessibilitat potencial
		Millora oferta relativa TP
		Equitat social

\*revisió metodologia

Taula 39. Fitxa resum del manual ATM (1998)

<b>País:</b>	Catalunya	<b>Institució:</b>	Mcrit
<b>Any:</b>	2010	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Transports
<b>Document:</b>	<i>Guia per a l'avaluació de projectes de transport MAIT</i>		

**Definició del projecte**

Objectius	Resoldre problema + maximització dels beneficis socioeconòmics		
Alternatives	--		
Cas base	No fer res:	Si (considerant evolució i efectes creuats)	
	Fer el mínim:		
	Fer altra cosa:		

**Avaluació d'impactes**

Agents implicats:		Costos i beneficis:		
Administració	Si	Inversió	Si	
Regulador	--	Producció	Si	
Gestor Infraestr.	--	Manteniment	Si	
Operadors	Si	Temps (congest.)	Si	VdT + VOCs
Contractistes	Si	Pol·lució	Si	
Asseguradores	--	Canvi climàtic	Si	
Usuaris	Si	Soroll	Si	+No monetari
No usuaris (soc.)	Si	Accidents	Si	
Contribuents	Si	Paisatge	--	No monetari
		Efecte barrera	--	No monetari
		Ecosistemes	--	
		Contamin. sòl	--	
		Contamin. aigua	--	No monetari
		Dependèn.	--	



		energ.	
		Ocupació espai	Si
Taxa descompte	Criteri gestor públic		
Horitzó temporal	Vida útil del projecte + límit predicció (20-30 anys)		
	*valor residual segons manteniment		
<b>Interpretació de resultats i presa de decisions</b>			
Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VAN>0 (TIR>r)	
	Prioritzar	--	
	Pla d'inversions	--	
Incertesa	Sensibilitat	Si	Variables més importants
	Escenaris	Si	Conjunt de variables
	Risc	--	
<b>Aspectes no monetaris</b>			
Mètode:	AMC		
Integració ACB:	No		
Aspectes inclosos:			
<i>Incidència estratègics</i>	<i>sectors</i>	(I-O)	Equitat social
<i>Impacte mercat de treball</i>		(I-O)	Qualitat de vida
<i>Millora competitivitat</i>		(I-O)	Beneficis locals
<i>Capacitat atracció residents</i>		(I-O)	Equitat territorial
			Estructura nodal
			Activitat del territori
			Connectivitat
			Compacitat assentaments
			Afectació al patrimoni cultural i natural
			Variacions mesoclimàtiques

Taula 40. Fitxa resum del manual MAIT (2010)

<b>País:</b>	EEUU	<b>Institució:</b>	Federal Aviation Authority
<b>Any:</b>	1999	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Aeroports
<b>Document:</b>	FAA Airport Benefit-Cost Analysis Guidance		

**Definició del projecte**

Objectius	Congestió, eficiència operativa, capacitat, seguretat i medi ambient		
Alternatives	Proposa rang d'alternatives raonables i independents ( <i>screening</i> )		
Cas base	No fer res	--	
	Fer el mínim	--	
	Fer altra cosa	Referència - millor ús alternatiu dels recursos	

**Avaluació d'impactes**

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	Inversió	Sí	

Regulador		Producció	Sí
Gestor Infraestr.		Manteniment	Sí
Operadors		Temps (congest.)	Sí
Contractistes		Pol·lució	Sí
Asseguradores		Canvi climàtic	
Usuaris		Soroll	Sí
No usuaris (soc.)		Accidents	Sí
Contribuents		Paisatge	
		Efecte barrera	
		Ecosistemes	
		Contamin. sòl	
		Contamin. aigua	
		Dependèn. energ	
		Ocupació espai	
Taxa descompte	7% (exemple) + teoria del descompte compost		
Horitzó temporal	20 anys – (vida útil, comparabilitat i *valor residual)		
<b>Interpretació de resultats i presa de decisions</b>			
Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VAN; C/B;TIR; <i>payback-period</i>	
	Prioritzar	VAN	
	Pla d'inversions	--	
Incertesa	Sensibilitat	Variables crítiques varien rangs raonables (1-2)	
	Escenaris	Multi-variable amb patró definit de variació	
	Risc	Distr. Prob. + Sim. Monte Carlo	
<b>Aspectes no monetaris</b>			
Mètode:	AMC	Aspectes inclosos:	
Integració ACB:	No	Fiabilitat	
		Comfort	
		Desenvolupament econòmic	
		Incrementos productivitat	

Taula 41. Fitxa resum del manual FAA (1999)

<b>País:</b>	Espanya	<b>Institució:</b>	CEDEX (MFOM)
<b>Any:</b>	2010	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Transports
<b>Document:</b>	<i>Evaluación económica de proyectos de transporte – Manual</i>		

**Definició del projecte**

Objectius	Aspectes concrets funcionament del mercat de transport		
Alternatives	Diagnosi situació + alternatives rellevants (tecnologia i institucions)		
Cas base	No fer res:	Rehabilitació	
	Fer el mínim:	Augments capacitats/oferta	
	Fer altra cosa:	Altres tecnologies/escales/localitzacions	
<b>Avaluació d'impactes</b>			
Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	Si	Inversió	Si Terrenys, valor residual
Regulador	Si	Producció	Si
Gestor Infraestr.	Si	Manteniment	Si
Operadors	Si	Temps (congest.)	Si VdT, VOCs, qualitat
Contractistes	Si	Pol·lució	Si DR
Asseguradores	--	Canvi climàtic	Si DR
Usuaris	Si	Soroll	Si DR + Vibracions
No usuaris (soc.)	Si	Accidents	Si VEV, WTP
Contribuents	Si	Paisatge	Si Cost viatge o PD
*Detalla aspectes metodològics		Efecte barrera	Si
*Àmbit segons qui aporta recursos		Ecosistemes	--
		Contamin. sòl	Si DR + PD/R
		Contamin. aigua	Si DR + PD/R
		Dependèn. energ.	--
		*Preus ombra	
Taxa descompte	STPR		
Horitzó temporal	Vida útil dels actius (30 anys infraestructura)		
<b>Interpretació de resultats i presa de decisions</b>			
Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VANs>0 + VANf>0 VANs>0 + VANf<0 (segons restricció pressupost) E(VANs)>0 + FVANs(0)<alpha (amb incertesa)	
	Prioritzar	VANs (VANf restricció pressupost)	
	Pla d'inversions	--	
Incertesa	Sensibilitat	Si	Només incertesa en poques variables
	Escenaris	Si	Combinació de variables
	Risc	Si	Distr. Prob. Inputs + Sim. Monte Carlo
<b>Aspectes no monetaris</b>			
Mètode:	n/d	Aspectes inclosos:	
Integració ACB:	n/d		

Taula 42. Fitxa resum del manual CEDEX (2010)

<b>País:</b>	Espanya	<b>Institució:</b>	ADIF
<b>Any:</b>	2013	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Ferrocarril
<b>Document:</b>	Manual para la evaluación de inversiones en ferrocarril (esborrany)		

<b>Definició del projecte</b>			
Objectius	--		
Alternatives	--		
Cas base	No fer res:	--	
	Fer el mínim:	--	
	Fer altra cosa:	--	
<b>Avaluació d'impactes</b>			
Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	Sí	Inversió	Sí
Regulador	Sí	Producció	Sí
Gestor Infraestr.	Sí	Manteniment	Sí
Operadors	Sí	Temps (congest.)	Sí
Contractistes	Sí	Pol·lució	??
Asseguradores	Sí	Canvi climàtic	Sí
Usuaris	Sí	Soroll	Sí
No usuaris (soc.)	Sí	Accidents	Sí
Contribuents	--	Paisatge	Sí
		Efecte barrera	-- *No monetari
<i>*defineix àmbit</i>		Ecosistemes	-- *No monetari (biodivers.)
		Contamin. sòl	--
		Contamin. aigua	--
		Dependèn. energ.	-- *No monetari (consum)
		Ocupació espai	Sí Ocupació espai i dev.
		<i>*Detalla coeficient corrector i fórmula preus ombra</i>	
Taxa descompte	5.5% (anàlisi de sensibilitat fins 3.5%)		
Horitzó temporal	Segons vida útil dels actius (30 anys) + valor residual		
<b>Interpretació de resultats i presa de decisions</b>			
Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VANs>0 + VANf>0 VANs>0 + VANf<0 (segons restricció pressupost) E(VANs)>0 + FVANs(0)<alpha (amb incertesa)	
	Prioritzar	--	
	Pla d'inversions	--	
Incertesa	Sensibilitat	Sí	Determinar variables crítiques ( $e_{VAN} \geq 5$ )
	Escenaris	--	--
	Risc	Sí	Distr. Prob. Inputs + Sim. Monte Carlo (criteris segons grau coneixement)
<b>Aspectes no monetaris</b>			
Mètode:	AMC	Aspectes inclosos:	(qualitatiu)
Integració ACB:	No	Ambientals	Nivell sonor Emissions GEH Efecte barrera Generació residus

*Afegir no monetaris apartat sup.	Territorials	Creació llocs de treball Superfície ocupada Accessibilitat Connexions intermodals
	Sistema transport	Qualitat/comoditat Temps totals viatge Accidentalitat

Taula 43. Fitxa resum del manual ADIF (2013)

<b>País:</b>	UE	<b>Institució:</b>	BEI
<b>Any:</b>	2013	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	General
<b>Document:</b>	<i>The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB</i>		

**Definició del projecte**

Objectius	--		
Alternatives	--		
Cas base	No fer res:	Rehabilitació	
	Fer el mínim:	Augments capacitats/oferta	
	Fer altra cosa:	Altres tecnologies/escales/localitzacions	

**Avaluació d'impactes**

Agents implicats:		Costos i beneficis:		
Administració	--	Inversió	Sí	Adquisició terrenys
Regulador	--	Producció	Sí	
Gestor Infraestr.	--	Manteniment	Sí	
Operadors	--	Temps (congest.)	Sí	VdT, Cost operatiu veh.
Contractistes	--	Pol·lució	Sí	
Asseguradores	--	Canvi climàtic	--	
Usuaris	--	Soroll	Sí	
No usuaris (soc.)	--	Accidents	Sí	*HEATCO
Contribuents	--	Paisatge	--	
		Efecte barrera	--	
		Ecosistemes	--	
		Contamin. sòl	--	
		Contamin. aigua	--	
		Dependèn. energ.	--	

Taxa descompte	STPR ajustat inflació i característiques del país (3.5% - 5.5%)
Horitzó temporal	--

**Interpretació de resultats i presa de decisions**

Criteria decisió:	Acceptar/rebutjar VAN>0 (TIR>r)
-------------------	---------------------------------

	Prioritzar	--	
	Pla d'inversions	--	
Incertesa	Sensibilitat	--	
	Escenaris	Sí	Pessimista i límit (si no dades fiables risc)
	Risc	Sí	Distr. Prob. Inputs + Sim. Monte Carlo

**Aspectes no monetaris**

Mètode:	AMC	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	Sí	Ajustament objectius estratègics
		Compliment necessitats
		Qualitat del servei
		Flexibilitat en front canvis
		Efectivitat/eficiència
		Qualitat ambiental
		Característiques implementació

Taula 44. Fitxa resum del manual BEI (2013)

<b>País:</b>	EU	<b>Institució:</b>	RAILPAG - BEI
<b>Any:</b>	2007	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Ferrocarril
<b>Document:</b>	<i>Railway Project Appraisal Guidelines</i>		

**Definició del projecte**

Objectius	Cohesió, mediambientals, socials i de visió del sistema		
Alternatives	Screening + previsió demanda, considera inversions relacionades com a paquet únic		
Cas base	No fer res:	Rehabilitació	
	Fer el mínim:	Augments capacitats/oferta	
	Fer altra cosa:	--	

**Avaluació d'impactes**

<b>Agents implicats:</b>		<b>Costos i beneficis:</b>	
Administració	Sí	Inversió	Sí
Regulador	Sí	Producció	Sí
Gestor Infraestr.	Sí	Manteniment	Sí
Operadors	Sí	Temps (congest.)	Sí
Contractistes	Sí	Pol·lució	Si INFRAS/IWW
Asseguradores	Sí	Canvi climàtic	Si INFRAS/IWW
Usuaris	Sí	Soroll	Si INFRAS/IWW
No usuaris (soc.)	Sí	Accidents	Sí INFRAS/IWW
Contribuents	Sí	Paisatge	Si INFRAS/IWW
		Efecte barrera	??
		Ecosistemes	??

	Contamin. sòl	??
	Contamin. aigua	??
	Dependèn. energ.	??
Taxa descompte	(2.5% - 8%) contempla descompte hiperbòlic, cost marginal dels fons públics i possible diferenciació per benefici.	
Horitzó temporal	Contemplar vida útil i valor residual dels actius (segons manteniment, obsolescència i millor alternativa en futur)	

### Interpretació de resultats i presa de decisions

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	n/d (VAN, TIR, B/C)
	Prioritzar	--
	Pla d'inversions	--
Incertesa	Sensibilitat	-- n/d
	Escenaris	-- n/d
	Risc	-- n/d

### Aspectes no monetaris

Mètode:	n/d	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	n/d	Matriu impactes (qualitatius)

Taula 45. Fitxa resum del manual RAILPAG (2007)

<b>País:</b>	EU	<b>Institució:</b>	HEATCO (CE)
<b>Any:</b>	2006	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Transports
<b>Document:</b>	<i>Deliverable 5: Proposal for Harmonised guidelines - HEATCO</i>		

### Definició del projecte

Objectius			
Alternatives	Solucionar problema o assolir objectius, considera inversions relacionades com a paquet únic		
Cas base	No fer res:	--	
	Fer el mínim:	Si (referència única per comparació)	
	Fer altra cosa:	Si	

### Avaluació d'impactes

Agents implicats:	Costos i beneficis:		
Administració	--	Inversió	Si Inclòs indirectes, Ajustar taxes i inflació
Regulador	--	Producció	Si
Gestor Infraestr.	--	Manteniment	Si
Operadors	--	Temps (congest.)	Si VdT (motiu, ingressos, mode, distància) + VOCs + tarifes + fiabilitat + congestió en vehicle
Contractistes	--	Pol·lució	Si Dosi-resposta
Asseguradores	--	Canvi climàtic	Si Mercat drets CO <sub>2</sub> (*)

Usuaris	--	Soroll	Si	Dosi-resposta
No usuaris (soc.)	--	Accidents	Si	VEV, WTP, costos danys
Contribuents	--	Paisatge	--	
		Efecte barrera	--	
		Ecosistemes	--	
		Contamin. sòl	--	
		Contamin. aigua	--	
		Dependèn. energ.	--	
		Recaptació gov.	Si	Canvis en recaptació
		Patrimoni	Si	

\*Ofereix criteris per la transferència de valors d'altres estudis

Taxa descompte	STPR ( $\geq 3\%$ ) i advoca per decreixent amb el temps
Horitzó temporal	Vida útil actius (amb límit predicció demanda – valor residual)-40 anys

### Interpretació de resultats i presa de decisions

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VAN>0 (TIR>r)
	Prioritzar	B/C (o TIR)
	Pla d'inversions	RNPSS (VAN/cost per l'Administració)*qui paga?
Incertesa	Sensibilitat	Si (taxa descompte, inversió)
	Escenaris	Si Pessimista/optimista i límit
	Risc	Si Distr. Prob. Inputs + Sim. Monte Carlo

### Aspectes no monetaris

Mètode:	AMC	Aspectes inclosos:
Integració ACB:		n/d Ofereix recomanacions tècniques generals
Inclou anàlisi de sensibilitat		

Taula 46. Fitxa resum del manual HEATCO (2006). (\*) Watkiss et al. (2005)

<b>País:</b>	EU	<b>Institució:</b>	DGRegio
<b>Any:</b>	2014	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Transports
<b>Document:</b>	<i>Guide to cost-benefit analysis of investment projects</i>		

### Definició del projecte

Objectius	Aspectes concrets funcionament del mercat de transport	
Alternatives	Explorar alternatives de tecnologia, gestió, escala, fases, etc.	
Cas base	No fer res:	Possible esbiaix
	Fer el mínim:	Referència (evolució mínima status quo)
	Fer altra cosa:	n/d

### Avaluació d'impactes

	Agents implicats:	Costos i beneficis:	
Administració	Si	Inversió	Si
Regulador	Si	Producció	Si



Gestor Infraestr.	Si	Manteniment	Si
Operadors	Si	Temps (congest.)	Si
Contractistes	Si	Pol·lució	Si
Asseguradores	--	Canvi climàtic	Si
Usuaris	Si	Soroll	Si
No usuaris (soc.)	Si	Accidents	Si
Contribuents	Si	Paisatge	

\* àmbit segons xarxa transport

Efecte barrera  
Ecosistemes  
Contamin. sòl  
Contamin. aigua  
Dependèn.  
energ.  
Ocupació espai

Taxa descompte 3-5%

Horitzó temporal Vida útil dels actius + límit predicció (30-40 anys) \*valor residual

### Interpretació de resultats i presa de decisions

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VAN>0 (TIR>r)
	Prioritzar	--
	Pla d'inversions	--
Incertesa	Sensibilitat	Si Variables crítiques ( $e_{VAN}>5$ ; $e_{TIR}>1$ ) inversió, explotació i demanda
	Escenaris	Si Pessimista/optimista i límit (rang f.probabilit.)
	Risc	Si Distr. prob + Sim. Monte Carlo

### Aspectes no monetaris

Mètode:	No	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	Sí	Equitat
		Protecció medi ambient
		Igualtat d'oportunitats
		Desenvolupament econòmic

Taula 47. Fitxa resum del manual DGRegio (2014)

<b>País:</b>	França	<b>Institució:</b>	Ministere des Transports
<b>Any:</b>	2005	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Transports
<b>Document:</b>	Instruction Cadre relative aux méthodes économique des grands projets d'infrastructures de transport		

**Definició del projecte**

Objectius	Sí, objectius de caràcter genèric	
Alternatives	Sí, menciona que s'han d'harmonitzar i dóna criteris	
Cas base	No fer res	Sí
	Fer el mínim	Sí
	Fer altra cosa	--

**Avaluació d'impactes**

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	--	Inversió	Sí
Regulador	--	Producció	Sí
Gestor Infraestr.	--	Manteniment	Sí
Operadors	--	Temps (congest.)	Sí, viatge feiner o no
Contractistes	--	Pol·lució	Sí, per mode transport
Asseguradores	--	Canvi climàtic	Sí
Usuaris	--	Soroll	Sí, per mode transport
No usuaris (soc.)	--	Accidents	Sí
Contribuents	--	Paisatge	--
		Efecte barrera	--
		Ecosistemes	--
		Contamin. sòl	--
		Contamin. aigua	Sí; NoM
		Dependèn. energ.	--

Taxa descompte La fixen en un 4% amb un decreixement continu a partir de l'any 30: entre 30 i 50 anys un 3,5% i de 50 a 100 una taxa del 3%.

Horitzó temporal Sovint és superior a 30 anys.

**Interpretació de resultats i presa de decisions**

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VAN, TIR, pay-back period, VAN/€ invertit
	Prioritzar	--
	Pla d'inversions	--
Incertesa	Sensibilitat	Sí
	Escenaris	--
	Risc	Sí, Simulació numèrica

**Aspectes no monetaris**

Mètode:	MCA	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	No	
		Econòmics
		Biodiversitat

**Taula 48. Fitxa resum del manual Instruction Cadre relative aux méthodes économique des grands projets d'infrastructures de transport (2005). (Font: MdT, 2005)**

<b>País:</b>	Holanda	<b>Institució:</b>	Ministry of Transport, Public Works and Water Management/ Ministry of Economic Affairs
<b>Any:</b>	2012	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Genèric
<b>Document:</b>	Evaluation of infrastructural projects: Guide for cost-benefit analysis		

### Definició del projecte

Objectius	--		
Alternatives	--		
Cas base	No fer res	--	
	Fer el mínim	--	
	Fer altra cosa	Escenari de referència	

### Avaluació d'impactes

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	--	Inversió	Sí
Regulador	--	Producció	Sí
Gestor Infrastr.	--	Manteniment	Sí
Operadors	--	Temps (congest.)	Sí
Contractistes	--	Pol·lució	Sí; CE Delft (2001)
Asseguradores	--	Canvi climàtic	--
Usuaris	--	Soroll	Sí
No usuaris (soc.)	--	Accidents	Sí
Contribuents	--	Paisatge	--
Indústria	--	Efecte barrera	Sí
		Ecosistemes	Sí
		Contamin. sòl	Sí
		Contamin. aigua	Sí
		Dependèn. energ.	--
		Ús espai públic (parking)	Sí
		Llocs de treball	--

Taxa descompte	El govern fixa la taxa en un 4% (interès real sense inflació i sense risc)
Horitzó temporal	Sí; fa un anàlisi en funció del VAN i de la taxa de descompte.

### Interpretació de resultats i presa de decisions

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VAN, TIR, pay-back period, FYRR (complement )
	Prioritzar	--
	Pla d'inversions	--

Incertesa	Sensibilitat	Sí; estimació/previsió de la incertesa
	Escenaris	Sí;
	Risc	Sí; Anàlisi covariàncies ( <i>capital asset pricing model</i> )
<b>Aspectes no monetaris</b>		
Mètode:	No	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	No	

Taula 49. Fitxa resum del manual "Evaluation of infrastructural projects: Guide for cost-benefit analysis" (Font: Eijgenraam, CJJ)

<b>País:</b>	Japó	<b>Institució:</b>	Study group road invest. evaluation
<b>Any:</b>	2000	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Transport per carretera
<b>Document:</b>	Guidelines for the evaluation of road investment projects		

#### Definició del projecte

Objectius	n/d		
Alternatives	n/d		
Cas base	No fer res	n/d	
	Fer el mínim	n/d	
	Fer altra cosa	n/d	

#### Avaluació d'impactes

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	Sí	Inversió	Sí
Regulador	--	Producció	Sí
Gestor Infrastr.	--	Manteniment	Sí
Operadors	--	Temps (congest.)	Sí; tipus veh. i dia
Contractistes	--	Pol·lució	Sí
Asseguradores	--	Canvi climàtic	Sí; per tipus àrea urbana
Usuaris	Sí	Soroll	Sí; per tipus àrea urbana
No usuaris (soc.)	Sí	Accidents	Sí
Contribuents	--	Paisatge	--
Indústria	Sí	Efecte barrera	--
		Ecosistemes	--
		Contamin. sòl	--
		Contamin. aigua	--
		Dependèn. energ.	--

Taxa descompte 4% (valora taxa de descompte composta)

Horitzó temporal      Període de construcció més 30-50 anys, dependent vida útil

### Interpretació de resultats i presa de decisions

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VAN, TIR i B/C
	Prioritzar	--
	Pla d'inversions	--
Incertesa	Sensibilitat	Detectar variables crítiques
	Escenaris	--
	Risc	--

### Aspectes no monetaris

Mètode:	AMC	Aspectes inclosos:	
Integració ACB:	n/d	Equitat	Distingeix entre sectors

Taula 50. Fitxa resum del manual SGRIE (2000)

<b>País:</b>	Nova Zelanda	<b>Institució:</b>	NZ Transport Agency
<b>Any:</b>	2013	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Genèric sector transport
<b>Document:</b>	Economic Evaluation Manual (EEM) Planning and investment knowledgebase (multi-criteria analysis)		

### Definició del projecte

Objectius	n/d		
Alternatives	n/d		
Cas base	No fer res	--	
	Fer el mínim	Sí	treballs essencials per nivell de servei mínim
	Fer altra cosa	--	

### Avaluació d'impactes

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	--	Inversió	Sí
Regulador	--	Producció	Sí
Gestor Infrastr.	--	Manteniment	Sí
Operadors	--	Temps (congest.)	Sí; tipus de vehicle
Contractistes	--	Pol·lució	Sí
Asseguradores	--	Canvi climàtic	Sí
Usuaris	--	Soroll	Sí
No usuaris (soc.)	--	Accidents	Sí
Contribuents	--	Paisatge	Sí; NoM
Indústria	--	Efecte barrera	--
		Ecosistemes	--
		Contamin. sòl	--

Contamin. aigua --  
 Dependèn. --  
 energ.

Taxa És del 6% (NZ Transport Agency, projectes transport). Subjecte a revisió.  
 descompte Es recomana fer un estudi sensibilitat entre el 4 i el 8%.  
 Horitzó temporal Període per recuperar 90% del valor actual dels futurs costos i beneficis.

### Interpretació de resultats i presa de decisions

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	B/C (nacional o govern), FYRR (complement)
	Prioritzar	--
	Pla d'inversions	Sí Paquets i accions complementàries de diverses organitzacions
Incertesa	Sensibilitat	Sí; detectar variables
	Escenaris	No
	Risc	Sí; distribucions probabilitat. Simulació numèrica

### Aspectes no monetaris

Mètode:	MCA	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	No	Mediambientals Patrimoni

Taula 51. Fitxa resum del manual Economic Evaluation Manual (EEM) (Font: <http://www.nzta.govt.nz>)

<b>País:</b>	Regne Unit	<b>Institució:</b>	Department for Transport
<b>Any:</b>	2014	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Genèric sector transport
<b>Document:</b>	Transport Analysis Guide: An overview of Transport Appraisal		

### Definició del projecte

Objectius	n/d		
Alternatives	n/d		
Cas base	No fer res		
	Fer el mínim	Sí; discussió sobre "no fer res" i "fer el mínim"	
	Fer altra cosa		

### Avaluació d'impactes

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	--	Inversió	Sí
Regulador	--	Producció	Sí
Gestor Infrastr.	--	Manteniment	Sí

Operadors	--	Temps (congest.)	Sí; Veure WebTAG
Contractistes	--	Pol·lució	Sí
Asseguradores	--	Canvi climàtic	Sí; tones de CO2
Usuaris	--	Soroll	Sí
No usuaris (soc.)	--	Accidents	Sí; Veure WebTAG
Contribuents	--	Paisatge	Sí; NoM
Indústria	--	Efecte barrera	--
		Ecosistemes	Sí
		Contamin. sòl	--
		Contamin. aigua	Sí
		Dependèn. energ.	--

Taxa descompte Taxa composta i taxes socials d'inversió segons la vida útil del projecte. 3.5% per < 30 anys i un 3% per >30 anys

Horitzó temporal Per defecte 60 anys

### Interpretació de resultats i presa de decisions

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VAN, C/B, VAN/cost comptes públics, VAN/cost de l'agència de finançament i benefici de l'any respecte cost previst.
	Prioritzar	--
	Pla d'inversions	--
Incertesa	Sensibilitat	Sí
	Escenaris	Sí
	Risc	Sí; només recomana fer l'anàlisi

### Aspectes no monetaris

Mètode:	MCA	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	No	Accessibilitat Integració Econòmics Reliability Confort Crowding

Taula 52. Fitxa resum del manual Transport Analysis Guide: An overview of Transport Appraisal (Font: [www.gov.uk](http://www.gov.uk))

<b>País:</b>	Regne Unit	<b>Institució:</b>	HM Treasury (HMT)
<b>Any:</b>	2011	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Genèric

**Document:** The green book. Appraisal and evaluation in central government

### Definició del projecte

Objectius	SMART - Consistents i que es detectin factors crítics per l'èxit.	
Alternatives	Detectar millors pràctiques i instruments (screening)	
	Num. altern. f(objectius, mida). Identificar prioritats, dependències, incentius i altres actors.	
Cas base	No fer res	--
	Fer el mínim	Referència
	Fer altra cosa	--

### Avaluació d'impactes

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	--	Inversió	Sí
Regulador	--	Producció	Sí
Gestor Infrastr.	--	Manteniment	Sí
Operadors	--	Temps (congest.)	Sí; dia
Contractistes	--	Pol·lució	Sí; WTP
Asseguradores	--	Canvi climàtic	Sí;
Usuaris	--	Soroll	Sí;
No usuaris (soc.)	--	Accidents	Sí; WTP, VPF
Contribuents	--	Paisatge	Sí; WTP (CABE)
		Efecte barrera	Sí
		Ecosistemes	Sí
		Contamin. sòl	--
		Contamin. aigua	Sí
		Dependèn.	--
		energ.	Sí
		Molèsties	

Taxa descompte 3.5% (>30 anys taxa composta descendent - Annex 4).

Horitzó temporal n/d

### Interpretació de resultats i presa de decisions

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	VAN, TIR, màxima rendibilitat i "payback period"
	Prioritzar	--
	Pla d'inversions	--
Incertesa	Sensibilitat	Detectar variables crítiques
	Escenaris	Centrats en aspectes tècnics, polítics i econòmics amb major incertesa
	Risc	Distr. Prob. + Sim. Monte Carlo (Annex 4)

### Aspectes no monetaris

Mètode: n/d Aspectes inclosos:



Integració ACB: No

Taula 53. Fitxa resum del manual HM Treasury (2011)

<b>País:</b>	Regne Unit	<b>Institució:</b>	Strategic Rail Authority
<b>Any:</b>	2003	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Transport ferroviari
<b>Document:</b>	A guide to appraisal of support for passenger and freight rail services		

**Definició del projecte**

Objectius	n/d		
Alternatives	Sí, screening options		
Cas base	No fer res	Sí	
	Fer el mínim	Sí	
	Fer altra cosa	--	

**Avaluació d'impactes**

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	--	Inversió	Sí
Regulador	--	Producció	Sí
Gestor Infrastr.	--	Manteniment	Sí
Operadors	--	Temps (congest.)	Sí
Contractistes	--	Pol·lució	Sí
Asseguradores	--	Canvi climàtic	Sí
Usuaris	--	Soroll	Sí
No usuaris (soc.)	--	Accidents	Sí
Contribuents	--	Paisatge	Sí
Indústria	--	Efecte barrera	Sí
		Ecosistemes	--
		Contamin. sòl	Sí
		Contamin. aigua	Sí
		Dependèn. energ.	Sí

Taxa descompte Es comenta breument i s'especifica la taxa i l'any de referència

Horitzó temporal Sí; vida útil projecte

**Interpretació de resultats i presa de decisions**

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	Es recomana el VAN (si no existeixen restriccions pressupostàries). En cas que hi hagin, s'utilitzaria el rati del VAN sobre la inversió pública. Rati C/B
	Prioritzar	--
	Pla d'inversions	--

Incertesa	Sensibilitat	Sí, valors llindar
	Escenaris	Sí
	Risc	Sí. Anàlisi de Monte-Carlo i estadístic BIAS
<b>Aspectes no monetaris</b>		
Mètode:	n/d	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	No	Equitat Accessibilitat Integració

Taula 54. Fitxa resum del manual A guide to appraisal of support for passenger and freight rail services” (Font: [www.gov.uk](http://www.gov.uk))

<b>País:</b>	Suècia	<b>Institució:</b>	Swedish Transport Administration (ASEK group)
<b>Any:</b>	2013	<b>Àmbit d'aplicació:</b>	Genèric sector transport
<b>Document:</b>	Swedish CBA guidelines. ASEK guidelines		

#### Definició del projecte

Objectius	n/d	
Alternatives	Sí; no especifica res respecte les alternatives	
Cas base	No fer res	--
	Fer el mínim	Sí
	Fer altra cosa	--

#### Avaluació d'impactes

Agents implicats:		Costos i beneficis:	
Administració	--	Inversió	Sí
Regulador	--	Producció	Sí
Gestor Infrastr.	--	Manteniment	Sí
Operadors	--	Temps (congest.)	Sí, funció tipus viatge
Contractistes	--	Pol·lució	Sí; ARTEMIS
Asseguradores	--	Canvi climàtic	Sí
Usuaris	--	Soroll	Sí; ferrocarril
No usuaris (soc.)	--	Accidents	Sí
Contribuents	--	Paisatge	(qualitatiu)
Indústria	--	Efecte barrera	--
		Ecosistemes	(qualitatiu)
		Contamin. sòl	--
		Contamin. aigua	--
		Dependèn. energ.	--

Taxa descompte	Si, recomana una taxa del 3,5% (abans era del 4%)
Horitzó temporal	Varia entre 40-60 anys, en funció del tipus de projecte

---

### Interpretació de resultats i presa de decisions

---

Criteris decisió:	Acceptar/rebutjar	B/C (sense manteniment);
	Prioritzar	--
	Pla d'inversions	--
Incertesa	Sensibilitat	Sí
	Escenaris	--
	Risc	No explícitament (a través de la taxa de descompte)

---

### Aspectes no monetaris

---

Mètode:	MCA	Aspectes inclosos:
Integració ACB:	No	Urbanisme Accessibilitat Paisatge Biodiversitat Patrimoni

---

Taula 55. Fitxa resum del manual "Swedish CBA guidelines" (Font: Leeds University)

## **ANNEX 4: Resum benchmarking manuals ACB ex-post**

### POPE major schemes – Anglaterra

L'esquema POPE, obligatori per tots els grans projectes de carreteres (inversió de més de £10M), està vigent des de 2002 i és la continuació de l'anterior esquema, "Scheme Forecast Monitoring System and post Implementation Evaluation Studies" (Highways Agency, 2011). L'estudi es du a terme en els intervals d'1, 5 i 10 anys després de la finalització de l'obra.

Un meta-anàlisi es publica cada 2 anys, fent una avaluació general de tots els estudis ex-post fets fins llavors. Amb aquest anàlisi, s'ha identificat una significativa diferència amb la disponibilitat i la qualitat de les dades entre l'ex-ante i l'ex-post. Per exemple, s'han identificat alguns dels problemes a l'hora de monetitzar la reducció del temps de viatge i d'accidents: les hipòtesis dels models estan poc justificades. Com s'observa en la Figura 45, la predicció dels ex-ante en un número elevat d'esquemes és poc exacte.

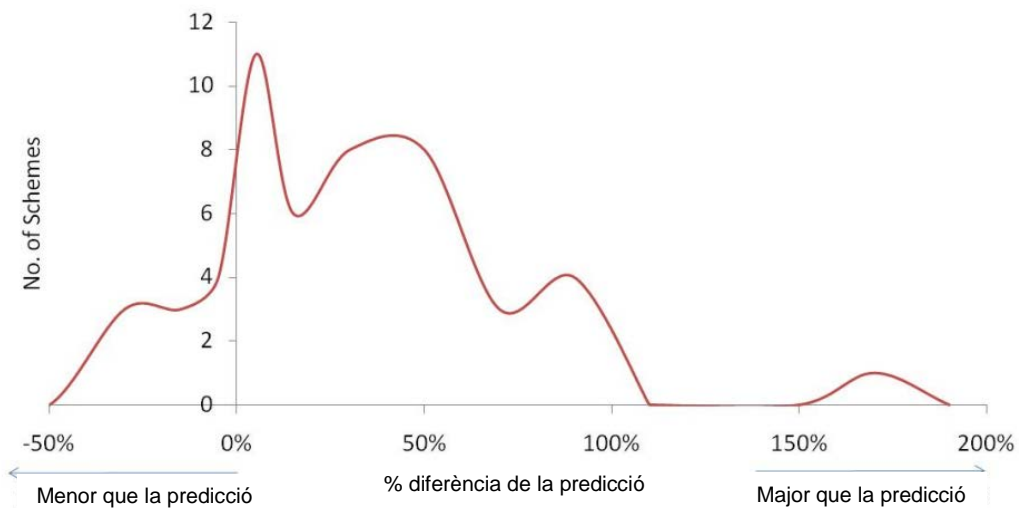


Figura 54. Exactitud dels costos d'inversió respecte als reals. Font: Highways Agency, 2011.

En el cas de costos i beneficis no monetitzables (Figura 45), la situació empitjora, ja que no hi ha un seguiment bàsic de la biosfera o de la contaminació acústica o atmosfèrica. D'aquesta manera, menys del 50% dels esquemes no tenen cap seguiment, fent que moltes de les avaluacions siguin altament subjectives (Highways Agency, 2013).

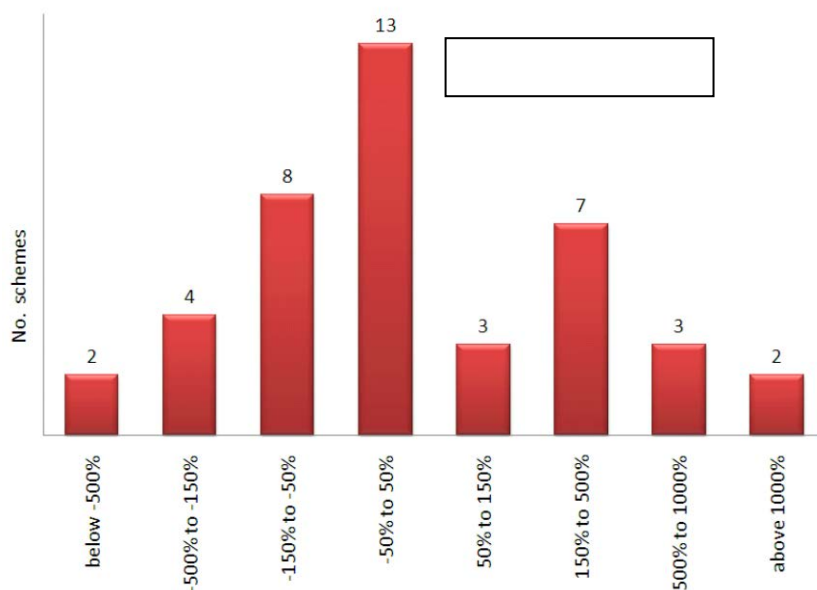


Figura 55. Exactitud de les emissions de carbó previstes respecte les reals. Font: Highways Agency, 2013

### POPE of LNMS – Anglaterra

Aquesta guia, també d'Anglaterra, està dirigida als projectes amb una inversió entre £25K i £10M. L'estudi es du a terme en els intervals d'1 any després de la finalització de l'obra. Aquest procés d'avaluació, que va començar al 2003, ja ha analitzat quasi 800 projectes de totes les mides i tipus de la xarxa viària (Highways Agency, 2014).

Aquesta metodologia es divideix en tres passos: revisió del projecte ex-ante (la predicció abans de la realització del pla), realització de l'esquema d'avaluació ex-post i, per últim, fer l'informe anual de tots els projectes ex-post analitzats. Si el projecte costa més de £1M, s'ha d'escriure un esquema ex-post més detallat (Highways Agency, 2014).

A l'hora de realitzar l'esquema d'avaluació ex-post, s'analitzen 4 objectius principals: economia, ambient, societat i comptes públics. Aquests s'avaluen, principalment, analitzant la diferència entre el cas real i el previst (Highways Agency, 2014).

Les conclusions de l'últim report anual fins la data (Highways Agency, 2014), estimen que els costos reals i els beneficis de reducció de temps de viatge són menors que els previstos per un 4% i un 71%, respectivament. En els cas de beneficis d'accidents, els guanys real són majors per un 16%. Amb aquest anàlisi es veu clarament quin és el factor amb més sensibilitat de l'avaluació.

### STRIPE – Escòcia

STRIPE “Scottish Trunk Road Infrastructure Project Evaluation” és una guia de 2005 que avalua projectes majors de £5M. Aquesta es divideix en parts temporals (Transport Scotland, 2016):

- **Avaluació inicial:** 1 any després de l'apertura del projecte. És una primera indicació, a la mesura del possible, de que el projecte funciona segons les previsions i està en curs d'assolir els objectius del projecte. Aquest estudi inicial també proporciona una avaluació de processos que inclou una avaluació del cost projecte real i el previst.
- **Avaluació detallada:** 3 i/o 5 anys després de l'apertura del projecte. En alguns projectes, els impactes tarden més temps en materialitzar-se. És per això, que una segona i/o tercera avaluació són requerides per avaluar els efectes del projecte.

Encara així, des de el moment de la planificació del projecte, ja es té en compte el STRIPE i recollida de dades necessàries per aplicar l'esquema.

### **LOTI – França**

A França, des de 1982, ha sigut obligatori avaluar els projectes d'infraestructures de transport amb costos majors a 83M€. La llei LOTI (“Loi d’Orientation des Transports Intérieurs” – Llei d’Orientació pels Transports Interiors) aclareix que l'estudi ex-post s'ha de realitzar entre 3 i 5 anys després de la posada en marxa de la infraestructura o quan vèries seccions adjacents a la infraestructura es construïran de manera continua (CGPC, 2002). Els propòsits fonamentals d'aquesta llei són:

- Comparar els resultats reals amb els inicialment previstos i explicar les diferències
- Observar els efectes del projecte i quan alguns són negatius donen suggeriments per reduir-los
- Verificar que el propietari compleix les seves obligacions i promeses
- Informar al públic sobre el resultat de l'anàlisi ex post
- Realitzar un feedback per a futures avaluacions ex-ante, especialment pel que fa a afrontar riscos i incerteses

La LOTI també, amb l'últim objectiu, diu que s'ha de fer un estudi conjunt de tots els projectes i així analitzar amb més detall quins són els principals errors de les avaluacions ex-ante. En una col·lecció de 41 estudis ex-post viaris i ferroviaris (SETRA, 2008), es mostra subestimacions en els costos amb una diferència mitja de 10%, Figura 47.

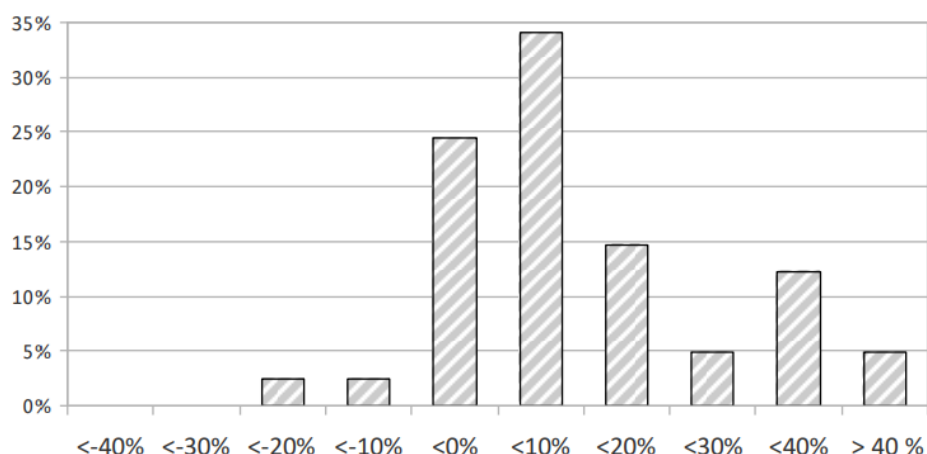


Figura 56. Distribució de la diferència de costos entre previstos i reals. Font: (Meunier, D., Welde, M., 2016)

En quant a estimacions de trànsit, no hi ha una tendència que segueixin les previsions de l'avaluació ex-ante. Encara així, la Figura 48 mostra com hi ha un percentatge de projectes major que subestimen el número de tràfic que circularà en la nova infraestructura. La mitja de la variància entre trànsit previst i real és de +17%. L'informe afirma que aquest error pot ser degut a les hipòtesis oficials de creixement de trànsit, però assegura que en quant a l'estimació de trànsit, no hi ha una tendència fixa per calcular-ho.

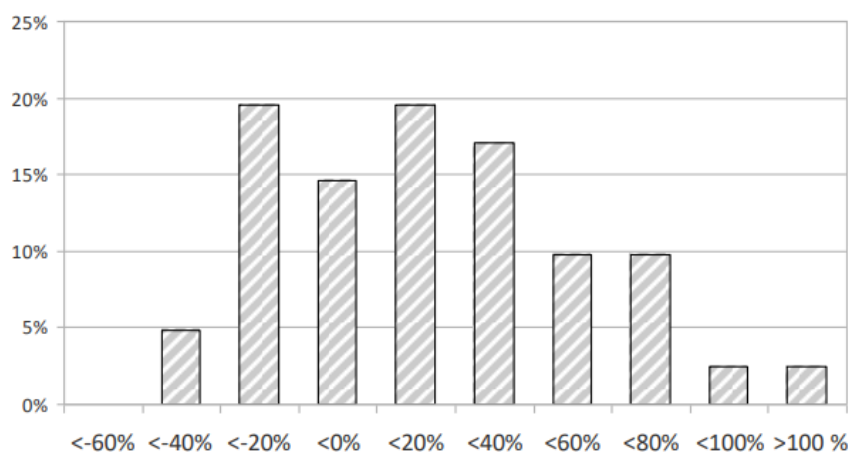


Figura 57. Distribució de la diferència de trànsit entre previst i real. Font: (Meunier, D., Welde, M., 2016)

### “Post opening of monetised impacts of major projects” – Noruega

En aquest país s'avaluen projectes viaris o ferroviaris amb un cost superior a 22M€ i amb una vida operacional de mínim 5 anys (Meunier, D., Welde, M., 2016). L'objectiu principal és, com el de tots els esquemes, determinar si els beneficis dels projectes han superat als costos i analitzar les raons per les desviacions entre les prediccions i els números reals.

Els criteris d'avaluació utilitzats per estudiar els projectes estan orientats cap a un model OECD mesurant tres nivells d'èxit (Meunier, D., Welde, M., 2016). Aquests 6 patrons per avaluar un



pla són: eficiència (financera i de recursos humans i materials), efectivitat (objectius complets), impacte (conseqüències positives i negatives del projecte), rellevància (tant per la constructora com dels usuaris o tercers partits), sostenibilitat i valor econòmic (VAN positiu o negatiu).

Els beneficis del conjunt de projectes analitzats són, a diferència d'altres casos, majors als esperats a l'ex-ante. A Noruega, de 27 projectes analitzats, on la suma total del VAN a l'anàlisi ex-ante és de 170M€, quan es van tornar a estudiar amb l'esquema ex-post, la quantitat total de VAN va augmentar a 700M€ (un 70% major a l'estimat). Segons Kjerkreit i Odeck (2015), aquesta diferència és deguda a una subestimació del trànsit, una menor freqüència d'accidents i una menor severitat d'accidents del que es preveia.

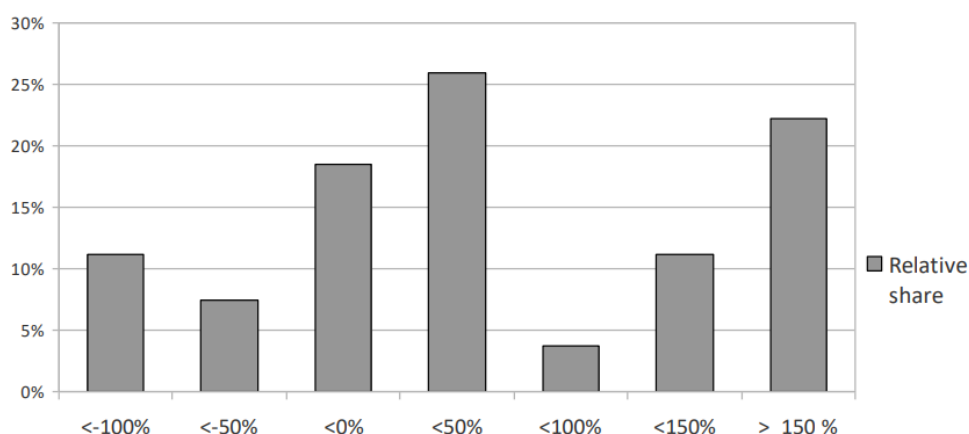


Figura 58. Desviació entre el VAN a l'anàlisi ex-ante i l'ex-post. Font. Meunier, D., Welde, M., 2016

### “Before and After Studies of New Starts Projects” – Estats Units

La llei federal obliga als projectes que reben finançament de la FTA (“Federal Transit Administration” - Administració Federal del Trànsit) a realitzar un estudi abans i després de la construcció analitzant els impactes de l'esquema. En l'avaluació, es compara entre la previsió i la realitat dels costos, nivells de servei, objectius assolits i abast del projecte.

### “The SHRP2 Capacity Program Ex Post Research Project” – Estats Units

El SHRP2 (“Second Strategic Highway Research Program”) té com a objectiu principal crear una base de dades de projectes viaris per ajudar amb qüestions entre la inversió de transport i altres factors influents del desenvolupament econòmic. Al 2012, es van analitzar 100 projectes d'escala local, estatal i federal amb tres passos: una guia per entrevistes i preparació d'informació per cada cas, desenvolupament d'una base de dades de carca (EconWorks Database, abans anomenada TPICS) i, per últim, una eina on-line per a desenvolupar la informació de l'anàlisi d'ex-post (SHRP2, 2012).

La base de dades EconWorks inclou, per a cada projecte estudiat, tot tipus de dades i informació descriptiva. Principalment, es divideixen en sis categories per els diferents requeriments i mètodes de col·lecció de dades: característiques i context, pre/post condicions

econòmiques, impactes econòmics del projecte, localització, narrativa, factors no-transport i recursos consultats (Weisbrod, G., 2015). Aquesta base de dades també ajuda a, amb les resultats de projectes passats, estimar els possibles impactes que tindrà un futur projecte de la seva mateixa escala. És a dir, proporciona una forma d'anàlisi per analogia ja que identifica un rang d'impactes esperats basant-se en experiències anteriors (Fitzroy, S., et al., 2014).

Aquest programa de recerca SHRP2 proporciona una base per a mostrar com es podria utilitzar l'anàlisi ex post en combinació amb els casos múltiples anàlisi per aportar més informació sobre el rendiment de la economia de les infraestructures del transport.

## **ANNEX 5: Actualització factor de correcció preus ombra**

Seguint allò establert a CE (2008) i ADIF (2013) el càlcul del factor de correcció a preus ombra es realitza segons el següent procediment.

El salari ombra ve determinat per la mitja ponderada dels salaris ombra dels diferents grups de treballadors segons la seva situació anterior a la implantació del projecte, sense considerar les retencions a la Seguretat Social ni impostos indirectes o subsidis. Aquest salari ombra es calcula a partir dels salaris a preus de mercat (SF) pels treballadors qualificats i no qualificats que amb anterioritat a la implantació del projecte estaven contractats en activitats similars multiplicats pel percentatge de persones provinent d'altres activitats, computat pel rati entre el nombre de persones procedents d'altres activitats (TA) i el nombre de treballadors totals requerits pel projecte (TT); i el salari de reserva equivalent als beneficis de la prestació d'atur (SR) multiplicat pel percentatge de treballadors provinents de l'atur, com a rati entre el percentatge de desocupats (TD) i el total de treballadors TT.

$$SS = SR \cdot (TD/TT) + SF \cdot (TA/TT)$$

Es recomana relacionar el percentatge de treballadors provinents de l'atur amb el percentatge de desocupats vigent en l'àmbit d'aplicació (p), on ADIF (2013) proposa assumir que es capta el doble de treballadors de l'atur; essent el percentatge de treballadors provinents d'altres sectors la proporció complementària (1-2p). El factor de salari ombra (FSS) s'obté de la divisió entre el salari ombra i el cost laboral total (S).

$$FSS = \frac{SS}{S}$$

El factor de correcció (FC) de la inversió s'obté com la mitja ponderada dels costos laborals i dels materials segons les seves proporcions en la inversió. La proporció dels costos laborals sobre la inversió s'obté a partir del rati entre el cost laboral total i el valor d'inversió bruta necessària per generar un lloc de treball (k), assumit com a 96.000€ segons SEOPAN (2009) actualitzat a 2013 a partir de l'evolució del PIB. El pes dels materials sobre aquesta inversió (o) és el complementari de l'anterior on a més es sostrau el benefici industrial (m), assumit aquest com el 10% segons ADIF (2013), de manera que  $o = 1 - m - n$ . Aquest mateix manual també assumeix que el preu social dels materials equival al 95% del preu de mercat, en descomptar la part de benefici corresponent.

$$FC = n \cdot FSS + o \cdot FM$$

## **ANNEX 6: Recomanacions per la futura integració dels aspectes no monetaris: Anàlisi multi-criteri (AMC)**

L'Anàlisi Multi-Criteri (AMC) contempla la prioritització de les actuacions en base a un conjunt de criteris, que van més enllà de l'eficiència econòmica avaluada amb l'ACB. L'AMC pot incloure l'ACB com una de les seves components, però també permet tenir en compte altres criteris no monetaris que també poden resultar rellevants en la presa de decisions. A aquest conjunt de criteris es valora en base a indicadors i se'ls atorga certa puntuació o valor segons el rang de valors possibles, de manera que es normalitzen les unitats en les que es mesuren els diferents criteris. Una manera de realitzar això és restar al valor de l'indicador el valor mínim possible i dividir el resultat per la diferència entre el valor màxim i el mínim, de manera que obtenim un percentatge d'assoliment per dit indicador.

Posteriorment, cada un dels criteris es pondera amb un pes dins la funció de valor sobre la que es prendrà la decisió, establint la importància relativa per a cada un d'ells. Els criteris i la seva ponderació resulten transparents, oberts i explícits de cara a la seva auditoria; però habitualment es basen en el judici exclusiu de l'avaluador, cosa que fa que el resultat sigui discrecional i altament qüestionable. Per tal de corregir aquest defecte es pot optar per establir les ponderacions en base a les preferències de grups d'experts, als decisors o a una mostra representativa dels afectats a través d'enquestes o *focus groups* a partir de diferents tècniques<sup>16</sup> que haurien de buscar un ampli consens en l'establiment de dites preferències.

En base a la revisió de manuals ACB analitzats podem destacar que la majoria inclou un apartat específic per l'AMC, però gairebé tots ells els mantenen com dues eines aïllades per tal d'evitar una possible doble comptabilització d'impactes. Tots ells consideren l'AMC com una eina de suport a la decisió complementària a l'ACB, de manera que li aporta una major flexibilitat per recollir aspectes que són rellevants pel gestor públic però que no es poden avaluar de manera fiable a nivell monetari.

Els criteris que més es recullen a l'AMC són els aspectes relacionats amb els efectes distributius (equitat), impactes ambientals pels que no hi ha una metodologia de valoració monetària clara (p.e. confort i vibracions), impactes sobre els sectors econòmics i la creació de llocs de treball, urbanisme i impactes sobre la connectivitat/accessibilitat. És important que els indicadors escollits per mesurar l'impacte sobre aquestes qüestions ho facin de manera quantitativa, eliminant així tota subjectivitat en l'anàlisi qualitatiu tal com exposa DGRegio (2014). No obstant, l'elecció de l'indicador pot definir en bona part la visió que es dona sobre l'impacte; tot i que la seva tria sol estar bastant condicionada per la informació disponible. A més d'això, ATM (1998) també exposa que per mantenir la coherència amb l'ACB aquests indicadors s'haurien de poder mesurar de manera temporalitzada i agregar aplicant una taxa de descompte equivalent. Si això no resulta possible per manca d'informació es proposa emprar com a valor de l'indicador contemplant l'impacte a llarg termini.

---

<sup>16</sup> Per exemple comparació per parelles, ranking complet, ranking parcial, Delphi; veure ATM (1998)

## Equitat

Aquest és un aspecte que resulta rellevant per als gestors del transport, tal com mostra per exemple Weinstein & Sciara (2006). Litman (2007) posa de manifest el fet que no existeix una manera única d'avaluar l'equitat degut a la complexitat en la definició del propi concepte i les múltiples facetes que el componen. No obstant existeixen dues components de l'equitat que destaquen per sobre la resta i que han estat àmpliament analitzades, l'equitat vertical i la territorial (horitzontal).

Per una banda, l'**equitat vertical** valora la distribució de costos i beneficis segons els ingressos o renda dels segments d'usuaris als que afecta; considerant que els efectes són regressius si incrementen la desigualtat en els ingressos dels usuaris i progressius si ajuden a corregir-les. Per l'altra, l'**equitat territorial** valora la distribució de costos i beneficis segons els territoris als que afecten, on una distribució desigual pot portar a greuges comparatius que generen fortes oposicions socials.

Entre les tècniques per valorar els efectes sobre l'equitat vertical d'un projecte el més comú ha estat emprar la corba de Lorenz i el coeficient de Gini (com a indicador agregat), tal com es mostra a Fridström et al. (2000) i DGRegio (2003). Tot i això, també existeixen altres mesures de desigualtat com els índex d'Atkinson, Hoover o Theil (veure Atkinson, 1970), però per la seva simplicitat de càlcul el més emprat és el de Gini. Tot i així és necessari disposar de la distribució de la renda per cada origen de desplaçaments i aplicar als diferents segments d'usuaris diferents paràmetres de sensibilitat de la demanda per modelitzar de manera correcta el seu comportament (influència del nivell de renda).

La corba de Lorenz es calcula a partir d'un conjunt de dades  $n$  ordenats segons els ingressos generalitzats  $x$  (renda diària menys cost generalitzat del desplaçament) de manera que  $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$ . La corba ve definida pel conjunt de punts que determina el percentatge de població  $p = i/n$  entre  $L(0) = 0$  i la proporció acumulada d'ingressos generalitzats percebuts  $L(p) = \varphi = S_i/s_n$  on  $s_i = x_1 + \dots + x_i$ . Aquest conjunt de valors ve definit per una distribució  $f(x)$  que es situen entre  $0 < f(x) < 1$  amb mitja  $\mu$ ; de manera que l'expressió de la corba es defineix com:

$$L(p) = \frac{1}{\mu} \int_0^p x \cdot f(x) \cdot dx$$

El coeficient de Gini es mesura per l'àrea entre la corba de Lorenz i la recta de distribució perfectament equitativa (recta a 45°). Aquest coeficient es situa entre  $0 \leq G \leq 1$ , on  $G = 0$  representa una distribució perfectament equitativa i  $G = 1$  una distribució on els beneficis estan totalment concentrats (desigualtat absoluta); veure Gini (1912). El seu càlcul es realitza a partir de la següents expressions segons si fem una aproximació continua o discreta.

$$G = 1 - 2 \int_0^1 L(p) \cdot dp$$

$$G = 1 - \sum_{k=1}^n (p_k - p_{k-1}) \cdot (\varphi_k + \varphi_{k-1})$$

No obstant, en tant que l'ACB es basa en el diferencial entre la situació amb projecte i el cas base, el més indicat és expressar tant la corba de Lorenz com el coeficient de Gini en termes de la diferència entre la corba i coeficients obtinguts amb el projecte i els obtinguts pel cas base, tal com es mostra a la Figura 59. En aquest cas es mostren dues situacions diferents on la representació gràfica complementa la informació proporcionada pel coeficient de Gini, ja que en ambdues el diferencial de Gini pot ser igual però les situacions són significativament diferents. En el cas (a) la situació amb projecte  $L_2(p)$  es més igualitària per tot el rang de rendes que no pas el cas base  $L_1(p)$ . En canvi, a la situació (b) les corbes es creuen i tenim una major proporció d'ingressos generalitzats per les rendes baixes però menor per les rendes mitges i altes.

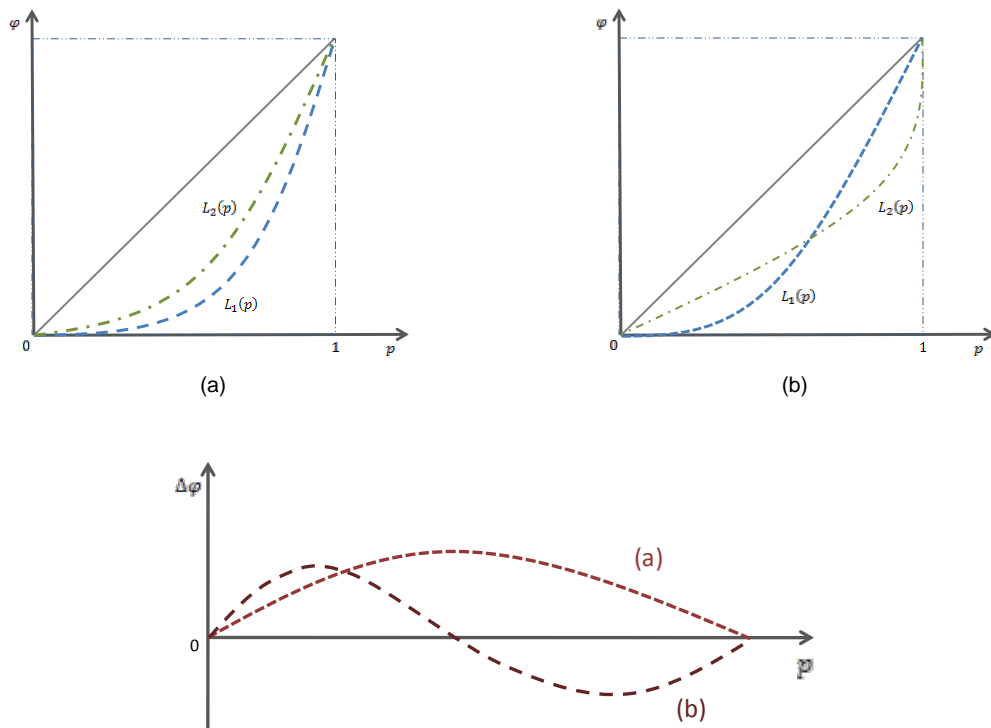


Figura 59. Exemples de representació de corba de Lorenz i diferència entre projecte i cas base.

Pel que fa a l'equitat territorial l'enfocament emprat a la literatura es centra només en la distribució espacial de la nova accessibilitat, a partir del còmput del cost generalitzat del desplaçament. Això reflexa només una component dels costos i beneficis derivats de la implantació del projecte, que a més ja pot quedar recollida en l'apartat B.1.2.2. Per contemplar l'equitat territorial en el seu conjunt caldria especificar la matriu agents-impactes amb un segment d'usuaris per cada municipi o regió d'interès per poder valorar els que en surten beneficiats i perjudicats considerant totes les components incloses les externalitats.

### Qualitat i comoditat del servei



Tal com s'ha especificat a l'apartat B.1.2.2, una altra component dels beneficis derivats de la implantació del projecte resulta la millora de **qualitat del servei**. Aquesta resulta complexa de mesurar ja que depèn de la percepció subjectiva dels usuaris en relació a les seves preferències i al nivell previ a la implantació del projecte. Actualment no es disposa de valoracions de la disposició a pagar dels usuaris per aquests conceptes, de manera que només podem aproximar la valoració que fan els usuaris a partir de les enquestes de qualitat percebuda. És per això que es valora oportú incloure aquest concepte només dins l'AMC.

Les enquestes de qualitat percebuda permeten disposar de la valoració dels usuaris en front les característiques actuals del servei a través de l'índex de satisfacció del client (ISC) que pondera els diversos atributs valorats; però no permeten conèixer com es modificarà la percepció dels usuaris en front als canvis introduïts pel projecte. A tal efecte es poden suposar relacions lineals entre els canvis en els atributs i les seves valoracions, per obtenir una aproximació a la valoració de la nova situació; o bé establir relacions funcionals (*quality performance functions*) en base a l'històric d'enquestes disponibles.

### **Impactes macroeconòmics**

La majoria d'avaluacions de l'impacte macroeconòmic es centren en valorar els canvis en el producte interior brut (PIB), producció, consum o mercat de treball, com a mesura del benestar social. La inversió en infraestructures té un impacte directe sobre el creixement per l'efecte demanda de la despesa realitzada (curt termini), però també un efecte d'oferta que es dona quan la infraestructura entra en funcionament. Per valorar l'impacte a curt termini de la inversió en infraestructures la tècnica més imposada ha estat el càlcul de multiplicadors a partir de taules input-output (TIO) estàtiques. Aquestes TIO defineixen les relacions de comerç entre sectors i regions en base a la distribució d'activitat econòmica actual; mentre que per valorar els efectes d'oferta cal aplicar altres metodologies. En aquest sentit, els plantejaments més generalistes avaluen l'impacte del capital públic (dotació d'infraestructures) sobre el PIB amb models econòmics (funcions de producció), on l'exponent clàssic és Aschauer (1989) que troba una relació altament positiva entre el creixement i la inversió pública en infraestructures; però aquestes conclusions han estat àmpliament discutits un cop es prenen en consideració els problemes d'endogeneïtat i errors de mesura, veure Garcia-Milà (1996) i Gramlich (1994). Potser un dels aspectes més rellevants d'aquest debat és que els impactes depenen en bona mesura de l'eficiència econòmica de la infraestructura en la que s'inverteix, com destaquen per exemple Moreno & López-Bazo (2007). De manera que traslladar de manera directa elasticitats del PIB a la inversió d'altres estudis resulta molt poc recomanable. Es per això que en l'última dècada s'estan imposant altres aproximacions a la valoració d'aquests efectes d'oferta.

A nivell teòric la provisió d'infraestructures afecta a la productivitat agregada a través de l'increment en el nombre i varietat d'establiment d'activitat econòmica en una regió, degut als canvis en l'accessibilitat de les diferents localitzacions per les empreses. Quan augmenta la provisió d'infraestructures en una regió el preu d'aquest capital i del factor treball incrementen si són mòbils; però el retorn marginal pel capital i el factor treball es veu incrementat per totes les regions si el seu volum total es manté constant; cosa que suggereix la presència de "*spillovers*" entre regions. Moreno & López-Bazo (2007) mostren com les infraestructures de mobilitat generen tant *spillovers* positius com negatius. Els *spillover* negatius es donen en tant que la

millora de les mateixes fa relativament més atractiu per les empreses localitzar-se en la regió amb major dotació (menors costos de transport). En canvi, els positius es deuen a l'augment de la connectivitat de la xarxa que aporta beneficis additius.

Això aporta una reflexió important, l'impacte d'una infraestructura sobre el creixement econòmic depèn tant de les característiques de la pròpia infraestructura com de les característiques econòmiques dels territoris que connecta i de la xarxa sobre la que s'implanta; és a dir, la pròpia infraestructura condiona les relacions econòmiques.

Els canvis en el cost generalitzat del desplaçament indueixen canvis en les relacions de comerç al fer comparativament més competitiu l'adquisició del producte a altres regions. Aplicar directament els coeficients multiplicadors extrets de les TIO per valorar els efectes d'oferta no resulta possible ja que la infraestructura provoca canvis en les relacions comercials entre regions. És per això que cal optar pels denominats random utility-based multiregional input-output models (RUBMRIO), que inclouen una component dinàmica fins trobar una nova situació d'equilibri, incloent tant canvis en les relacions comercials com en els coeficients tècnics de les TIO a partir dels canvis en els preus relatius; veure Huang & Kockelman (2008). Així mateix, també cal contemplar que els impactes a llarg termini requereixen disposar d'informació sobre la potencial relocalització de les empreses, que presenta importants complexitats en la seva modelització al tractar-se de decisions que només es poden prendre dins determinades finestres temporals i que estan condicionades a les inversions realitzades en la localització actual. No obstant, diversos estudis han destacat la seva rellevància en vers a modificacions en el cost generalitzat del desplaçament; com per exemple Tillema et al. (2008).

## Urbanisme

Pocs manuals fan referència als impactes urbanístics i no sempre ho fan en el mateix sentit. A MAIT (2010) es planteja la inclusió a l'AMC de valoracions subjectives sobre aspectes territorials com l'equilibri entre la població i l'activitat econòmica en el territori, el reforç de l'estructura nodal del territori (evitar dispersió); així com aspectes relatius a l'atractivitat del territori i la seva connectivitat. En canvi, a FMTBH (2003) es planteja l'impacte de la reducció de trànsit i l'alliberament d'espai per altres usos segons les característiques de l'entorn.

Tal com s'ha destacat a DGRegio (2014) i comentat amb anterioritat la inclusió de criteris subjectius ha de quedar fora de l'AMC; i a més, cal tenir en compte no incloure criteris redundants com poden ser els relatius als efectes dels canvis en l'accessibilitat. En aquest sentit és rellevant destacar que els canvis en l'accessibilitat provoquen la relocalització de residents i activitat econòmica (decisiones a llarg termini). De cara a l'aplicació del present manual, si es valora necessari incloure aspectes relatius a la distribució territorial i es recomana emprar indicadors mesurables com la variació en el rati de llocs de treball per nombre d'habitants o índex d'autocontenció de desplaçaments per valorar l'equilibri d'activitats; així com els canvis en la densitat de població en relació a l'estructura nodal.

De la mateixa manera que en el l'apartat anterior cal destacar que requereixen de models específics capaços de capturar l'efecte endogen que provoca la provisió d'infraestructures sobre les potencials relocalitzacions; veure Prillwitz & Lanzendorf (2007), Tillema et al. (2008) i Tillema et al. (2010).

## **Connectivitat/Accessibilitat**

Diversos manuals recullen els canvis en la connectivitat o accessibilitat introduïts pel projecte, com a mesura de les potencials millores en la xarxa i serveis de transport als diferents territoris; tal com es pot veure a ATM (1998), FMTBH (2003), MAIT (2010) i ADIF (2013).

ATM (1998) proposa mesurar l'increment d'accessibilitat potencial dins cert àmbit de destí a partir de la diferència entre la població servida dins la isòcrona de 30 minuts de viatge amb i sense projecte sobre la població total de la mateixa. Així mateix, ATM (1998) també proposa considerar la millora en l'oferta de transport públic a cert àmbit d'origen a partir del rati entre la diferència de població servida a menys de 500m d'una estació amb i sense projecte respecte del total de població de l'àmbit.

En el cas d'ADIF (2013) es valora l'accessibilitat a partir del temps mig de desplaçament, sense contemplar la seva territorialització. Això pot comportar integrar dues vegades en l'anàlisi el mateix concepte ja que els estalvis de temps ja queden recollits dins l'ACB. Així doncs, cal excloure aquest tipus de mesures de l'anàlisi per evitar una possible doble comptabilització i s'integren ambdues avaluacions.

### **Objectius estratègics (grau de compliment)**

Tal com s'ha comentat en anteriors apartats la tria de les alternatives viables a cada projecte ha de prendre en consideració la contribució de cada una d'elles a la consecució dels objectius estratègics; veure apartat B.1.1.1. Això mateix també aplica a la prioritització dels projectes, on a més de les restriccions pressupostàries també cal tenir en compte les prioritats polítiques i estratègiques que estableixen aquests objectius.

L'AMC permet integrar aquestes contribucions a nivell de projecte a través del còmput del grau d'assoliment dels objectius, definit com el rati entre la variació que introdueix el projecte en cert indicador respecte del valor objectiu del mateix. Els possibles indicadors de referència a considerar en funció dels objectius establerts per ATM (2013) són el repartiment modal, el nombre de veh-km per cada mode, nivell d'accidentalitat i el consum energètic. Es valora important no incloure indicadors que ja quedin recollits en l'ACB o sota altres conceptes de l'AMC; com són per exemple el nivells d'emissions i el temps mig de desplaçament.

## **ANNEX 7: Aplicació a casos pràctics d'avaluació ex-ante**

En aquest capítol es mostren diverses aplicacions pràctiques de la metodologia descrita al present manual a casos concrets d'actuacions en marxa per part de la Generalitat de Catalunya. Aquests casos inclouen diverses tipologies d'actuació amb una ampliació de carretera, perllongament d'una línia de ferrocarril i una nova estació d'alta velocitat; en concret:

- 1) Ampliació de la carretera C-16 entre Berga i Bagà
- 2) Perllongament ferroviari L8 Plaça Espanya – Gràcia
- 3) Nova estació Alta Velocitat Aeroport de Girona

Cada cas concret es discuteix en els següents apartats, amb una estructura comú per tots ells seguint l'establert a l'apartat A.4. Primer es defineix la situació actual pel que motiva la realització del projecte pel cas analitzat, i s'estableixen els objectius que es volen assolir al portar-lo a terme. En segon lloc, es realitza la definició del conjunt d'alternatives considerades i cas base de referència, aportant un mínim conjunt d'indicadors que permeten valorar el grau d'assoliment dels objectius del projecte per cada una d'elles. En tercer lloc, es mostra una breu descripció dels aspectes particulars de l'avaluació, destacant els paràmetres de referència i aquells termes o hipòtesis que no es reflecteixen a les fitxes del manual de manera específica. En quart lloc es mostra un resum de les matrius agents-impactes amb el diferencial de cada una de les alternatives respecte del cas base, particularitzat tant per impactes com per agents. Per últim, es realitza un anàlisi de sensibilitat de les principals variables per detectar aquelles que resulten rellevants o crítiques pel projecte, procedint a l'anàlisi de risc per aquestes últimes.

#### ADVERTÈNCIA:

Els resultats presentats en aquest capítol són un exercici teòric d'aplicació de la metodologia del present manual i en cap cas han d'esser considerats vàlids com a avaluació definitiva de les actuacions descrites. El valor d'aquest apartat és de caràcter instructiu, ja que la limitació en les dades i models de demanda disponibles fan que els resultats siguin només una primera aproximació a l'avaluació d'actuacions que actualment estan en fase de planificació.

**Els costos de referència utilitzats són els del Manual de 2015**

## CAS PRÀCTIC 1: C-16 BERGA - BAGÀ

## Definició de la situació actual

En aquest cas d'estudi s'analitzen les diverses alternatives relatives a la millora de la carretera C-16, en el tram d'aproximadament 20 km de longitud que comença a Berga (PK 97) i acaba a Bagà (concessió del Túnel del Cadí), passant pels municipis de Cercs i Guardiola de Berguedà.

Aquesta infraestructura, segons l'estudi de trànsit ET-NB-01134 realitzat per GISA, presenta una gran variació estacional i setmanal de la seva demanda. Experimenta un gran augment de trànsit relacionat amb les activitats del sector turístic, cosa que provoca que aquestes vies presenten un nivell de servei molt deficient de manera sistemàtica en certs períodes. A més, aquest tram de la C-16 és un dels trams amb majors índex d'accidentalitat de la xarxa catalana, segons l'Anuari Estadístic d'Accidents de Trànsit a Catalunya 2013. Per tant, l'objectiu principal d'aquesta actuació serà **millorar el nivell de servei i seguretat de la via**. Per a això, s'empraran com a indicadors el temps de desplaçament en hora punta en el sentit de màxima demanda, els veh-km en la via i els nivells d'accidentalitat per realitzar una primera valoració sobre el grau de compliment dels objectius per a les diferents alternatives proposades.

## Alternatives i cas base

Una vegada realitzat un primer cribratge de les alternatives segons els indicadors comentats, s'han escollit les alternatives més rellevants. El cas base de referència amb el qual s'han comparat les alternatives ha estat el cas de "fer el mínim", considerant una evolució natural de la situació actual sense projecte, que tindrà en compte la política de manteniment implantada i l'augment tendencial de la demanda de la via existent. És a dir, mantenir la via en les seves característiques funcionals actuals realitzant el manteniment previst mentre la demanda va evolucionant segons les previsions.

Una vegada escollit el cas base, s'han formulat per començar tres alternatives constructives d'ampliació de la capacitat (plantejades en l'estudi AE-NB-01134):

1. Mantenir la via existent amb un carril per a cada sentit i la construcció d'una autovia de diferent traçat amb dos carrils per sentit, amb les implicacions en repartiment de trànsit i canvis en costos que això suposa.
2. Mantenir la via existent amb dos carrils ascendents i l'autovia de nova construcció amb dos carrils descendents.
3. Construcció d'un tercer carril de la carretera actual amb una barrera mòbil que alterna el sentit del nou carril segons la demanda.

Cal destacar que no han passat el procés de cribratge les alternatives de millora, dels colls d'ampolla, ni les de regulació a través de peatges i millores en la connexió ferroviària, ja que de manera clara no permeten assolir els objectius marcats per resoldre la situació actual. En relació als colls d'ampolla cal destacar que la infraestructura actual ja disposa d'unes característiques de disseny adients i resta poc marge de millora amb actuacions puntuals; on múltiples accions en termes de seguretat viària ja han estat implantades (segregació de sentits en algun tram). En relació a la regulació a través de peatge cal destacar que aquest corredor ja disposa de múltiples peatges implantats (fins i tot aplicant mesures de tarificació variable en hora/dia punta/vall). Quant a les millores en la connexió ferroviària, aquestes queden

descartades pel seu cost prohibitiu per ser competitives en temps de desplaçament respecte del vehicle privat.

	Descripció	Inversió	Indicadors			
			TempsHP Dv (min)	TempsHP Dg (min)	Vkm	Accidents
<b>A0</b>	"Fer el mínim" – Evolució situació actual	-	26,5	32,6	103,35M	IP1 = 2,6 IP2 = 13,3 IP3 = 91,3
<b>A1</b>	Construcció d'una autovia 2+2	380,67M€	11,8	11,8	97,1M	IP1 = 0,2 IP2 = 0,9 IP3 = 11,7
<b>A2</b>	Construcció d'una calçada de l'autovia	274,84M€	18,7	11,7	102,74M	IP1 = 0,2 IP2 = 0,9 IP3 = 11,7
<b>A3</b>	Ampliació a un tercer carril de la calçada actual	79,65M€	19,6	21,4	105,49M	IP1 = 0,2 IP2 = 0,9 IP3 = 5,8

**Taula 56. Resum d'alternatives considerades i indicadors dels resultats esperats. IP1, IP2 i IP3 es refereixen a l'índex de Perillositat d'accidents amb morts, ferits greus i ferits lleus respectivament per cada 10<sup>8</sup> veh-km.**

### Avaluació d'impactes

L'anàlisi de la demanda es basa en l'estudi de trànsit ET-NB-01134. S'ha dividit la carretera en tres trams amb característiques similars. S'ha considerat com a primer tram la carretera entre Berga i l'enllaç de La Nou de Berguedà (BV-4022), incloent la localitat de Cercs, de 10,75 km de longitud. Després, el segon tram d'estudi s'ha considerat entre l'enllaç amb la BV-4022 i l'enllaç amb la B-400, de 5,48 km de recorregut. Finalment, el tercer tram d'estudi ha estat entre l'enllaç amb la B-400 i Bagà, incloent Guardiola de Berguedà, de 5,39 km. Aquestes longituds varien en la carretera de nou traçat de les alternatives A1 i A2, essent de 9,73 km, de 5,51 km i de 4,23 km respectivament per ambdues.

Els criteris més rellevants seguits en el projecte es mostren en la següent taula, on cal destacar l'ús dels valors de referència del VdT de l'estudi EI-NB-01134 per assegurar-ne la major comparabilitat possible.

Criteris del projecte	
Horitzó temporal d'avaluació	30
Taxa de descompte	3%
VdT	9 €/h usuaris turismes
	18,3 €/h usuaris camions

**Taula 57. Paràmetres bàsics de l'avaluació del projecte**

Al no disposar de cert grau de detall per a molts dels càlculs a realitzar en relació als costos, s'han utilitzat els costos unitaris de referència establerts a DGIMT (2014) i DGMOVE (2014) indicats al manual ACB.

El càlcul de la demanda de trànsit es basa en l'estudi de trànsit ET-NB-01134. Es marca l'any 2010 com a referència i es considera la interacció d'altres actuacions de l'Eix del Llobregat (túnel de Toses i el desdoblament de la carretera entre Sallent i Berga). Una vegada estimat el trànsit amb la demanda captada per aquestes actuacions pel 2010, s'ha calculat el trànsit des del 2011 (posada en funcionament del desdoblament) fins al 2041 (per a un horitzó de 30 anys), suposant que l'obra d'estudi suposaria un 1% d'increment per la demanda captada del trànsit de pas i un 12% d'increment acumulat per la demanda induïda del trànsit local. A més d'aquests increments, s'ha suposat un increment tendencial decreixent entre 2,4% i 1,32%, tant en el cas base com per l'alternativa. L'estudi de trànsit també estableix un model d'elecció de ruta en funció del diferencial de costos per la demanda captada i un increment de la demanda induïda proporcional a l'elasticitat de la demanda (no definida) en relació als estalvis de costos generalitzats en desdoblant la carretera. Les IMD obtingudes en aquest estudi es mostren a la Taula 58.

Any	Creixement acumulat			IMD total Alternatives (tendencial + captat + induït)		
	Tend (%)	Captat (%)	Induït (%)	TRAM1	TRAM2	TRAM3
2010	0,00%	0,0%	0,0%	14.098	10.968	7.139
2011	2,40%	1,0%	4,8%	14.601	11.436	7.443
2012	2,40%	0,0%	8,4%	15.007	11.931	7.763
2013	2,40%	0,0%	10,8%	15.442	12.511	8.139
2014	2,40%	0,0%	12,0%	15.897	13.146	8.549
2015	2,40%	0,0%	0,0%	16.278	13.461	8.754
2016	2,30%	0,0%	0,0%	16.653	13.771	8.955
2017	2,30%	0,0%	0,0%	17.036	14.087	9.161
2018	2,20%	0,0%	0,0%	17.410	14.397	9.363
2019	2,20%	0,0%	0,0%	17.793	14.714	9.569
2020	2,10%	0,0%	0,0%	18.167	15.023	9.770
2021	2,01%	0,0%	0,0%	18.532	15.325	9.966
2022	2,01%	0,0%	0,0%	18.905	15.633	10.167
2023	1,92%	0,0%	0,0%	19.268	15.933	10.362
2024	1,86%	0,0%	0,0%	19.626	16.230	10.555
2025	1,86%	0,0%	0,0%	19.991	16.531	10.751
2026	1,86%	0,0%	0,0%	20.363	16.839	10.951
2027	1,86%	0,0%	0,0%	20.742	17.152	11.155
2028	1,86%	0,0%	0,0%	21.128	17.471	11.362
2029	1,77%	0,0%	0,0%	21.502	17.780	11.563
2030	1,69%	0,0%	0,0%	21.865	18.081	11.759
2031	1,62%	0,0%	0,0%	22.219	18.374	11.949
2032	1,56%	0,0%	0,0%	22.566	18.660	12.135
2033	1,51%	0,0%	0,0%	22.907	18.942	12.319
2034	1,47%	0,0%	0,0%	23.243	19.221	12.500
2035	1,44%	0,0%	0,0%	23.578	19.497	12.680
2036	1,41%	0,0%	0,0%	23.910	19.772	12.859
2037	1,38%	0,0%	0,0%	24.240	20.045	13.036
2038	1,36%	0,0%	0,0%	24.570	20.318	13.213
2039	1,34%	0,0%	0,0%	24.899	20.590	13.390
2040	1,33%	0,0%	0,0%	25.230	20.864	13.568
2041	1,32%	0,0%	0,0%	25.563	21.139	13.748

Taula 58. Evolució temporal de la demanda segons dades ET-NB-01134

Una vegada obtinguda la IMD de cada escenari, s'han pogut obtenir els vehicles totals anuals del tram de carretera estudiat, els km totals recorreguts per aquests vehicles i les hores estalviades per cada usuari en cada cas.

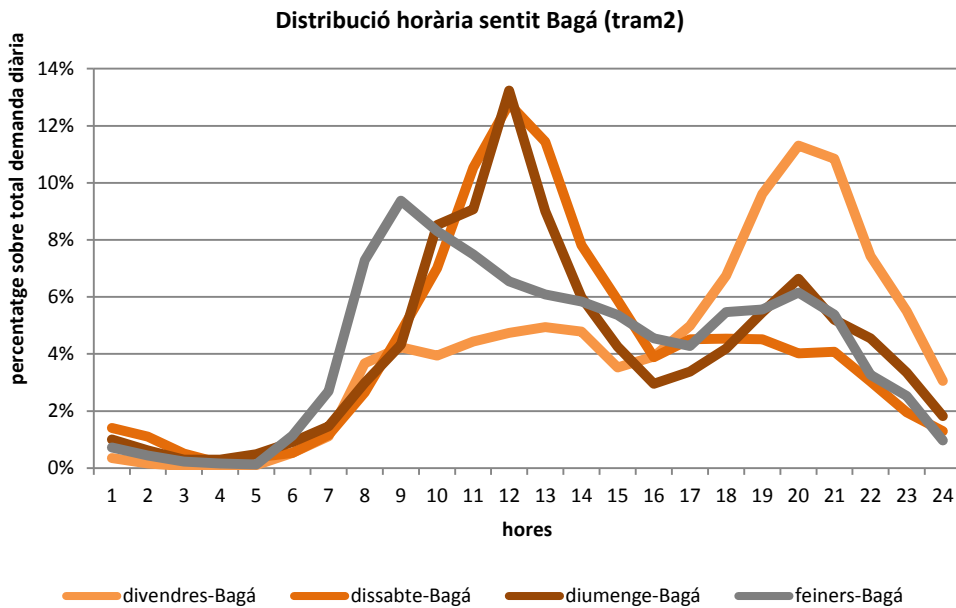
Per al càlcul del temps estalviat s'ha simulat la congestió que sofririen les vies amb la funció BPR, ajustada a partir de dades de flux i velocitat mitjana en dos punts de la via. S'ha considerat, per començar, la distribució horària corresponent als dies feiners, als divendres, als



dissabtes i als diumenges, ja que presenten distribucions força diferents. En la simulació d'aquests dies s'ha considerat la asimetria dels carrils ascendent i descendent, i s'ha mantingut la separació dels tres trams amb les seves demandes corresponents. Tot això s'ha basat en els aforaments de trànsit del estudi ET-NB-01134, obtenint les distribucions horàries que es mostren a la Figura 60. Distribució horària de la demanda en sentit Bagà (Nord) i Berga (Sud) segons aforament

Tots aquests càlculs de les diferents demandes s'han dividit entre turismes i camions, per poder després calcular els costos per a cada tipus de vehicle. Per a això, s'ha considerat la mateixa proporció entre vehicles lleugers (94,59% dels vehicles totals) i pesats (5,41% dels vehicles totals) que l'any de referència, constant per tot l'horitzó temporal del projecte. El repartiment de trànsit entre la carretera antiga i la carretera nova en l'alternativa1 s'ha considerat la proporció obtinguda en el model simulat en l'estudi de trànsit ET-NB-01134, un 98% del trànsit per la nova via i el 2% restant per la via antiga.

Una vegada estimades les demandes, s'ha pogut procedir a realitzar els càlculs dels costos. A més dels criteris i costos de referència exposats en el manual, s'han tingut en compte certes suposicions a l'hora de realitzar aquests càlculs segons la Taula 59.



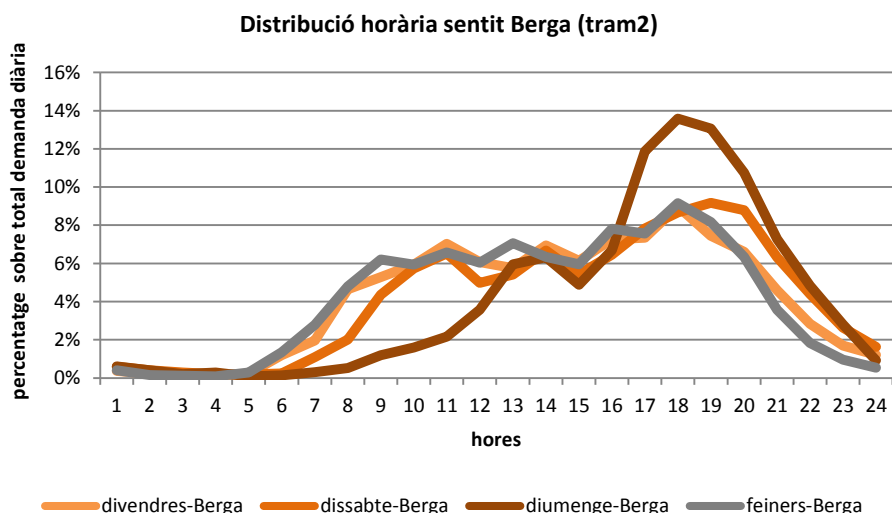


Figura 60. Distribució horària de la demanda en sentit Bagà (Nord) i Berga (Sud) segons aforament manual C-16 PK 105+710

Impacte	Hipòtesis
Planificació	Redacció del projecte s'ha considerat el 0,2% del PEM de l'obra civil.
Expropiacions	Cost d'oportunitat social de l'ocupació del terreny segons EI-NB-01134. Per l'alternativa 3 s'ha calculat l'ocupació a partir d'ampliació de 3,5m per tota la longitud.
Operativa	No canvis en serveis de transport públic. Només consum carburant per increments o reduccions de distància recorreguda.
Accidentalitat	Índex d'accidentalitat de la via actual segons l'Anuari Estadístic d'Accidents de Trànsit a Catalunya 2013. Per la nova via s'assumeix els índex del tram Gironella-Berga que presenta característiques similars en les alternatives 1 i 2, i es considera una reducció dels accidents del 86% en el cas de l'alternativa 3 segons la Guia d'avaluació de l'impacte en la seguretat viària de la Generalitat.
Operativa	No es contemplen canvis en el material mòbil, manteniment de vehicles ni costos fixos (no augment de flota). Tampoc es consideren canvis en les subvencions o tarifes respecte el cas base.
Fiabilitat	No inclosa per limitacions del model de demanda (necessari model de congestió detallat).
Vibracions	No es disposa de mesures correctores, s'assumeix que no hi ha impacte.
Paisatge	No es disposa d'informació per calcular aquest impacte.
Efecte barrera	Manquen dades sobre els fluxos en les interseccions que queden tallades.
Ecosistemes Contaminació sòl/aigua	El cost s'imputa en el moment de l'ocupació del sòl, que és quan la societat en rep l'impacte.

Taula 59. Hipòtesis i aspectes concrets de l'avaluació no especificats al manual

A continuació s'exposa un resum de les matrius d'agents-impactes pel conjunt d'alternatives analitzades. A la Taula 61 s'indica el VPN per cada un dels impactes, mentre que a la Taula 62 es mostra el canvi en el benefici social experimentat per cada un dels agents. Els valors exposats en aquestes taules són en milions d'euros (M€). Per totes dues es mostren els indicadors de rendibilitat absoluta (VANs) i relativa (VANs/Inversió i TIR) per cada una de les alternatives (Taula 60). El detall de les matrius completes d'agents-impactes per cada una de les alternatives es mostren a la Taula 63 (Alternativa 1), Taula 64 (Alternativa 2) i Taula 65 (Alternativa 3).

	A1	A2	A3
<b>VAN (M€)</b>	<b>22,86</b>	<b>1,92</b>	<b>138,34</b>
<b>VAN/inversió</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>1,81</b>
<b>TIR</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>10%</b>

Taula 60. Indicadors de rendibilitat absoluta i relativa per cada una de les alternatives

				A1	A2	A3
<b>IMPACTES</b>	<b>Actius</b>	<b>Invers.</b>	Planificació	-805.258	-584.937	-170.142
			Obra civil	-326.561.186	-237.212.906	-69.790.966
			Material mòbil	0	0	0
			Expropiacions	-51.682.626	-25.841.313	0
		Manteniment Infr.	-24.470.696	-12.235.348	-13.586.452	
		Manteniment Veh.	-	-	-	
		<b>Operativa</b>	<b>Direct.</b>	Oper.pers.	9.368.494	3.336.750
	Oper.veh.			1.253.235	639.405	0
	Oper.equip.			-	-	-
	Cànon			-	-	-
	<b>Ind.</b>		Subvenc.	-	-	-
			Impostos	0	0	0
			Overheads	-	-	-
	<b>Usuaris</b>	Temps		191.456.117	68.190.367	22.378.784
		Tarifes		-	-	-
		Impostos		0	0	-
		Cost.op.veh		58.216.941	31.401.330	-
		Fiabilitat		-	-	-
		Confort		-	-	-
	<b>Externalitats</b>	Pol·lució		1.461.354	884.408	-244.900
		Canvi climàtic		1.117.134	676.087	-187.214
		Soroll		19.952	12.075	-3.344
		Vibracions		-	-	-
		Accidents		179.537.356	180.681.017	200.653.402
		Paisatge		-	-	-
		Efecte barrera		-	-	-
		Ecosistemes		-11.180.919	-5.590.461	-1.176.926
Contam. sòl/aigua		-4.871.587	-2.435.794	-512.793		

Taula 61. Resum del valor present net associat a cada impacte per les diferents alternatives en M€

Els impactes més rellevants, a més de la inversió en l'obra civil, han estat l'estalvi en temps i l'estalvi en l'accidentalitat que han suposat les actuacions. S'ha de destacar que en la tercera alternativa la inversió seria molt petita en proporció als beneficis que s'obtidrien, donant com resultat un VANs molt major.

		A1	A2	A3	
<b>AGENTS</b>	Administració		-398.062.422	-279.719.246	-91.306.311
	Contractistes	Infraestructura/ Consultoria	29.489.379	20.972.153	6.979.202
		Concessionaris	-	-	-
	Operadors	Taxi	-	-	-
		Bus Urbà	-	-	-
		Bus Interurbà	-	-	-
		Tramvia	-	-	-
		Metro	-	-	-
		Rodalies	-	-	-
		FGC	-	-	-
		Mitja distància	-	-	-
		Llarga distància	-	-	-
		Avió	-	-	-
		Mercaderia Carretera	11.358.926	4.352.276	982.647
		Mercaderia Ferrocarril	-	-	-
		Mercaderia Avió	-	-	-
		Asseguradores		-	-
	Usuaris Beneficiats	Turismes	258.265.965	104.226.579	20.081.687
		Motos	-	-	-
		Bicicleta	-	-	-
		Vianants	-	-	-
		Taxi	-	-	-
		Bus Urbà	-	-	-
		Bus Interurbà	-	-	-
		Tramvia	-	-	-
		Metro	-	-	-
		Rodalies/FGC	-	-	-
		Mitja distància	-	-	-
		Llarga distància	-	-	-
		Avió	-	-	-
		Mercaderia Carretera	21.900.377	7.800.231	2.297.097
		Mercaderia Ferrocarril	-	-	-
Usuaris Perjudicats		Turismes	0	-	-
	Motos	-	-	-	
	Bicicleta	-	-	-	
	Vianants	-	-	-	
	Taxi	-	-	-	
	Bus Urbà	-	-	-	
	Bus Interurbà	-	-	-	

	Tramvia	-	-	-
	Metro	-	-	-
	Rodalies/FGC	-	-	-
	Mitja distància	-	-	-
	Llarga distància	-	-	-
	Avió	-	-	-
	Mercaderia Carretera	0		
	Mercaderia Ferrocarril	-	-	-
	No Usuaris (Societat)	121.806.464	152.088.920	199.307.776

**Taula 62. Resum del valor present net associat a cada agent per les diferents alternatives en M€**

Quant als agents implicats, com era d'esperar l'administració assumeix un gran cost, mentre que els usuaris reben grans beneficis, sobretot en el cas dels vehicles privats, on el temps estalviat té un gran pes. La societat en el seu conjunt també resulta beneficiada amb aquestes actuacions per la reducció de les externalitats que suposa, sobretot en l'accidentalitat.

			AGENTS						SUMATORI ACB	
			Administració	Contractistes		Operadors	Usuaris			No usuaris (societat)
				Infraestructura	Enginy./Consult.	Mercad. carret.	Turismes	Mercad. carret.		
Actius	Invers.	1. Planificació	-860.162,12		54.903,96					-805.258,15
		2. Obra civil	-354.013.168,43	27.451.982,46	0,00					-326.561.185,97
		3. Material mòbil	0,00			0,00				0,00
		4. Expropiacions	-7.405.800,00						-44.276.825,60	-51.682.625,60
	5. Manteniment Infr.	-26.453.188,46	1.982.492,93						-24.470.695,53	
	6. Manteniment Veh.	0,00			0,00				0,00	
Operativa	Direct.	7. Oper.pers.			9.368.494,49				9.368.494,49	
		8. Oper.veh.			1.253.234,74				1.253.234,74	
		9. Oper.equip.							0,00	
	Ind.	10. Cànon							0,00	
		11. Subvenc.	0,00			0,00			0,00	
		12. Impostos	-737.196,90			737.196,90			0,00	
		13. Overheads			0,00			0,00		
Usuaris		14. Temps				191.456.117,36	0,00		191.456.117,36	
		15. Tarifes	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	
		16. Impostos	-8.592.906,40		0,00	8.592.906,40	0,00	0,00	0,00	
		17. Cost.op.veh				58.216.940,87			58.216.940,87	
		18. Fiabilitat				0,00	0,00		0,00	
	19. Confort							0,00		
Extemalitats		20. Pol·lució						1.461.354,10	1.461.354,10	
		21. Canvi climàtic						1.117.134,43	1.117.134,43	
		22. Soroll						19.951,57	19.951,57	
		23. Vibracions							0,00	
		24. Accidents	0,00		0,00	0,00	0,00	179.537.355,93	179.537.355,93	
		25. Paisatge						0,00	0,00	
		26. Efecte barrera							0,00	
		27. Ecosistemes						-11.180.919,48	-11.180.919,48	
		28. Contam. sòl/aigua						-4.871.586,64	-4.871.586,64	
<b>SUMATORI AGENTS</b>			-398.062.422,31	29.434.475,39	54.903,96	11.358.926,13	258.265.964,63	0,00	121.806.464,31	<b>22.858.312,12</b>

Taula 63. Matriu agents-impactes per l'alternativa 1: Autovia 2+2 (Berga Bagà) en M€

			AGENTS						SUMATORI ACB	
			Administració	Contractistes		Operadors	Usuaris			No usuaris (societat)
				Infraestructura	Enginy./Consult.	Mercad. carret.	Turismes	Mercad. carret.		
Actius	Invers.	1. Planificació	-624.818,76		39.882,05					-584.936,71
		2. Obra civil	-257.153.930,10	19.941.024,26	0,00					-237.212.905,85
		3. Material mòbil	0,00			0,00				0,00
		4. Expropiacions	-3.702.900,00							-22.138.412,70
		5. Manteniment Infr.	-13.226.594,23	991.246,46						-12.235.347,77
		6. Manteniment Veh.	0,00			0,00				0,00
Operativa	Direct.	7. Oper.pers.				3.336.750,32				3.336.750,32
		8. Oper.veh.				639.405,28				639.405,28
		9. Oper.equip.								0,00
		10. Cànon								0,00
	Ind.	11. Subvenc.	0,00			0,00				0,00
		12. Impostos	-376.120,75			376.120,75				0,00
		13. Overheads			0,00				0,00	
Usuaris		14. Temps					68.190.366,66	0,00		68.190.366,66
		15. Tarifes	0,00			0,00	0,00	0,00		0,00
		16. Impostos	-4.634.882,65			0,00	4.634.882,65	0,00	0,00	0,00
		17. Cost.op.veh					31.401.329,98			31.401.329,98
		18. Fiabilitat						0,00	0,00	0,00
Externalitats		19. Confort								0,00
		20. Pol·lució							884.408,26	884.408,26
		21. Canvi climàtic							676.087,36	676.087,36
		22. Soroll							12.074,65	12.074,65
		23. Vibracions								0,00
		24. Accidents	0,00			0,00	0,00	0,00	180.681.016,60	180.681.016,60
		25. Paisatge							0,00	0,00
		26. Efecte barrera								0,00
		27. Ecosistemes							-5.590.460,52	-5.590.460,52
		28. Contam. sòl/aigua							-2.435.793,66	-2.435.793,66
<b>SUMATORI AGENTS</b>			-279.719.246,50	20.932.270,72	39.882,05	4.352.276,35	104.226.579,29	0,00	152.088.919,99	<b>1.920.681,91</b>

Taula 64. Matriu agents-impactes per l'alternativa 2: Construcció de només una calçada de l'autovia (Berga Bagà) en M€

			AGENTS						SUMATORI ACB	
			Administració	Contractistes		Operadors	Usuaris			No usuaris (societat)
				Infraestructura	Enginy./Consult.	Mercad. carret.	Turismes	Mercad. carret.		
Actius	Invers.	1. Planificació	-181.742,60		11.600,59				-170.142,01	
		2. Obra civil	-75.657.861,74	5.866.895,58	0,00				-69.790.966,16	
		3. Material mòbil	0,00			0,00			0,00	
		4. Expropiacions	-779.549,08					779.549,08	0,00	
	5. Manteniment Infr.	-14.687.158,05	1.100.706,14						-13.586.451,91	
	6. Manteniment Veh.	0,00			0,00				0,00	
Operativa	Direct.	7. Oper.pers.			982.647,15				982.647,15	
		8. Oper.veh.			0,00				0,00	
		9. Oper.equip.							0,00	
		10. Cànon							0,00	
	Ind.	11. Subvenc.	0,00		0,00				0,00	
		12. Impostos	0,00		0,00				0,00	
		13. Overheads			0,00			0,00		
Usuaris		14. Temps				20.081.687,07	2.297.097,24		22.378.784,31	
		15. Tarifes	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	
		16. Impostos	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		17. Cost.op.veh				0,00			0,00	
		18. Fiabilitat				0,00	0,00		0,00	
		19. Confort							0,00	
Externalitats		20. Pol·lució						-244.899,59	-244.899,59	
		21. Canvi climàtic						-187.213,71	-187.213,71	
		22. Soroll						-3.343,56	-3.343,56	
		23. Vibracions							0,00	
		24. Accidents	0,00		0,00	0,00	0,00	200.653.401,80	200.653.401,80	
		25. Paisatge						0,00	0,00	
		26. Efecte barrera							0,00	
		27. Ecosistemes						-1.176.925,63	-1.176.925,63	
		28. Contam. sòl/aigua						-512.792,82	-512.792,82	
<b>SUMATORI AGENTS</b>			-91.306.311,46	6.967.601,72	11.600,59	982.647,15	20.081.687,07	2.297.097,24	199.307.775,57	
									<b>VAN total</b>	
									<b>138.342.097,88</b>	

Taula 65. Matriu agents-impactes per l'alternativa 3: Construcció d'un tercer carril reversible (Berga Bagà) en M€



## CAS PRÀCTIC 2: PERLLONGAMENT L8 PLAÇA ESPANYA – GRÀCIA

### Definició de la situació actual

Actualment, la xarxa de passatgers de FGC compta amb dues línies no connectades entre sí: la línia Llobregat – Anoia i la línia Barcelona – Vallès.

La línia Llobregat - Anoia uneix en ample de via mètric Barcelona amb Manresa i Igualada a través de Martorell. La xarxa desenvolupa la funció de tren suburbà en el tram denominat Metro del Baix Llobregat, entre Barcelona i Martorell, amb un interval de pas mínim de 4 minuts en hora punta corresponent al tram comú de totes les línies entre Plaça Espanya i Molí Nou – Ciutat Corporativa. En el tram entre Barcelona i Martorell l'interval de pas en hora punta ascendeix a 7'30". La línia Llobregat – Anoia disposa també d'un servei de rodalia que circula pels ramals de Martorell a Manresa i Igualada. Aquest servei ofereix una freqüència màxima de 3 trens/hora per sentit tant en direcció Igualada com en direcció Manresa.

L'estació de FGC Barcelona – Pl. Espanya és actualment l'origen i destinació de tots els serveis de la línia Llobregat - Anoia. En hora punta de dia feiner aquesta estació gestiona 14 circulacions/hora per sentit.

La línia Llobregat – Anoia disposa de connexió amb les línies de Metro L1 i L3 a Pl. Espanya i amb la línia L1 a la parada Hospitalet – Av. Carrilet. Així mateix, enllaça amb els serveis de Rodalies de Renfe a les estacions de Gornal i Martorell Central. En total, el conjunt de la línia va tenir una demanda anual de 20,9 milions de viatgers l'any 2013.

L'altra línia de passatgers de FGC és la Barcelona – Vallès, que connecta Barcelona, des de Pl. Catalunya, amb Sabadell i Terrassa. La línia disposa de serveis estrictament urbans que circulen pels ramals que van a Av. Tibidabo i Reina Elisenda. El servei anomenat Metro del Vallès connecta amb els ramals de Sabadell i Terrassa i ofereix freqüències pròpies de servei urbà o suburbà, amb intervals de pas en hora punta de 2'45" fins a Sant Cugat i de 10' fins a Sabadell i Terrassa. El tram Pl. Catalunya – Gràcia, comú per totes les línies, té una freqüència aproximada en hora punta de 30 circulacions/hora per sentit. En total la línia Barcelona – Vallès va comptar amb una demanda anual de 54,6 milions de viatgers l'any 2013.

El perllongament de la línia Llobregat – Anoia dels FGC a Barcelona en el tram de Pl. Espanya a Gràcia fins a connectar amb la línia Barcelona – Vallès està contemplat al Pla Director d'Infraestructures (PDI) de la Regió Metropolitana de Barcelona tant pel període 2001-2010 com pel 2011-2020. L'objectiu d'aquesta actuació és millorar l'oferta existent de transport públic a l'àrea metropolitana de Barcelona en **facilitar l'accés dels usuaris de la línia Llobregat – Anoia al centre de Barcelona, permetre'n la correspondència amb el tramvia, la L5 del Metro i la línia del Vallès de FGC i augmentar la cobertura territorial a l'esquerra de l'Eixample.**

### Alternatives i cas base

A efectes del present estudi, el cas base correspon a mantenir l'actual oferta de transport públic a la Regió Metropolitana de Barcelona. Les alternatives considerades en relació a l'augment de

la capacitat corresponen a les establertes a l'estudi informatiu EI-TF-11225 *Perllongament de la línia Llobregat – Anoia dels FGC a Barcelona. Tram: Plaça Espanya – Gràcia*. Les alternatives relatives a la millora del serveis dels modes alternatius han estat descartades per la seva poca viabilitat pràctica per la dificultat de connectar Pl. Espanya i Gràcia per superfície en un temps raonable sense empitjorar molt el temps de desplaçament en vehicle privat.

L'estudi informatiu EI-TF-11225 defineix les diferents alternatives de traçat i d'estacions per a l'actuació. Per al plantejament de les alternatives, es defineixen quatre punts fixos: a la Plaça Espanya (intercanvi amb línies L1 i L3 de Metro), a l'Eixample (intercanvi amb la línia L5 de Metro), a la Plaça Francesc Macià (intercanvi amb TramBaix) i a Gràcia (intercanvi amb línia Barcelona – Vallès de FGC). En funció d'això es defineixen onze alternatives diferents de traçat. Com a resultat de l'estudi de requeriments i condicionants només se'n consideren dues de viables, que es diferencien en el tram Pl. Espanya – Francesc Macià. La primera circula pel carrer Rocafort fins a Francesc Macià i enllaça amb l'estació d'Entença de la línia L5 de Metro. La segona, en canvi, discorre pel carrer del Compte d'Urgell i enllaça amb la parada d'Hospital Clínic de la L5. Després de l'estació de Francesc Macià, totes dues alternatives arriben a la nova estació de Gràcia per Travessera de Gràcia.

Per a cada una de les dues alternatives de traçat es plantegen dues solucions constructives diferents, en monotub o en bitub. Resulten, per tant, quatre alternatives que es presenten a continuació:

- **Alternativa A:** Solució bitub pel carrer Rocafort. Noves estacions a Entença, Francesc Macià i Gràcia.
- **Alternativa B:** Solució monotub pel carrer Rocafort. Noves estacions a Entença, Francesc Macià i Gràcia.
- **Alternativa C:** Solució bitub pel carrer Urgell. Noves estacions a Hospital Clínic, Francesc Macià i Gràcia.
- **Alternativa D:** Solució monotub pel carrer Urgell. Noves estacions a Hospital Clínic, Francesc Macià i Gràcia.



Figura 61. Traçat de les diferents alternatives considerades pel perllongament de la línia Llobregat – Anoia

D'acord amb l'estudi d'exploatació es conclou que és possible encaixar al perllongament les 14 circulacions/hora existents a l'hora punta del matí, tot i considerant un temps d'aturada a l'estació de Gràcia de 5 minuts. És a dir que es poden allargar tots els serveis existents fins a l'estació de Gràcia. La Taula 66 compara les alternatives proposades en funció dels indicadors més rellevants. Les alternatives plantejades tenen un cost d'inversió molt similar, si bé el de l'alternativa D és lleugerament superior respecte els altres tres. Pel que fa a la demanda, les alternatives C i D, corresponents al traçat pel carrer Compte d'Urgell, capten un major nombre de viatges, ja que ofereixen un major estalvi mitjà de temps respecte l'escenari base. En termes d'exploatació ferroviària, tot i que les alternatives C i D tenen un temps de cicle major, totes les alternatives poden oferir els mateixos serveis ferroviaris.

	PEM (M€)	Demanda total (pax/dia)	Estalvi de temps mitjà (min)	Longitud (m)	Temps de cicle (min)
<b>Alternativa A</b>	224,06	62.689	3'59''	3.719	18'27''
<b>Alternativa B</b>	224,27	62.689	3'50''	3.640	18'20''
<b>Alternativa C</b>	223,04	69.521	4'37''	4.130	19'26''
<b>Alternativa D</b>	274,78	69.521	4'28''	4.101	19'03''

Taula 66. Resum d'alternatives considerades i indicadors dels resultats esperats.

## Avaluació d'impactes

Els valors de demanda prevista adoptats per a l'avaluació d'impactes es deriven de l'anàlisi de demanda de l'estudi informatiu EI-TF-11225. Per a l'anàlisi s'ha emprat el model de transport públic de la Regió Metropolitana de Barcelona que ha realitzat l'ATM. Aquest model representa l'oferta de transport públic existent i la demanda segons la zonificació de l'Enquesta de Mobilitat Obligada 2001 i s'implementa al software de modelització macroscòpica VISUM.

Les diferents alternatives d'actuació s'incorporen al model i en resulta la demanda que el nou servei podria captar de la xarxa de transport públic així com els estalvis de temps que proporciona l'actuació. El model no proporciona ni la demanda captada del vehicle privat ni la demanda induïda, que s'estimen com a proporció de la demanda captada de transport públic. D'altra banda, l'estudi de demanda assumeix que els volums totals de demanda de transport són constants en el període d'avaluació.

Els criteris més rellevants seguits en el projecte es mostren a la següent taula:

Criteris del projecte	
Horitzó temporal d'avaluació	30
Taxa de descompte	3%
VdT	9 €/h

Taula 67. Paràmetres bàsics de l'avaluació del projecte

Al no disposar de prou nivell de detall per a molts dels càlculs a realitzar en relació als costos, s'ha hagut de recórrer a costos unitaris de referència establerts a DGIMT (2014) i DGMOVE (2014) indicats al manual SAIT. En altres casos, s'han pres valors de costos de casos assimilables al cas d'estudi (TMB, FGC, Adif).

A la Taula 68 es mostra el conjunt d'assumpcions realitzades per l'avaluació que difereixen o no estan directament implícites a la metodologia del present manual.

A continuació s'exposa un resum de les matrius d'agents-impactes pel conjunt d'alternatives analitzades. A la Taula 70 s'indica el VPN per cada un dels impactes, mentre que a la Taula 71 es mostra el canvi en el benefici social experimentat per cada un dels agents. Per totes dues es mostren els indicadors de rendibilitat absoluta (VANs) i relativa (VANs/Inversió i TIR) per cada una de les alternatives. Els valors exposats en aquestes taules són en milions d'euros (M€). El detall de les matrius completes d'agents-impactes per cada una de les alternatives es mostren a la Taula 72 (Alternativa A), Taula 73 (Alternativa B), Taula 74 (Alternativa C) i Taula 75 (Alternativa D).

Impacte	Hipòtesis
Planificació	La licitació de la redacció del projecte s'ha considerat el 0,2% del PEM de l'obra civil.
Obra civil	El valor residual a l'any 30 s'ha considerat el 30% del valor (cost social) inicial. El valor de les afectacions de trànsit no s'ha considerat per falta de dades, tot i la seva rellevància en un entorn metropolità.
Inversió en material rodant	L'operador de transport (FGC) assumeix la inversió en material rodant.
Manteniment Infr.	L'activitat es realitza amb recursos propis de l'operador de transport (FGC).
Manteniment vehicles	L'activitat es realitza amb recursos propis de l'operador de transport (FGC).
Operativa	Es considera que el perllongament del servei no incrementa els costos fixos de l'operador com ara costos administratius o de gestió del trànsit. La resta d'operadors de transport públic no veuen reduïts els seus costos operatius amb la disminució d'usuaris.
Subvencions	L'administració cobreix un 25% dels costos d'operació i manteniment a través de la subvenció a FGC.
Estalvis de temps	El càlcul dels estalvis de temps generats es basen en l'estudi informatiu EI-TF-11225. La generació de mobilitat és constant en el període d'avaluació considerat. Usuaris de FGC i captats d'altres serveis de transport públic s'obtenen de model macroscòpic de transport públic de l'ATM. Es considera que es capta un 8% d'usuaris del vehicle privat i un 7% de demanda induïda. Els estalvis de temps s'obtenen a partir del model macroscòpic de transport públic de l'ATM. Es suposa que els temps de viatge en vehicle privat i en transport públic al cas base són similars i, per tant, els estalvis de temps per usuari són els mateixos. La distància mitjana recorreguda per usuari de vehicle privat captat és de 15 km. Per calcular la demanda anual es suposa que la ràtio entre demanda en dia feiner i en dissabte o festiu és de 1,38 (segons EMQ 2006).
Congestió	Es considera que cada vehicle captat representa un estalvi de 1,2 hores al conjunt de la xarxa en reducció de la congestió (metodologia ATM).
Tarifas	Es considera una tarifa mitjana de 0,66 €/viatge calculada segons la recaptació i el nombre de viatges de TMB i FGC (1a corona). Es considera la resta d'operadors del transport públic (TMB, Renfe, Tramvia) com un sol agent en no disposar de dades detallades de viatges captats per operador.
Fiabilitat	No es consideren canvis en la fiabilitat per manca de dades.
Accidentalitat	El risc d'accidentalitat adoptat es deriva del valor inclòs al Pla local de seguretat viària de Barcelona 2013-2018 per a turismes. Per dades de grau de gravetat de víctimes s'adopten valors mitjans a zona urbana el 2013 segons l'Idescat .

Taula 68. Hipòtesi i aspectes concrets de l'avaluació no especificats al manual

	A	B	C	D
<b>VAN (M€)</b>	<b>283,24</b>	<b>274,80</b>	<b>383,95</b>	<b>338,55</b>
<b>VAN/inversió</b>	<b>1,63</b>	<b>1,58</b>	<b>2,22</b>	<b>1,59</b>
<b>TIR</b>	<b>8%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>	<b>8%</b>

Taula 69. Indicadors de rendibilitat absoluta i relativa per cada una de les alternatives

			A	B	C	D	
<b>IMPACTES</b>	<b>Actius</b>	<b>Invers.</b>	Planificació	-394.345	-394.711	-392.542	-481.850
			Obra civil	-159.921.291	-160.069.393	-159.190.068	-195.407.534
			Material mòbil	-29.508.567	-29.508.567	-29.508.567	-29.508.567
			Expropiacions	0	0	0	0
		Manteniment Infr.	-19.902.197	-19.853.905	-20.149.692	-20.131.582	
		Manteniment Veh.	-22.540.508	-22.540.508	-22.540.508	-22.540.508	
		<b>Operativa</b>	<b>Direct.</b>	Oper.pers.	-31.943.242	-31.741.273	-33.645.769
	Oper.veh.			-18.398.584	-18.002.848	-20.428.113	-20.287.528
	Oper.equip.			-	-	-	-
	Cànon			-	-	-	-
	<b>Ind.</b>		Subvenc.	0	0	0	0
			Impostos	0	0	0	0
			Overheads	-	-	-	-
	<b>Usuaris</b>	Temps		466.784.597	457.848.254	559.940.994	550.030.725
		Tarifes		0	0	0	0
		Impostos		0	0	0	0
		Cost.op.veh		86.446.626	86.446.626	95.868.027	95.868.027
		Fiabilitat		-	-	-	-
		Confort		-	-	-	-
	<b>Externalitats</b>	Pol·lució		6.028.935	6.028.935	6.685.999	6.685.999
		Canvi climàtic		3.317.509	3.317.509	3.679.068	3.679.068
		Soroll		2.807.123	2.807.123	3.113.058	3.113.058
		Vibracions		-	-	-	-
		Accidents		463.864	463.865	514.418	514.418
		Paisatge		-	-	-	-
		Efecte barrera		-	-	-	-
Ecosistemes		-	-	-	-		
Contam. sòl/aigua		-	-	-	-		

Taula 70. Hipòtesi i aspectes concrets de l'avaluació no especificats al manual

Els impactes més rellevants, a més de la inversió en l'obra civil, han estat l'estalvi en temps i l'estalvi en costos operatius que han suposat les actuacions per als usuaris. Cal destacar que el canvi en les externalitats no té un pes rellevant en aquestes actuacions.

Quant als agents implicats, com era d'esperar l'administració assumeix un gran cost, mentre que els usuaris reben grans beneficis en el cas dels vehicles privats i FGC, on el temps estalviat té un gran pes. Els operadors de transport públic també perceben grans costos pel

canvi en la tarifa que suposa l'actuació, excepte l'operador de FGC que veu compensats els costos operatius i d'inversió amb els beneficis en les tarifes.

		A	B	C	D	
AGENTS	Administració	-234.140.915	-234.041.897	-236.247.790	-275.353.906	
	Contractistes	Infraestructura/ Consultoria	15.100.554	15.109.074	15.059.233	18.108.417
		Concessionaris	-	-	-	-
	Operadors	Taxi	-	-	-	-
		Bus Urbà	-	-	-	-
		Bus Interurbà	-	-	-	-
		Tramvia	-	-	-	-
		Metro	-143.374.927	-143.582.640	-157.113.014	-157.344.748
		Rodalies	-	-	-	-
		FGC	102.440.809	103.038.513	117.547.368	118.351.632
		Mitja distància	-	-	-	-
		Llarga distància	-	-	-	-
		Avió	-	-	-	-
		Mercaderia Carretera	-	-	-	-
		Mercaderia Ferrocarril	-	-	-	-
		Mercaderia Avió	-	-	-	-
	Asseguradores	-	-	-	-	
	Usuaris Beneficiats	Turismes	328.879.979	328.879.979	364.723.010	364.723.010
		Motos	-	-	-	-
		Bicicleta	-	-	-	-
		Vianants	-	-	-	-
		Taxi	-	-	-	-
		Bus Urbà	-	-	-	-
		Bus Interurbà	-	-	-	-
		Tramvia	-	-	-	-
		Metro	-	-	-	-
		Rodalies/FGC	201.716.989	192.780.646	265.984.957	256.074.688
		Mitja distància	-	-	-	-
		Llarga distància	-	-	-	-
		Usuaris Perjudicats	Turismes	-	-	-
	Motos		-	-	-	-
	Bicicleta		-	-	-	-
	Vianants		-	-	-	-
Taxi	-		-	-	-	
Bus Urbà	-		-	-	-	
Bus Interurbà	-		-	-	-	
Tramvia	-		-	-	-	
Metro	-		-	-	-	
Rodalies/FGC	-		-	-	-	
Mitja distància	-		-	-	-	
Llarga distància	-	-	-	-		
No Usuaris (Societat)	12.617.431	12.617.431	13.992.543	13.992.543		

Taula 71. Hipòtesi i aspectes concrets de l'avaluació no especificats al manual





		AGENTS								SUMATORI ACB		
		Administració	Contractistes		Operadors		Usuaris		No usuaris (societat)			
			Infraestructura	Enginy./Consult.	Metro	FGC	Turismes	Rod./FGC				
Actius	Invers.	1. Planificació	-421.232,66		26.887,19						-394.345,47	
		2. Obra civil	-173.364.886,94	13.443.595,49	0,00						-159.921.291,45	
		3. Material mòbil	0,00			0,00	-29.508.566,93				-29.508.566,93	
		4. Expropiacions	0,00							0,00	0,00	
	5. Manteniment Infr.	-21.532.268,69	1.630.071,72								-19.902.196,97	
	6. Manteniment Veh.	0,00			0,00	-22.540.507,55					-22.540.507,55	
Operativa	Direct.	7. Oper.pers.			0,00	-31.943.241,86					-31.943.241,86	
		8. Oper.veh.			0,00	-18.398.583,64					-18.398.583,64	
		9. Oper.equip.			0,00	0,00					0,00	
		10. Cànon	0,00			0,00					0,00	
	Ind.	11. Subvenc.	-26.062.876,60			26.062.876,60	0,00					0,00
		12. Impostos	0,00			0,00	0,00					0,00
		13. Overheads			0,00	0,00					0,00	
Usuaris		14. Temps					229.673.702,76	237.110.894,22			466.784.596,98	
		15. Tarifes	0,00		-169.437.803,98	204.831.709,42	0,00	-35.393.905,44			0,00	
		16. Impostos	-12.759.649,64		0,00	0,00	12.759.649,64	0,00	0,00		0,00	
		17. Cost.op.veh					86.446.626,34				86.446.626,34	
		18. Fiabilitat					0,00	0,00			0,00	
Externalitats		19. Confort									0,00	
		20. Pol·lució								6.028.934,51	6.028.934,51	
		21. Canvi climàtic								3.317.508,94	3.317.508,94	
		22. Soroll								2.807.122,95	2.807.122,95	
		23. Vibracions									0,00	
		24. Accidents	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00		463.864,44	463.864,44	
		25. Paisatge								0,00	0,00	
		26. Efecte barrera								0,00	0,00	
	27. Ecosistemes								0,00	0,00		
	28. Contam. sòl/aigua								0,00	0,00		
<b>SUMATORI AGENTS</b>			-234.140.914,53	15.073.667,22	26.887,19	-143.374.927,38	102.440.809,43	328.879.978,74	201.716.988,78	12.617.430,83		
<b>VAN total</b>										<b>283.239.920,28</b>		

Taula 72. Matriu agents-impactes per l'alternativa A: Bitub pel carrer Rocafort (Línia Llobregat-Anoia) en M€

		AGENTS								SUMATORI ACB	
		Administració	Contractistes		Operadors		Usuaris		No usuaris (societat)		
			Infraestructura	Enginy./Consult.	Metro	FGC	Turismes	Rod./FGC			
Actius	Invers.	1. Planificació	-421.622,76		26.912,09						-394.710,67
		2. Obra civil	-173.525.438,45	13.456.045,47	0,00						-160.069.392,97
		3. Material mòbil	0,00			0,00	-29.508.566,93				-29.508.566,93
		4. Expropiacions	0,00							0,00	0,00
		5. Manteniment Infr.	-21.480.021,75	1.626.116,44							-19.853.905,31
		6. Manteniment Veh.	0,00			0,00	-22.540.507,55				-22.540.507,55
Operativa	Direct.	7. Oper.pers.				0,00	-31.741.273,42				-31.741.273,42
		8. Oper.veh.				0,00	-18.002.848,38				-18.002.848,38
		9. Oper.equip.				0,00	0,00				0,00
	Ind.	10. Cànon	0,00			0,00	0,00				0,00
		11. Subvenc.	-25.855.164,45			25.855.164,45	0,00				0,00
		12. Impostos	0,00			0,00	0,00				0,00
		13. Overheads			0,00	0,00				0,00	
Usuaris		14. Temps					229.673.702,76	228.174.551,24			457.848.254,00
		15. Tarifes	0,00			-169.437.803,98	204.831.709,42	0,00	-35.393.905,44		0,00
		16. Impostos	-12.759.649,64			0,00	0,00	12.759.649,64	0,00	0,00	0,00
		17. Cost.op.veh						86.446.626,34			86.446.626,34
		18. Fiabilitat						0,00	0,00		0,00
		19. Confort								0,00	
Externalitats		20. Pol·lució								6.028.934,51	6.028.934,51
		21. Canvi climàtic								3.317.508,94	3.317.508,94
		22. Soroll								2.807.122,95	2.807.122,95
		23. Vibracions									0,00
		24. Accidents	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	463.864,63	463.864,63
		25. Paisatge								0,00	0,00
		26. Efecte barrera									0,00
		27. Ecosistemes								0,00	0,00
		28. Contam. sòl/aigua								0,00	0,00
<b>SUMATORI AGENTS</b>			-234.041.897,06	15.082.161,91	26.912,09	-143.582.639,53	103.038.513,13	328.879.978,74	192.780.645,80	12.617.431,03	
<b>VAN total</b>										<b>274.801.106,12</b>	

Taula 73. Matriu agents-impactes per l'alternativa B: Monotub pel carrer Rocafort (Línia Llobregat-Anoia) en M€

		AGENTS								SUMATORI ACB	
		Administració	Contractistes		Operadors		Usuaris		No usuaris (societat)		
			Infraestructura	Enginy./Consult.	Metro	FGC	Turismes	Rod./FGC			
Actius	Invers.	1. Planificació	-419.306,62	26.764,25						-392.542,37	
		2. Obra civil	-172.572.193,53	13.382.126,01	0,00					-159.190.067,52	
		3. Material mòbil	0,00			0,00	-29.508.566,93			-29.508.566,93	
		4. Expropiacions	0,00						0,00	0,00	
		5. Manteniment Infr.	-21.800.034,24	1.650.342,56							-20.149.691,68
		6. Manteniment Veh.	0,00			0,00	-22.540.507,55				-22.540.507,55
Operativa	Direct.	7. Oper.pers.			0,00	-33.645.768,93				-33.645.768,93	
		8. Oper.veh.			0,00	-20.428.113,11				-20.428.113,11	
		9. Oper.equip.			0,00	0,00				0,00	
		10. Cànon	0,00		0,00	0,00				0,00	
	Ind.	11. Subvenc.	-27.305.993,63			27.305.993,63	0,00				0,00
		12. Impostos	0,00			0,00	0,00				0,00
		13. Overheads				0,00	0,00				0,00
Usuaris		14. Temps					254.704.720,79	305.236.273,66		559.940.994,45	
		15. Tarifes	0,00		-184.419.007,75	223.670.324,34	0,00	-39.251.316,59		0,00	
		16. Impostos	-14.150.262,32		0,00	0,00	14.150.262,32	0,00	0,00	0,00	
		17. Cost.op.veh					95.868.027,22			95.868.027,22	
		18. Fiabilitat					0,00	0,00		0,00	
Externalitats		19. Confort								0,00	
		20. Pol·lució							6.685.999,11	6.685.999,11	
		21. Canvi climàtic							3.679.068,29	3.679.068,29	
		22. Soroll							3.113.057,78	3.113.057,78	
		23. Vibracions								0,00	
		24. Accidents	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	514.418,09	514.418,09	
		25. Paisatge							0,00	0,00	
		26. Efecte barrera								0,00	
		27. Ecosistemes							0,00	0,00	
		28. Contam. sòl/aigua							0,00	0,00	
<b>SUMATORI AGENTS</b>		-236.247.790,34	15.032.468,57	26.764,25	-157.113.014,12	117.547.367,82	364.723.010,33	265.984.957,07	13.992.543,27	<b>383.946.306,86</b>	

Taula 74. Matriu agents-impactes per l'alternativa C: Bitub pel carrer Urgell (Línia Llobregat-Anoia) en M€

		AGENTS								SUMATORI ACB	
		Administració	Contractistes		Operadors		Usuaris		No usuaris (societat)		
			Infraestructura	Enginy./Consult.	Metro	FGC	Turismes	Rod./FGC			
Actius	Invers.	1. Planificació	-514.703,41		32.853,41						-481.850,00
		2. Obra civil	-211.834.238,33	16.426.704,75	0,00						-195.407.533,58
		3. Material mòbil	0,00			0,00	-29.508.566,93				-29.508.566,93
		4. Expropiacions	0,00							0,00	0,00
Operativa	Direct.	5. Manteniment Infr.	-21.780.441,64	1.648.859,33							-20.131.582,31
		6. Manteniment Veh.	0,00			0,00	-22.540.507,55				-22.540.507,55
		7. Oper.pers.				0,00	-32.982.090,14				-32.982.090,14
		8. Oper.veh.				0,00	-20.287.528,16				-20.287.528,16
		9. Oper.equip.				0,00	0,00				0,00
		10. Cànon	0,00			0,00	0,00				0,00
	Ind.	11. Subvenc.	-27.074.259,96			27.074.259,96	0,00				0,00
		12. Impostos	0,00			0,00	0,00				0,00
		13. Overheads				0,00	0,00				0,00
		14. Temps						254.704.720,79	295.326.004,35		
Usuaris	15. Tarifes	0,00			-184.419.007,75	223.670.324,34	0,00	-39.251.316,59			0,00
	16. Impostos	-14.150.262,32			0,00	0,00	14.150.262,32	0,00	0,00		0,00
	17. Cost.op.veh						95.868.027,22				95.868.027,22
	18. Fiabilitat						0,00	0,00			0,00
	19. Confort										0,00
Externalitats	20. Pol·lució									6.685.999,11	6.685.999,11
	21. Canvi climàtic									3.679.068,29	3.679.068,29
	22. Soroll									3.113.057,78	3.113.057,78
	23. Vibracions									0,00	0,00
	24. Accidents	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00		514.418,09	514.418,09
	25. Paisatge									0,00	0,00
	26. Efecte barrera									0,00	0,00
	27. Ecosistemes									0,00	0,00
	28. Contam. sòl/aigua									0,00	0,00
<b>SUMATORI AGENTS</b>		-275.353.905,66	18.075.564,07	32.853,41	-157.344.747,79	118.351.631,56	364.723.010,33	256.074.687,76	13.992.543,27		<b>338.551.636,96</b>

Taula 75. Matriu agents-impactes per l'alternativa D: Monotub pel carrer Urgell (Línia Llobregat-Anoia) en M€

## CAS PRÀCTIC 3: ESTACIÓ ALTA VELOCITAT AEROPORT DE GIRONA

### Definició de la situació actual

En aquest estudi es tracta la millora de l'accés a l'Aeroport de Girona, situat a Vilobí d'Onyar. La demanda d'aquest aeroport ha estat molt variable durant els últims anys, principalment lligada a l'oferta de Ryanair. Els nivells màxims de demanda es van obtenir en el 2008, amb 5.507.294 passatgers i 49.927 operacions anuals. A causa de la crisi i a l'entrada de Ryanair en l'operativitat de l'Aeroport del Prat de Barcelona, la demanda ha disminuït fins a tenir un volum de 2.736.867 passatgers i 27.050 operacions l'any 2013. Actualment l'Aeroport de Girona consta d'accés amb autobús i vehicle privat, fent el temps d'accés des dels principals pols de demanda força elevat i limitant molt la millora de la seva quota de mercat.

L'objectiu principal d'aquesta actuació serà **millorar l'accessibilitat**, reduint el temps d'accés a l'aeroport. A més, es promocionaria l'ús de modes alternatius amb l'objectiu d'**eliminar vehicles de la xarxa viària**. Per a això, s'empraran com a indicadors el temps de desplaçament a l'aeroport i els veh-km en la via, per a una primera valoració sobre el grau de compliment dels objectius.

### Alternatives i cas base

En un primer pas s'han plantejat diferents alternatives per donar solució als objectius del projecte. La primera alternativa consisteix a connectar l'aeroport amb el tren d'alta velocitat (TAV), amb la construcció d'una nova estació a dos quilòmetres de l'aeroport. Una segona alternativa seria millorar el servei d'autobús que dona accés a l'aeroport actualment.

En el present cas només s'ha optat per estudiar la opció de la connexió amb el TAV amb una nova estació i un servei de llançadora que la uneixi de manera directa amb la terminal de l'Aeroport, ja que és l'única que assoleix una millora d'accessibilitat substancial i ofereix un temps suficientment competitiu com per captar usuaris del vehicle privat. En el cas de voler donar un major servei d'autobús, encara que s'aconseguís una disminució dels vehicles en les vies, no es podrien obtenir millores de temps de recorregut amb l'actual xarxa de carreteres, no millorant l'accessibilitat a l'aeroport (sobretot en el cas dels usuaris provinents de Barcelona). El cas base de referència serà el denominat "fer el mínim", que tindrà en compte l'evolució natural de la situació actual, mantenint la capacitat del sistema de transport.

### Avaluació d'impactes

Els criteris més rellevants seguits en el projecte es mostren en la Taula 76.

Criteris del projecte	
Horitzó temporal d'avaluació	30
Taxa de descompte	3%
VdT	9 €/h

Taula 76. Paràmetres bàsics de l'avaluació del projecte

Al no disposar de cert grau de detall per a molts dels càlculs a realitzar en relació als costos, s'ha hagut de recórrer a costos unitaris de referència establerts a DGIMT (2014) i DGMOVE (2014) indicats al manual ACB.

L'anàlisi de la demanda es basa en l'estudi "Estudi informatiu, Projecte Bàsic i Projecte Constructiu de la nova estació a la L.A.V. Barcelona-Frontera Francesa per l'Aeroport de Girona" i l'estudi intern EST 13 204 TF de la Generalitat, on es divideix la demanda en tres grans blocs: (i) els passatgers de l'aeroport de Girona amb origen a Barcelona i Girona, (ii) els usuaris de la mobilitat quotidiana de l'àrea d'influència que es desplacen internament en ferrocarril (accedint a la xarxa a través de la nova estació) i els usuaris que actualment es desplacen en altres modes de transport; així com (iii) els usuaris que es desplacen en ferrocarril fora de Catalunya (Espanya o Europa).

El càlcul de l'impacte sobre la demanda del ferrocarril, vehicle privat i bus es basa en models de repartiment calibrats per DGIMT (veure EST 13 204 TF). Per la demanda de mobilitat quotidiana captada per la nova estació s'ha configurat una matriu de mobilitat sobre la que s'ha aplicat el model de repartiment de DGIMT. No s'ha considerat cap canvi en la política comercial de les línies aèries per la implantació de la nova estació, ni un augment tendencial de la demanda per falta d'informació sobre com afectaria aquest creixement a l'oferta de cada mode. A partir d'aquestes dades es computen el nombre de vehicles totals anuals per mode de transport, els quilòmetres totals recorreguts per aquests vehicles i les hores estalviades per cada usuari en cada cas. Una vegada estimades les demandes, s'ha pogut procedir a realitzar els càlculs dels costos. A més dels criteris i costos de referència exposats en el manual, s'han tingut en compte certes suposicions a l'hora de realitzar aquests càlculs segons la Taula 77.

Impacte	Hipòtesis
Planificació	Redacció del projecte s'ha considerat el 0,2% del PEM de l'obra civil.
Material mòbil	S'ha considerat un augment de la flota pel servei de llançadora i una disminució del autobús per la demanda captada (assumit per l'operador). Per als costos unitaris, els autobusos que s'han reduït s'han considerat interurbans de 55 pax i les llançadores afegides autobusos urbans.
Expropiacions	S'ha considerat que l'estació es col·locaria dins de la zona de servitud de la línia d'alta velocitat.
Manteniment Infr.	S'ha considerat el cost de manteniment del manual d'una estació d'entre 1M i 2M de passatgers. S'inclouen els costos de manteniment i operació de la estació.
Operativa	S'ha considerat un augment de la flota pel servei de llançadora i Avant, i una disminució per la demanda captada del autobús.
Cànon	Per el cànon per utilització de línies s'ha considerat: Avant S-121 amb 238 pax, tipus de línia A1, tipus de servei VL1, nivell tràfic anual N3F. Per el cànon per utilització de estacions s'ha considerat categoria 1 d'estació, trajecte entre 80 i 125 km i fracció entre 15 i 45 minuts.
Temps	S'inclou la diferència de temps per a la demanda induïda externa a

	Catalunya.
Tarifes	S'ha considerat un canvi de tarifa per als usuaris de l'autobús. No s'ha considerat la demanda induïda per a trens a Espanya i Europa per falta de dades.
Accidentalitat	Índex d'accidentalitat de la carretera s'assumeix els índex del tram Maçanet de la Selva-Hostalric de la C-35 segons l'Anuari Estadístic d'Accidents de Trànsit a Catalunya 2013.
Operativa	No s'ha considerat demanda de taxi per falta de dades.
Impostos	No s'ha considerat impost d'aparcament per falta de dades.
Fiabilitat	No inclosa per limitacions del model de demanda (necessari model de congestió detallat).
Vibracions	No es disposa de mesures correctores, s'assumeix que no hi ha impacte.
Paisatge	No es disposa d'informació per calcular aquest impacte.
Efecte barrera	Manquen dades sobre els fluxos en les interseccions que queden tallades.
Ecosistemes Contaminació sòl/aigua	El cost s'imputa en el moment de l'ocupació del sòl, que és quan la societat en rep l'impacte.

Taula 77. Hipòtesi i aspectes concrets de l'avaluació no especificats al manual

### Resum de la matriu agents-impactes

En tant que en el present cas només s'ha analitzat una sola alternativa, a la Taula 79 es mostra la matriu completa d'agents-impactes. A la última columna de la dreta es pot veure el sumatori del valor present net per cada un dels impactes considerats, mentre que a la fila inferior es mostra el sumatori en el canvi de benestar experimentat per cada un dels agents.

Els impactes més rellevants han estat, d'una banda, els beneficis en costos operatius per als operadors i també per a usuaris, deguda a la demanda que es captaria dels altres modes al Avant. L'estalvi en temps per a cada usuari també ha resultat un impacte significatiu, mentre que en aquest cas la inversió no ha implicat grans costos.

Quant als agents implicats, en aquest cas l'actuació no suposa un cost per a l'administració, mentre que els operadors de llarga distància tindrien un cost que les tarifes no compensarien. Aquest escenari es resoldria amb una subvenció per part de l'administració cap a l'operador. Com ja s'ha esmentat, els vehicles privats i els usuaris de l'autobús interurbà tindrien beneficis per la demanda captada per l'Avant, mentre que els nous usuaris del Avant tindrien un cost pel canvi de tarifa que els suposaria el canvi de mode. Cal destacar que la societat en el seu conjunt no tindria un impacte significatiu pel canvi en les externalitats amb aquesta actuació.

<b>VAN (M€)</b>	<b>46,02</b>
<b>VAN/inversió</b>	<b>5,31</b>
<b>TIR</b>	<b>12%</b>

**Taula 78. Indicadors de rendibilitat absoluta i relativa**

NOTA: #Els resultats del nostre ACB són diferents dels establerts al EST 13 204 TF (TIR 9,55% vs. 12%) principalment per la diferència en els costos unitaris considerats pel servei AVANT i el fet de considerar els preus ombra (menor cost social de la inversió).



			AGENTS								SUMATORI ACB	
			Administració	Contractistes		Operadors		Usuaris		No usuaris (societat)		
				Infraestructura	Enginy./Consult.	Bus interurb.	Mitja dist.	Turismes	Bus interurb.			Mitja dist.
Actius	Invers.	1. Planificació	-20.999,60		1.340,40							-19.659,20
		2. Obra civil	-8.642.713,72	670.200,00	0,00							-7.972.513,72
		3. Material mòbil	0,00			730.053,01	-15.063.420,83					-14.333.367,82
		4. Expropiacions	0,00								0,00	0,00
	5. Manteniment Infr.		-16.327.167,64	1.236.026,48								-15.091.141,16
	6. Manteniment Veh.		0,00			4.406.533,98	-35.672.803,26					-31.266.269,27
Operativa	Direct.	7. Oper.pers.				3.646.855,37	-5.034.661,88					-1.387.806,51
		8. Oper.veh.				17.818.220,26	-3.704.419,71					14.113.800,55
		9. Oper.equip.				0,00	0,00					0,00
		10. Cànon		76.488.612,97				-76.488.612,97				0,00
	Ind.	11. Subvenc.		0,00		0,00	0,00					0,00
		12. Impostos		-2.794.754,80		2.794.754,80	0,00					0,00
		13. Overheads			0,00	0,00					0,00	
Usuaris		14. Temps					0,00	0,00	61.571.642,00			61.571.642,00
		15. Tarifes				-23.090.413,61	72.661.360,82	0,00	23.090.413,61	-72.661.360,62		0,20
		16. Impostos				0,00	0,00	5.372.384,70	0,00	0,00	0,00	0,00
		17. Cost.op.veh						36.397.905,26				36.397.905,26
		18. Fiabilitat					0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
Extemalitats		19. Confort										0,00
		20. Pol·lució									1.381.858,93	1.381.858,93
		21. Canvi climàtic									1.805.371,27	1.805.371,27
		22. Soroll									63.447,59	63.447,59
		23. Vibracions										0,00
		24. Accidents		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	767.566,42	767.566,42
		25. Paisatge									0,00	0,00
		26. Efecte barrera										0,00
		27. Ecosistemes									-9.332,04	-9.332,04
		28. Contam. sòl/aigua									-4.066,02	-4.066,02
<b>SUMATORI AGENTS</b>			43.330.592,49	1.906.226,48	1.340,40	6.306.003,81	-63.302.557,83	41.770.289,96	23.090.413,61	-11.089.718,62	4.004.846,15	<b>VAN total</b>
											<b>46.017.436,46</b>	

Taula 79. Matriu agents-impactes per la construcció d'una nova estació TAV a l'Aeroport de Girona en M€

## **ANNEX 8: Aplicació a casos pràctics d'avaluació ex-post**

En aquest Annex es mostren diverses aplicacions pràctiques de la metodologia descrita al present manual a casos concrets d'actuacions en marxa per part de la Generalitat de Catalunya. En el manual s'incorporen dos casos pràctics però es recomana consultar el quadern anual d'Avaluació Ex-post que es publica al web. Els casos que es presenten en el manual són::

- 1) Carreteres: Millora de seguretat viària C-16 Berga Bagà
- 2) Transport públic: Perllongament dels FGC a Terrassa

Cada cas concret es discuteix en els següents apartats, amb una estructura comú per tots ells seguint l'establert a l'apartat C.3. Primer es realitza una descripció del context i els objectius de l'actuació que es vol avaluar. En segon lloc, s'analitzen els diferents paràmetres d'estudi i variables que es tindran en compte per a l'actualització del cost benefici, incloent una breu descripció dels aspectes particulars de l'avaluació, destacant els paràmetres de referència i aquells termes o hipòtesis que no es reflecteixen a les fitxes del manual de manera específica. En tercer lloc, es presenta l'Avaluació Cost-Benefici (ACB) actualitzada presentant una matriu agents-impactes i es comprova que s'hagin validat els objectius de l'actuació, comparant els resultats obtinguts amb els previstos en el ex-ante o estudi informatiu del projecte que qüestió. Finalment es realitza una reflexió sobre les lliçons de l'avaluació ex-post i es consideren possibles millores per a futurs anàlisis ex-ante.

Cal remarcar que pels projectes que s'ha dut a terme una Avaluació Cost-Benefici Simplificada l'avaluació ex-post es centra en la validació dels objectius i s'estableixen indicadors d'eficiència i eficàcia per dur a terme un meta-anàlisi amb les actuacions de característiques similars.

#### ADVERTÈNCIA:

Els resultats presentats en aquest capítol són un exercici teòric d'aplicació de la metodologia del present manual i en cap cas han d'esser considerats vàlids com a avaluació definitiva de les actuacions descrites. El valor d'aquest apartat és de caràcter instructiu, ja que la limitació en les dades i models de demanda disponibles fan que els resultats siguin només una primera aproximació a l'avaluació d'actuacions que actualment estan en fase de planificació.

## AVALUACIÓ EX-POST DE LA MILLORA DE SEGURETAT VIÀRIA A LA C-16 ENTRE BERGA I BAGÀ

### Introducció i metodologia

Aquest informe presenta l'avaluació ex-post de l'actuació "Millora de les característiques superficials del ferm i reestudi de la secció transversal. C-16. PK 97+138-117+350. Berga-Bagà".

L'avaluació es realitza 2 anys després de la posada en servei de la millora del tram de la C-16 i s'inscriu dins de l'ordre d'estudi EM-XTB-18109 "Estudi d'Avaluació ex post d'Infraestructures de Mobilitat 2017 i actuacions singulars" emesa per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.

L'avaluació es fonamenta en la metodologia descrita a la "Guia per a l'avaluació ex-post d'infraestructures de mobilitat", complementària del Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT). En el marc d'aquesta metodologia, la present actuació s'inclou dins de la categoria de "Milliores de seguretat viària" i, en conseqüència, l'anàlisi ex-post se centra en els següents elements:

- Anàlisi dels costos d'inversió i de possibles desviacions
- Anàlisi de dades d'accidentalitat i comparació amb l'escenari de referència

### Dades generals de l'actuació

Taula 80: Dades generals de l'actuació

Títol de l'actuació	Millora de les característiques superficials del ferm i reestudi de la secció transversal. C-16. PK 97+138-117+350. Berga-Bagà
Clau projecte constructiu (i modificats i complementaris)	MB-13009 MB-13009-C1 (complementari 1) MB-13009-M1 (modificat 1)
Tipus d'actuació	Millora de seguretat viària
Cost total de la inversió (IVA exclòs)	3,5 M€
Objectius principals de l'actuació	Reducció de l'accidentalitat en aquest tram de carretera
Data de redacció del projecte	Febrer 2015
Data d'inici de les obres	Agost 2015
Data de posada en servei	30 de setembre de 2016
Contractista	José Antonio Romero Polo, SAU
Direcció d'obra	Geovial, SLP

## Àmbit de l'actuació

L'actuació que s'avalua afecta els següents municipis: Berga, Cercs, La Nou de Berguedà, Guardiola de Berguedà i Bagà; tots ells pertanyent a la comarca del Berguedà i a la província de Barcelona.

Es realitza una millora de seguretat viària a la carretera C-16 (E-9 segons la nomenclatura comuna Europea), també anomenada Eix del Llobregat, que uneix Barcelona amb Puigcerdà i fins la frontera francesa.

El tram subjecte a l'actuació queda limitat, pel costat sud, pel PK 97+138 a Berga, allà on la concessió de CEDINSA acaba i, pel costat nord, pel PK 112,6, just a la boca sud del túnel de Castell de Guardiola a Guardiola de Berguedà. A partir de la boca nord del túnel del Castell de Guardiola PK 112,8 i fins el límit de la concessió del túnel del Cadí PK 117+350 el projecte contempla també la extensió d'una nova capa de trànsit al tronc i als ramals dels enllaços nord i sud de la variant de Guardiola de Berguedà. Les obres previstes només afecten a la plataforma de la carretera i als seus marges. El tram d'actuació és d'una sola calçada amb una secció general d'un carril per sentit, si bé en determinats trams s'inclou un carril addicional per a vehicles lents.

El tram de l'actuació és d'autovia en ser lliure de peatge i és de titularitat de la Generalitat de Catalunya.



Figura 62: Localització del tram de l'actuació

## Situació prèvia i antecedents de l'actuació

La carretera, que discorre per un terreny d'orografia accidentada, té en aquest àmbit una calçada única, amb un carril per sentit i trams de carril addicional per a l'avançament de vehicles lents. Registra un trànsit elevat, d'uns 12.000 vehicles diaris, amb puntes de trànsit més elevades durant els caps de setmana.

Amb data 17 de juny de 2013 la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat Terrestre del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya emet l'Ordre d'Estudi núm. 130601 per a la redacció del projecte constructiu de "Millora local. Seguretat Viària. Millora de les característiques superficials del ferm i re estudi de la secció transversal. Carretera C-16. Pk 97+138 al 112+630. Tram: Berga – Guardiola de Berguedà", amb clau MB-13009.

Amb data 5 de febrer de 2015 la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat Terrestre del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya emet la Modificació d'Ordre d'Estudi núm. 130601 per a la redacció del projecte constructiu de "Millora local. Seguretat Viària. Millora de les característiques superficials del ferm i re estudi de la secció transversal. Carretera C-16. Pk 97+138 al 117+300. Tram: Berga – Bagà", amb clau MB-13009. L'àmbit del projecte s'allarga, per tant, fins a l'inici de la concessió del Túnel del Cadí.

Les actuacions que aquí s'estudien, s'han d'entendre dins d'un marc més general d'actuacions de condicionament i millora de la seguretat vial de la carretera C-16. En aquest sentit actualment es troba en fase de redacció el projecte d'implementació d'un tercer carril reversible, concretament el projecte de millora general: Eix del Llobregat. Implementació d'un tercer carril reversible a la carretera C-16, del PK 96+500 al 117+300. Tram: Berga-Bagà de Clau: NB-01134.F1 el qual desenvolupa una solució que a més de potenciar la seguretat viària millorarà la capacitat de la carretera dins el tram de la carretera C-16 entre el final de la concessió de CEDINSA a Berga i l'inici de la concessió del túnel del Cadí a Bagà.

## Descripció de l'actuació

Les obres tenen com a objectiu principal millorar la seguretat viària a la C-16 mitjançant actuacions sobre la redistribució de la secció transversal, el ferm, la senyalització, l'abalisament i defenses, etc., al llarg del tram de 20 quilòmetres entre Berga i l'inici de la concessió del túnel del Cadí, a Bagà.

En concret, les actuacions que es portaran a terme són:

### Mesures generals:

- Implantació de mitjanes i franges de separació entre sentits de la circulació per evitar xocs frontals. Des de Berga fins a Cercs, es continua la separació de sentits amb un zebrejat central i un tram amb separació física mitjançant una barrera metàl·lica, fins enllaçar amb la barrera central existent. A partir d'aquest punt, la separació es reforça amb una doble línia continua
- Millora del ferm a tot el tram

- Millora de la senyalització horitzontal i vertical, l'abalisament i les barreres de seguretat

#### Mesures específiques, en funció de l'àmbit:

- Implantació de barreres físiques de separació de sentits en un tram de revolts entre el túnel de Berga i el túnel de Cercs per evitar la invasió del sentit contrari. El sistema que s'emprarà és una barrera metàl·lica de 60 cm d'alçada, per a facilitar la visibilitat.
- Aplicació d'un tractament antilliscant al paviment, en aquelles zones obagues i de revolts on s'ha detectat més risc que el vehicle se surti de la carretera. Aquesta mesura permet millorar l'adherència del vehicle i reduir el temps de frenada.
- Modificacions puntuals en enllaços amb l'objectiu de millorar la seguretat viària

### **Desviacions i modificacions**

Durant el desenvolupament de les obres, diverses peticions de les administracions i replantejaments tècnics motiven la introducció de modificacions al projecte original.

**Taula 81: Modificacions/desviacions principals de l'actuació**

Data	Modificació/Desviació	Motiu(s)	Impacte(s)
Juny 2016	Introducció d'un carril central de gir a l'esquerra a la intersecció amb la carretera BV-4022 a la Nou de Berguedà	El canvi de sentit inicialment previst per evitar el gir a l'esquerra a la Nou tenia un radi insuficient pels camions	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necessitat d'un projecte complementari</li> <li>- Expropiació de terrenys i afectació de serveis</li> <li>- Increment del cost d'inversió</li> </ul>
Maig 2016	Diverses modificacions d'elements del projecte (accessos, ferms, senyalització)	Peticions d'administracions i replantejaments tècnics	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necessitat d'un projecte modificat</li> <li>- Increment dels costos d'inversió</li> </ul>

### **Costos d'inversió**

Es presenta a continuació l'estudi ex-post de costos d'inversió derivats de l'actuació amb l'objectiu de comprovar el cost final que ha significat i les possibles desviacions respecte a les estimacions inicials. Figura 64 il·lustra gràficament l'evolució de l'import respecte a la previsió inicial.

L'import final després de les modificacions introduïdes durant l'execució de l'obra és de 3,5 M€, quantitat pràcticament igual a l'estimada al projecte original. Així, la rebaixa realitzada en l'adjudicació fins a 2,7 M€ es neutralitza amb els increments inclosos al modificat i complementari del projecte.

**Taula 82: Costos d'inversió estimats en les diferents fases de l'actuació**

Pressupost de licitació	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	3.304.818,87 €
-------------------------	--	----------------



	Afectacions i expropiacions	0 €
	<b>Import total (IVA exclòs)</b>	<b>3.304.818,87 €</b>
Pressupost d'adjudicació	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	2.670.279,54 €
	Afectacions i expropiacions	0 €
	<b>Import total (IVA exclòs)</b>	<b>2.670.279,54 €</b>
Pressupost projecte modificat i complementari	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	Modificat (M1): 2.908.243,59 € Complementari (C1): 394.446,11 €
	Afectacions i expropiacions	Complementari (C1): 387,20 €
	<b>Import total (IVA exclòs)</b>	<b>3.303.076,90 €</b>
Import liquidat	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	3.553.651,08 €
	Afectacions i expropiacions	387,20 €
	<b>Import total (IVA exclòs)</b>	<b>3.554.038,28</b>

Podem concloure que entre el pressupost licitat de l'obra i el import final liquidat hi ha una lleugera desviació del 8%.

### Accidentalitat

#### Anàlisi de dades

Segons les dades d'accidentalitat proporcionades pel Servei de Seguretat Viària i Sistemes de Gestió de la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat i incloses a la Taula 83, en el període 2010-2015 previ a l'actuació es van produir 39 accidents amb víctimes anualment de mitjana en el tram d'estudi de la C-16. D'aquests, de mitjana, 2 accidents van ser mortals, 4 greus i 33 lleus. En el període 2017-2018 posterior a l'actuació, es produeixen 26 accidents anuals de mitjana, dels quals 1 és mortal, 2 greus i 23 lleus.

Taula 83: Dades d'accidentalitat a la C-16 entre el pk 97+138 i el pk 117-350 en el període 2010-2018

	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus	Morts	F. Greus	F. Lleus
2010	43	1	4	38	1	10	81



2011	39	4	3	32	5	7	61
2012	39	0	7	32	0	13	62
2013	45	3	2	40	3	6	77
2014	40	1	7	32	1	9	61
2015	25	1	2	22	1	4	42
<b>Mitjana 2010-2015</b>	<b>39</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>33</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>64</b>
2016	14	0	1	13	0	3	23
2017	25	1	3	21	1	3	57
2018 (*)	26	1	1	24	1	4	34
<b>Mitjana 2017-2018</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>46</b>

(\*) Les dades de 2018 es recullen fins a data de 24/10/2018 i s'extrapolen a l'any complet

A fi de comprovar que aquesta disminució en la mitjana d'accidentalitat abans i després de l'actuació és estadísticament significativa segons les dades disponibles, es realitza un test chi-quadrat.

$$X^2 = \frac{(n_1 t_2 - n_2 t_1)^2}{t_1 t_2 (n_1 + n_2)} \geq X_{norm}^2$$

A on:

$t_1$  i  $t_2$  són el període de temps en anys abans i després de l'actuació,  $n_1$  i  $n_2$  corresponen al nombre d'accidents totals del període abans i després de l'actuació,  $X_{norm}^2$  correspon al valor mínim de Chi quadrat en el qual la probabilitat de desviació entre els accidents abans i després de l'actuació és o no significativa a un determinat nivell P.

P	10	8	5	3	2	1	0.1
$X_{norm}^2$	1.71	2	2.7	3.6	4.25	5.41	9.6

Fent el càlcul, ens surt  $X_{norm}^2 = 15,19 > 9,6$ . Per tant, podem afirmar que l'actuació de millora vial ha fet disminuir el número d'accidents de mitjana amb una probabilitat del 99%.

## Avaluació de l'impacte

Per tal d'avaluar l'impacte que ha tingut l'actuació en termes de reducció d'accidentalitat cal, en primer lloc, construir un escenari de referència, que representi la situació hipotètica en què l'actuació no s'hagués dut a terme. Per a definir aquest escenari de referència es pren l'increment mitjà interanual del conjunt de l'accidentalitat registrada a carreteres interurbanes a Catalunya. S'assumeix que aquest increment interanual segueix constant en el futur en l'escenari de referència i s'aplica sobre els nivells d'accidentalitat del tram de carretera d'estudi agrupats en períodes de 5 anys. El nombre d'accidents amb víctimes va disminuir a Catalunya de mitjana un 4,23% durant el període 2011-2015. Aplicant aquest creixement interanual sobre la mitjana d'accidentalitat del període 2011-2015, resulta que en l'escenari de referència pel període 2016-2020 hi hauria 31 accidents. S'assumeix, a més, que en l'escenari de referència la proporció d'accidents mortals, greus i lleus es manté constant.

L'escenari de projecte, per la seva banda, representa la mitjana anual pel període 2017-2018, després de l'entrada en servei de la millora de seguretat viària. Fent la diferència respecte l'escenari de referència, resulta que l'actuació hauria contribuït a reduir en 5 el número d'accidents amb víctimes, dels quals 1 seria mortal, 1 greu i 3 lleus.

Si es valoren aquests accidents amb els costos unitaris recomanats al SAIT, es pot concloure que l'actuació comporta un estalvi en costos externs d'accidentalitat de 3,68 M€ anuals. Aquest conjunt de càlculs es detallen a la Taula 84.

Taula 84: Avaluació d'impacte en l'accidentalitat

	Accidents amb víctimes	Accidents mortals	Accidents greus	Accidents lleus
Esc. Referència Accidents anuals mitjans 2016-2020	31	2	3	26
Esc. Projecte Accidents anuals mitjans 2017-2018	26	1	2	23
Impacte net Diferència accidents anuals mitjans 2017-2018	-5	-1	-1	-3
Cost unitari (€) Cost extern per tipus d'accident		3.300.356	288.501	28.886
Cost total (€) Diferència anual en costos externs d'accidentalitat	<b>-3.675.515</b>	-3.300.356	-288.501	-86.658

## Conclusions

### Verificació d'objectius

Objectius	Verificació
Reducció de l'accidentalitat en aquest tram de carretera	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ L'actuació hauria disminuït en 5 el número d'accidents anuals amb víctimes en aquest tram de carretera, dels quals 1 seria mortal, 1 greu i 3 lleus.</li> <li>✓ Aquesta reducció d'accidentalitat comportaria un estalvi en costos externs de 3,56 M€ anuals, quantitat superior al cost total d'inversió de l'actuació</li> </ul>

## **Lliçons apreses**

El projecte té una eficiència molt alta, tenint en compte que en menys d'un any ja s'ha recuperat la inversió de l'obra en termes de reducció dels costos vinculats a l'accidentalitat.

Aquest cas d'estudi ens indica que les actuacions de separadors de fluxos són molt eficients per reduir l'accidentalitat i la rendibilitat és molt elevada, recuperant-se la inversió en menys d'un any.

## AVALUACIÓ EX-POST DEL PERLLONGAMENT DE LA LÍNIA DE FGC A TERRASSA

### Introducció i metodologia

Aquest informe presenta l'avaluació ex-post de l'actuació "Perllongament de la línia de FGC a Terrassa".

L'avaluació es realitza 3 anys després de la posada en servei del nou tram i les noves estacions i s'inscriu dins de l'ordre d'estudi EM-XTB-18109 "Estudi d'Avaluació ex post d'Infraestructures de Mobilitat 2017 i actuacions singulars" emesa per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.

L'avaluació es fonamenta en la metodologia descrita a la "Guia per a l'avaluació ex-post d'infraestructures de mobilitat", complementària del Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT). En el marc d'aquesta metodologia, la present actuació s'inclou dins de la categoria de "Ampliació de la xarxa de transport públic" i, en conseqüència, l'anàlisi ex-post se centra en els següents elements:

- Anàlisi dels costos d'inversió i de possibles desviacions
- Anàlisi de dades de demanda i comparació amb l'escenari de referència
- Anàlisi cost-benefici actualitzat
- Impactes socioeconòmics

### Dades generals de l'actuació

Taula 85: Dades generals de l'actuació

Títol de l'actuació	Perllongament de la línia de FGC a Terrassa
Clau estudi informatiu	-
Clau projecte(s) constructiu(s) (i modificats i complementaris)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TF-99457.1-M4</li> <li>• TF-03474.1.R-M6</li> <li>• TF-03474.R-C1</li> <li>• TF-03474.R-C2</li> <li>• TF-03474.R-C3</li> <li>• TF-03474.3A-M1</li> <li>• TF-03474.3B-M1</li> </ul>
Tipus d'actuació	Ampliació de la xarxa ferroviària de transport públic
Cost total de la inversió (IVA exclòs)	404 M€
Objectius principals de l'actuació	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Millorar l'accessibilitat en transport públic a Terrassa</li> <li>2) Afavorir la interconnectivitat entre la xarxa de FGC i Rodalies-Renfe</li> </ol>
Data de redacció del projecte	2003-2009

Data d'inici de les obres	Octubre 2003
Data de posada en servei	Juliol 2015
Contractista	Guinovart-COPISA COPISA-FCC-OHL SIEMENS
Direcció d'obra	CICSA-NORCONTROL AYESA-AUROGEOTECNIA-CICSA AUDINGINTRAESA-IDOM SENER

### Àmbit de l'actuació

L'actuació es circumscriu a la ciutat de Terrassa, al Vallès Occidental. Es perllonga la línia de FGC des de l'estació ja existent de Terrassa-Rambla situada al sud-oest del nucli urbà en direcció nord, tot connectant amb la zona del campus de la UPC a Vallparadís, amb l'estació de Rodalies-Renfe Terrassa Nord i amb el barri de Can Roca al nord de la ciutat. La longitud total del perllongament és de 4.510 m.



Figura 63: Esquema de situació de l'actuació a la ciutat de Terrassa. Font: FGC

### Situació prèvia i antecedents de l'actuació

La línia de FGC a Terrassa és una línia d'ample internacional (1,435 m), amb origen a la Plaça Catalunya de Barcelona. Com a part de la xarxa Metro Vallès de FGC, aquesta línia té un tronc comú fins a Sant Cugat, on es bifurca en dos ramals fins a les ciutats de Sabadell i Terrassa.

Diversos motius impulsen el projecte de perllongament de FGC a Terrassa, amb tres noves estacions. En primer lloc, a la ciutat de Terrassa la línia de FGC arribava només fins a l'estació Terrassa-Rambla en ple centre urbà de Terrassa, sota la Rambla d'Egara, però amb una situació excèntrica respecte del conjunt nucli urbà i, per tant, oferint una accessibilitat desigual a la ciutat. En segon lloc, la línia de FGC no estava connectada amb l'estació d'Adif a Terrassa, que forma part de la línia de Rodalies R4 servida per Renfe. Aquesta connexió entre xarxes ferroviàries de caire metropolità es veu com a estratègica ja al Pla Intermodal del Transport elaborat l'any 1992. En tercer lloc, es constata també la manca d'accessibilitat per transport públic al campus de la UPC a la zona de Vallparadís, que tenia l'ambició de consolidar-se com

un pol universitari important. Finalment, es preveien un seguit d'actuacions urbanístiques residencials dins del terme municipal de Terrassa que podien fer-ne créixer la població en 50.000 habitants. Al barri de Can Roca, al Nord de Terrassa, on s'ubica la terminal es preveia un increment de població de 9.000 habitants. Prèviament a l'actuació, el nombre de viatgers generats i atrets diàriament per la línia de FGC a Terrassa era d'uns 12.000 i es volia augmentar substancialment.

Per tot això el 1998 es realitza un estudi de viabilitat d'aquest perllongament i el projecte s'inclou al Pla Director d'Infraestructures (PDI) de la regió metropolitana de Barcelona 2001-2010, com a actuació amb codi AX-14. El PDI estima que la demanda de viatgers diaris (en dia feiner) que utilitzin la línia de FGC a Terrassa pugui incrementar de 12.000 a 25.000 després de l'entrada en servei de les tres noves estacions. Segons el mateix pla, el total de les hores estalviades per part dels usuaris beneficiats per aquest perllongament d'FGC seria de 3.825 hores diàries, mentre que el nombre d'hores estalviades als usuaris de cotxes seria de 1.120 hores, per menor congestió. De resultes, el PDI avalua la rendibilitat socioeconòmica de l'actuació amb una TIR del 1,8%, comptant que la inversió necessària seria de 294,8 M€ (IVA exclòs).

El projecte constructiu per definir l'obra civil de l'actuació es divideix inicialment en dues fases segons dos trams clarament delimitats, el primer des de Terrassa-Rambla fins a UPC-Vallparadís i el segon des d'aquesta estació fins al final del perllongament a Terrassa-Nacions Unides (referit com a Can Roca en fase de projecte). El projecte amb clau TF-99457.1 defineix el tram entre Terrassa-Rambla i UPC-Vallparadís, inclosa l'estació de UPC-Vallparadís, mentre que el tram entre UPC-Vallparadís i Terrassa-Nacions Unides es deixa per una segona fase. Inicialment el primer tram s'executava excavant el túnel tipus mina i el segon amb tuneladora, però l'any 2005, un cop ja iniciada la primera fase, es decideix realitzar tota l'obra en una única fase mitjançant tuneladora tot aprofitant l'obra ja executada. Per aquest motiu, es realitza un projecte constructiu refós amb clau TF-03474.1R que inclou tot el tram entre Terrassa-Rambla i Terrassa-Nacions Unides i les dues estacions restants: Terrassa-Estació del Nord i Terrassa-Nacions Unides.

Per altra banda, el projecte amb clau TF-03474.3A defineix el condicionament arquitectònic i les instal·lacions per a les tres noves estacions, la reforma de l'estació Terrassa-Rambla, els túnels i les construccions auxiliars. Finalment, el projecte TF-03474.3B defineix la instal·lació dels equips de senyalització, enclavaments, ATP/ATO DTG (distància objectiu), telecomandament i equips embarcats.

### **Descripció de l'actuació**

Aquest perllongament suposa la construcció de tres noves estacions del Metro del Vallès (servei suburbà S1) de FGC, per millorar la cobertura territorial de la línia al municipi de Terrassa i permetre un intercanvi amb la línia R4 de Rodalies-Renfe.

La primera estació se situa en la zona universitària Campus UPC (àmbit de Vallparadís). La segona estació té correspondència amb l'estació Terrassa Nord de Rodalies-Renfe i dona servei a la zona central-nord. La tercera estació, situada al pla de Can Roca i associada a un

aparcament de dissuasió, dona servei a les noves zones urbanes de la part nord del municipi i, fins i tot, al municipi de Matadepera per a viatges amb destinació a Barcelona.

### Desviacions i modificacions

El projecte constructiu que definia l'actuació va començar a desenvolupar-se l'any 2003. Durant els 12 anys transcorreguts fins a la posada en servei de l'actuació el juliol de 2015 el projecte inicial ha estat subjecte a múltiples modificacions motivades per imprevistos sorgits o pel propi context polític i econòmic que han tingut impactes significatius en el procés constructiu adoptat i, evidentment, en el cost i termini d'execució final de l'obra.

**Taula 86: Modificacions/desviacions principals de l'actuació**

Data	Modificació/Desviació	Motiu(s)	Impacte(s)
2005	Tram Terrassa-Rambla fins a UPC-Vallparadís: Procés constructiu amb tuneladora TBM (Tunnel Boring Maching) enlloc d'excavació túnel mina	- Minimitzar els riscos de subsidències no tolerables i les obres en superfície que afecten a la població	- Necessitat d'un nou projecte constructiu (refós) - Major cost per adaptació de traçat i elements estructurals - Procés constructiu i entrada en servei en una única fase enlloc de les dues inicialment previstes
2003-2015	Ajornament dels terminis d'execució de les obres	- Trobada de restes arqueològiques al tram Rambla/UPC-Vallparadís - Manca de finançament	- Ajornament significatiu de la posada en servei - Increment de costos de compensació/indemnització

### Costos

#### Costos d'inversió

Es presenta a continuació l'estudi ex-post de costos d'inversió derivats de l'actuació amb l'objectiu de comprovar el cost final que ha significat i les possibles desviacions respecte a les estimacions inicials. Cal remarcar que malgrat que l'actuació es fragmenta en múltiples projectes constructius i contractes d'obra, els costos d'inversió es presenten de forma agregada amb la intenció de donar una visió global del conjunt de l'actuació. La Taula 87 mostra els costos d'inversió desagregats segons les diferents fases de l'actuació.

Taula 87: Costos d'inversió estimats en les diferents fases de l'actuació

Pressupost estudi informatiu <sup>17</sup>	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	-
	Afectacions i expropiacions	-
	<b>Import total (IVA exclòs)</b>	<b>294.300.000,00 €</b>
Pressupost de licitació	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	324.585.049,07 €
	Afectacions i expropiacions	8.252.050,12 €
	<b>Import total (IVA exclòs)</b>	<b>332.837.099,19 €</b>
Pressupost d'adjudicació	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	264.021.682,32 €
	Afectacions i expropiacions	6.273.960,24 €
	<b>Import total (IVA exclòs)</b>	<b>270.295.642,56 €</b>
Pressupost projecte modificat i complementari	Pressupost d'Execució per Contracte (PEC) (IVA exclòs)	343.984.614,86 €
	Afectacions i expropiacions	708.292,81 €
	<b>Import total (IVA exclòs)</b>	<b>344.692.907,67 €</b>
Import liquidat	Contractes obra (inclòs despeses generals i benefici industrial) (IVA exclòs)	350.436.634,86 €
	Indemnitzacions	14.167.821,13 €
	Revisió de preus	21.548.213,36 €
	Compensacions financeres	18.170.609,48 €
	Afectacions i expropiacions	
	<b>Import total (IVA exclòs)</b>	<b>404.323.278,83 €</b>

<sup>17</sup> Pressupost inclòs al PDI 2001-2010



L'import total de la inversió liquidada ha estat finalment de 404 M€(IVA exclòs), mentre que la inversió prevista al PDI 2001-2010 era de 294 M€(IVA exclòs) i la prevista als projectes constructius base de la licitació era de 333 M€(IVA exclòs). A continuació s'analitza la desviació respecte a les estimacions previstes i a l'import liquidat per a cadascuna de les fases, resumint-se a la següent taula:

**Taula 88. Comparativa dels costos estimats amb els reals i càlcul de la desviació per a cadascuna de les fases del projecte**

	Total Estimad (IVA exclòs)	Total liquidat (IVA exclòs)	Desviació	%Desviació
Estudi informatiu	294.300.000	404.323.278	110.023.278	+37%
Pressupost licitació	332.837.099	404.323.278	71.486.179	+21%
Pressupost adjudicació	270.295.642	404.323.278	134.027.636	+50%
Pressupost modificats i complementaris	344.692.907	404.323.278	59.630.371	+17%

Així doncs, la inversió liquidada per aquesta actuació ha estat un 37% superior a la prevista en fase de planejament i un 21% superior a la prevista en fase de projecte.

Pel que fa el pressupost d'adjudicació, veiem com la desviació és del 50%, degut a la baixa realitzada pel contractista. Les modificacions i projectes complementaris introduïts no suposen un increment significatiu respecte a l'import pressupostat inicialment en la licitació sinó que tendeixen a recuperar la baixa en l'adjudicació a través de millores o canvis per imprevistos.

Finalment, cal remarcar que l'import liquidat sí que és clarament superior (un 17% més) al pressupostat en els darrers modificats i complementaris aprovats en fase d'obra. Aquesta diferència es deu a les indemnitzacions (14 M€), compensacions financeres (18 M€) i revisions de preus (22 M€) derivades dels endarreriments en els terminis d'execució de les obres i d'incompliments de contractes.

La Figura 64 il·lustra gràficament les desviacions en les estimacions de costos respecte a la previsió inicial, prenent el cost estimat en l'estudi informatiu com a referència.

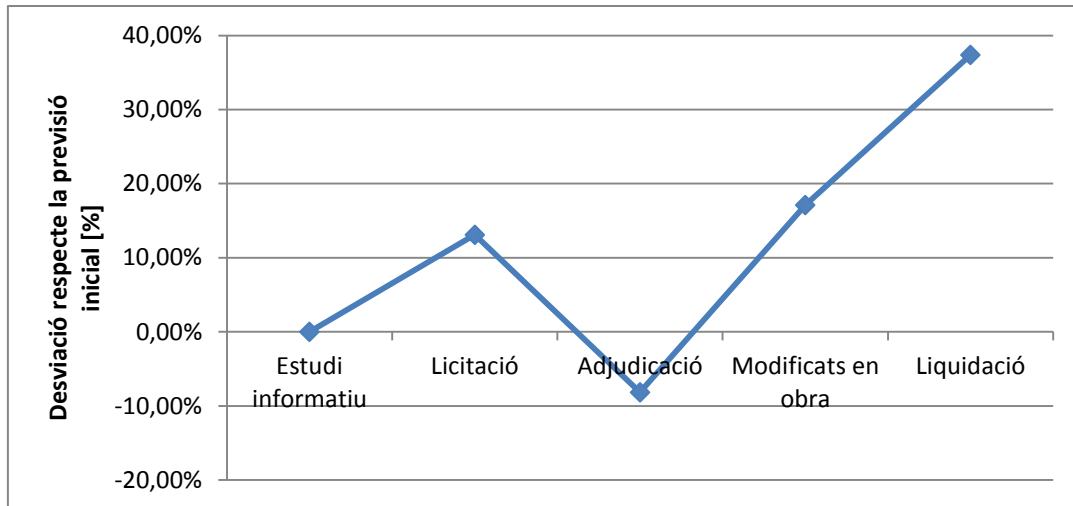


Figura 64: Desviacions de les estimacions de costos respecte a la previsió inicial del PDI 2001-2010

D'altra banda, resulta interessant analitzar la repercussió dels costos de cada fase del projecte.

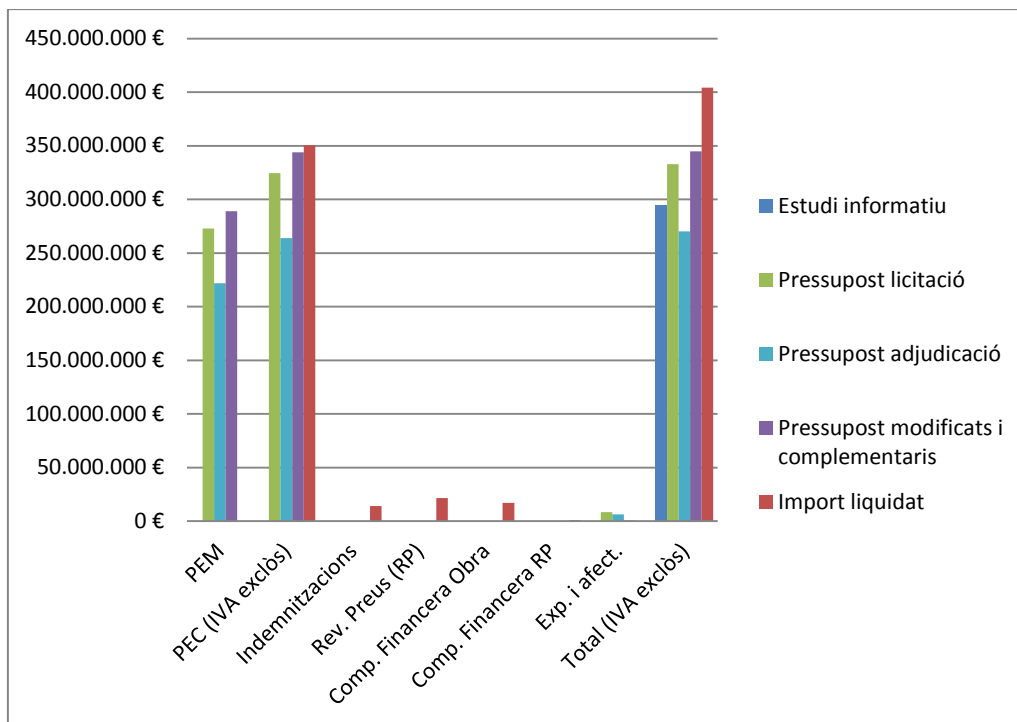


Figura 65: Comparativa dels costos previstos per a cada fase d'estudi respecte al cost final real segons els import liquidats per l'administració. Font: Elaboració pròpia.

Així es pot afirmar que la desviació total de l'import liquidat respecte a la inversió prevista en fase de planejament (+37%) es deu principalment a:

- Indemnitzacions, compensacions financeres i revisions de preus abonats a les empreses constructores per l'endarreriment dels terminis d'execució

- Infravaloració de la inversió necessària en fase de plantejament respecte a la pressupostada en fase de projecte

### Costos d'exploració i manteniment

L'estudi de rendibilitat socioeconòmica desenvolupat en el marc del PDI 2010-2020 preveu la necessitat d'incorporar dues unitats de tren a la flota actual i uns costos d'operació i manteniment afegits de 2,4 M€ anuals.

### Demanda

Segons les estimacions el PDI 2010-2020 la construcció d'aquest perllongament comporta la captació de 21.990 passatgers diaris (en dia feiner), dels quals 1.596 provenen del vehicle privat.

Aquestes estimacions de demanda es contrasten amb l'evidència empírica ex-post registrada després de l'entrada en servei del perllongament. La demanda captada i induïda per les noves estacions i el nou tram de FGC a Terrassa resulta de calcular la diferència entre les dades de demanda registrada després de l'entrada en servei i un escenari de referència, que representa la situació hipotètica en que l'actuació no s'hagués fet efectiva.

### Escenari de referència

L'escenari de referència vol representar de manera raonable el comportament de la demanda en el cas hipotètic que l'actuació no s'hagués fet efectiva, amb l'ambició de servir de punt de partida a partir del qual es valora la nova demanda incorporada.

L'escenari de referència de demanda per a les dues estacions pre-existents a Terrassa, Les Fonts i Terrassa-Rambla, es construeix assumint que el número de passatgers registrats l'any 2014, abans de l'entrada en servei del perllongament, creix fins al 2017 segons el creixement interanual d'usuaris de transport públic registrat al conjunt del Sistema Tarifari Integrat (STI). S'adopta la referència de creixement de demanda del conjunt del STI perquè aquesta escala representa un creixement tendencial per factors socioeconòmics i independent d'actuacions particulars que s'hagin dut a terme, incloent el propi perllongament de FGC a Terrassa.

Com a resultat de la projecció elaborada per a l'escenari de referència, mostrada a la Taula 89 i la Taula 90, la demanda anual a 2017 en termes de validacions d'entrada a les dues estacions pre-existents seria de 2,8 milions de passatgers a l'any amb una mitjana diària de validacions en dia feiner de 9.340.

**Taula 89: Demanda en validacions (entrades) totals anuals en l'escenari de referència**

Validacions totals anuals				
	Les Fonts	Terrassa-Rambla	Total	Total STI (*10^6)
2014	392.675	2.204.043	<b>2.596.718</b>	915,6
2015	402.668	2.260.131	<b>2.662.799</b>	938,9
2016	409.144	2.296.480	<b>2.705.624</b>	954,0

2017	422.610	2.372.066	<b>2.794.676</b>	985,4
------	---------	-----------	------------------	-------

Taula 90: Demanda en validacions (entrades) mitjanes diàries en dia feiner en l'escenari de referència

Validacions diàries mitjanes en dia feiner			
	Les Fonts	Terrassa-Rambla	Total
2014	1.302	7.377	<b>8.679</b>
2015	1.335	7.565	<b>8.900</b>
2016	1.357	7.686	<b>9.043</b>
2017	1.401	7.939	<b>9.340</b>

### Demanda ex-post

Un cop construït l'escenari de referència, s'estudien les dades registrades de demanda efectiva i es comparen amb les de l'escenari de referència a fi d'extreure informació sobre l'efecte de l'actuació implementada en termes de demanda.

#### Dades de demanda ex-post

Les dades de demanda ex-post utilitzades s'obtenen de dues fonts principalment:

- Dades de validacions d'entrada a les estacions de FGC estudiades mitjançant bitllets de títols propis i de l'ATM
- Enquesta elaborada per FGC a les noves estacions per a caracteritzar la demanda el novembre de 2016

Les dades de validacions registrades es mostren a la Taula 91 i Taula 92. S'observa que a 2017 s'arriba a la xifra de 4,1 milions de passatgers d'entrada anuals al conjunt d'estacions de Terrassa, que el 2014 era de 2,6 milions a les dues estacions pre-existents. En termes de passatgers d'entrada diaris en dia feiner, es registren 13.629 entrades de mitjana el 2017.

Taula 91: Demanda en validacions (entrades) totals anuals en l'escenari de projecte.

Validacions totals anuals						
	Les Fonts	Terrassa-Rambla	Vallparadís	Estació del Nord	Nacions Unides	Total
2014	392.675	2.204.043	-	-	-	<b>2.596.718</b>
(*) 2015	390.835	1.981.407	340.001	204.167	155.091	<b>3.071.501</b>
2016	384.757	1.556.468	911.505	547.466	415.087	<b>3.815.283</b>
2017	405.851	1.602.078	1.001.221	631.799	478.871	<b>4.119.820</b>

(\*) Dades 2015 a les noves estacions corresponents a període 28/07-31/12

Taula 92: Demanda en validacions (entrades) mitjanes diàries en dia feiner en l'escenari de projecte

	Validacions diàries mitjanes en dia feiner					
	Les Fonts	Terrassa-Rambla	Vallparadís	Estació del Nord	Nacions Unides	Total
2014	1.302	7.377	-	-	-	<b>8.679</b>
2015	1.282	6.591	2.649	1.562	1.170	<b>13.254</b>
2016	1.267	5.093	3.068	1.817	1.369	<b>12.614</b>
2017	1.331	5.230	3.375	2.108	1.585	<b>13.629</b>

L'enquesta realitzada per FGC informa de quina proporció de la demanda a les noves estacions és induïda, és a dir que prèviament no realitzava el desplaçament, i quina és captada, és a dir que prèviament realitzava el desplaçament però d'una altra manera, incloent altres modes de transport o usuaris de les estacions de FGC pre-existents.

Segons els resultats de l'enquesta, un 41% d'usuaris de les noves estacions són induïts i, per tant, no realitzaven el desplaçament abans de l'entrada en servei del perllongament. No obstant això, aquesta informació no es considera suficientment robusta, atès que la pregunta formulada en el qüestionari és ambigua. Així doncs, es pren com a hipòtesi que el 10% de la demanda es induïda i el 90% captada.

La Taula 93 caracteritza la demanda captada segons el mode de transport d'origen. S'observa que un 58% d'usuaris captats utilitzava prèviament les estacions de FGC a Terrassa pre-existents. Bàsicament es tracta d'usuaris que prèviament accedien a la línia de FGC per l'estació de Terrassa-Rambla i ara ho fan a través de les noves estacions. De la resta de la demanda captada, un 29% utilitzava prèviament modes de transport públic col·lectiu i modes no motoritzats i un 13% es desplaçaven en vehicle privat.

D'altra banda, cal remarcar que un 19% dels passatgers captats utilitzaven prèviament el servei R-4 de Rodalies-Renfe, que representa una clara alternativa a la línia de FGC per desplaçaments a Barcelona. Tanmateix, es pot afirmar que la captació d'altres estacions de FGC (de l'ordre del 60%) és clarament superior a la captació d'usuaris de Rodalies-Renfe (de l'ordre del 20%).

Taula 93: Proporció de demanda captada segons mode de transport d'origen

Origen	Ratio	Origen	Ratio
FGC	58%	FGC. Terrassa-rambla	53%
		FGC. Les Fonts	5%
Altres TPC i no motoritzat	29%	RENFE	19%
		Bus urbà Terrassa	7%
		A peu	3%
Altres vehicle privat	13%	Cotxe conductor	10%
		Cotxe acompanyant	2%
		Moto	1%

Avaluació d'efectes en la demanda

Les tres noves estacions de FGC a Terrassa van rebre uns 2,1 milions de passatgers d'entrada el 2017, amb un increment del 12,7% de demanda respecte el 2016. Aquest increment tan significatiu és propi de períodes d'adaptació o *ramp-up* en què s'està assolint progressivament una nova situació d'equilibri després de l'entrada en servei de l'actuació. En termes diaris, aquesta xifra de demanda es tradueix en 7.068 validacions diàries de mitjana en dia feiner. L'estació amb més usuaris és la de Vallparadís, que acull més de la meitat dels usuaris del perllongament. Les altres dues estacions es reparteixen la resta de la demanda, si bé l'Estació del Nord registra una demanda lleugerament major a la de Nacions Unides.

L'increment net derivat de l'actuació respecte l'escenari de referència al conjunt de les estacions FGC a Terrassa i, per extensió, al conjunt de la xarxa de FGC és de 1.325.144 passatgers d'entrada el 2017, ja que del total de nous usuaris de les noves estacions cal descomptar 786.747 usuaris que, segons l'escenari de referència, haguessin accedit a la xarxa de FGC per les estacions pre-existents i ara ho fan a través de les noves estacions. Aquesta xifra es tradueix en un increment net de 4.289 passatgers d'entrada diaris de mitjana en dia feiner.

**Taula 94: Increment en validacions (entrades) totals anuals en l'escenari de projecte respecte l'escenari de referència**

	Increment validacions totals anuals						
	Les Fonts	Terrassa-Rambla	Vallparadís	Estació del Nord	Nacions Unides	Total noves estacions	Total FGC Terrassa
Increment 2016	-24.387	-740.012	911.505	547.466	415.087	<b>1.874.058</b>	<b>1.109.659</b>
Increment 2017	-16.759	-769.988	1.001.221	631.799	478.871	<b>2.111.891</b>	<b>1.325.144</b>

**Taula 95: Increment en validacions (entrades) mitjanes diàries en dia feiner en l'escenari de projecte respecte l'escenari de referència**

	Increment validacions diàries mitjanes en dia feiner						
	Les Fonts	Terrassa-Rambla	Vallparadís	Estació del Nord	Nacions Unides	Total noves estacions	Total FGC Terrassa
Increment 2016	-90	-2.593	3.068	1.817	1.369	<b>6.254</b>	<b>3.571</b>
Increment 2017	-70	-2.709	3.375	2.108	1.585	<b>7.068</b>	<b>4.289</b>

Tot combinant les dues fonts de dades disponibles, les validacions i l'enquesta, s'obté una caracterització de la demanda a les noves estacions segons si és induïda o captada i, en aquest darrer cas, segons el mode de transport que utilitzaven abans de l'entrada en servei del perllongament.

Els resultats es mostren a la Taula 96 i la Taula 97. Respecte l'escenari de referència, es realitzen 209.077 desplaçaments menys d'anada en vehicle privat (cotxe i moto), que representen 700 desplaçaments d'anada diaris de mitjana en dia feiner.

**Taula 96: Validacions (entrades) totals anuals a noves estacions segons induïda/captada i segons mode d'origen**

<b>Total validacions noves estacions</b>	<b>2.111.891</b>		
Dem. Induïda	211.189		
Dem. Captada	1.900.702	FGC. Terrassa-Rambla	1.007.372
		FGC. Les Fonts	95.035
		RENFE	361.134
		Cotxe conductor	190.070
		Cotxe acompanyant	38.014
		Moto	19.007
		A peu	57.022
		Bus urbà Terrassa	133.049

**Taula 97: Validacions (entrades) mitjanes diàries en dia feiner a noves estacions segons induïda/captada i segons mode d'origen**

<b>Total nous usuaris</b>	<b>7.068</b>		
Dem. Induïda	707		
Dem. Captada	6.362	FGC. Terrassa-Rambla	3.371
		FGC. Les Fonts	318
		RENFE	1.208
		Cotxe conductor	637
		Cotxe acompanyant	128
		Moto	63
		A peu	191
		Bus urbà Terrassa	446

#### Desviació respecte d'estimacions prèvies

El PDI 2010-2020 assumia que les noves estacions del perllongament de FGC a Terrassa tindrien una demanda de 21.990 passatgers diaris (en dia feiner), dels quals 1.596 provindrien del vehicle privat. Aquesta hipòtesi de demanda ja es rebaixa respecte les primeres previsions en el marc del PDI 2000-2010, on s'assumia que les noves estacions serien utilitzades per 25.000 passatgers de mitjana en dia feiner.

La darrera hipòtesi de demanda del PDI 2010-2020 es contrasta amb l'evidència empírica ex-post. Cal però primer expressar-ho en els mateixos termes ja que mentre que les previsions de demanda s'expressen en termes de passatgers totals, les dades de demanda ex-post es

registren en forma de validacions i, per tant, només es comptabilitzen passatgers d'entrada i no de sortida. Per tal de convertir-ho a passatgers totals (entrades i sortides), s'assumeix simetria perfecta entre desplaçaments d'anada i tornada i es multipliquen les dades de validacions d'entrada per 2. Aquesta hipòtesi serà més vàlida com més gran sigui la proporció de viatges inter-municipals, que en aquest cas és de prop del 90% segons l'enquesta de demanda realitzada.

Amb aquesta hipòtesi, el 2017, de mitjana en dia feiner, 14.136 passatgers utilitzen les tres estacions del perllongament i 1400 d'aquests realitzaven prèviament el desplaçament en vehicle privat (Taula 98). Així, la demanda registrada l'any 2017 i, per tant, dos anys després de l'entrada en servei del perllongament, és un 36% inferior a la demanda prevista en fase de planejament en el marc del PDI 2010-2020. Pel que fa la desviació en les estimacions de passatgers captats del vehicle privat veiem que és un 12% inferior a la prevista en el marc del PDI 2010-2020.

**Taula 98: Desviació de demanda a 2017 en passatgers totals (entrades i sortides) respecte d'estimacions prèvies**

	PDI 2010-2020	Evidència ex-post 2017	Desviació 2017
Demanda noves estacions (passatgers totals diaris dia feiner)	21.990	14.136	-36%
Captació vehicle privat (passatgers totals diaris dia feiner) considerant viatges d'anada i tornada	1.596	1.400	-12%

Assumint un creixement de demanda interanual del 2% després de 2017, que seria el creixement mitjà base un cop passat el període de *ramp-up* i d'estabilització de la població ocupada, es pot estimar la demanda a 2030, any corresponent al mig del període d'avaluació de 30 anys. Tal i com s'observa a la Taula 99, a l'any 2030 encara no s'assoliria la demanda de passatgers totals diaris en dia feiner prevista al PDI 2010-2020, amb una desviació a la baixa del 17%. En canvi, en relació a la captació de vehicles privats, destaquem una desviació positiva del 13% respecte a la prevista al PDI 2010-2020.

**Taula 99: Desviació de demanda a 2030 en passatgers totals (entrades i sortides) respecte d'estimacions prèvies**

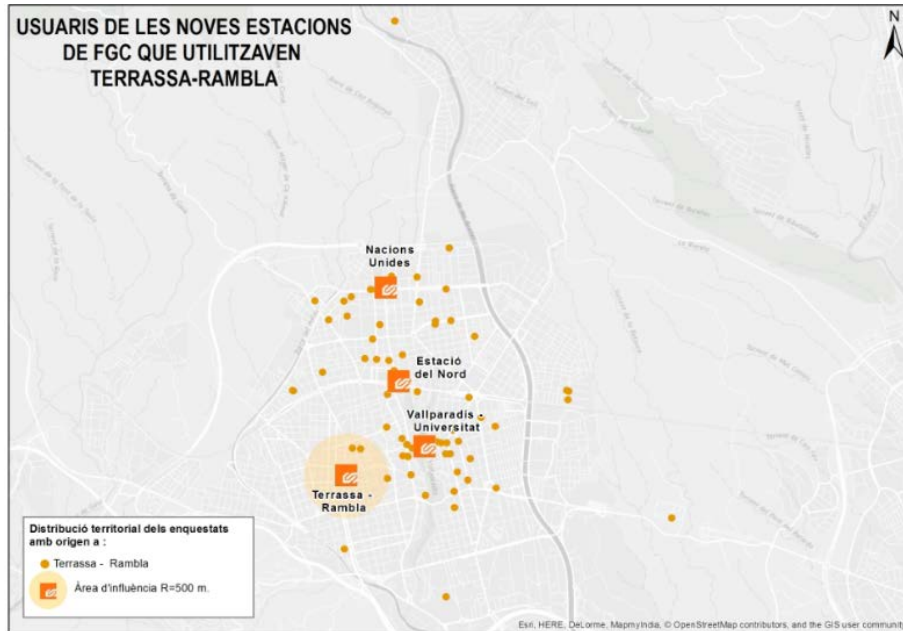
	PDI 2010-2020	Estimació a 2030	Desviació 2030
Demanda noves estacions (passatgers totals diaris dia feiner)	21.990	18.286	-17%
Captació vehicle privat (passatgers totals diaris dia feiner)	1.596	1.811	13%

## Estalvi de temps en l'accessibilitat i dispersió a les estacions de transport públic de FGC



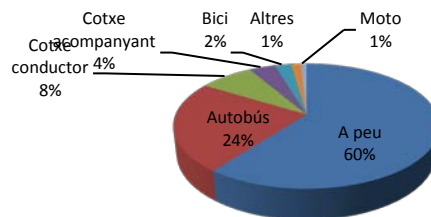
Segons els resultats de l'enquesta, un 90% dels viatges són inter-municipals, de manera que una millora en l'accessibilitat a peu a les estacions esdevé una variable cabdal pels usuaris del transport públic.

En el següent núvol de punts es mostra el punt d'origen dels viatgers que utilitzaven l'estació de FGC de Terrassa-Rambla i ara utilitzen una altra de les noves estacions.



**Figura 66. Núvol de punts amb el punt d'origen dels viatgers que utilitzaven l'estació de FGC de Terrassa-Rambla i ara utilitzen una altra de les noves estacions. Font: Enquesta als usuaris de les noves estacions d'FGC de Terrassa (Novembre 2016)**

A continuació es mostra en quin mode de transport es desplaçaven els usuaris que abans realitzaven el viatge a través de les estacions de FGC Terrassa- Rambla i Les Fonts, abans del la inauguració del perllongament.



**Figura 67. Mode de transport en el que es desplaçaven els usuaris que abans realitzaven el viatge a través de les estacions de FGC Terrassa-Rambla i Les Fonts**

Per a determinar els temps d'estalvi dels usuaris que abans realitzaven el viatge a través de les estacions de FGC Terrassa-Rambla i Les Fonts, i que ara utilitzen les noves s'han suposat les següents hipòtesis:

- Hipòtesi 1: La diferència en temps d'accés d'un usuari mitjà captiu d'una estació X que abans utilitzava l'estació Terrassa-Rambla és el temps de desplaçament entre l'estació X i la de Terrassa Rambla
- Hipòtesi 2: La diferència en temps d'accés d'un usuari que abans entrava a Terrassa-Les Fonts és el temps de viatge en cotxe entre Terrassa-Nord i Les Fonts

Taula 100. Estalvi de temps d'accessibilitat dels usuaris captats d'altres estacions de FGC

	Repartiment modal previ	Increment temps accés Usuari típic captiu Vallparadís (min)	Increment temps accés Usuari típic captiu Nord (min)	Increment temps accés Usuari típic captiu N. Unides (min)
A peu	60%	16	17	31
Bici	2%	4	3	10
Bus urbà	24%	15	12	21
Moto	1%	8	12	14
Cotxe conductor	8%	8	12	14
Cotxe acompanyant	4%	8	12	14
Altres	1%	0	0	0
Temps estalvi per estació (min)		14,32	14,70	25,66
Validacions per estació		1.001.221	631.799	478.871
Temps estalvi mitjà (min)		<b>17,01</b>		

Realitzant una mitja ponderada en funció dels viatges captats per cadascuna de les noves estacions, arribem a la conclusió que **l'estalvi mitjà en el temps d'accés dels usuaris d'FGC és de 17 minuts.**

Donat que el 60% dels usuaris captats per les noves estacions feien el seu desplaçament a peu fins a les estacions de Terrassa-Rambla o Les Fonts, s'ha analitzat el temps d'estalvi per aquest usuari.

Taula 101. Estalvi de temps d'accessibilitat dels usuaris que van a peu i que han estat captats d'altres estacions de FGC

	Increment temps accés Usuari típic captiu Vallparadís (min)	Increment temps accés Usuari típic captiu Nord (min)	Increment temps accés Usuari típic captiu N. Unides (min)
Temps estalvi per estació (min)	16	17	31
Validacions per estació	1.001.221	631.799	478.871
Temps estalvi mitjà (min)	<b>19,70</b>		

Així doncs, podem concloure que l'estalvi dels usuaris que abans realitzaven el viatge a peu (60%) és de 19,7 min.

### ACB actualitzat

Segons les estimacions del PDI 2010-2020 l'estalvi total per part dels usuaris beneficiats per l'actuació ferroviària s'estima en 4.287 hores en dia feiner, mentre que l'estalvi per menor congestió a la xarxa viària seria de 1.254 hores. Aquesta actuació presentaria una rendibilitat segons la TIR del 2,2%. Aquestes estimacions es contrasten amb un anàlisi cost-benefici amb la metodologia SAIT i fent ús de l'evidència ex-post. S'han tingut en compte les hipòtesis càlcul resumides a la Taula 102.

**Taula 102: Principals hipòtesis de càlcul per a l'ACB actualitzat**

Valor del temps	9 €/h
Taxa social de descompte	3%
Període d'avaluació	30 anys
Increment anual de demanda	2%
Hores estalviades en dia feiner per nous usuaris FGC (2030)	3.963 h
Hores estalviades en dia feiner per usuaris vehicle privat (2030)	1.423 h
Reducció veh.km en vehicle privat (2030) (turismes i motos)	7.671.228 veh.km

Per a determinar el temps d'estalvi pels nous usuaris FGC (2030) s'ha realitzat una matriu Origen-Destinació a partir de l'enquesta elaborada per FGC a les noves estacions per a caracteritzar la demanda el novembre de 2016. A continuació s'ha determinat els temps de viatge estalviat en funció del mode de transport de provinença de la demanda captada, tenint en compte les següents hipòtesis:

- Hipòtesi 1: Els desplaçaments interns a Terrassa es consideren des de Terrassa-Nord a Terrassa Rambla
- Hipòtesi 2: En la resta de desplaçaments es consideren orígens i destinacions als centroides definits per Google Maps de cada municipi
- Hipòtesi 3: Al temps de viatge en cotxe s'addicionen 10 minuts corresponents al temps d'aparcament i accés al/des del vehicle
- Hipòtesi 4: Temps de viatge en cotxe mitjà a les 9 del matí d'un feiner (segons Google Maps)
- Hipòtesi 5: En trajectes que abans es feien en Renfe i ara Renfe + FGC dins de Terrassa, se suposa que l'estalvi de temps és de 5 min
- Hipòtesi 6: L'estalvi de temps de la demanda induïda és meitat de la demanda Captada de FGC Les Fonts, essent aquests els usuaris més beneficiats.

A continuació es presenta una taula resum dels estalvis de temps de viatge i de distàncies recorregudes en funció del mode de transport d'origen de la demanda captada:

**Taula 103. Estalvis de temps i distància recorreguda pels usuaris captats pel perllongament de FGC a Terrassa en funció del mode de transport i pels escenaris de 2017 i el projectat a 2030**

			Estalvi per passatger		Estalvi total 2017		Estalvi total 2030	
	Pax totals anuals 2017	Pax totals anuals 2030	Estalvi temps (h)	Estalvi dist. (km)	Estalvi temps (pax.h)	Estalvi distància (veh.km)	Estalvi temps (pax.h)	Estalvi distància (veh.km)
Dem. Induïda	422.378	546.391	0,17		70.396		91.065	
Captada FGC. Terrassa-Ramblla	2.014.744	2.606.286	0,28		571.013		738.666	
Captada FGC. Les Fonts	190.070	245.876	0,33		63.357		81.959	
Captada RENFE	722.267	934.329	0,08		60.189		77.861	
Captada Cotxe conductor	266.098	344.226	0,25	24,79	67.671	6.596.845	87.539	8.533.721,98
Captada Cotxe acompanyant	114.042	147.526	0,25		29.002		37.517	
Captada Bus urbà Terrassa	380.140	491.752	0,10		38.014		49.175	
Captada A peu	76.028	98.350	0,08		6.336		8.196	
Captada Moto	38.014	49.175	0,25	24,79	9.667	942.406	12.506	1.219.103,14
Mitjana/Total	<b>4.223.782</b>	<b>5.463.912</b>	<b>0,22</b>		<b>915.644</b>	<b>7.539.251</b>	<b>1.184.483</b>	<b>9.752.825,00</b>

A continuació es presenta els resultats de l'ACB realitzat a partir dels càlculs i hipòtesis definits anteriorment.

		AGENTS										SUMATORI ACB	
		Administració	Contractistes		Operadors			Usuaris			No usuaris (societat)		
			Infraestructura	Enginy./Consult.	Bus urbà	Rodalies	FGC	Turismes	Metros	Rod./FGC			
Actius	Invers.	1. Planificació	-10.868.757,58	693.750,48								-10.175.007,09	
		2. Obra civil	-223.660.356,05	17.343.762,09	0,00							-206.316.593,95	
		3. Material mòbil	0,00		0,00	-5.901.713,39	0,00					-5.901.713,39	
		4. Expropiacions	-728.463,45									0,00	-728.463,45
		5. Manteniment Infr.	-40.662.957,96	3.078.335,08									-37.584.622,89
		6. Manteniment Veh.	0,00			0,00	0,00	0,00					0,00
Operativa	Direct.	7. Oper.pers.			0,00	0,00	0,00					0,00	
		8. Oper.veh.			0,00	0,00	-25.193.427,29					-25.193.427,29	
		9. Oper.equip.				0,00	0,00					0,00	
Usuaris		14. Temps					8.738.296,76	0,00	208.947.506,14			217.685.802,90	
		15. Tarifes	0,00		-6.978.316,36	-28.135.700,56	78.648.332,55	0,00	-43.534.315,63			0,00	
		17. Cost.op.veh						51.804.272,37	0,00			51.804.272,37	
Externalitats		20. Pol.lució									3.612.917,89	3.612.917,89	
		21. Canvi climàtic									1.988.060,64	1.988.060,64	
		22. Soroll									1.682.205,15	1.682.205,15	
		24. Accidents	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.970.151,59	4.970.151,59	
<b>SUMATORI AGENTS</b>		-275.920.535,03	20.422.097,17	693.750,48	-6.978.316,36	-34.037.413,94	53.454.905,26	60.542.569,13	0,00	165.413.190,51	12.253.335,27	<b>VAN total</b> <b>-4.156.417,51</b>	
												<b>VAN total/inversió</b> <b>0,02</b>	
												<b>TIR</b> <b>2,9%</b>	

Figura 68: Resum de la matriu efectes-agents



Analitzant el ACB de la rendibilitat de l'actuació actualitzada amb les dades ex-post en termes de VAN és de -4 milions d'euros mentre que la TIR resulta ser de 2,9 %. El VAN resulta negatiu principalment per causa de la desviació econòmica relacionada amb la inversió inicial. Destacar també que segons les evidències del 2017-2018 la demanda és un 36% inferior a la prevista i això també efecte en termes de rendibilitat socioeconòmica. Tot i que la demanda és inferior, l'estalvi declarat en accessibilitat pels usuaris (17 minuts) és major al previst inicialment de 11 minuts per viatger i dia. Això permet compensar el fet que la demanda captada hagi estat inferior.

A continuació es presenta una taula recapitulativa de la repercussió de l'actuació sobre els diferents agents afectats:

**Taula 104. Anàlisi del ACB pels diferents agents implicats en l'actuació**

	Comentari
Administració	L'administració suporta principalment la càrrega econòmica de l'actuació amb 336M€, en esser aquesta la impulsora de la infraestructura.
Contractistes	Els executors de la infraestructura sortirien beneficiats amb 25M€ mentre que les enginyeries i consultories que han dissenyat el projecte amb 0,8M€
Operadors	FGC sortiria beneficiat amb 36M€ de l'actuació mentre que Rodalies-Renfe i l'operador del bus urbà de Terrassa (TMESA) en sortirien perjudicats en perdre recaptació per tarifes, amb una càrrega de 28M€ i 7M€ respectivament.
Usuaris	Els usuaris de transport captius de les noves estacions sortirien beneficiats, principalment gràcies al estalvi de temps. Així, els usuaris de vehicle privat (turismes i motocicletes) en sortirien beneficiats amb uns 215M€, mentre que els usuaris captius que ja es desplaçaven en transport públic ( RENFE o altres estacions de FGC) sortirien beneficiats amb uns 174M€
No usuaris (societat)	Els no usuaris també sortirien beneficiats en forma de disminució de costos externs generats pel vehicle privat (18M€)

## Conclusions

### Resum d'impactes i verificació d'objectius

A mode de resum de la present avaluació ex-post es presenta un resum dels impactes de l'actuació (Taula 105).

**Taula 105: Resum d'impactes de l'actuació**

	Valor ex-post	Comentari
Cost d'inversió	404 M€	La inversió liquidada per aquesta actuació ha estat un 37% superior a la prevista en fase de planejament. Aquesta desviació es deu principalment a compensacions per l'endarreriment dels terminis d'execució i a una infravaloració de la inversió necessària en fase de plantejament
Demanda noves estacions	2.111.891 validacions a 2017 a les noves estacions, 7.068 entrades de mitjana en dia feiner	La demanda registrada el 2017 a les noves estacions és un 36% inferior a la prevista al PDI 2010-2020. L'estació amb més demanda és la de Vallparadís (>1M pax) seguida de Terrassa-Nord i Nacions Unides
Increment usuaris FGC	47% d'increment dels usuaris de FGC a Terrassa	Increment net de 1.325.144 entrades el 2017 a FGC Terrassa, que suposa uns 4.289 passatgers d'entrada diaris en dia feiner i un increment relatiu respecte les 2.794.676 entrades de l'escenari de referència del 47%.
Captació vehicle privat	Les noves estacions capten 1.400 desplaçaments diaris en vehicle privat el 2017	La captació de desplaçaments en vehicle privat és un 12% inferior a la prevista al PDI 2010-2020.
Millora de l'accessibilitat als FGC	17 minuts d'estalvi	L'estalvi mitjà en el temps d'accés dels usuaris d'FGC que abans realitzaven el viatge a través de les estacions de Terrassa-Rambla o Les Fonts i ara utilitza una de les noves estacions és de 17 minuts. L'estalvi dels usuaris que abans realitzaven el viatge a peu (60%) és de 19,7 min.
Afavorir la interconnectivitat entre la xarxa de FGC i Rodalies-Renfe	7 % dels viatgers viatgen en RENFE i posteriorment en FGC	Segons l'enquesta, el perllongament de FGC a Terrassa és molt utilitzat com a última milla a Terrassa per viatges en Rodalies-Renfe (dades de número de transbordaments no disponibles) Es capten 288.387 entrades a FGC el 2017 que prèviament viatjaven en Renfe-Rodalies.



## **Lliçons apreses**

Aquest anàlisi ex-post ens ha permès detectar quin ha estat l'impacte de l'actuació prenent com a base de partida les dades reals mesurades un cop la infraestructura ha entrat en servei. D'altra banda, aquest estudi ens ha donat la possibilitat realitzar una comparativa entre el ex-ante realitzat (PDI 2000-2010 i 2010-2020) i el ex-post, podent així valorar l'eficàcia del Sistema d'Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT).

## **ANNEX 9: Actualització dels costos de referència al 2019**

S'han actualitzat els costos de referència al 2019, en base a les dades recollides entre 2014 i 2019. En els apartats següents es detalla la metodologia d'actualització per a cada tipologia de cost.

### Actualització del valor del temps

El valor del temps de referència ha estat calculat emprant la metodologia publicada per SENER al 2014. D'aquesta manera, aquest concepte s'utilitza per valorar el cost d'ús, i tal com ells defineixen depèn del cost horari ponderat de la població activa, ocupada i aturada; del motiu de la mobilitat i el factor de cost (Figura 53).

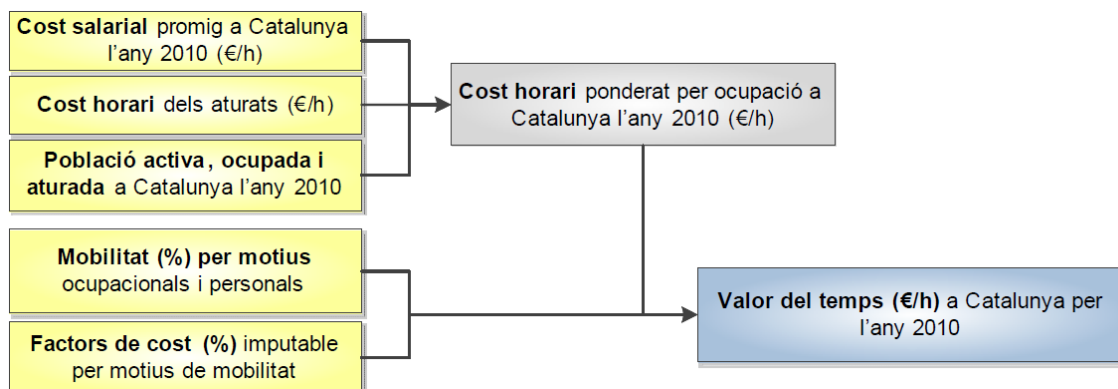


Figura 69. Esquema de la metodologia del càlcul del valor del temps (Font: Pascual, 2014).

Així mateix, a la següent taula 1 es mostren els valors emprats en el SAIT 2.0 per tal d'obtenir el valor del temps.

	% desplaçaments per àmbits i motius EMQ 2006					
	Treball i estudis	Compres	Lleure	Gestions	Tornada ocupacional	Tornada personal
Total Catalunya	20,1%	7,8%	16,1%	10,5%	16,7%	29,2%
	Mobilitat a ponderar					
	37%	14%	30%	19%		
	Factors de cost segons motius dels desplaçaments (%)					
	69%	59%	47%	100%		

Taula 106. Valors emprats per obtenir el valor del temps tenint en compte un cost horari de 14,84 €/h (Cost salarial extret de: <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=395&t=2017> i població activa/ocupada de: <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=293>).

Per tal d'obtenir el valor del temps, aquest depèn de la mobilitat a ponderar, del factor de cost segons el motiu i del cost horari. Ha estat utilitzat un cost horari de 14,84 €/h que és funció de la població activa i ocupada, i del cost salarial i dels aturats.

D'altra banda, a la taula 2 es mostren els diferents valors de temps obtinguts: el valor del temps mitjà i segons el motiu del desplaçament, tant pel SAIT 2015 com pel SAIT 2020.

	SAIT 2015	SAIT 2020
<b>Valor del temps mitjà</b>	9,0	10,0
<b>Treball i estudi</b>	9,2	10,2
<b>Compres</b>	7,9	8,8
<b>Lleure</b>	6,3	7,0
<b>Gestions</b>	13,4	14,8

Taula 107. Valor del temps mitjà i segons el motiu de desplaçament obtinguts al SAIT 2015 i 2020. **Actualització dels costos d'inversió d'obra civil i manteniment de carreteres**

Els valors de referència d'inversió d'obra civil i manteniment de carreteres s'han actualitzat mitjançant els Índex de Costos de Construcció del Ministeri de Foment. Els nous costos de referència estan calculats en base al gener de 2015 i partint dels existents en el SAIT 1.0 que són els detallats a la ordre FOM/3317/2010. Els resultats de l'actualització amb aquest índex econòmic del Ministeri de Foment és el següent:

	Terreny			Unitats
	Pla	Ondulat	Accidentat	
<b>Ponts</b>	1.625	1.835	2.045	€/m <sup>2</sup>
<b>Carreteres</b>				
Autovia interurbana	2.885.000	4.720.000	7.085.000	€/km
Variant	2.310.000	3.250.000	5.460.000	€/km
Enllaç	13.650.000	13.650.000	13.650.000	€/km
<b>Ferrocarril</b>	8.345.000	11.495.000	15.695.000	€/km
Subestructura	5.250.000	8.400.000	12.600.000	€/km
Superestructura	1.285.000	1.285.000	1.285.000	€/km
Equips tècnics	1.810.000	1.810.000	1.810.000	€/km
Subministrament elèctric	2.885.000	2.885.000	2.885.000	€/MW

Taula 108. Valors de referència d'inversió en diferents unitats constructives en fases preliminars actualitzats a 2019 amb el Índex de Costos de Construcció del Ministeri de Foment.

Tipologia de carretera		Ordinari [€/km-any]	Extraordinari [€/km-10 anys]
Autopista		34.650	136.500
Carretera convencional		17.325	68.250
Carretera local		7.455	
Incrementos	Vialitat invernall	13.020	
	Túnel	418.142	

Taula 109. Costos del manteniment per infraestructures lineals de carretera preliminars actualitzats a 2019 amb el Índex de Costos de Construcció del Ministeri de Foment.

La DGIM s'ha encarregat d'actualitzar els costos ferroviaris a través dels comptes d'explotació del 2018 dels diferents operadors implicats:

- Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC)
- Metro de Barcelona
- Rodalies i regionals de Catalunya
- TRAM

Aquest treball ha tingut l'objectiu de revisar i millorar els costos, tot homogeneïtzant-los el màxim possible per tal de simplificar la realització d'avaluacions de polítiques públiques.

Durant el procés s'han detectat alguns canvis significatius, ja que s'ha vist per segona vegada que els costos provinents del comptes d'explotació dels operadors eren superiors als declarats al PDI de l'ATM. En el primer SAIT es van utilitzar alguns dels costos provinents del PDI de l'ATM ja que es creien més adients, però després dels resultats de la revisió, aquests s'han actualitzat pels costos provinents dels comptes d'explotació.

Finalment s'han realitzat uns indicadors de costos que agrupen diferents costos en un sol indicador (Taula 4). Els indicadors més interessants pel que fa a la seva homogeneïtat són els que venen representats pel número de trens disponibles.

	MATERIAL MÒBIL (M€/UT branca)	MANT. INFRAESTRUCTURA (M€/KM-ANY)	MANT. I OP. ESTACIONS (M€/ESTACIÓ)	MANTENIMENT I NETEJA MATERIAL MOBIL (M€/TREN-ANY)
Rodalies	6,5	100.000	Escalat FGC	200.000
Regionals	6,5	100.000	Escalat FGC	200.000
FGC	6,5	200.000	Escalat FGC	250.000
Metro	8	300.000	Escalat FGC	240.000
TRAM	3,5	200.000	80.000	140.000

	OPERATIVA VEHICLES. PERSONAL (€/H de TREN)	OPERATIVA VEHICLES. CONSUM ELÈCTRIC (€/BRANCA-KM)	OVERHEADS (% sobre despeses operació)
Rodalies	60	1,10	20%
Regionals	60	0,80	20%
FGC	60	0,90	20%
Metro	60	1,20	20%
TRAM	20	0,90	20%

	Manteniment i operació (€/tren)	Manteniment i operació (€/tren-hora)	Manteniment infraestructura i estacions (€/tren)	Tots els costos, inclou overheads (€/tren)
Rodalies	500.000	300	800.000	1.700.000
Regionals	500.000	300	800.000	1.700.000

FGC	500.000	200	800.000	1.700.000
Metro	500.000	150	800.000	1.700.000
TRAM	250.000	75	300.000	700.000

Taula 110. Actualització dels costos ferroviaris del SAIT 2019.

A la següent taula es mostren els valors recomanats per cada tipologia de despesa:

Tipologia de cost	Operador	Valor
Material mòbil [M€/UT branca]	Rodalies	6,5
	Regionals	6,5
	FGC	6,5
	Metro	8
	TRAM	3,5
Manteniment infraestructura [€/KM-ANY]	Rodalies	100.000
	Regionals	100.000
	FGC	200.000
	Metro	300.000
	TRAM	200.000
Manteniment i neteja material mòbil [€/TREN-ANY]	Rodalies	200.000
	Regionals	200.000
	FGC	250.000
	Metro	240.000
	TRAM	140.000
Operació vehicles - personal [€/H de TREN]	Rodalies	60
	Regionals	60
	FGC	60
	Metro	60
	TRAM	20
Operació vehicles - consum elèctric [€/BRANCA-KM]	Rodalies	1,10
	Regionals	0,80
	FGC	0,90
	Metro	1,20
	TRAM	0,90
Overheads (% sobre total despeses manteniment i operació)	Rodalies	20%
	Regionals	20%
	FGC	20%
	Metro	20%
	TRAM	20%

Taula 111. Costos d'inversió en material mòbil, manteniment i operació dels diferents operadors de ferrocarril convencional, metro i tramvia.

Els costos de manteniment i operació de les estacions de ferrocarril s'han calculat a partir dels costos desagregats de les estacions de FGC. Aquests costos s'han agrupat en els rangs de passatgers anuals següents:

Passatgers anuals	Cost [€/estació]
> 4 M	1.800.000
2 - 4 M	850.000
1 - 2 M	500.000
0,5 - 1 M	300.000
0,1 - 0,5 M	200.000
< 0,1 M	70.000

Taula 112. Cost manteniment i operació de les estacions de ferrocarril convencional, alta velocitat i metro.

### Actualització dels costos d'autobús

La DGIM s'ha encarregat d'actualitzar els costos d'autobús urbans i interurbans a partir del model de costos de l'autobús del 2018. Alguns dels costos que no es presentaven en el model de costos s'han actualitzat mitjançant el IPC.

També ha servit per esmenar una errada que hi havia en el càlcul dels costos variables de l'operació de vehicles, la qual incorporava en l'anterior versió el cost de manteniment i neteja.

A la següent taula es presenten els valors recomanats:

Tipologia de cost		Unitats	Valor
MATERIAL MÒBIL	Urbà - No articulad	€/veh	250.000
	Urbà - Articulat	€/veh	-
	Interurbà - 55 pax	€/veh	165.000
	Interurbà - > 55 pax	€/veh	220.000
MANTENIMENT VEHICLES	Manteniment i neteja	€/km	0,14
OPERACIÓ PERSONAL	Urbà	€/h	15
	Interurbà	€/h	15
OPERACIÓ VEHICLES	Assegurança - urbà	€/veh	5.000
	Assegurança - interurbà	€/veh	5.000
	Costos variables - urbà	€/veh-km	0,49
	Costos variables - interurbà	€/veh-km	0,33
IMPOSTOS OPERADORS	Tributs - Urbà	€/veh	328
	Tributs - Interurbà	€/veh	370
	Impost Carburants - Urbà	€/km	0,20
	Impost Carburants - Interurbà	€/km	0,12
OVERHEADS	Autobús	€/veh-any	14.435,27

Taula 113. Costos d'inversió en material mòbil, manteniment i operació d'autobusos urbans i interurbans.

### Actualització dels costos de transport de mercaderies

Els costos de transport de mercaderies s'han actualitzat mitjançant el IPC prenent com a base el gener de 2015. Els costos del SAIT 1.0 es van definir a partir del Observatori del transport de mercaderies per carretera a Catalunya (2015). Els costos actualitzats al 2019 són els següents:

Tipus de vehicle	Cost adquisició [€/veh]
Furgoneta	20.475
Camió 3t	29.400
Camió 10t	50.400
Camió 16t	77.700
Camió 25t	118.650

Taula 114. Cost d'adquisició del material mòbil de mercaderies. Es suposa una vida útil de 8 anys.

Tipus de vehicle	Manteniment i neteja [€/km]
Lleugers	0,09
Pesants	0,10

Taula 115. Cost de manteniment de vehicles de mercaderies.

Tipus de vehicle	Operativa [€/hora]
Lleugers	9,45
Pesants	11,55

Taula 116. Cost d'operació de personal de vehicles de mercaderies.

Tipologia de vehicle	Assegurança [€/veh]	Costos variables [€/veh-km]
Furgoneta	2.005	0,083
Camió 3t	1.911	0,104
Camió 10t	1.977	0,121
Camió 16t	1.978	0,207
Camió 25t	2.513	0,135

Taula 117. Cost d'operació de vehicles fixos i variables de mercaderies.

Tipologia de servei	Tributs [€/veh]	Imp. carb. [€/km]
M. Lleugeres	400,32	0,03
M. Pesants	400,32	0,06

Taula 118. Cost d'impostos de vehicles de mercaderia. Fixos per vehicles i variables en funció de la distància recorreguda.

Tipologia de servei	Estructura [€/veh-any]
M. Lleugeres	2.064
M. Pesants	3.026



Taula 119. Overheads dels serveis de mercaderies.

**Actualització dels costos operatius del vehicle privat**

L'actualització dels costos de referència dels usuaris del vehicle privat s'ha dut a terme mitjançant els Índex de Preu al Consum en base al 2015. A les següents taules es detallen els costos actualitzats a 2019:

Tipus d'impost	Turismes	Motocicletes
Impost matriculacions (€/veh)	45,25	7,45
Impost primes assegurances (€/veh)	7,45	4,34
Impostos aparcament (€/veh)	45,67	0
ITV (€/veh)	18,2	9,39
IVTM (€/veh)	107,96	23,78
Impostos carburants (€/km)	0,03	0,02
Multes (€/km)	0,01	0,01

Taula 120. Impostos sobre els usuaris del vehicle privat.

	Turismes	Motocicletes
Carburants (€/km)	0,076	0,042
Lubrificants (€/km)	0,004	0,002
Pneumàtics (€/km)	0,011	0,019
Manteniment (€/km)	0,048	0,021
Amortitzacions(€/km)	0,138	0,086
Total (€/km)	0,139	0,084

Taula 121. Costos operatius dels vehicles privats. El total no inclou els costos d'amortització.

És important remarcar que les amortitzacions no sempre es poden incloure per a l'Avaluació Cost-Benefici, per a cada alternativa estudiada s'ha de definir si és oportú considerar-les. Per exemple, en el cas de l'avaluació d'un projecte en que hi ha un transvasament modal del vehicle privat al transport públic col·lectiu (TPC), no es poden considerar les amortitzacions, atès que l'usuari seguirà tenint els costos de tinença del vehicle. En el cas que es demostrï que el transvasament modal al TPC ha implicat una reducció en la tinença de vehicles privats per part dels usuaris, llavors sí que es podrà considerar. Per exemple, Mumalic et al. (2015) arriben a la conclusió que es produeix una reducció del 2,3% de la tinença de vehicles privats gràcies al perllongament d'una línia de metro fins a un barri de Copenhagen.

**Actualització dels costos derivats de les externalitats**

Els costos d'externalitats s'han actualitzat segons el *Handbook on the external costs of transport* (Versió 2019) publicat per la Comissió Europea. Al SAIT 1.0 les externalitats es van calcular a partir de les dades del mateix manual però amb la versió de 2014. Les externalitats considerades en aquest manual són:

- Costos d'accidentalitat

- Costos de la contaminació atmosfèrica
- Costos del canvi climàtic
- Costos del soroll
- Costos de congestió
- Costos de *Well-to-tank*
- Costos mediambientals

Cal remarcar que el *Handbook on the external costs of transport* disposa d'uns fitxers Excel en els quals apareixen els costos de les externalitats per a tots els països de la UE 28, sempre i quan es disposin de les dades corresponents. Així doncs, s'han adoptat els valors recomanats per Espanya.

D'altra banda, s'han dut a terme estudis específics per a determinar els valors de certes externalitats en l'àmbit urbà de Barcelona, amb el objectiu de tenir costos més acurats en medis urbans especialment densos que trobem a la metròpoli. Aquests podran ser aplicats per a casos concrets en els quals l'analista ho consideri oportú, sempre i quan es justifiqui la seva aplicació.

#### Costos de la contaminació atmosfèrica

Al SAIT 2.0 s'adoptaran els valors de referència definits en el *Handbook on the external costs of transport* (Versió 2019). A partir dels costos marginals definits en el manual europeu i el parc de vehicles de Catalunya del 2015, els valors obtinguts són els següents:

	Àrea Metropolitana			Zona Urbana		Zona Rural	
	Via desdoblada	Crta. urbana	Rural	Via desdoblada	Crta. urbana	Via desdoblada	Rural
<b>Turismes</b>	0,019	0,017	0,014	0,014	0,013	0,009	0,007
<b>Motocicleta</b>	0,022	0,018	0,019	0,014	0,010	0,009	0,007
<b>Mercaderia lleugera</b>	0,053	0,037	0,033	0,039	0,029	0,023	0,016
<b>Mercaderia pesant</b>	0,142	0,217	0,145	0,111	0,162	0,066	0,067
<b>Autobús</b>	0,132	0,286	0,148	0,107	0,231	0,064	0,072

**Taula 122. Cost marginal de la contaminació atmosfèrica en €/veh-km. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Handbook of external costs (2019) i el Parc de vehicles de Catalunya (2015).**

A partir d'aquests valors i donat les característiques territorials i densitats de població catalanes, s'adopten els valors de l'Àrea Metropolitana també per a les zones urbanes. Pel que fa les zones rurals es prenen els valors per a Via desdoblada. Així doncs, en la nova versió del SAIT, els valors adoptats per a la contaminació atmosfèrica són els següents:

	Zona Urbana i Àrea Metropolitana			Zona Rural
	Via desdoblada	Urbana	Suburbana	Rural
<b>Turismes</b>	0,019	0,017	0,014	0,009
<b>Mercaderies lleugeres</b>	0,053	0,037	0,033	0,023

<b>Mercaderies pesants</b>	0,142	0,217	0,145	0,066
<b>Motocicletes</b>	0,022	0,018	0,019	0,009
<b>Autobús</b>	0,132	0,286	0,148	0,064

Taula 123. Cost marginal de la contaminació atmosfèrica en €/veh-km considerats en el SAIT 2.0 (2019).

Donada l'elevada concentració de contaminació acústica i atmosfèrica a la ciutat de Barcelona i la seva Àrea Metropolitana, s'ha decidit definir valors més precisos que els definits en el *Handbook of External Costs of Transport* de la Unió Europea (2019). Aquests només són d'ús en casos específics on es justifiqui la seva aplicació. S'han definit costos específics per la Zona de Qualitat de l'Aire 1 atès que el nivell de contaminació atmosfèrica està per sobre dels límits establerts per la UE i la OMS per a certs contaminants.

Aquests costos s'han determinat a partir d'estudis epidemiològics de ISGlobal i dades de mobilitat per a l'Àrea Metropolitana de Barcelona. La fórmula per obtenir els indicadors és la següent:

$$\text{Costos ZQA 1} = \frac{t * VOLY * \%PM2,5 * \% \text{emissions del mode}}{\text{Veh} - \text{km anual del mode}}$$

On

- *t* són els anys de vida perduts per habitant
- *VOLY* és el valor d'un any de vida
- *% PM2.5* són les emissions del contaminant associades al transit viari
- *Veh – km anual del mode* s'han estimat a partir de les dades de mobilitat del MIFO (2017) per a la província de Barcelona
- *% emissions del mode* es calcula a partir de les dades d'emissions del *Handbook of External Costs of Transport* de la Unió Europea (2019) i les dades de mobilitat del MIFO (2017)

Les dades per definir aquests costos són les següents:

<b>Dades Província Barcelona</b>	<b>Valor</b>	<b>Unitats</b>
Mitjana PM 2,5 (2018)	14,71	µg/m <sup>3</sup>
Anys de vida perduts per habitant	0,83	anys
Població ZQA1	2.866.117	
Temps de vida perdut per la població anualment	27.825	anys
Value of a Life Year (VOLY)	90.500 €	euros
Cost total pels anys de vida perduts de la població	2.518.173.810 €	euros

%PM2,5 associat al transit viari <sup>18</sup>	53%	
--	-----	--

Taula 124. Dades de partida per determinar els costos del contaminació atmosfèrica a la ZQA 1.

Per estimar els 0,83 anys de vida perduts s'ha suposat que la població està exposada a 15 mg/m<sup>3</sup> de PM 2.5 de mitjana anual. El centre d'investigació ISGlobal calcula el risc relatiu per la mortalitat prematura que correspon a 15 mg/m<sup>3</sup> de PM 2.5 i aquest risc li resta l'esperança de vida per obtenir el nombre d'anys que la població guanyaria.

	Zona Qualitat Aire 1 [€/veh-km]
<b>Turismes</b>	0,184
<b>Mercaderies lleugeres</b>	0,230
<b>Mercaderies pesants</b>	0,561
<b>Motocicletes</b>	0,251
<b>Autobús</b>	1,030

Taula 125. Costos de contaminació atmosfèrica en l'àmbit de la Zona de Qualitat de l'Aire 1 en €/veh-km. Font: Elaboració conjunta entre el CENIT i ISGlobal.

#### Costos pel canvi climàtic

A la nova versió del SAIT de 2019 s'adoptaran els valors de referència definits en el *Handbook on the external costs of transport* (Versió 2019). A partir dels costos marginals definits en el manual europeu i el parc de vehicles de Catalunya del 2015, els valors obtinguts són els següents:

	Via desdoblada	Carretera urbana	Rural
<b>Turismes</b>	0,018	0,020	0,016
<b>Motocicletes</b>	0,010	0,008	0,008
<b>Mercaderies lleugeres</b>	0,026	0,026	0,020
<b>Mercaderies pesants</b>	0,049	0,067	0,048
<b>Autobús</b>	0,065	0,110	0,069

Taula 126. Cost marginal del canvi climàtic en €/veh-km. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del *Handbook of external costs (2019)* i el *Parc de vehicles de Catalunya (2015)*.

A banda de les emissions directes dels diferents modes de transport, també s'ha de considerar el que s'anomena emissions "Well-to-tank", que podríem definir com els costos de la producció d'energia que inclou: extracció de les matèries primeres, construcció de plantes d'energia, etc.

<sup>18</sup> Dades sobre la qualitat del aire extretes del Departament de Mediambient

[http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits\\_dactuacio/atmosfera/qualitat\\_de\\_laire/oficina\\_tecnica\\_de\\_plans\\_de\\_millora/pla\\_millora\\_qua\\_aire\\_2011\\_2015/Air\\_final\\_web.pdf](http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laire/oficina_tecnica_de_plans_de_millora/pla_millora_qua_aire_2011_2015/Air_final_web.pdf)

Aquest procés de producció d'energia produeix també contaminació atmosfèrica i gasos d'efecte hivernacle. Especialment pels modes de transport electrificats, aquests costos són importants atès que l'energia que utilitzen és virtualment 0 emissions en l'entorn local.

	Via desdoblada	Carretera urbana	Rural
<b>Turismes</b>	0,005	0,006	0,005
<b>Motocicletes</b>	0,004	0,003	0,003
<b>Mercaderies lleugeres</b>	0,007	0,007	0,005
<b>Mercaderies pesants</b>	0,011	0,016	0,011
<b>Autobús</b>	0,015	0,026	0,016

Taula 127. Cost marginal dels costos de producció de l'energia en €/veh-km. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Handbook of external costs (2019) i el Parc de vehicles de Catalunya (2015).

A continuació a la taula 20 es mostra la suma dels costos marginals del canvi climàtic i de producció de l'energia, en funció dels valors obtinguts a la taula 18 i 19.

	Via desdoblada	Carretera urbana	Rural
<b>Turismes</b>	0,023	0,026	0,021
<b>Motocicletes</b>	0,014	0,011	0,011
<b>Mercaderies lleugeres</b>	0,033	0,033	0,025
<b>Mercaderies pesants</b>	0,06	0,083	0,059
<b>Autobús</b>	0,08	0,136	0,085

Taula 128. Suma del cost marginal del canvi climàtic i la producció de l'energia en €/veh-km. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Handbook of external costs (2019) i el Parc de vehicles de Catalunya (2015).

### Costos del soroll

Al SAIT 2.0 s'adoptaran els valors de referència definits en el *Handbook on the external costs of transport* (Versió 2019). A continuació es detalla els costos marginals del soroll per la UE segons mode, moment del dia, condicions del trànsit i àmbit considerat.

Mode de transport	Moment del dia	Densitat	Metropolità	Urbà	Rural
Turisme	Dia	Dens	0,0075	0,0004	0,0001
		Lleuger	0,0182	0,0012	0,0001
	Nit	Dens	0,0136	0,0008	0,0001
		Lleuger	0,0331	0,0021	0,0002
Motocicleta	Dia	Dens	0,0815	0,0046	0,0007
		Lleuger	0,1976	0,0128	0,0015
	Nit	Dens	0,1485	0,0083	0,0012
		Lleuger	0,3599	0,0232	0,0027
Autobús	Dia	Dens	0,0715	0,0040	0,0006
		Lleuger	0,1733	0,0112	0,0013
	Nit	Dens	0,1302	0,0073	0,0011
		Lleuger	0,3156	0,0204	0,0024
Mercaderies lleugeres	Dia	Dens	0,0167	0,0009	0,0001

		Lleuger	0,0406	0,0026	0,0003
	Nit	Dens	0,0305	0,0017	0,0003
		Lleuger	0,0739	0,0048	0,0006
Mercaderies pesants	Dia	Dens	0,0835	0,0047	0,0007
		Lleuger	0,2026	0,0131	0,0015
	Nit	Dens	0,1522	0,0085	0,0013
		Lleuger	0,3689	0,0238	0,0028
Tren alta velocitat	Dia	Dens	0,3805	0,2117	0,0305
		Lleuger	0,6240	0,3471	0,0503
	Nit	Dens	0,6925	0,3852	0,0555
		Lleuger	1,1364	0,6322	0,0916
Tren convencional	Dia	Dens	0,5967	0,2632	0,0378
		Lleuger	0,9793	0,4319	0,0625
	Nit	Dens	1,0866	0,4792	0,0691
		Lleuger	1,7832	0,7865	0,1138
Tren mercaderies	Dia	Dens	0,6772	0,2682	0,0386
		Lleuger	0,8921	0,4399	0,0636
	Nit	Dens	1,2335	0,4882	0,0703
		Lleuger	2,0239	0,8011	0,1159

**Taula 129. Costos marginals del soroll per a cada mode de transport en funció del moment del dia i la densitat de trànsit. Font: Handbook of external costs of transport (2019).**

### Costos d'accidentalitat

En el SAIT 1.0 es van determinar els costos d'accidentalitat pels turismes mitjançant la metodologia definida a la Guia d'avaluació de l'impacte en la seguretat viària elaborada al 2014 a la DGIM. Així doncs, per l'accidentalitat de turismes, s'ha aplicat la mateixa metodologia però amb la sèrie històrica d'accidentalitat 2013-2017.

D'altra banda, pels altres modes de transport s'incorporen nous costos d'accidentalitat. S'han seleccionat els valors recomanats en el *Handbook on the external costs of transport* (versió 2019) pel ferrocarril i les mercaderies. Pel cas del tramvia i els autobusos s'ha fet un càlcul específic amb les dades facilitades per l'Autoritat del Transport Metropolità, Transports Metropolitans de Barcelona i l'operador TRAM.

### Costos d'accidentalitat a Catalunya – Metodologia DGIM

Els costos d'accidentalitat s'han actualitzat fent servir la mateixa metodologia definida a la Guia d'avaluació de l'impacte en la seguretat viària elaborada al 2014 a la DGIM. S'han mantingut els costos directes, indirectes i intangibles de la categoria d'accident definits a la Guia del 2014.

<b>Morts (30 dies)</b>	<b>Ferits greus</b>	<b>Ferits lleus</b>
2.713.461,67 €	228.293,89 €	19.834,70 €

**Taula 130. Costos directes, indirectes i intangibles dels accidents. Font: SAIT 2015.**

Relació víctimes/accident	Ratio morts	Ratio greus	Ratio lleus	Cost total
<b>Accident mortal</b>	1,12	0,42	0,59	3.152.097,48 €
<b>Accident greu</b>	0,00	1,16	0,56	276.078,11 €
<b>Accident lleu</b>	0,00	0,00	1,47	29.162,57 €

Taula 131. Costos per accidents a partir de dades de la DGIM.

Per tal de definir quins són els costos en funció de la tipologia de carretera (Via desdoblada, carretera convencional i travessera) s'ha utilitzat la sèrie històrica d'accidentalitat del 2013 al 2017, així com la longitud i IMD de cada tipologia de via segons dades del 2017. Els costos unitaris obtinguts són els següents:

Turismes	€/veh-km
<b>Via desdoblada</b>	0,015
<b>Carretera convencional</b>	0,032
<b>Travessera</b>	0,034

Taula 132. Indicadors d'accidentalitat actualitzats en base a la sèrie històrica d'accidentalitat 2013-2017.

### Costos d'accidentalitat definits en el Handbook on the external costs of transport per altres modes de transport:

Els costos d'accidentalitat definits en el Handbook es resumeixen a la següent taula.

Mode de transport	Cost mitjà d'accidentalitat (€/veh-km)
<b>Ferrocarril</b>	0,0037
<b>Merc. Lleugeres</b>	0,097
<b>Merc. Pesants</b>	0,091

Taula 133. Costos d'accidentalitat SAIT 2019. Font: Handbook on the external costs of transport (2019).

Els costos d'accidentalitat de mercaderies lleugeres i pesants, no s'apliquen de manera automatitzada al SAIT 2.0, però aquest són els valors recomanats que es poden introduir mitjançant un cost específic.

És important tenir en compte les següents consideracions respecte als costos de referència marginals de l'accidentalitat. En entrar al trànsit, el conductor del vehicle s'exposa al risc mitjà d'accident. No obstant això, cada vehicle adicional pot canviar el risc d'accident d'altres usuaris de transport. Per exemple, cada vehicle adicional vol dir que els vehicles es troben més propensos a trobar-se i tenen un risc d'accident més elevat. Tanmateix, pels vehicles addicionals a carreteres més transitades, indueixen a una conducció més acurada o a velocitat més baixa, fent que es redueixi el risc d'accidentalitat. Per tant, els costos d'accidentalitat marginals poden ser substancialment diferents del cost mitjà d'accidents (superior o inferior), depenent del tipus de carretera (via desdoblada, urbana o d'altres) i del flux de trànsit.

Els costos d'accidents marginals només es calculen per al transport per carretera. Es suposa que els costos d'accident ferroviari són iguals als costos mitjans d'accidentalitat, ja que aquests

modos són serveis programats. Això implica que la mida del flux de trànsit no és un factor determinant en els costos d'accident. Això contrasta amb el transport per carretera on el risc d'accident depèn altament de l'ocupació que té una determinada carretera.

#### Costos a nivell urbà dens – cas Barcelona i Àrea Metropolitana

D'altra banda, juntament amb ATM s'han definit els costos d'accidentalitat d'altres modes de transport diferents del cotxe. Aquests s'han calculat en base a les dades d'accidentalitat del municipi de Barcelona i de l'Àrea metropolitana. La següent taula resumeix els indicadors adoptats:

<b>Autobús</b>	<b>Tramvia</b>
0,07 €/bus·km (urbà)	0,09 €/tramvia·km
0,03 €/bus·km (interurbà)	

**Taula 134. Costos d'accidentalitat dels diferents modes de transport alternatius al cotxe a Barcelona i l'Àrea Metropolitana. Font: ATM-MCRIT 2018.**

Pel que fa el cas del tramvia, les hipòtesis considerades són les següents:

- Ferit lleu: aquell que requereix assistència mèdica i/o tractament menys 24h
- Ferit greu: aquell que requereix assistència mèdica i/o tractament més 24h

Es consideren incidents de responsabilitat pròpia els que són declarats com a culpables per part de l'operador de Tramvia. De les dades d'accidents viaris 2017-2018. Les dades pel càlcul de l'indicador són les següents:

	<b>2017</b>	<b>2018</b>	
<i>Lleus</i>	18	5	
<i>Greus</i>	0	0	
<i>MVeh·km</i>	2,58	2,59	
<i>Lleus/Mveh·km</i>	6,98	1,93	
<i>Greus/Mveh·km</i>	0	0	
<b>Costos unitaris (EUR/accidentat)</b>			
<i>Lleu</i>	20.550		
<i>Greu</i>	236.342		
<i>Mort</i>	2.639.640		<b>TOTAL 17-18</b>
<b>Cost accidentalitat (EUR/veh·km)</b>	<b>0,143</b>	<b>0,040</b>	<b>0,091</b>

**Taula 135. Ferits en incidents (responsabilitat pròpia) de TRAM i càlcul del indicador de cost.**

Dels incidents "ferroviaris", l'operador té identificades les següents causes, amb diferent responsabilitat en funció del precursor:

Els valors per autobusos urbans e interurbans s'han determinat a partir de les dades d'accidentalitat de Transports Metropolitans de Barcelona i de l'Autoritat del Transport Metropolità. Pel que fa el tramvia, s'han estimat a partir de les dades d'accidentalitat registrades



per l'operador TRAM. És qüestionable el grau de culpabilitat dels accidents del Tramvia, per aquest motiu el cost de referència és força elevat. Tot i així, cal remarcar que aquest mode de transport encara es troba en un període d'adaptació dins del trànsit urbà i per això encara es registra una accidentalitat elevada.

## Nous costos de referència del SAIT 2.0

### Costos de referència del benefici per l'increment de l'activitat física

L'exercici físic té un impacte en la salut de les persones millorant múltiples sistemes i òrgans. L'exercici físic millora la salut cardiovascular, respiratòria, immunològica, òssia, metabòlica, digestiva, hormonal, entre d'altres. L'exercici no només té una funció de prevenció de malalties, si no que també facilita la recuperació i millora d'aquelles persones que ja pateixen una malaltia. Finalment l'exercici físic també incrementa l'esperança de vida, sobretot en aquelles persones que realitzen activitat física de manera regular.

Els impactes sobre la salut de fer un canvi modal del vehicle privat cap al transport públic o modes de transport actius com el caminar o l'anar amb bicicleta són enormement positius. Cal remarcar que si bé és cert que caminar o anar en bicicleta pot exposar a contaminants de l'aire (per la proximitat dels vehicles que circulen prop de les voreres i carrils bici), els estudis disponibles han demostrat que els impactes negatius de respirar més contaminació queden sobrepassats abastament pels impactes positius de fer més exercici (referència ISGlobal).

Els valors proposats per avaluar la salut, definits en base als estudis quantitius d'ISGlobal, centrats en els beneficis derivats de l'increment de l'exercici físic fet per les persones són els següents:

	<b>Vianants</b>	<b>Ciclistes</b>	<b>Autobús</b>	<b>Tramvia-Metro-Ferrocarril</b>
<b>Increment de la l'Activitat Física per canvi modal</b>	Per km a peu 0,20 €/km <sup>19</sup>	Per veh-km de bici 0,14 €/km <sup>1</sup>	Per accés al TP 0,08 €/viatge <sup>20</sup>	Per accés al TP 0,14 €/viatge <sup>21</sup>

Les principals hipòtesis per definir aquests valors són les següents:

<sup>19</sup> Transformació dels valors d'increment d'esperança de vida de ISGlobal de €/pax·any a €/km suposat un desplaçament diari de 10km en bici i de 5km a peu. S'han valorat el cost dels anys de vida perduts amb un VOLY de 90.500€(UE).

<sup>20</sup> Es pren com a hipòtesi que com a mitja l'usuari ha de caminar 400m fins a la parada de d'autobús (accés i dispersió).

<sup>21</sup> Es pren com a hipòtesi que com a mitja l'usuari ha de caminar 750m fins a la parada de metro-tramvia –ferrocarril (accés i dispersió).

**Taula 136. Beneficis pels usuaris que realitzen el canvi modal del vehicle privat al transport públic o a la bicicleta.**

Per monetitzar l'increment d'esperança de vida com a un benefici de caminar o anar en bicicleta, s'ha fet servir la formulació que es presenta a continuació. Les unitats són en € per quilòmetre recorregut.

$$\text{Beneficis de caminar} = \frac{v * VOLY}{b * d_c * 365}$$

On

- $v$  és la diferència entre l'esperança de vida en anys assumint un viatge caminant de  $d_c$  per dia
- $VOLY$  es el valor d'un any de vida
- $b$  és l'esperança de vida al néixer a Barcelona considerant la actual activitat metabòlica de la societat
- $d_c$  és la mitjana d'un viatge caminant a Barcelona

$$\text{Beneficis d'anar bici} = \frac{v * VOLY}{b * d_b * 365}$$

On

- $v$  és la diferència entre l'esperança de vida en anys assumint un viatge en bici de  $d_b$  per dia
- $d_b$  és la mitjana d'un viatge en bici a Barcelona

#### Costos de referència de fiabilitat, congestió i qualitat

La fiabilitat, congestió i qualitat del transport és un dels nous indicadors que s'incorpora en aquesta nova versió del SAIT. Aquests paràmetres no poden ser menyspreats donat l'alt nivell de congestió de les ciutats, com per exemple el cas de Barcelona. Aquests paràmetres s'han definit en base a les recomanacions que estableix al “*Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*” (HEATCO, 2006), tot i que en funció del projecte es podrien arribar a quantificar a partir d'enquestes als ciutadans. A continuació es presenten de manera esquemàtica els valors adoptats a partir de les recomanacions del HETACO:

	Vehicle Privat	Transport públic (Autobús, Tram, Metro, FFCC)
<b>Qualitat de l'experiència del viatge per congestió</b>	+1,2-1,5 * VdT <sup>22</sup>	2,5 * VdT <sup>23</sup>
<b>Qualitat del viatge en el transport públic - Overcrowding</b>		Per usuaris viatjant atapeïts (>3p/m2) → +1,5 * VdT (només passatgers dempeus) <sup>24</sup>
<b>Imprevisibilitat del temps de viatge per congestió</b>	+0,8 * VdT <sup>25</sup>	Manca de fiabilitat del TP → +1,4 * VdT (temps desviat) <sup>26</sup>

Taula 137. Valors de referència de congestió i fiabilitat en base a les recomanacions del HEATCO (2006).

A la nova eina, els valors anteriorment presentats a la Taula 137, s'han dividit en dos capítols diferents per simplificar l'aplicabilitat:

- Congestió / Atapeïment al Transport Públic
- Fiabilitat / Imprevisibilitat del temps de viatge

Així, a la pestanya de DADES, a l'apartat d'usuaris, del SAIT 2.0 trobem els següents costos de referència:

<sup>22</sup> HEATCO (pg. 69). La literatura parla de entre 1,2 - 1,5 \* VdT si es viatja en condicions de congestió (Nivell de servei E). A considerar només per la part del viatge en congestió.

<sup>23</sup> HEATCO. Qualitat de l'experiència del viatge. Important: No es pot comptabilitzar la qualitat de viatge i fiabilitat juntament. En efecte, capacitat i retards van lligats.

<sup>24</sup> Al HEATCO recomana multiplicar per 1,5 la part del viatge en condicions atapeïdes. A considerar només per la part del viatge en atapeïment.

<sup>25</sup> HEACTO. Dades de fiabilitat recomanades pel Manual pel vehicle privat.

<sup>26</sup> Al HEATCO recomana multiplicar per 1,4 el temps el temps de viatge adicional. HEATCO recomana enquestes locals.

<b>CONGESTIO / ATAPEÏMENT TRANSPORT PUBLIC</b>	<i>Cost Referència [€/hora]</i>
<b>Usuaris</b>	
Turismes	12,00
Motos	12,00
Bus Urbà	15,00
Bus Interurbà	15,00
Tramvia	15,00
Metro	15,00
Rodalies/FGC	15,00
Mitja distància- Alta Velocitat	15,00
Mitja distància- Convencional	15,00
Llarga distància- Alta Velocitat	15,00
Llarga distància- Convencional	15,00
Altres mercaderies	15,00
Mercaderia Carretera	27,00
Mercaderia Ferrocarril	27,00

Taula 138. Costos de referència de congestió / atapeïment transport públic del SAIT 2.0.

<b>FIABILITAT / IMPREVISIBILITAT TEMPS VIATGE</b>	<i>Cost Referència [€/hora]</i>
<b>Usuaris</b>	
Bus Urbà	14,00
Bus Interurbà	14,00
Tramvia	14,00
Metro	14,00
Rodalies/FGC	14,00
Mitja distància- Alta Velocitat	14,00
Mitja distància- Convencional	14,00
Llarga distància- Alta Velocitat	14,00
Llarga distància- Convencional	14,00
Altres mercaderies	14,00
Mercaderia Carretera	14,00
Mercaderia Ferrocarril	14,40

Taula 139. Costos de referència de fiabilitat / imprevisibilitat del temps de viatge del SAIT 2.0.

La variable d'entrada per incloure en l'Anàlisi Cost-Benefici pel que fa a la congestió o l'atapeïment ha de ser la diferència en hores anuals en situació de congestió en carretera o d'atapeïment en el cas de transport públic.

La variable d'entrada en l'apartat de fiabilitat o imprevisibilitat del temps de viatge, només aplica en el cas de transport públic i fa referència a la diferència en hores anuals, per tots els usuaris, del temps de retard d'un determinat servei públic de transport respecte l'escenari base.

Els costos de qualitat de l'accés al transport públic (accés als vestíbuls, transbords,...) o els beneficis de poder realitzar activitats al transport públic no s'han considerat per falta de

referències a nivell internacional. No obstant això, a la Taula 140 es donen valors de referència.

	<b>Transport públic (Autobús, Tram, Metro, FFCC)</b>
<b>Qualitat de l'accés al transport públic (accés als vestíbuls, transbords,...)</b>	Per usuaris que han de fer transbord i/o tenen un pitjor accés → $+0,5 * VdT$ <sup>27</sup>
<b>Incapacitat de realitzar activitats durant el viatge</b>	Per usuari del TPC captats de la bicicleta o del vehicle privat → $-0,2 * VdT$ <sup>28</sup>

Taula 140. Valors de referència de qualitat en base a les recomanacions del HEATCO (2006).

#### ADVERTÈNCIA:

Explicar que l'objectiu és actualitzar cada 5 anys aquests costos per anar adaptant el ACB a l'evolució econòmica de la societat. Es recomana actualització de determinats valors que siguin sensibles al càlcul en determinats projectes si l'avaluador ho considera oportú.

<sup>27</sup> Cost addicional al temps de viatge, s'aplicarà sobre el temps de viatge emprats en l'accés a les andanes dins les estacions del TPC i transbordaments. Valor proposat, tot i que la recomanació és realitzar una enquesta específica als usuaris del TPC.

<sup>28</sup> Benefici addicional al temps de viatge, s'aplicarà sobre el temps de viatge dels usuaris que canvien al TPC i que abans eren conductors del vehicle privat o ciclistes. No aplica a usuaris que eren acompanyants del vehicle privat. Valor proposat, tot i que la recomanació és realitzar una enquesta específica als usuaris del TPC.

## Referències

ADIF (2013) Manual para la evaluación de inversiones en ferrocarril - *Borrador*, Dirección General de Explotación i Construcción, Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, Ministerio de Fomento, Gobierno de España.

Andersen, M.S. (2017): "Co-benefits of climate mitigation: Counting statistical lives or life-years?" *Ecological Indicators*, 79, 11-18

Aschauer, D.A. (1989) Is Public Expenditure productive?, *Journal of Monetary Economics*, 23, 177-200.

Asensio, J. & Matas, A. (2008) Commuters' valuation of travel time variability, *Transportation Research Part E*, 44 (6), 1074-1085.

Atkinson, A.B. (1970) On the Measurement of Inequality, *Journal of Economic Theory* 2, 244-263

ATM (1998) Metodologia per a l'avaluació d'alternatives d'inversió en transport públic, Autoritat del Transport Metropolità de Barcelona. (Pere Riera i Margarida Macian)

ATM (2007) Nota tècnica - Estimació del transvasament entre modes a causa d'una millora de l'oferta de transport públic col·lectiu, Àrea Tècnica, Autoritat del Transport Metropolità, Maig 2007.

ATM (2013) Pla Director d'Infraestructures del transport públic col·lectiu a la Regió Metropolitana de Barcelona 2011-2020, Autoritat del Transport Metropolità, Novembre 2013.

Arrow, K.J. & Lind, R.C. (1970) Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions, *The American Economic Review*, 60(3), 364-378.

Aymerich, M. & Turró, M. (2011) Risk analysis, risk management and implementation performance in transport infrastructure projects, Feasibility analysis in transportation engineering, McGraw-Hill, 2011.

BEI (2013) The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB, European Investment Bank, Luxembourg, Belgium.

Brazier, J., Ratcliffe, J., Salomon, J.A. & Tsuchiya, A. (2017): "Measuring and Valuing Health Benefits for Economic Evaluation" 2nd Edition, Oxford University Press.

Bröcker, J.; Korzhenevych, A. & Schürmann, C. (2010) Assessing spatial equity and efficiency impacts of transport infrastructure projects, *Transportation Research Part B* 44, 795-811.

BTE (1999) Facts and furchpies in benefit-cost analysis: transport, Bureau of Transport Economics, Government of Australia.

CE (2008) Guide to cost-benefit analysis of investment projects, Directorate General Regional Policy, European Comission.

CEDEX (2010) Evaluación económica de proyectos de transporte – Manual, CEDEX-Ministerio de Fomento, Gobierno de España.

CORINAIR (2012) EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, European Environment Agency.

Del Bo, C., C. Fiorio & M. Florio, (2011) Shadow wages for the EU regions, Document de Treball. DEAS, Università degli Studi di Milano.

DfT (2014) Transport Analysis Guide: An overview of Transport Appraisal, <https://www.gov.uk/transport-analysis-guidance-webtag>.

DGIMT (2014a) Estudi dels costos del transport terrestre, Direcció general d'Infraestructures de Mobilitat Terrestre, Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya.

DGIMT (2014b) Guia d'avaluació de l'impacte en la seguretat viària, Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat Terrestre, Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya.

DGMOVE (2014): “Update of the Handbook on External Costs of Transport” DG Mobility and Transport (European Commision) please see, “Update on the Handbook on External Costs of Transport. Final Report” Ricardo-AEA/R/ ED57769 Issue (1), 8th of January 2014

DGMOVE (2019): “Handbook on External Costs of Transport” DG Mobility and Transport (European Commision). January 2019. doi: 10.2832/27212.

DGRegio (2003) Guide to cost-benefit analysis of investment projects, DG Regional Policy, European Comission.

DGRegio (2014) Guide to cost-benefit analysis of investment projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, Directorate General Regional Policy, European Comission.

Donaldson, C., Baker, R., Jones-Lee, M., Lancsar, E., Wildman, J., Bateman, I., Loomes, G., Robinson, A., Sugden, R., Pinto Prades, J.L., Ryan, M., Shackley, P. and Smith, R. (2011): “The social value of a QALY: raising the bar or barring the raise?” *BMC Health Services Research*, 11 (8)

Elhorst, P.; Oosterhaven, J. & Romp, W. (2005) Integral cost-benefit analysis of Maglev Technology under market imperfections, [www.ub.rug.nl/eldoc/som/c/04C22/04c22.pdf](http://www.ub.rug.nl/eldoc/som/c/04C22/04c22.pdf)

European Comission (December, 2018): “Future brief: What are the health costs of environmental pollution?”, Science for Environment Policy, Issue 21

- FAA (1999) FAA Airport Benefit-Cost Analysis Guidance, Federal Aviation Authority.
- Flyvberg, B.; Holm, M.K. & Bhul, S.L. (2002) Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or Lie?, *Journal of the American Planning Association*, 68(3), 279-295.
- Flyvbjerg, B. (2004) Procedures for dealing with optimism bias in transport planning, Guidance Document. The British Department for Transport.
- Flyvbjerg, B. (2006) From Nobel Prize to Project Management: Getting Risks Right, *Project Management Journal*, 37(3), 5-15.
- Flyvbjerg, B. (2008) Curbing Optimism Bias and Strategic Misrepresentation in Planning: Reference Class Forecasting in Practice, *European Planning Studies*, 16(1), 3-21.
- FMTBH (2003) Federal Transport Infrastructure Plan 2003: methodology macroeconomic evaluation, Federal Ministry of Transport, Building and Housing, Germany.
- Fridström, L.; Minken, H.; Moilanen, P.; Shepherd, S. & Vold, A. (2000) Economic and equity effects of marginal cost pricing in transport: Cas estudis from three european cities, Government Institute for Economic Research, Finland.
- Garcia-Mila, T.; McGuire, T.J. & Porter, R.H. (1996) The effect of public capital in state-level production functions reconsidered, *The Review of Economics and Statistics*, 78(1), 177-180.
- Gini, C. (1912) Variability and Mutability, C. Cuppini, Bologna.
- Gragera, A. & Saurí, S. (2011) Effects of time-varying toll pattern on social welfare. The case of the Metropolitan Area of Barcelona, *In proceedings of the 91st Transportation Research Board Annual Meeting, Whashington, DC*.
- Gramlich, E.M. (1994) Infrastructure Investment: A Review Essay, *Journal of Economic Literature*, 32(3), 1176-1196.
- Guzmán, L.A.; Di Ciommo, F. & De la Hoz, D. (2013) Integration of Congestion Pricing and Intertemporal Preference Rate in Social Welfare Function, *Transportation Research Board*, 1-12.
- HEATCO (2006) Deliverable 5: Proposal for Harmonised guidelines, Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, 6th Framework Program, European Commission.
- HM Treasury (2011) *The Green Book: Appraisal and Evaluation in Central Government*, United Kingdom.
- Huang, T. and Kockelman. KM. (2008) The Introduction of Dynamic Features in a Random-Utility-Based Multiregional Input-Output Model of Trade, Production, and Location Choice, *Journal of the Transportation Research Forum*, 47(1), 23-42.



IMPACT (2008) Handbook on estimation of external costs in the transport sector, Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport, IMPACT, European Commission DG TREN.

INFRAS (2004) External Costs of Transport: Update Study, International Union of Railways (UIC), Paris, FR.

Kahneman, D. & Tversky, A. (1979) Prospect theory: An analysis of decisions under risk, *Econometrica*, 47, pp. 313–327.

Kuik, O.; Brander, L. & Tol, R.S. (2009) Marginal abatement costs of greenhouse gas emissions: A meta-analysis, *Energy Policy*, vol. 37, no. 4, pp. 1395-1403.

Lep, M.; Lubej, S. & Ivanic, A. Ground vibrations: a neglected external cost in the life cycle of transportation infrastructure? *The 8<sup>th</sup> International Conference on Environmental Engineering*.

Litman T. (2007) Valuing transit service quality improvements. Considering comfort and convenience in transport project evaluation, Victoria Transport Policy Institute.

MAIT (2010) Guia per a l'avaluació de projectes de transport, Mcrit & Gabinet d'Estudis Econòmics (GEE).

McKie, J., Richardson, J., Singer, P. and Kuhse, H. (2016): *"The Allocation of Healthcare Resources: An Ethical Evaluation of the 'QALY' approach"* Routledge.

MdT (2005) Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des projets de transport, Ministre de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, France.

Moreno, R. & López-Bazo, E. (2007) Returns to local and transport infrastructure under regional spillovers, *International Regional Science Review*, 30(1), 47-71.

Morris, S. (1990) Cost and time overruns in public sector projects, *Economic and Political Weekly*, 15(47), 154-168.

MTPW (2012) Evaluation of Infrastructural projects – Guide for cost-benefit analysis, Research Programme on the Economic Effects of Infrastructure, Ministry of Transport, Public works and Water Management, Netherlands.

NZTA (2013) Economic evaluation manual, New Zeland Transport Agency, New Zeland.

OECD (2007) Working Party on National Environmental Policies – Use of discount rates in the estimation of costs of inaction with respect to selected environmental concerns. Paper drafted by Cameron Hepburn. OECD, Paris, France.

Pascual Lorente, X. (2014): *"Estudi dels costos del transport terrestre"* E1-TX-12055 SENER.

Prillwitz, J. & Lanzendorf, M. (2007) Interactions among residential relocations, life course events and daily commute distances, *TRB 2007 Annual Meeting CD-ROM, Washington, DC*.

RAILPAG (2007) Railway Project Appraisal Guidelines, European Investment Bank.

Rojas-Rueda, D., De Nazelle, A., Teixidó, O. and Nieuwenhuijsen, M.J. (2012): "Replacing car trips by increasing bike and public transport in the greater Barcelona metropolitan area: a health impact assessment study" *Environment International* 49, 100-109.

Rouse, P. & Chiu, T. (2009) Towards optimal life cycle management in a road maintenance setting using DEA, *European Journal of Operational Research*, 196, 672–681.

SEOPAN (2009) Retorno fiscal y empleo generado por la inversión en infraestructuras, Madrid.

SGRIE (2000) Guidelines for the evaluation of road investment projects, Study group on road investment evaluation, Japan Research Institute. Japan.

Small, K.A. (2012) Valuation of travel time, *Economics of Transportation*, 1(1), 2-14.

SRA (2003) A guide to appraisal of support for passenger and freight rail services, Strategic Rail Authority, United Kingdom.

STA (2013) Arbetsgruppen för Samhälls Ekonomiska Kalkyler - Swedish CBA guidelines, Sweden Transport Administration, Sweden.

TBCanada (1998) Benefit cost analysis guide, Treasury Board of Canada Secretariat, Government of Canada.

TBCanada (2007) Canadian Regulatory Cost-Benefit analysis guide, Treasury Board of Canada Secretariat, Government of Canada.

Tillema, T.; Van Wee, B. & Ettema, D. (2010) The influence of (toll-related) travel costs in residential location decisions of households: A stated choice approach, *Transportation Research A*, 44, 785-796.

Tillema, T.; Van Wee, B.; Rouwendal, J. & Van Ommeren, J. (2008) Firms: changes in trip patterns, product prices, locations and in the human resource policy due to road pricing. In Verhoef, E., Bliemer, M., Steg, L. & Wee, B. (Eds.) *Pricing in Road Transport: a multi-disciplinary perspective* Edwar Elgar Publishing.

Watkiss, P.; Anthoff, D.; Downing, T.; Hepburn, C.; Hope, CHR.; Hunt, A. & Tol. R. (2005) The Social Cost of Carbon (SCC) Review – Methodological Approaches for Using SCC Estimates in Policy Assessment. Research on behalf of UK Defra.

Weinstein, A. & Sciara, G.C. (2006) Unraveling Equity in HOT Lane Planning: A view from Practice, *Journal of Planning Education and Research* 26, 174-185.

CGPC, 2002. Analyse Comparative des Méthodes d'Evaluation des Grandes Infrastructures de Transport. Rapport no. 2005-0353-01 du groupe de travail preside par Claude Gressier, July 2005.

Fitzroy, S.; Weisbrod, G.; Stein, N. (2014), TPICS, TIGER and US Experience: A Focus on Case-Based Ex Post Economic Impact Assessment. Discussion Paper No 2014-11, International Transport Forum at the OECD, Paris

Highways Agency (2011) "Scheme Forecast Monitoring System and post Implementation Evaluation Studies"

International Transport Forum. Ex - post Assessment of Transport Investments and Policy Interventions. Roundtable Report 162

Kjerkreit, A., Odeck, J., 2015. The accuracy of ex-ante cost benefit analysis – evidence from the Norwegian road sector. XXVth World Road Congress, Seoul, November 3-5 2015.

Meunier, D., Welde, M. (2016) Ex-post evaluations in Norway and France. *The 44<sup>th</sup> European Transport Conference*

Transport Scotland (2016) STRIPE "Scottish Trunk Road Infrastructure Project Evaluation"

U.S. Congress (2005) "The SHRP2 Capacity Program Ex Post Research Project"

LOTI (1982), Loi d'orientation des transports intérieurs, France, <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006068730>

