

AUDITORIES DE MOBILITAT
LA CONGESTIÓ EN ELS CORREDORS D'ACCÉS A BARCELONA

Juliol de 2016

RACC

© 2016 Fundació RACC

Avda. Diagonal, 687
08028 BARCELONA
www.fundacioracc.cat

COL-LABORACIÓ TÈCNICA
intelligentmobility
DOYMO

DISSENY
Grafcó

Reservats tots els drets.
No es permet la reproducció total o parcial d'aquest llibre, ni la seva transmissió per qualsevol forma o mitjà, sense el permís previ de l'editor.

AUDITORIES DE MOBILITAT
LA CONGESTIÓ EN ELS CORREDORS D'ACCÉS A BARCELONA

Índex

I. INTRODUCCIÓ	9
II. QUANTIFICACIÓ DE LA CONGESTIÓ EN ELS ACCESOS A BARCELONA	10
II.1 EVOLUCIÓ DE LA INTENSITAT I LA VELOCITAT MITJANA.....	11
II.1.1 Intensitat mitjana de trànsit per corredor	11
II.1.2 Velocitat mitjana per corredor.....	13
II.1.3 El rendiment de la xarxa viària analitzada	17
II.2 AVALUACIÓ DELS NIVELLS DE CONGESTIÓ I ESTIMACIÓ DELS COSTOS, A NIVELL DE XARXA VIÀRIA I USUARI.....	18
II.2.1. La congestió a les vies metropolitanes....	18
II.2.2 La congestió suportada per cada usuari afectat	24
II.3 LA COMPETITIVITAT EN TRANSPORT PÚBLIC	27
II.4 DETECCIÓ DE PUNTS CRÍTICS I RECURRENTS.....	29
III. PROPOSTES D'ACTUACIÓ	32
III. 1 CONDICIONANTS DE LES PROPOSTES	32
III.2 ACTUACIONS A CURT TERMINI	34
III.2.1 Potenciació del transport públic	34
III.2.2 Millora de la gestió de la mobilitat	35
III.2.3 Millora de les infraestructures	36
III.3 DESCRIPCIÓ DE LES PROPOSTES	37
III.4 AVALUACIÓ DELS RESULTATS.....	40
IV. BASES METODOLÒGIQUES APLICADES	42
IV.1 ÀMBIT D'ESTUDI.....	43
IV.2 FONTS D'INFORMACIÓ	45
IV.3 TRACTAMENT I EXPLOTACIÓ DE LA INFORMACIÓ	46
V. RESUM EXECUTIU	47
VI. BIBLIOGRAFIA	50

Índex d'il·lustracions

IL·LUSTRACIÓ 1. VIES DE CONGESTIÓ METROPOLITANA (VMC).....	10	IL·LUSTRACIÓ 21. TEMPS MITJÀ PERDUT PER USUARI I CORREDOR AL DIA (MINUTS/DIA).....	24
IL·LUSTRACIÓ 2. VARIACIONS D'INTENSITAT MITJANA DE CIRCULACIÓ PER VIA	11	IL·LUSTRACIÓ 22. MITJANA DEL TEMPS PERDUT PER USUARI I CORREDOR (HORES / ANY).....	25
IL·LUSTRACIÓ 3. INTENSITATS MITJANES DIÀRIAS PER VIA.....	12	IL·LUSTRACIÓ 23. TEMPS PERDUT PER USUARI I CORREDOR AL DIA EN HORA PUNTA (8-9H) (MINUTS/DIA).....	26
IL·LUSTRACIÓ 4. VARIACIONS D'INTENSITAT MITJANA DE CIRCULACIÓ 2006-2016	12	IL·LUSTRACIÓ 24. TEMPS TOTAL PERDUT PER USUARI I CORREDOR A L'ANY EN HORA PUNTA (8-9H) (HORES / ANY).....	26
IL·LUSTRACIÓ 5. VARIACIONS DE VELOCITAT MITJANA DE CIRCULACIÓ	13	IL·LUSTRACIÓ 25. ITINERARIS SOBRE TEMPS DE VIATGE.....	27
IL·LUSTRACIÓ 6. VELOCITAT MITJANA PEL CORREDOR DEL DELTA LLOBREGAT	14	IL·LUSTRACIÓ 26. TEMPS DE DESPLAÇAMENT (MINUTS) PER ITINERARIS I MODE DE TRANSPORT.....	28
IL·LUSTRACIÓ 7. VELOCITAT MITJANA PEL CORREDOR DEL BAIX LLOBREGAT	14	IL·LUSTRACIÓ 27. PUNTS CRÍTIQS EN LA XARXA VIÀRIA METROPOLITANA.....	30
IL·LUSTRACIÓ 8. VELOCITAT MITJANA B-10 CADA QUART D'HORA (ENTRADA I SORTIDA).....	15	IL·LUSTRACIÓ 28. ÍNDEXS D'EEFICIÈNCIA DE LA XARXA VIÀRIA L'AMB.....	31
IL·LUSTRACIÓ 9. VELOCITAT MITJANA PEL CORREDOR DEL VALLÈS OCCIDENTAL	15	IL·LUSTRACIÓ 29. IMPACTE EN EL TEMPS DE MESURES PER A PAL·LIAR LA CONGESTIÓ	33
IL·LUSTRACIÓ 10. VELOCITAT MITJANA PEL CORREDOR DEL VALLÈS ORIENTAL	16	IL·LUSTRACIÓ 30. INCIDÈNCIA DE LES DIFERENTS MESURES EN LA DISMINUCIÓ DE LA CONGESTIÓ	40
IL·LUSTRACIÓ 11. VELOCITAT MITJANA PEL CORREDOR DEL MARESME.....	16	IL·LUSTRACIÓ 31. PARTICIPACIÓ EN LA DISSUASIÓ DE CADA UNA DE LES MESURES PREVISTES PER A DISMINUIR LA CONGESTIÓ	41
IL·LUSTRACIÓ 12. MAPA DE VELOCITATS MITJANES DE CIRCULACIÓ (8:30).....	16	IL·LUSTRACIÓ 32. DISTRIBUCIÓ DEL COST DE LES MESURES PROPOSADES	41
IL·LUSTRACIÓ 13: ÍNDEXS D'EEFICIÈNCIA DE LA XARXA VIÀRIA.....	17	IL·LUSTRACIÓ 33. ORGANIGRAMA METODOLÒGIC....	42
IL·LUSTRACIÓ 14. NOMBRE D'USUARIS AFECTATS/DIA PER CORREDORS	18	IL·LUSTRACIÓ 34. CORONA D'ACTUACIÓ METROPOLITANA (CAM).....	43
IL·LUSTRACIÓ 15. TEMPS TOTAL PERDUT PER CORREDOR A L'ANY (MILIONS D'HORES /ANY)	19	IL·LUSTRACIÓ 35. VIES DE CONGESTIÓ METROPOLITANA (VMC).....	44
IL·LUSTRACIÓ 16. DISTRIBUCIÓ % DEL TEMPS PERDUT SEGONS ESTRUCTURA FUNCIONAL.....	20	IL·LUSTRACIÓ 36.. INFORMACIÓ DE BASE	45
IL·LUSTRACIÓ 17. TEMPS PERDUT PER VIA A L'ANY (HORES/ANY).....	21	IL·LUSTRACIÓ 37. TAULA D'INDICADORS PRINCIPALS ..	48
IL·LUSTRACIÓ 18. DISTRIBUCIÓ DE LA CONGESTIÓ PER PERÍODE HORARI.....	22	IL·LUSTRACIÓ 38. RESUM DE PROPOSTES.....	49
IL·LUSTRACIÓ 19. COST DE CONGESTIÓ/ANY PER CORREDORS (MILIONS DE €).....	23		
IL·LUSTRACIÓ 20. DISTRIBUCIÓ DEL COST TOTAL DE LA CONGESTIÓ.....	23		

I. Introducció

L'any 2007 la Fundació RACC va iniciar una sèrie d'auditories destinades a avaluar els nivells de congestió a les grans àrees metropolitanes d'Espanya. Barcelona va ser la primera, a la qual van seguir Madrid, Bilbao i Sevilla. Fins aquell moment, majoritàriament la congestió era acceptada com un fet inevitable i inherent a les grans ciutats. Eren pocs els estudis i menys amb un cert impacte mediàtic en què es quantificaven els efectes de la congestió a tots els nivells, tant en temps perdut com en contaminació o en malbaratament energètic. La congestió, a partir d'aquell moment, es comença a considerar com un problema amb importants costos socials, econòmics i mediambientals, que minva la qualitat de vida de molts ciutadans i que afecta també a la capacitat de competir de les àrees urbanes.

Amb els anys, altres empreses, a partir de les dades dels navegadors, han realitzat estudis similars en què s'ha quantificat el nombre d'hores perdudes per usuari comparant la velocitat real al llarg del dia amb la velocitat a flux lliure (període nocturn). No obstant això, en l'estudi del RACC es va fer un pas més distingint entre aquest tipus de congestió i la congestió percebuda, és a dir, aquella condició de circulació (parades, retencions, etc.) en què la conducció és incòmoda. L'objectiu bàsic no és suprimir la congestió global o total, o el que és el mateix, dimensionar un viari per a absorbir les puntes de demanda ja que és en si mateix un repte impossible, a més de ser social i econòmicament ineficient. Es tracta d'aconseguir uns nivells de trànsit raonablement fluids encara que les velocitats siguin inferiors a les de circulació a flux lliure.

Per minimitzar aquesta "congestió percebuda" l'estudi del 2007 (amb dades de 2006) plantejava un seguit de mesures que afectaven a la infraestructura, però sobretot a la gestió, algunes de les quals s'han dut a terme (senyalització variable de la velocitat, línies d'autobusos exprés, solucions a les estrangulacions de la xarxa, gestió de l'estacionament en destinació, carrils bus-VAO, etc.

Algunes d'aquestes mesures, conjuntament amb la important crisi econòmica registrada, han conduït al fet que hagin disminuït de forma significativa els nivells de congestió. En el present document es procedirà a avaluar aquest descens. No obstant això, estem en un punt d'inflexió ja que el creixement econòmic pot acompanyar també d'una recuperació dels nivells de congestió previs a la crisi. És el moment per implantar mesures que evitin que l'augment de mobilitat es tradueixi en més trànsit.

L'àmbit considerat és el mateix que el 2007. Així, l'estudi es centra en els 6 corredors principals d'entrada a Barcelona, analitzant per a cada tram d'1 km, en franges de 15 minuts, la congestió que es produeix en ells.

D'aquest procés s'ha obtingut una visió força precisa de la situació de la congestió al llarg d'un dia típic (definit aquest com el dia laborable en què no es produeixen situacions excepcionals que afectin el trànsit) en el viari principal de l'àrea metropolitana de Barcelona. Per a aquest dia s'avaluen els costos de la demora en el viatge, així com les externalitats mediambientals i el malbaratament energètic que la mateixa suposa.

L'estructura del treball realitzat es desenvolupa en dues parts:

- En la primera, es presenta la quantificació de la congestió i una estimació dels seus costos en diferents escenaris d'agregació, establint també els indicadors de funcionament que faciliten l'avaluació de competitivitat entre els diferents modes de transport d'accés a la ciutat de Barcelona.
- A la segona part, es plantegen algunes mesures a posar en marxa a curt termini, tant en l'àmbit del transport privat com del transport públic, per a la reducció dels nivells de congestió avaluats o fins i tot previstos tenint en compte el futur creixement econòmic.

La vocació divulgativa del treball amb vista a contribuir a l'articulació del debat entorn al fenomen de la congestió en els accessos a les ciutats, ha aconsellat la utilització d'una metodologia eminentment empírica. En aquest sentit, s'han utilitzat les bases de dades disponibles facilitades pel Servei Català de Trànsit pel que fa a la intensitat de trànsit i INRIX pel que fa a les dades de velocitats de circulació.

Amb aquesta auditoria la Fundació RACC pretén propiciar l'actuació urgent dels poders públics per acabar amb aquesta insostenible malaltia del sistema de mobilitat d'accés a l'àmbit urbà, facilitar l'avaluació de l'eficiència de les actuacions i, finalment, aproximar als ciutadans de les diferents àrees metropolitanes a la gravetat d'una situació que s'inicia amb la seva elecció del mitjà de transport.

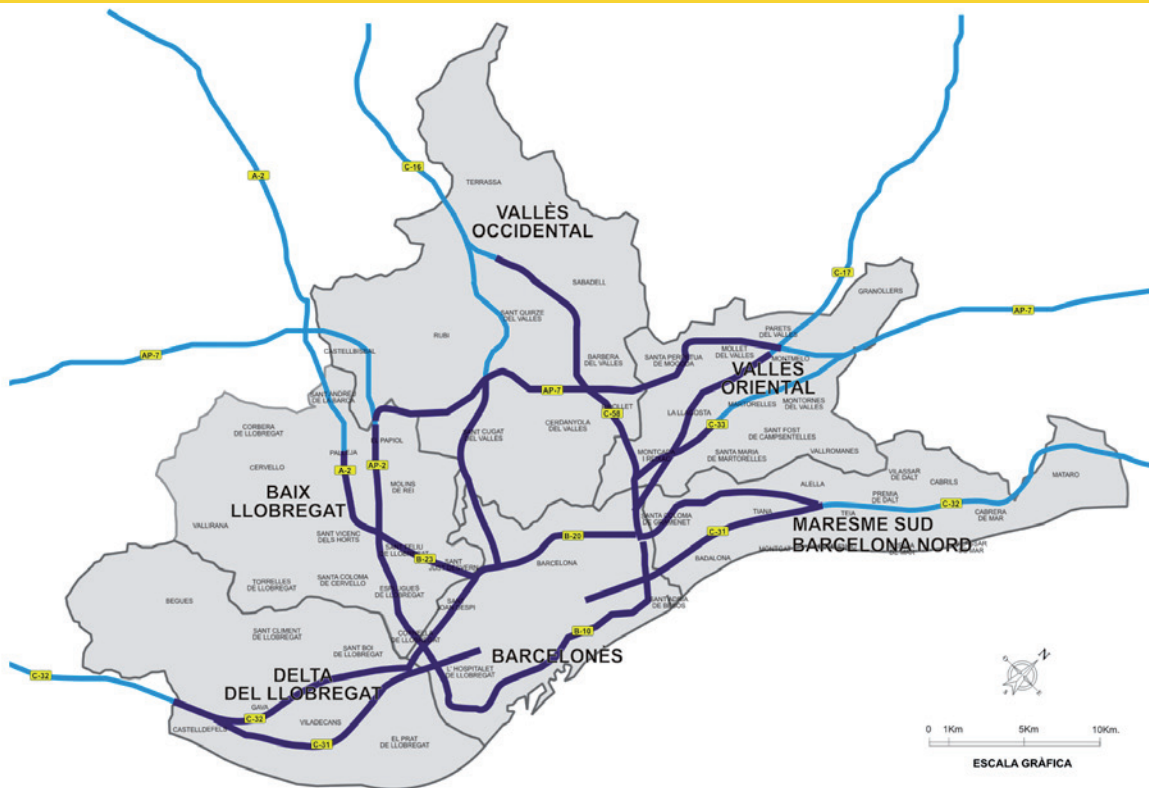
II. Quantificació de la congestió en els accessos a barcelona

La quantificació dels nivells de congestió en els accessos a Barcelona s'inicia a partir de la representació i anàlisi d'un dia tipus de congestió de la xarxa viària metropolitana no semaforitzada d'alta capacitat (autopistes, autovies o rondes). Aquesta anàlisi, realitzada en el període comprès entre les 6h. i les 22 h, consisteix en el mesurament cada quart d'hora de la velocitat i de la intensitat mitjana dels vehicles que circulen per cadascuna de les vies d'aquest viari principal (392

km.), per trams d'1 km. i per a tots dos sentits de circulació. La condició estàndard del dia tipus exclou en aquesta anàlisi escenaris excepcionals d'accidentalitat o d'obres ja que incrementen de forma aleatòria els efectes quotidians de la congestió.

A efectes de l'estudi s'han considerat 6 corredors principals d'accés a Barcelona: Maresme, Vallès Oriental, Vallès occidental, el Baix Llobregat, Delta de Llobregat i Barcelonès. Aquests corredors s'il·lustren al mapa adjunt.

Il·lustració 1. Vies de congestió metropolitana (VMC)



A partir del dia tipus descrit s'inicia el procés d'avaluació espacial i horària de la congestió, és a dir, la seva quantificació per a cada via, i per hora de desplaçament, així com l'aproximació al nombre d'usuaris afectats en cada escenari espacial i temporal de referència. Tal com es descriurà en els següents capítols, aquests resultats permeten obtenir:

1. Evolució de la intensitat i velocitat mitjana del trànsit.
2. Avaluació dels nivells de congestió i estimació dels costos externs, que genera, tant per al conjunt de la xarxa, com per usuari afectat.
3. Temps invertits pel transport públic en comparació amb el vehicle privat.
4. Identificació dels punts crítics de la xarxa en què es concentra més congestió.

II.1 EVOLUCIÓ DE LA INTENSITAT I LA VELOCITAT MITJANA

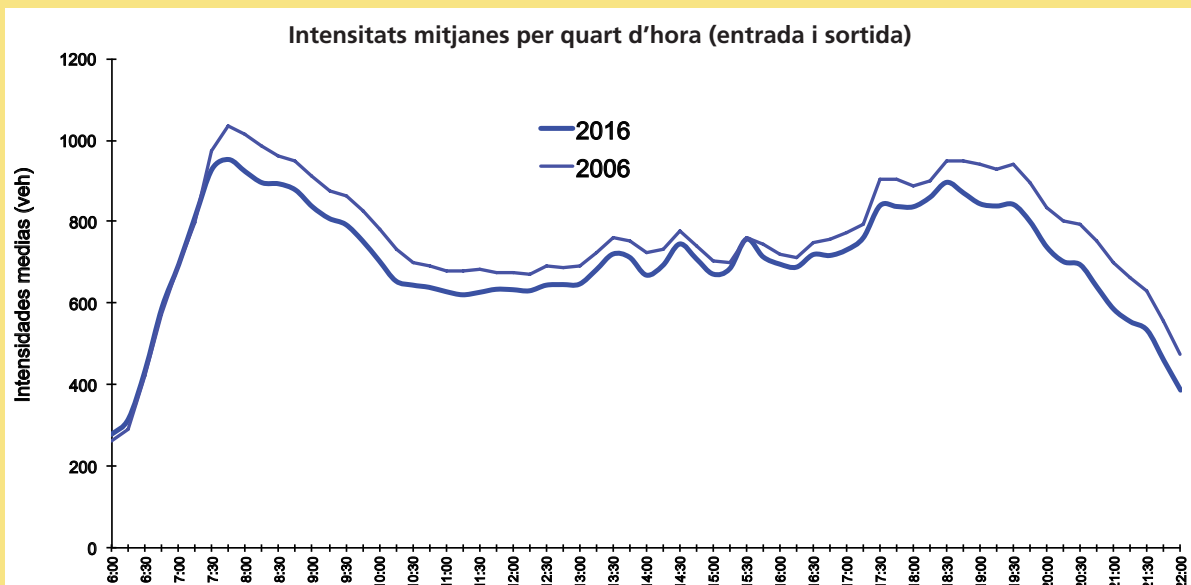
II.1.1 INTENSITAT MITJANA DE TRÀNSIT PER CORREDOR

a) Variacions horàries

L'evolució de la intensitat mitjana al llarg del dia presenta un comportament bastant homogeni en els diferents corredors. Les variacions d'intensitat més acusades o períodes punta es concentren al matí entre les 7:30 i les 9:30, i a la tarda entre les 17:30 i 19:30, coincidents amb els fluxos de mobilitat quotidiana. Durant la resta del dia, per contra, es registra un flux constant excepte a primera hora (abans de les 7h) i última hora (després de les 21h) en què el volum de trànsit disminueix considerablement

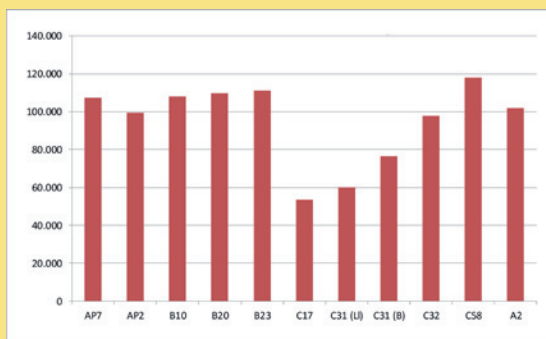
S'observa una disminució dels períodes punta entre 30 minuts i una 1 hora respecte al 2006.

II-lustració 2. Variacions d'intensitat mitjana de circulació per via



Quatre entrades a Barcelona superen els 100.000 vehicles de mitjana en dia feiner: A2, B-23, C-58 i C-32, és a dir les entrades per Baix Llobregat i Vallès Occidental. També superen aquestes xifres les vies transversals com les rondes o l'AP-7.

Il·lustració 3. Intensitats mitjanes diàries per via



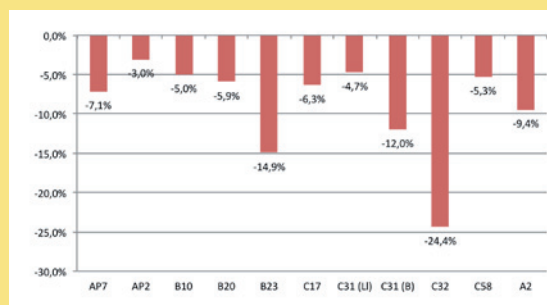
Nota: Les denominacions de les vies amb l'indicatiu fines E i S determinen el sentit de circulació de la via considerada, segons siguin els sentits Entrada (E) o Sortida (S) respecte a Barcelona. La distinció B i LL en el cas de la C31 i C32 correspon al tram que es troba al costat del riu Besòs o Llobregat respectivament.

b) Variacions respecte al 2007

El trànsit ha baixat un 9% respecte al 2006. Es tracta d'una disminució molt similar a la registrada en l'afiliació a la seguretat social en l'àmbit d'estudi: 7%, dada que corrobora en bona mesura la vinculació de la mobilitat amb l'activitat econòmica.

Aquests descensos són especialment importants al Baix Llobregat (B-23, C-32 i A-2), en bona mesura amb motiu del descens de l'activitat econòmica a les zones industrials de la comarca. També és significatiu el descens per la C-31 (Maresme).

Il·lustració 4. Variacions d'intensitat mitjana de circulació 2006-2016



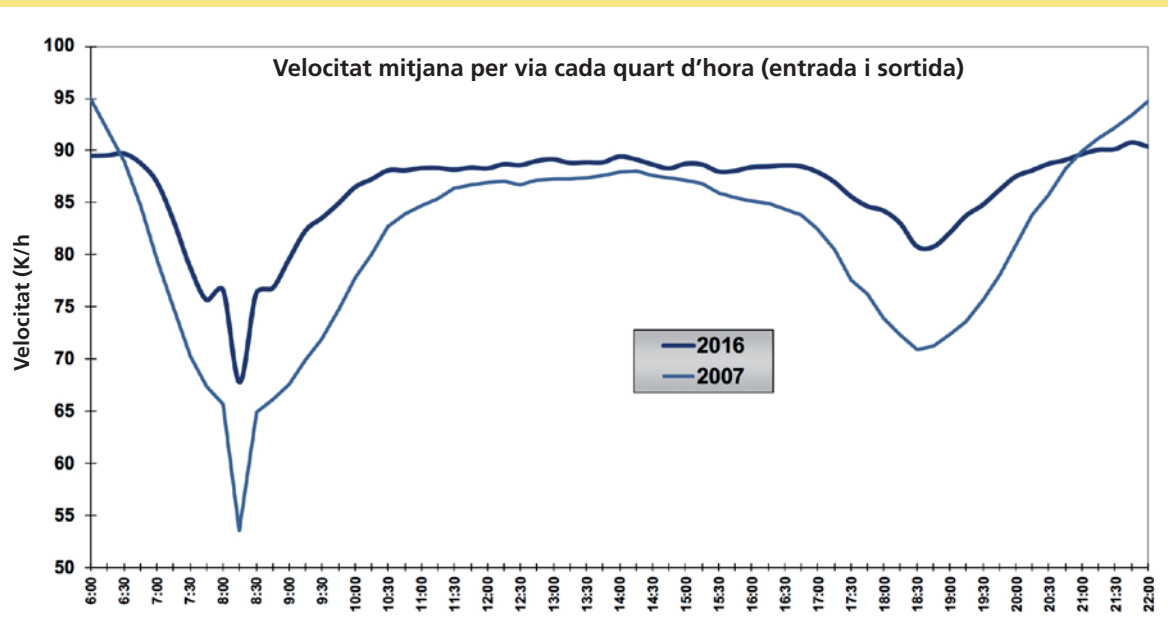
II.1.2 VELOCITAT MITJANA PER CORREDOR

Igual que en el cas de la intensitat, la velocitat mitjana presenta, quant a període punta de trànsit, una evolució al llarg del dia bastant similar entre els diferents corredors. Així, es produeix una significativa disminució de la velocitat a la franja compresa entre les 7:30 i 9:30 del matí, ja que en aquest període es concentren els horaris d'entrades als centres escolars i de treball. A la tarda, la disminució és sensiblement menor, entre les 17:30 i 19:30 hores.

S'observa una notable variació de la velocitat en aquests períodes punta respecte als registrats el 2006-2007, tant pel que fa a la disminució de la velocitat, que en algun moment és de 15 km / hora, com en la seva durada, reduint-se tant l'inici com el final de la congestió entre 30 minuts i una hora.

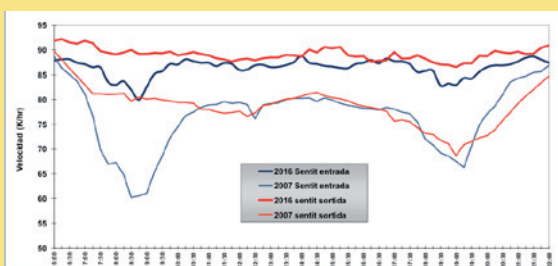
Al corredor del Delta de Llobregat (C-32 i C-31) s'observa una notable disminució de la congestió, desapareixent pràcticament les caigudes de velocitat que es registraven durant el període de tarda. Així, les retencions es circumscriuen principalment al període comprès entre les 7:00 i 9:00 en el sentit entrada. A més del descens de trànsit, la gestió de la velocitat amb senyalització variable també pot haver incidit.

Il·lustració 5. Variacions de velocitat mitjana de circulació

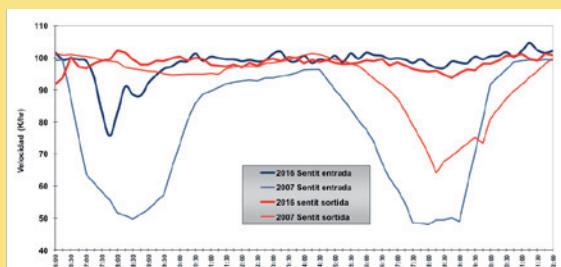


Il·lustració 6. Velocitat mitjana pel corredor del Delta del Llobregat

Velocitat mitjana C-31 Llobregat cada quart d'hora (entrada i sortida)

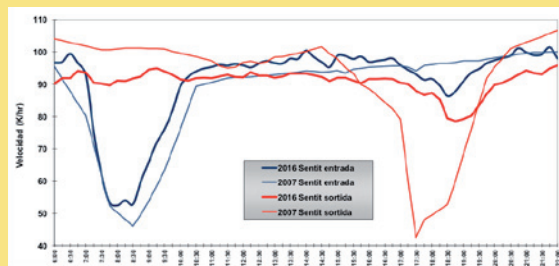


Velocitat mitjana C-32 Llobregat cada quart d'hora (entrada i sortida)

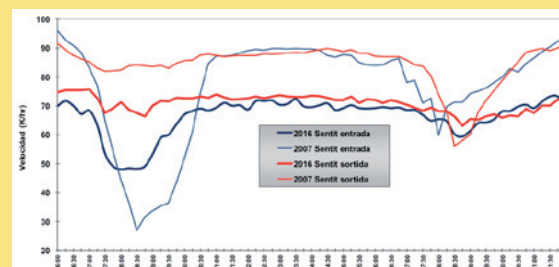


Il·lustració 7. Velocitat mitjana pel corredor del Baix Llobregat

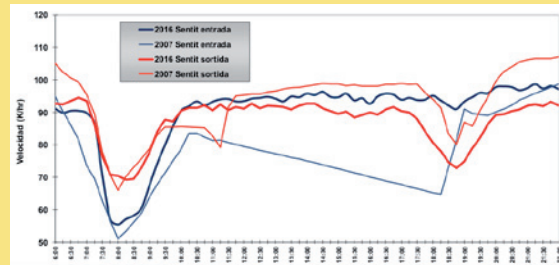
Velocitat mitjana A-2 cada quart d'hora (entrada i sortida)



Velocitat mitjana B-23 cada quart d'hora (entrada i sortida)



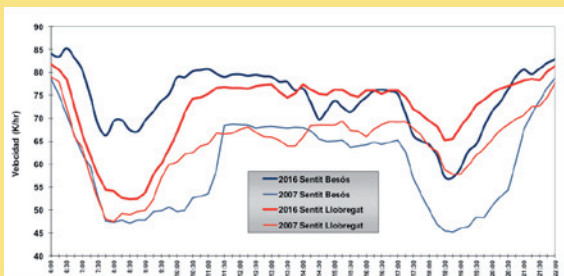
Velocitat mitjana AP-2 cada quart d'hora (entrada i sortida)



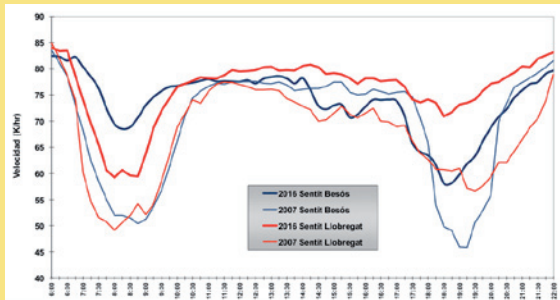
Al corredor del Baix Llobregat també s'observa una significativa millora dels temps de recorregut, reduint-se la congestió més acusada al període comprès entre 07:30 i 9:30 en el sentit d'entrada. Únicament es registra congestió en el sentit de sortida a l'AP-2 abans de l'enllaç amb l'AP-7. Tot i que s'ha implantat la proposta plantejada en el 2007 de destinar dos carrils per accedir a l'AP-7, encara resulten insuficients.

Pel que fa al corredor del Barcelonès, la B-10 presenta un moviment més pendular que el 2006, amb una significativa baixada de velocitat en el sentit Llobregat a l'hora punta del matí (7:00-10:00) i un altre descens important en l'hora punta de tarda (entre les 17:30 i les 19:30) en sentit Besòs.

Il·lustració 8. Velocitat mitjana B-10 cada quart d'hora (entrada i sortida)



Velocitat mitjana B-20 cada quart d'hora (entrada i sortida)



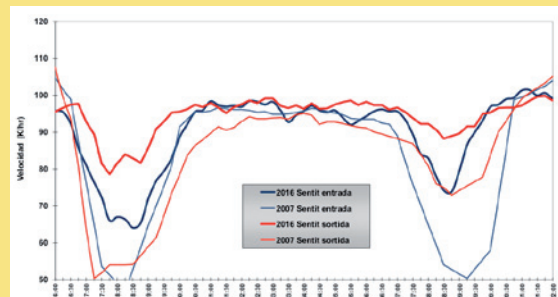
A la Ronda de Dalt (B-20) el comportament és molt similar. La localització de noves activitats al Llobregat en els últims anys (Fira, Parc Logístic, ampliació Aeroport, Eix Gran Via de l'Hospitalet, etc.) pot haver condicionat aquest tipus de mobilitat menys simètric.

Al corredor del Vallès Occidental la C-58 continua sent la via amb un major nivell de congestió, però molt inferior a la registrada el 2006. Així, pràcticament s'ha suprimit la que es registrava en el sentit de sortida, observant només lleugers descensos de velocitat entre 07:00 i 9:00 al matí. D'entrada encara s'observen notables descensos de velocitat entre la 7:00 i les 9:30 i entre les 18:00 i les 19:00. En qualsevol cas, menors que el 2006, i que pot estar motivat, a més de per la reducció de trànsit, per l'augment de capacitat que ha suposat la creació del carril bus-VAO.

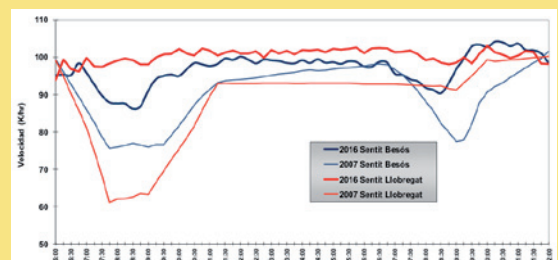
A l'AP-7 també s'ha observat una notable millora, observant-se només lleugers descensos de velocitat en sentit Besòs.

Il·lustració 9. Velocitat mitjana pel corredor del Vallès Occidental

Velocitat mitjana C-58 cada quart d'hora (entrada i sortida)



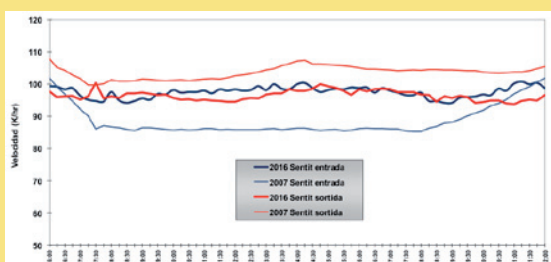
Velocitat mitjana AP-7 cada quart d'hora (entrada i sortida)



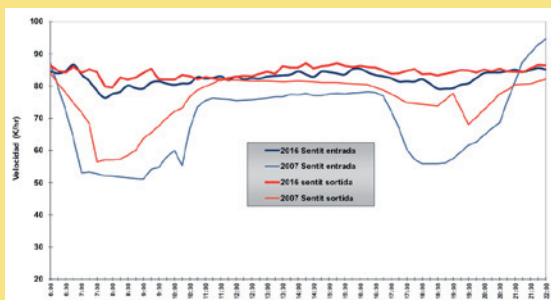
Al corredor del Vallès Oriental les escasses disminucions de velocitat que es produïen tant a la C-17 com a la C-33 han desaparegut.

Il·lustració 10. Velocitat mitjana pel corredor del Vallès Oriental

Velocitat mitjana C-33 cada quart d'hora (entrada i sortida)



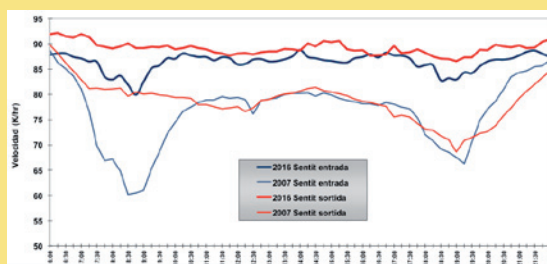
Velocitat mitjana C-17 cada quart d'hora (entrada i sortida)



Finalment, al corredor del Maresme és dels pocs en què la disminució de velocitat és més gran que el 2006 (sentit entrada entre les 7:00 i les 9:30). Les obres de la Plaça de les Glòries poden ser una de les principals causes.

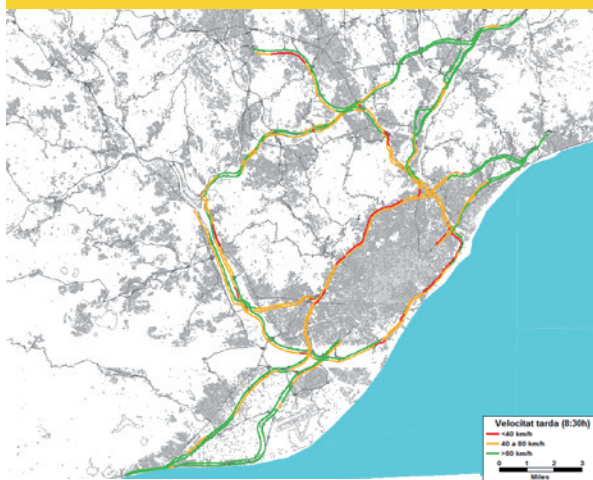
Il·lustració 11. Velocitat mitjana pel corredor del Maresme

Velocitat mitjana C-31 Besòs cada quart d'hora (entrada i sortida)



La Il·lustració 11 visualitza, a manera de mostra, sobre el viari, la velocitat mitjana que es registra en hora punta (8:30 del matí). La seqüència horària per a tot el període analitzat d'aquesta variable pot ser consultada en els annexos de l'estudi, disponibles en format digital (www.racc.es).

Il·lustració 12. Mapa de velocitats mitjanes de circulació (8:30)



II.1.3 El rendiment de la xarxa viària analitzada

La velocitat mitjana i la intensitat mitjana proporcionen informació bàsica de la mobilitat a la xarxa viària metropolitana: la intensitat és una magnitud que descriu la demanda de trànsit a la carretera, mentre que la velocitat mitjana descriu la qualitat de la circulació.

Un tercer indicador important de mobilitat és el que relaciona les condicions de circulació de trànsit reals al llarg d'un dia tipus de trànsit i les de circulació lliure. Aquest indicador mostra el rendiment de la xarxa viària, distingint tres tipus de trams:

1. **Trams d'alta eficiència individual.** Són aquells en els quals la velocitat de circulació real s'aproxima a la velocitat màxima permesa. El benefici individual per a l'usuari és elevat, però no així a nivell social ja que el volum de vehicles que passen per aquests trams és baix.
2. **Trams d'alta eficiència social.** Són aquells en què el trànsit és continu, sense reduccions substancials de la velocitat de circulació. El rang de velocitats se situaria entre 40 i 80 km / h. No representaria pèrdues significatives en desplaçaments habituals per als usuaris i a més el benefici social és alt atès que el nombre de vehicles que l'utilitzen és alt.
3. **Trams de congestió.** Trams en què la velocitat mitjana de circulació és inferior als 40 km / h. El rendiment social i individual és baix.

L'avaluació del rendiment de les vies, d'acord amb aquests 3 tipus de trams, es presenta en el quadre adjunt

Com es pot observar, els trams de congestió es concentren en moments molt específics de temps i afecten un 3% de l'oferta viària disponible. Per contra, gairebé un 66% d'aquesta mateixa oferta correspon a trams d'alta eficiència individual però no social. Finalment, un terç dels trams mostren un rendiment social individualment elevat.

Aquests resultats posen de manifest que hi ha un ampli espai per a la millora en la gestió dels recursos disponibles, treballant a mitjà i llarg termini en mesures que indueixin a canvis d'hàbits de la demanda de mobilitat, reduint o traslladant aquesta demanda a hores on hi ha espai per a millors condicions de circulació. La redistribució horària i espacial de la logística a mercaderies o la promoció del teletreball poguessin ser opcions a analitzar detingudament.

La distribució del comportament dels trams segons els tres tipus establerts permet determinar els índexs essencials: Índex d'eficàcia individual (IEI), Índex d'eficàcia social (IES), Índex de congestió (IC), que es mostren en el quadre adjunt, tant de un dia tipus complet com de franjes horàries específiques.

II-Il·lustració 13. Índexs d'eficiència de la xarxa viària

Tipus eficiència	Rang de velocitats (Km/h)	Mitjana		6:00		8:15		13:30		18:30	
		2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016
Congestió (IC)	>40	9,3%	2,8%	1,8%	1%	27,8%	8,6%	2,2%	1,0%	23,5%	6,3%
Social (IES)	40-80	33,9%	30,9%	15,7%	21%	42,4%	42,5%	30,0%	28,1%	33,0%	40,5%
Individual (IEI)	>80	56,8%	66,3%	82,7%	78%	30,0%	48,9%	67,8%	70,9%	43,5%	53,2%

II.2 AVALUACIÓ DELS NIVELLS DE CONGESTIÓ I ESTIMACIÓ DELS COSTOS, A NIVELL DE XARXA VIÀRIA I USUARI

En aquest apartat s'avalua i quantifica, en primer lloc, la congestió global de totes les vies metropolitanes considerades i en segon lloc referenciada als usuaris afectats.

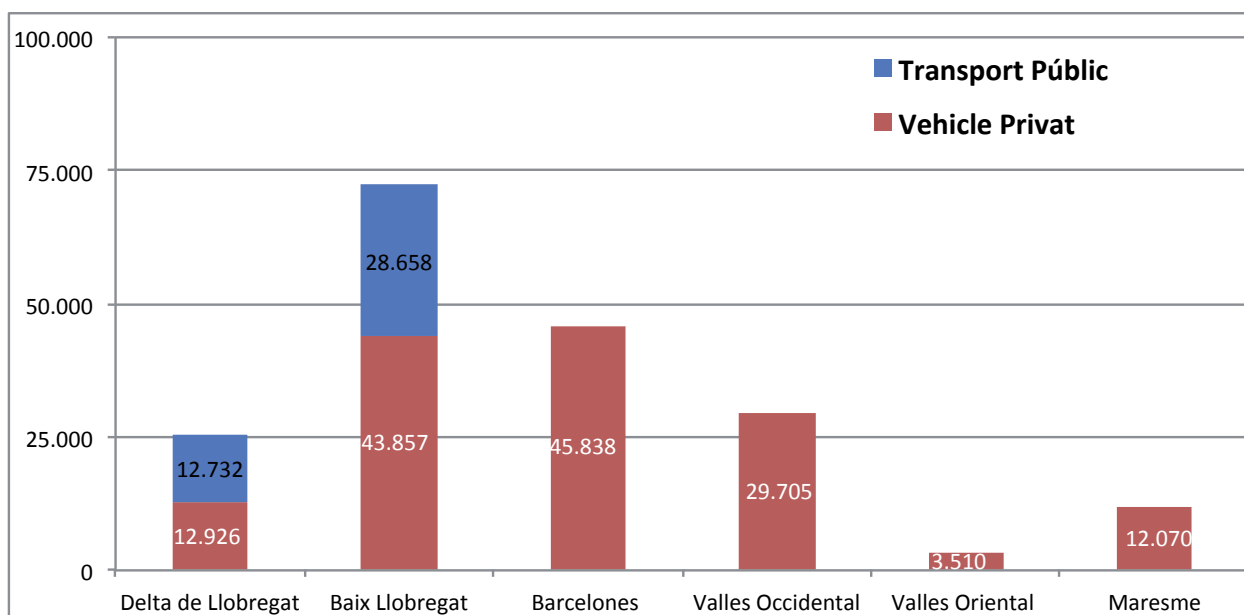
II.2.1 La congestió a les vies metropolitanes

En un dia tipus, 115.000 vehicles pateixen congestió a la xarxa viària metropolitana (un 60% menys que el 2006). Traduït a usuaris (autobús i cotxe) la congestió afecta, en divers grau, a prop de 200.000 usuaris, prop del 40% dels usuaris que accedeixen diàriament a Barcelona en vehicle privat o autobús. Un 22% dels usuaris afectats utilitzaven el transport públic, mentre que el 2006 aquest percentatge representava el 60%. El Bus-VAO de la C-58 i la disminució de la congestió en alguns corredors ha fet que la disminu-

ció del nombre d'usuaris afectats per la congestió en transport públic sigui més gran que els del vehicle privat.

L'esmentada afectació, suposa per a un dia tipus 52 mil hores de temps perdut, el que representa 12,8 milions d'hores perdudes a l'any, un 50% menys que el 2006.

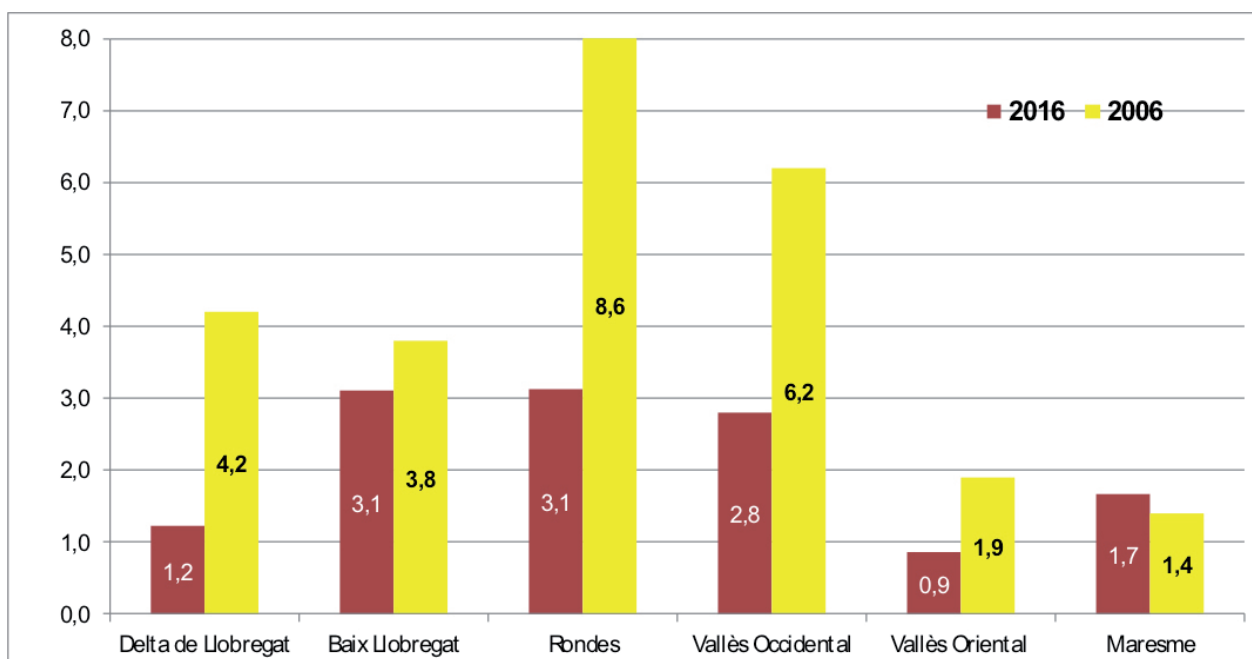
Il·lustració 14. Nombre d'usuaris afectats/dia per corredors



¹ La congestió és el temps de demora resultant de la diferència entre la durada real de recorregut (en cada període del dia considerat) i la que es produiria en una situació de circulació lliure (que a efectes del present estudi es considera que és la que es produeix a les 6 del matí).

Els corredors de Rondes, Vallès Occidental i Baix Llobregat concentren prop del 80% de la congestió, encara que els dos primers han vist reduir els seus nivells en més de la meitat respecte al 2006. També al Delta de Llobregat ha disminuït de forma sensible la congestió. Per contra, al corredor del Maresme ha augmentat lleugerament la congestió.

Il·lustració 15. Temps total perdut per corredor a l'any (Milions d'hores /any)

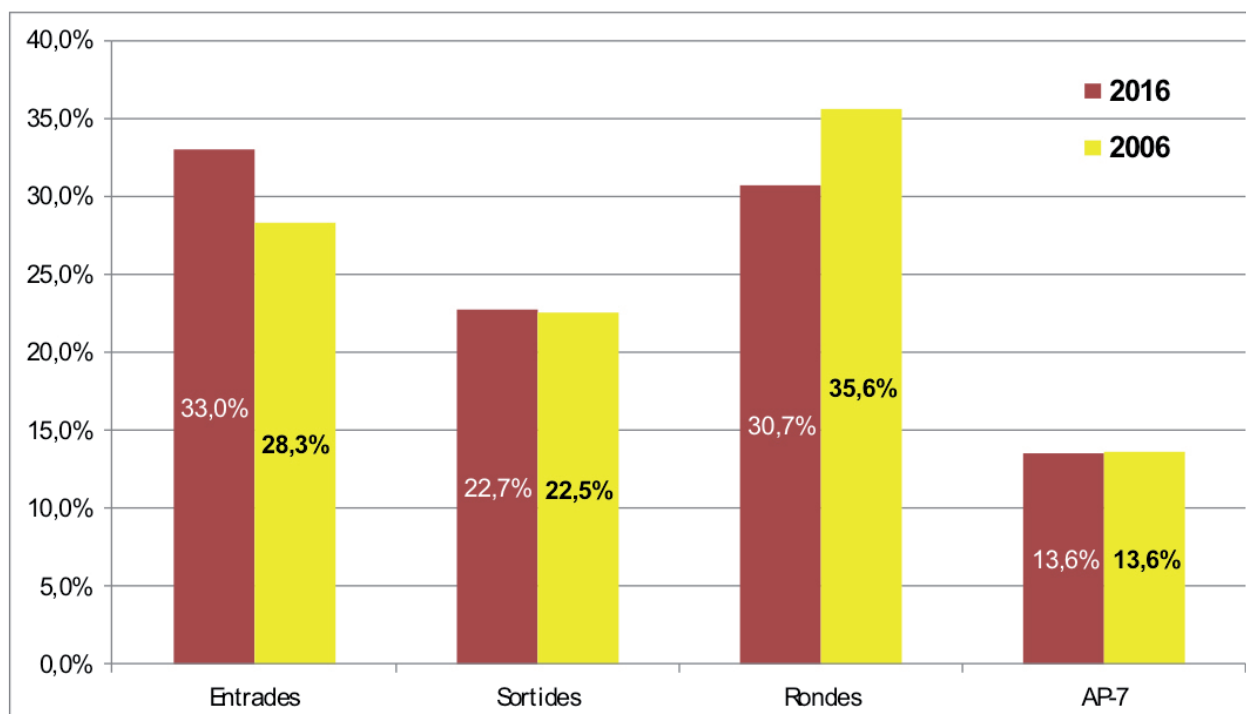


Si es considera la funcionalitat de les diferents vies de l'Àrea Metropolitana, és a dir les d'entrada, de sortida, distribuïdores de trànsit (Rondes), o de connexió entre diferents corredors (AP7 / B30), les Rondes suporten més del 30%, xifra sensiblement més baixa que la del 2006, el que es tradueix en un augment del percentatge de les entrades. Per contra la participació de les sortides es manté constant. Tal com s'ha indicat anteriorment, la disminució de la velocitat en els itineraris de sortida ha millorat notablement.

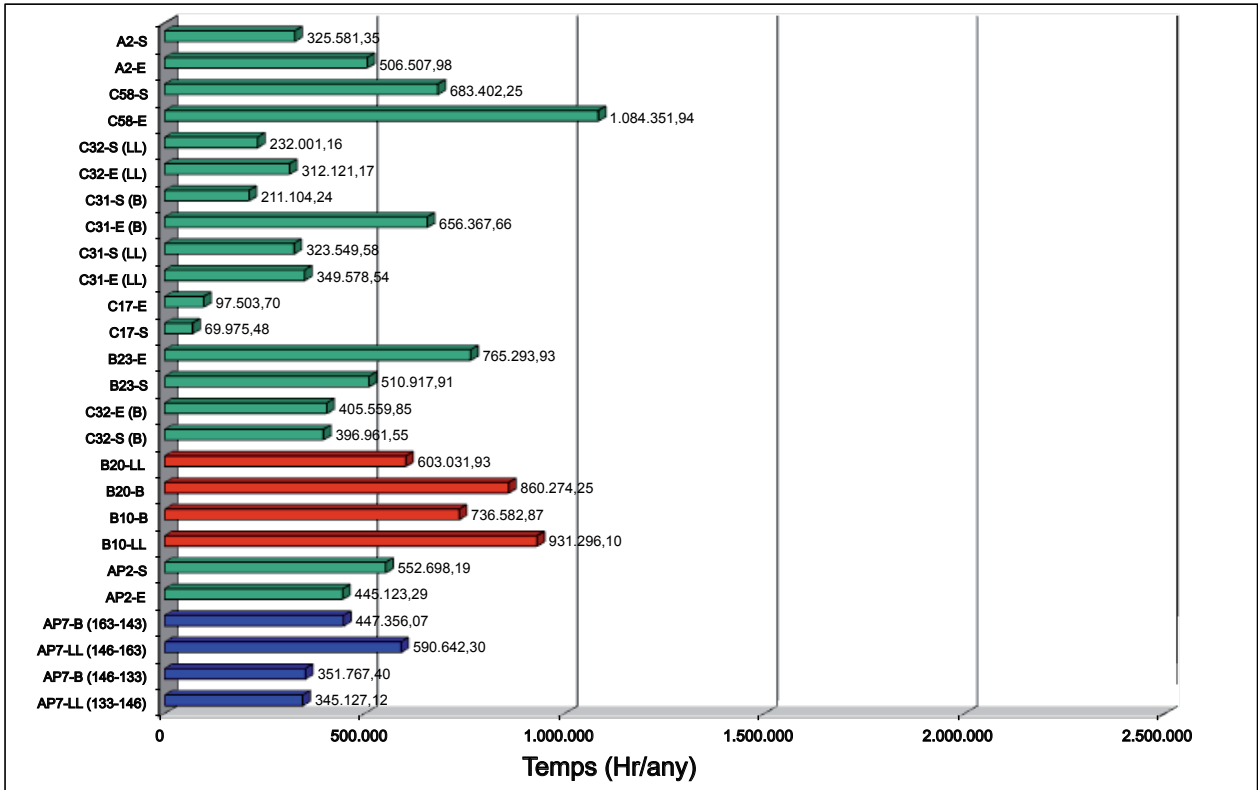
D'altra banda, a l'AP7 / B30 es concentra gairebé el 14% del temps perdut en els corredors analitzats, ja que s'utilitza, a falta d'un viari més exterior, com a única via transversal metropolitana.

Així, les principals entrades a la ciutat de Barcelona (C-58, B-23 i C-31) i com les rondes concentren la majoria de la congestió de la regió metropolitana.

Il·lustració 16. Distribució % del temps perdut segons estructura funcional

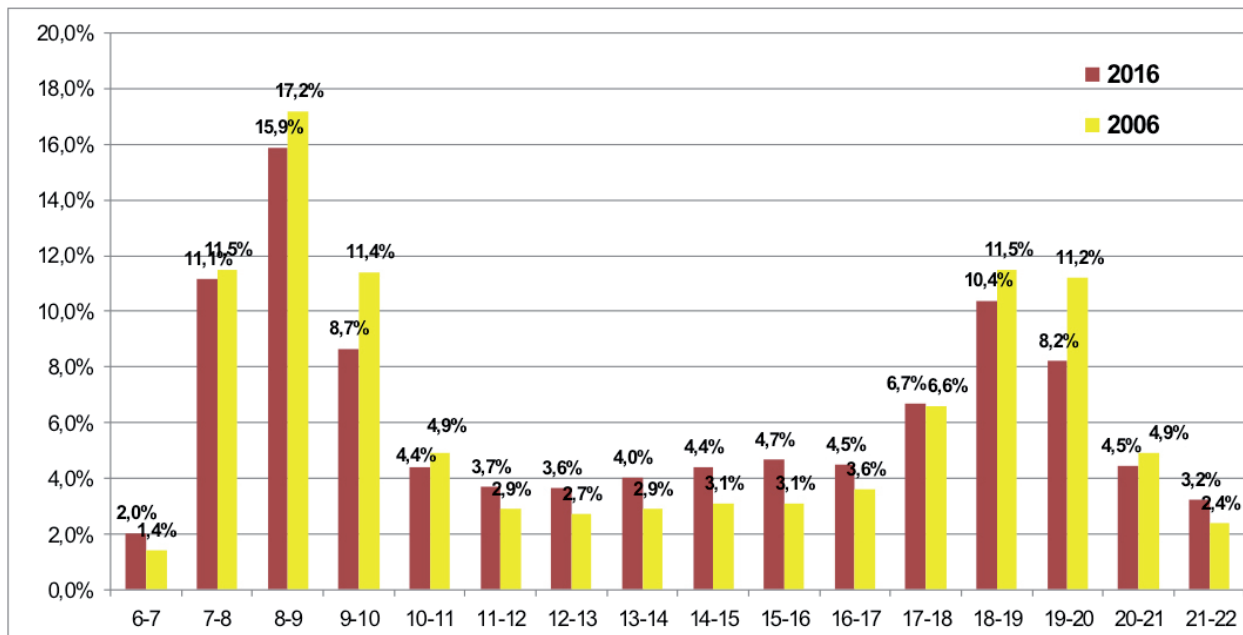


Il·lustració 17. Temps perdut per via a l'any (Hores/any)



Considerant les diferents franges horàries, el 62% de la congestió diària es concentra en una forquilla crítica de 6 hores (7h-10h i 17h-20h), principalment a la franja de matí (36%) i especialment entre les 8h i 9h. No obstant això, s'observa una disminució dels períodes punta respecte al 2006. Especialment important és la reducció de 9h a 10h i de 18h a 19h.

Il·lustració 18. Distribució de la congestió per període horari

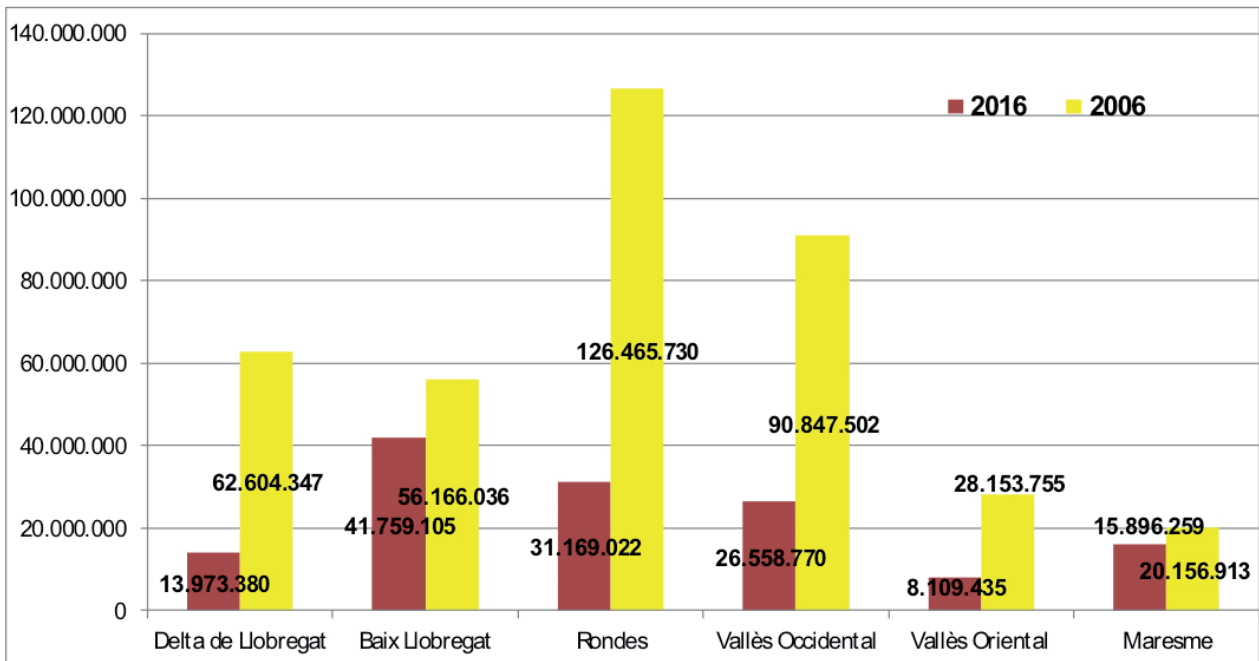


Els costos de la congestió en els accessos a Barcelona s'estimen en 0,55 milions d'euros al dia, equivalents a 137 milions d'euros a l'any. La reducció respecte al 2006 és d'aproximadament un 64%. Barcelonès, Vallès Occidental i Baix Llobregat suposen el 70% d'aquest cost, amb unes proporcions molt similars entre ells.

Aquests costos inclouen l'excés de temps de viatge, més l'increment de consum de combustible i de les emissions de CO₂.

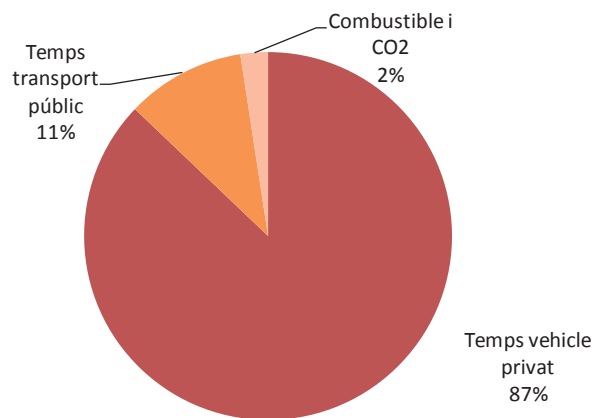
² Aquesta estimació de costos és molt conservadora. La metodologia utilitzada es presenta amb més detall en els annexos que es poden consultar en format digital (www.racc.es)

Il·lustració 19. Cost de congestió/any per corredors (euros)



La gran part d'aquest cost és conseqüència de la pèrdua de temps registrada pels usuaris del vehicle privat. La reducció dels nivells de congestió respecte al 2006 ha fet que hagin disminuït els costos derivats per l'augment de consum de combustible o emissions de CO2.

Il·lustració 20. Distribució del cost total de la congestió

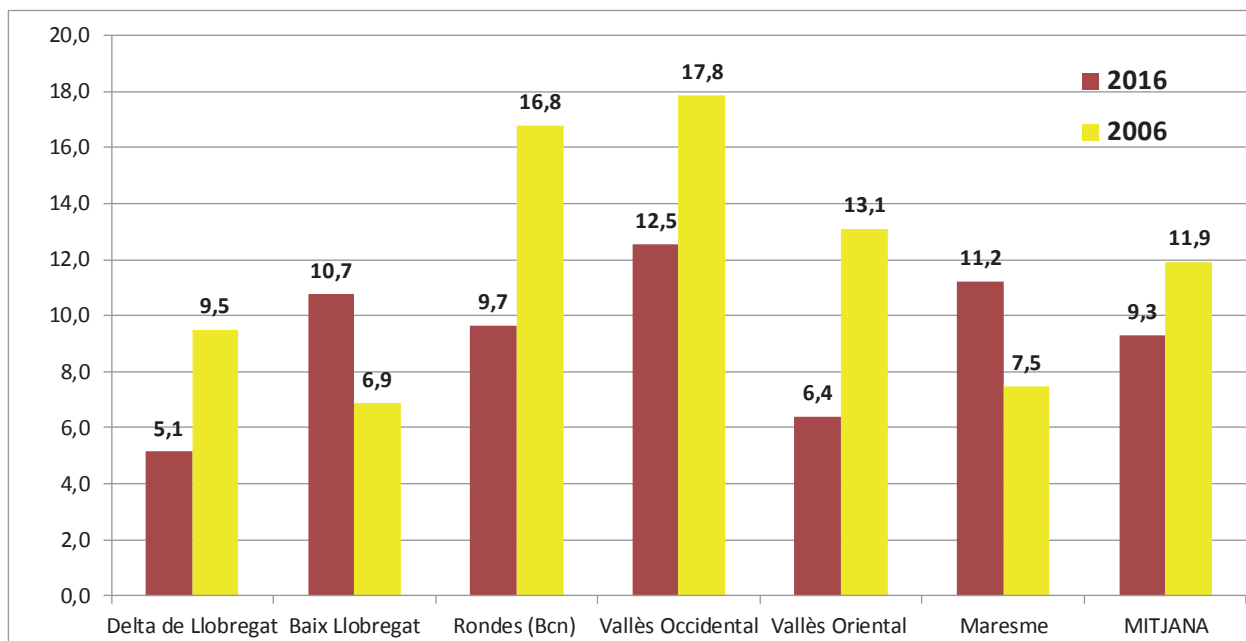


II.2.2 LA CONGESTIÓ SUPORTADA PER CADA USUARI AFECTAT

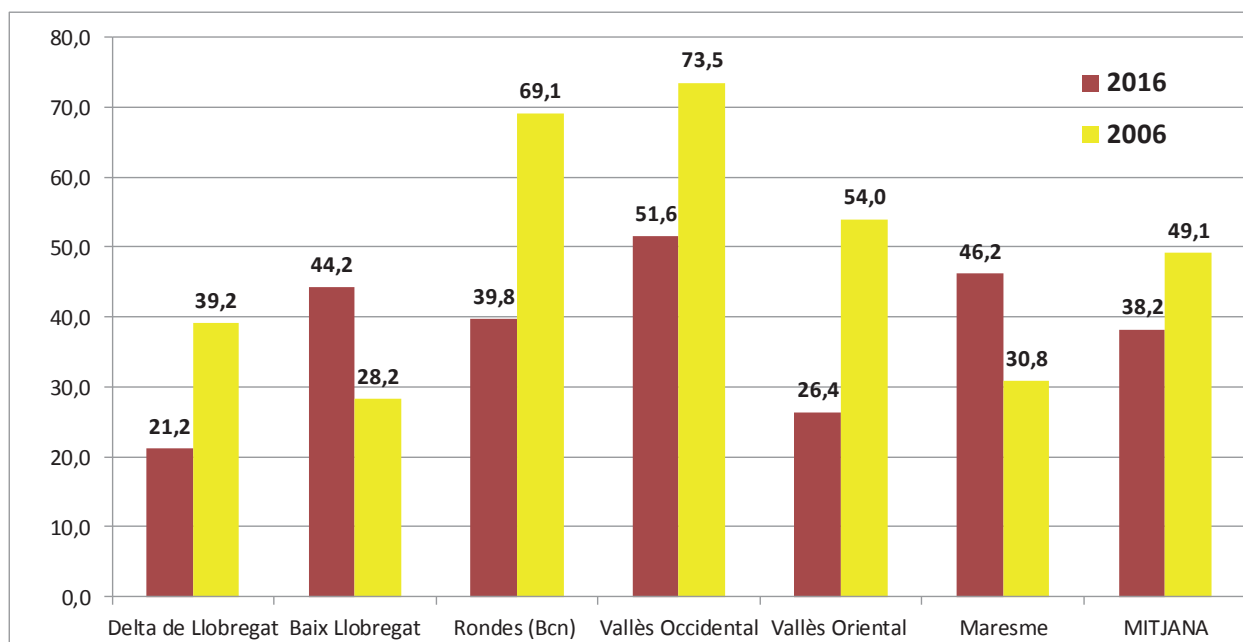
El temps mitjà perdut per cada usuari és de 9 minuts al dia, equivalent a 37 hores a l'any. Aquest temps equival a 5 dies de vacances cada any i la meitat de la pèrdua de temps deguda a l'absentisme laboral per treballador a Espanya, que és de 67 hores / any. Tot i així, suposa un descens d'un 26% respecte a la dada obtinguda en 2006.

Centrant-nos en el temps perdut per corredors, els usuaris afectats del corredor del Vallès Occidental continuen sent els que pateixen més congestió (12,5 minuts perduts al dia o 51,6 hores a l'any), seguits dels del Maresme (11,2 minuts perduts al dia o 46,2 hores a l'any) i que poden estar motivats per les obres de la Plaça de les Glòries. Pel que fa a les rondes la demora mitjana se situa en 10 minuts diaris³.

Il·lustració 21. Temps mitjà perdut per usuari i corredor al dia (minuts/dia)



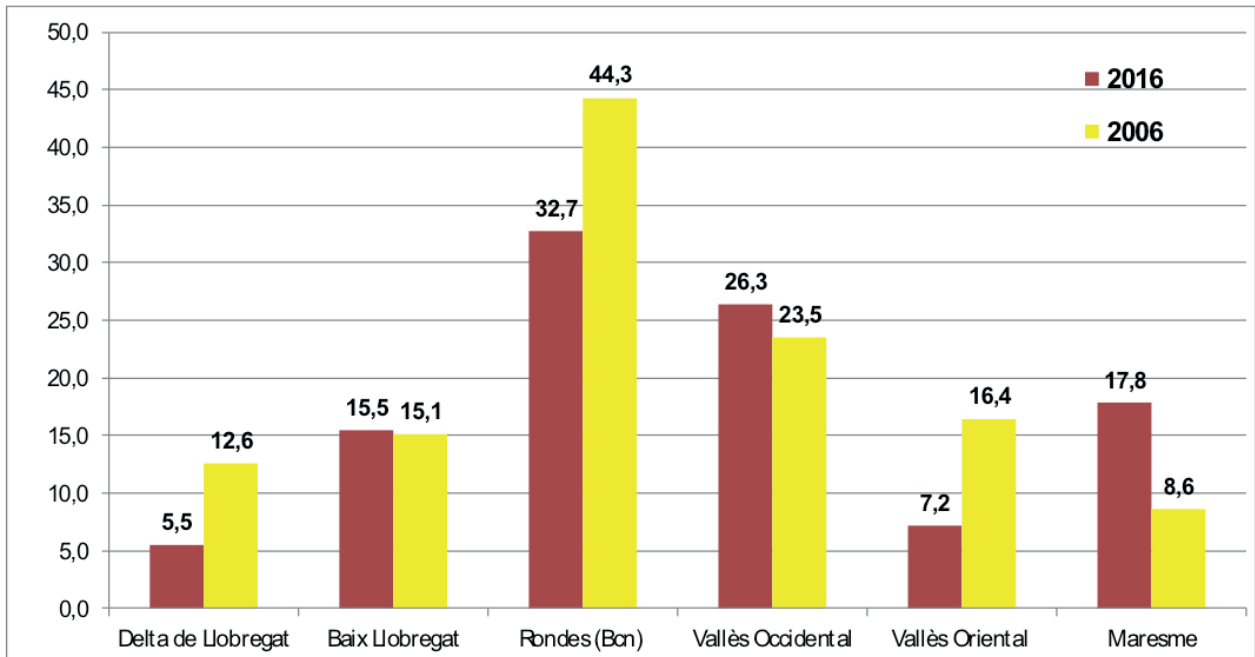
³ Aquestes xifres estimen el temps mitjà perdut per cada un dels usuaris de les Rondes, ja siguin aquests ciutadans de Barcelona que les utilitzen per als seus desplaçaments dins de la ciutat, o ja siguin ciutadans de fora de Barcelona que utilitzen les Rondes per accedir o sortir de la ciutat.

Il·lustració 22. Mitjana del temps perdut per usuari i corredor (hores / any)

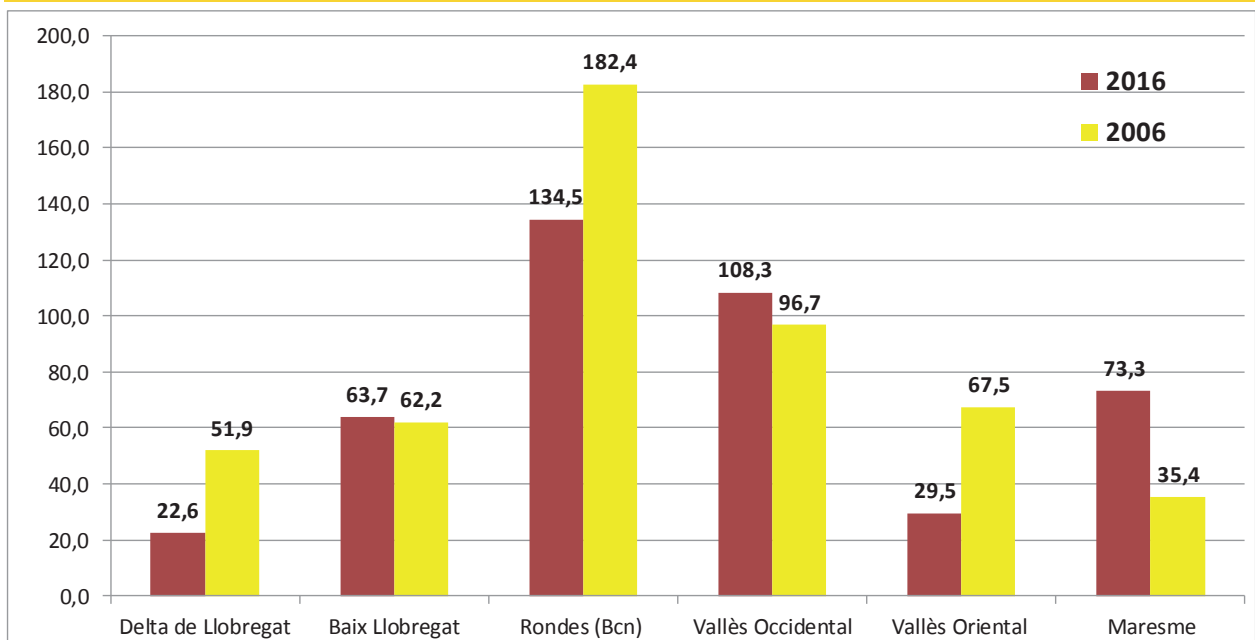
El cost mitjà anual per usuari ascendeix a **282 €**.

Si ens cenyim a l'hora punta, entre 8 i 9 del matí, la pèrdua de temps per usuari se situa en els **16 minuts al dia**, és a dir més de **65 hores a l'any**. Així, cada usuari que quotidianament accedeix a Barcelona en hora punta malbarata l'equivalent a 8 dies de vacances a l'any per causa de la congestió. En aquests períodes més crítics, els usuaris que circulen per les rondes són els més perjudicats, amb demores que poden superar els 30 minuts.

Il·lustració 23. Temps perdut per usuari i corredor al dia en hora punta (8-9h) (minuts/dia)



Il·lustració 24. Temps total perdut per usuari i corredor a l'any en hora punta (8-9h) (hores / any)



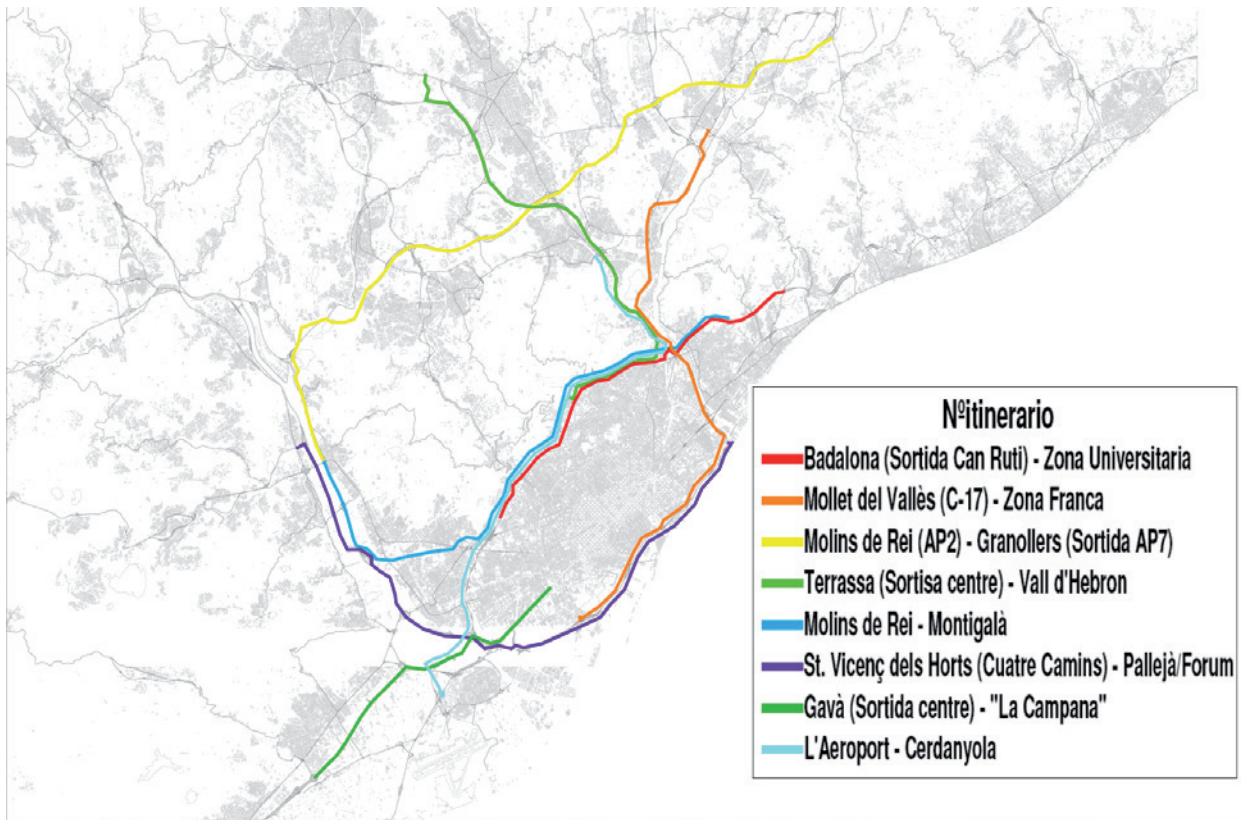
II.3 LA COMPETITIVITAT EN TRANSPORT PÚBLIC

Una condició necessària per a la reducció dels nivells de congestió és el possibilitar la transferència de viatges del cotxe als transports públics, especialment en els períodes punta.

Superant el concepte de via o corredor, el temps de viatge realment perdut per causa de la congestió pot ser per a alguns itineraris quotidians molt superior. Així, s'han realitzat 8 itineraris tipus que representen diferents motius de desplaçament freqüents dins de l'AMB i sobre els quals s'ha calibrat el temps de viatge perdut en diferents períodes horaris.

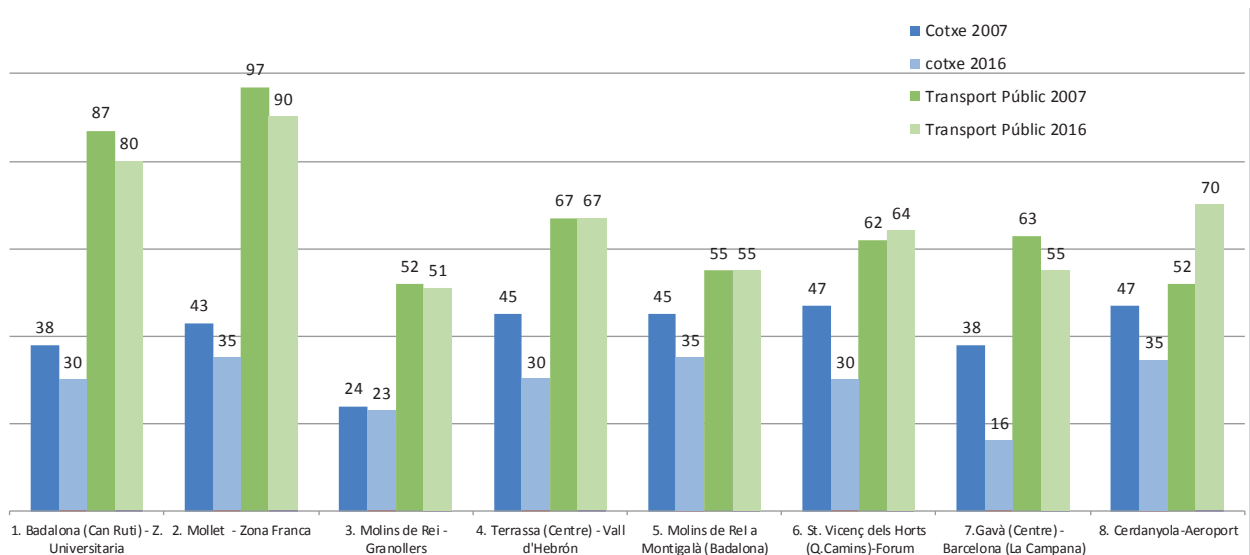
	MOTIU	ITINERARI
ITIN 1	Motiu Educatiu	De Badalona (sortida Can Ruti) a Zona Universitària
ITIN 2	Anar a la feina en la zona industrial	De Mollet del Vallès (C-17) a Zona Franca
ITIN 3	Anar a treballar a polígons industrials de Granollers	De Molins de Rei por (AP-2) a Granollers (Sortida AP7)
ITIN 4	Motiu sanitari	De Terrassa (Sortida centre) a Vall d'Hebron (Hospitallet)
ITIN 5	Motiu compres	De Molins de Rei a Montigalà (Badalona)
ITIN 6	Motiu Oci	De St. Vicenç dels Horts (Quatre camins) – Forum
ITIN 7	Accés al Centre de Barcelona	De Gavà (sortida centre) a entrada BCN per la Gran Via
ITIN 8	Accés a l'Aeroport	D'Aeroport a municipi de Cerdanyola

Il·lustració 25. Itineraris sobre temps de viatge



De la comparació de les dades respecte als obtinguts en 2007 s'obté un manteniment dels temps en transport públic i una disminució significativa dels temps de viatges en vehicle privat (prop d'un 30%). La disminució de la congestió ha beneficiat notablement el conductor, mentre que les noves infraestructures en transport públic no han provocat, almenys en els itineraris analitzats el 2007, una disminució significativa dels temps de viatge.

Il·lustració 26. Temps de desplaçament (minuts) per itineraris i mode de transport



S'ha reduït de manera substancial els temps de viatge en cotxe en totes les relacions radials. On la disminució del temps ha estat més substancial ha estat a l'entrada de la C-32 pel Baix Llobregat. Mentre el 2007 la saturació pràcticament arribava a Castelldefels, en l'actualitat pràcticament no es registren retencions fins a arribar a prop de la Plaça Cerdà. En certa mesura pot haver influït la implantació de senyalització variable de velocitat en aquest corredor. La Ronda Litoral, completament congestionada en 2007, en el moment actual registra una velocitat més constant.

Pel que fa al transport públic, la disminució de congestió també ho ha beneficiat. Així, el temps de trajecte en autobús entre Gavà i "La Campana", també s'ha vist reduït, com l'itinerari d'accés a la Zona Franca, on la línia de bus que connecta el polígon amb Portal de la Pau també ha disminuït el temps de viatge. Les millores infraestructurals en transport públic en aquests itineraris han tingut poca incidència. Així, en la connexió entre Badalona i Zona Universitària ha afectat positivament la prolongació de la línia 2, o entre Molins de Rei i Granollers també ha influït la creació de la línia transversal ferroviària.

II.4 DETECCIÓ DE PUNTS CRÍTICS I RECURRENTS

Les variacions de la velocitat de recorregut per a cadascuna de les vies objecte d'estudi evidencien els principals problemes de congestió detectats i el període del dia en què es produeix. Aquests problemes per a la punta del matí es localitzen a:

Període	Punts crítics
7h.30'	<ul style="list-style-type: none"> • Connexió A2-B24 • Nus de la Trinitat • Rondes Litoral i de Dalt en sentit Llobregat • Entrada de la C-31 (Maresme)
8h	<ul style="list-style-type: none"> • Nus del Llobregat • Connexió A2-B23
8h.30'	<ul style="list-style-type: none"> • Ronda de Dalt i Ronda Litoral en sentit Besòs • Connexió AP2-AP7

En relació al període punta de la tarda els principals problemes observats es situen en:

Període	Punts crítics
17h.30'	<ul style="list-style-type: none"> • Nus de la Trinitat • Ronda de Dalt i Ronda Litoral en sentit Besòs
18h.	<ul style="list-style-type: none"> • Connexió AP-7/C-58

En els punts crítics assenyalats cal destacar dues tipologies: la primera constituïda per trams de recurrent congestió derivada d'un excés de demanda; la segona conformada per nusos viaris d'elevada fragilitat, que pel seu disseny en escenaris de congestió altera greument el funcionament general del sistema.

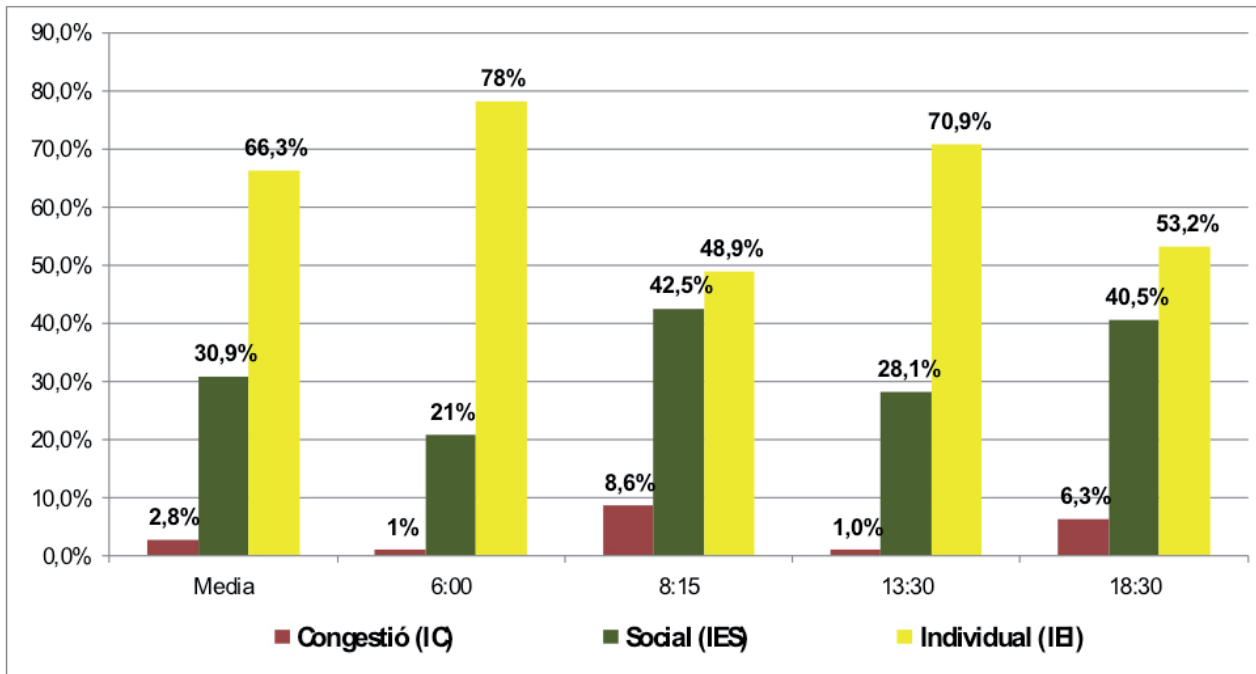
Trams de recurrent Congestió		MOTIU
Ronda de Dalt	Capacitat insuficient d'accés a la ciutat de Barcelona, Tant pel nord (Nus de la Trinitat) com pel sud (Accés Diagonal)	
Ronda Litoral	Capacitat insuficient d'accés a la ciutat de Barcelona, bàsicament quan és produeix l'estreïment de 3 a 2 Carrils al Moll de la Fusta.	
Nusos viaris		MOTIU
Trinitat/ Meridiana (1)	Capacitat insuficient d'accés a la ciutat de Barcelona	
Nus AP2- AP7	Vials de connexió de poca capacitat	
Nus AP7- C58	Vials de connexió de poca capacitat	
Nus A2-B24	Vials de connexió de poca capacitat	
Nus del Llobregat	Vials de connexió de poca capacitat	
Pl. de les Glòries	Capacitat insuficient d'accés a la ciutat de Barcelona	
Pl. Cerdà	Capacitat insuficient d'accés a la ciutat de Barcelona	

L'avaluació efectuada obre un horitzó esperançador ja que de 22.000 trams analitzats menys d'un 10% resulten ineficients. Així, les actuacions centrades en ells permetrien obtenir uns espectaculars resultats en relació a la congestió.

¹ Afectació a l'entrada a la ciutat de Barcelona des de les vies del Vallès (C58 i C17 principalment)

Il·lustració 27. Punts crítics en la xarxa viària metropolitana



Il·lustració 28. Índexs d'eficiència de la xarxa viària en l'AMB

III. Propostes d'actuació

III. 1 CONDICIONANTS DE LES PROPOSTES

És evident que si no s'articulen mecanismes correctors, en pocs anys es recuperaran els nivells de congestió previs a la crisi, comportant un augment del consum energètic i especialment de la contaminació, aspectes tots ells contraris als objectius del PMUS de Barcelona, que preveu una reducció del trànsit superior al 20%.

D'altra banda, els usuaris del transport públic de superfície també es veuran afectats per les demores que genera la congestió. En certa manera, es tracta d'una congestió oculta, que és difícil de mesurar, però que el ciutadà pateix diàriament i que condiciona greument el dret social a moure. La manca de competitivitat del transport públic respecte al privat a més, condiciona les possibilitats de la millorar de l'eficiència del viari.

Existeixen nombrosos plans i programes d'actuació que, des d'una perspectiva del mitjà-llarg termini, pretenen abordar i solucionar aquests problemes⁴.

No obstant això, la Fundació RACC aborda el repte del curt termini, proposant l'aplicació de mesures compatibles amb els projectes aprovats, que en algun cas preveuen la prioritització d'algun dels seus aspectes, però que mai els substitueixen.

Es tracta doncs d'aconseguir una millor mobilitat, així com una gestió de la demanda en destinació que estimuli a curt termini el canvi modal voluntari d'un nombre relativament reduït d'usuaris del cotxe, en els períodes de major congestió, atrets, a la vegada, per la posada en servei de més oferta de transport públic de superfície, l'habilitació d'aparcaments de dissuasió que evitin la penetració en el viari principal d'accés, la potenciació de majors ocupacions dels vehicles i finalment la informació i conscienciació dels ciutadans de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

L'any 2014 va deixar de disminuir el trànsit en els accessos a Barcelona i, segons dades provisionals el 2015 ha patit un increment. Per això, si no s'apliquen noves mesures de gestió és previsible que en pocs anys s'assoleixin els nivells de trànsit del 2006, és a dir, als 385 milions d'euros / any estimats en el seu moment.

Això no obstant, tal com s'ha comentat amb anterioritat, la pretensió d'anul·lar absolutament els nivells de congestió d'un viari sobre la base del creixement de l'oferta viària, o el que és el mateix, dimensionar un viari per a absorbir les pun-

tes de demanda és en si mateix un repte inabastable i a més, social i econòmicament ineficient.

Un objectiu raonable, en aquest sentit, planteja el repte d'actuar a curt termini per reduir a zero la congestió percebuda pels usuaris, en un exercici operatiu d'identificació de la congestió efectiva residual com la que la majoria d'usuaris estan disposats a tolerar.

Aquesta identificació és circumstancial perquè inherent a la percepció està la relativitat, i per tant, la congestió percebuda varia amb el temps. Tanmateix pot representar un horitzó quantitatiu, factible a aconseguir a curt termini i, en certa manera, assimilable a la congestió socialment acceptable.

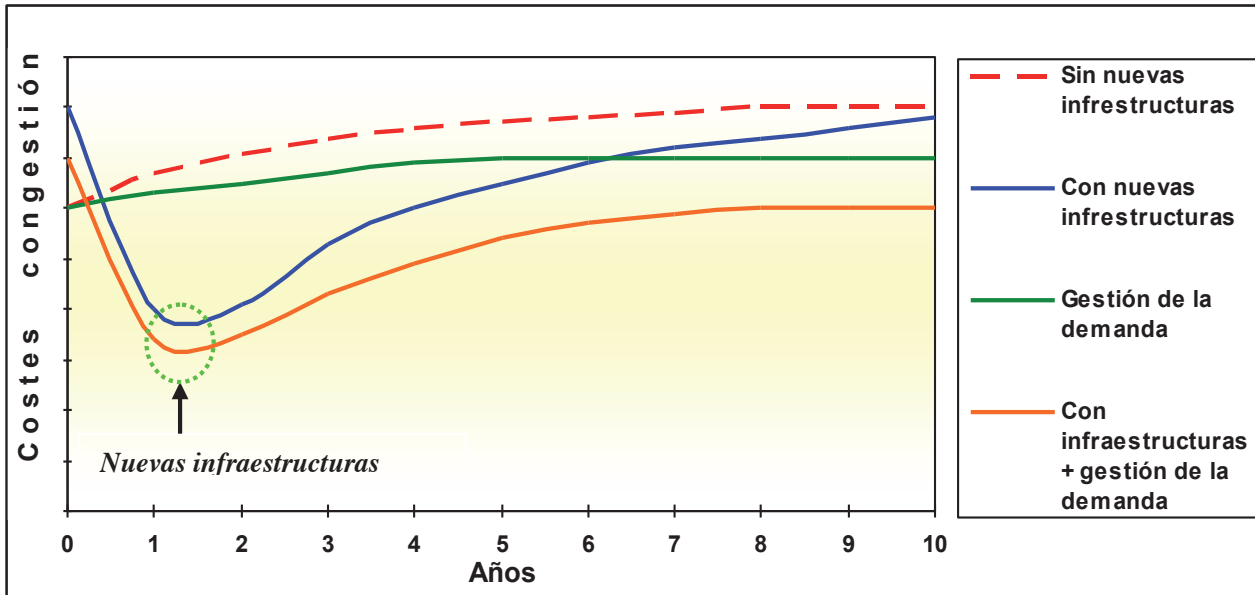
Abans d'entrar a especificar les mesures proposades, convé fer algunes consideracions, que ajudaran a entendre la seva estratègia subjacent. Aquestes consideracions són les següents:

1. La congestió no és un fenomen lineal: no hi ha una relació proporcional constant entre el nombre de vehicles que circulen i la seva velocitat mitjana. El trànsit presenta cert grau de sensibilitat, de manera que a partir d'un nivell de congestió, un petit augment del trànsit pot provocar un descens important de la velocitat de circulació. De la mateixa manera, una lleugera reducció del volum de trànsit pot traduir-se en millores substancials dels nivells de congestió, tal com s'ha pogut comprovar en aquests darrers deu anys. Per aquest motiu una bateria de petites mesures, com les que es proposen a continuació, poden acabar tenint un impacte notable en la reducció de la congestió.
2. Només des d'una perspectiva multimodal integrada és viable la reducció de la congestió a les àrees metropolitanes. Per a això, és fonamental la reducció dels temps de viatge en transport públic i especialment la seva equiparació en confort i regularitat amb els del vehicle privat. Es pot trigar més però les condicions del viatge han de ser més atractives (qualitat de la informació oferta, nivells d'ocupació acceptables, minimització de transbords, accés a noves tecnologies, evitar les irregularitats del servei per vagues o avaries, etc.).
3. Tot i que la construcció de noves infraestructures viàries és en molts casos necessària, ja que completa la xarxa i evita trànsits induïts i colls d'ampolla, la gestió de la demanda és condició imprescindible per a un repartiment modal sostenible.

L'experiència de moltes ciutats mostra que, a llarg termini, les mesures que milloren estratègicament la gestió de la mobilitat són indispensables si es vol mantenir l'eficiència de les infraestructures en el temps.

⁴ El Pla Director de Mobilitat de la Regió Metropolitana de Barcelona, el Pla Director d'Infraestructures, el PMUS de Barcelona, etc.

Il·lustració 29. Impacte en el temps de mesures per a pal·liar la congestió



Font: Transportation Costs and Benefit Analysis. Victoria transport Policy Institute (www.vtppi.org) i elaboració pròpia.

4. L'actuació sobre la congestió ha de ser reduir-la fins que el cost excedeixi els beneficis que determina. Aquesta regla pot donar una orientació senzilla dels recursos que, des d'un punt de vista social, val la pena invertir en reduir els nivells de congestió.

III.2 ACTUACIONS A CURT TERMINI

A continuació es proposa una bateria de mesures que es poden executar a curt termini, però els efectes sobre els nivells de congestió seran importants i duradors en el temps. Les mesures que es proposen abasten tres grans àmbits: la potenciació del transport públic (III.2.1), la millora de la gestió de la mobilitat (III.2.2) i, la millora de certes infraestructures (III.2.3).

El caràcter de les propostes no pretén ser exhaustiu, sinó suggerir alguns àmbits d'actuació en els quals actuacions acotades determinen importants beneficis. També s'apuntaran aquelles mesures plantejades en el 2006 i que les diferents administracions ja s'han executat. La descripció una mica més detallada s'exposa en l'apartat III.3 de descripció de les propostes (fitxes).

III.2.1 POTENCIACIÓ DEL TRANSPORT PÚBLIC

En base a l'anàlisi anterior, la disminució de la congestió ha fet que el vehicle privat encara sigui més competitiu que el transport públic en els accessos a Barcelona, de manera que la millora d'aquesta manera constitueix una de les mesures prioritàries.

L'objectiu en aquest àmbit, segons demana l'usuari, és doble. D'una banda posar remei a la manca de connexió digna que encara hi ha entre determinats espais de l'Àrea Metropolitana i d'un altre reduir els temps de trajecte en els diferents corredors d'accés a Barcelona.

Per aconseguir aquests objectius es plantegen les següents mesures:

A. BUS

Potenciar el servei d'autobús, tant Exprés d'accés a Barcelona, com discrecional als polígons industrials. Aquests serveis podran beneficiar-se de la creació de diferents carrils BUS-VAO, d'ús exclusiu per a autobusos o vehicles privats d'alta ocupació (mínim 3 persones).

A.1. Creació de carrils BUS i BUS-VAO

Es planteja la creació de 2 carrils BUS-VAO: corredor del Maresme (entre Montgat i la Ronda Litoral) i del Baix Llobregat (entre la N-340 i la Diagonal). A més es planteja la creació d'una plataforma segregada per al bus al Delta del Llobregat (C-245). Cal indicar que recentment s'ha signat un conveni entre els ajuntaments implicats i la Generalitat per a l'impuls d'aquesta infraestructura.

En aquest sentit, val la pena remarcar l'experiència de la ciutat de Madrid en aquest tipus de gestió dels carrils. Així, la seva implantació al corredor de la Nacional VI d'accés a Madrid, ha suposat un augment notable de l'ocupació mitjana per vehicle, que va passar de 1'36 persones / vehicle a 1'56 persones / vehicle. Així mateix, el BUS-VAO ha servit per augmentar en aquest corredor el percentatge de viatgers que accedeixen a Madrid en transport públic, passant d'un 24% abans de la implantació del BUS-VAO a una mica més del 35% després de la implantació del mateix.

Malauradament, el BUS-VAO de la C-58 no ha tingut el mateix èxit. El fet de no cobrir tot el tram congestionat (fins l'AP-7) i que únicament permeti l'accés a l'Av. Meridiana (només el 30% del trànsit de la C-58 acaba en aquesta via) són les causes principals.

A més, falten altres tipus d'incentius com la creació de places d'aparcament en destinació, destinada als vehicles d'alta ocupació.

A.2 Reforç BUS-Exprés

Les línies exprés porten prop de 10 milions de viatgers a l'any, pràcticament un 20% més que el 2006, el que representa aproximadament uns 7.000 viatgers diaris addicionals en dia laborable, molt a prop dels 10.000 previstos en l'estudi de congestió del RACC. A més, constitueix l'única tipologia de línia interurbana que ha pujat passatge en aquests últims anys tot i la crisi econòmica. Cal indicar que s'han creat línies exprés amb una elevada freqüència que connecten Barcelona amb Mataró, Ripollet, Cerdanyola, Martorell, etc. Es proposa continuar amb aquesta línia d'actuació. Així, des del RACC es considera que encara hi ha nínxols de mercat no coberts en:

- Delta del Llobregat. Connexions directes amb Pl. Espanya (sense passar pels laterals semaforitzats de la Gran Via de l'Hospitalet)
- Baix Llobregat. Hi ha algun municipi com Sant Vicenç dels Horts que no té connexió directa amb la Diagonal de Barcelona
- Maresme: Calella-Pineda o Vilassar-Premià
- Vallès Occidental: Barberà del Vallès, reestructuració Servei Sabadell i Terrassa

A.3 Augment dels serveis discrecionals a polígons.
Potenciació dels serveis discrecionals a polígons a través d'autobusos o altres formes de serveis col·lectius similars en els corredors del Vallès Oriental, Vallès Occidental i Delta del Llobregat. Cal indicar que la demanda d'aquest tipus d'oferta s'ha reduït en prop d'un 20% des del 2006: de 1,46-1.180.000. La important crisi econòmica ha incidit en aquest fort descens ja que també s'ha reduït el nombre de treballadors, però també la falta de realització o aplicació de plans de mobilitat específics en aquestes àrees que incentivin el transvasament modal.

B. Ferrocarril

Es proposa potenciar el ferrocarril a través del desenvolupament de línies llançadora, d'aparcaments de dissuasió o transferència modal i del reforç de la línia transversal entre Granollers i Martorell.

B.1 Reforç de les línies a les estacions

La xarxa de trens, especialment la de RENFE, és molt potent en travessar transversal Barcelona i cobrir bona part de la ciutat. La cobertura del territori metropolità també és acceptable però encara queden àrees sense una cobertura suficient i en les que seria aconsellable l'establiment de sistemes d'autobusos llançadora sustentats en sistemes de prioritització semaforica que permetin una ràpida connexió entre les zones més densament poblades i l'estació. Es proposa augmentar els serveis llançadora en municipis sense estació de tren o amb una localització perimetral: Gavà, Viladecans, Sant Boi, Sant Cugat del Vallès, Rubí o Ripollent entre d'altres.

B.2 Aparcaments de dissuasió

Construcció de nous aparcaments de dissuasió, o l'ampliació dels ja existents en els corredors del Maresme, Vallès Oriental i Baix Llobregat.

B.3 Optimització de la Línia ferroviària orbital

En l'estudi de 2007 es va plantejar la posada en marxa de la línia ferroviària transversal entre Granollers i Martorell, posant-se finalment en marxa el 2011. Tanmateix, la seva baixa freqüència (1h) i la manca de connexió directa amb la xarxa radial de FGC i de la mateixa RENFE (R4) fa que no sigui plenament operativa. Per això, es proposa la realització d'aquests intercanviadors així com l'augment de freqüència, com a mínim en els períodes punta.

C. Millora de la fiabilitat del servei

La millora de l'oferta de transport públic i la seva imatge

no passa només per augmentar el servei sinó també per millorar la qualitat del que ja s'ofereix. En aquest sentit, les incidències que es produeixen a rodalies de RENFE o les vagues d'aquest operats a més de TMB i TB suposen una minva notable de la imatge del transport públic, afectant en aquest cas als actors més indefensos com són els seus usuaris. S'insta a administracions, operadores i sindicats a intentar minimitzar les incidències d'aquest tipus.

III.2.2 MILLORA DE LA GESTIÓ DE LA MOBILITAT

En aquest àmbit es proposa dos tipus de mesures: les que promouen el creixement de l'índex d'ocupació dels vehicles privats; i les que permeten gestionar la demanda a destinació.

A. Increment de l'ocupació mitjana del vehicle privat

Consisteix en fomentar l'eficiència del cotxe, promovent i fent prevaler una ocupació elevada. S'estima que aquesta podria augmentar entre un 5% i un 10%.¹ Per aconseguir aquesta millora, la creació dels nous carrils BUS-VAO per corredor suposa un estímul indispensable, a més de la reserva de places per a aquests vehicles en els aparcaments dels grans centres de treball i estudi (universitats, hospitals, polígons industrials, etc.).

B. Utilització de tecnologies intel·ligents

La utilització de tecnologies intel·ligents per a la gestió del trànsit és un instrument cada vegada més estès en els països del nostre entorn i que presenta un ampli marge d'actuació al nostre país. Particularment l'aplicació de l'anomenada senyalització variable de la velocitat màxima de circulació s'ha demostrat molt útil a l'hora de reduir la congestió (i indirectament les emissions contaminants i els accidents de trànsit). En aquest sentit, cal indicar que aquest tipus de mesura s'ha implantat a la B-23 i la C-32 amb excel·lents resultats. Aquesta mesura podria estendre a altres vies que també pateixen una congestió significativa com el de l'A-2 o el de la C-58.

També es planteja continuar amb la gestió d'accessos iniciades a les rondes de Barcelona i que tan bon resultat han donat.

C. Gestió de la demanda en destinació.

La gestió de l'aparcament en destinació exerceix una funció dissuasòria de la mobilitat amb cotxe. L'estratègia tarifària en els aparcaments en els centres de la ciutat i les limitacions que les zones regulades representen per a l'estacionament de llarga durada, en expansió en totes les àrees metropolitanes europees, han de ser complementades amb

millors sistemes de distribució de mercaderies. Els sistemes de tarifació també han d'incorporar criteris mediambientals per minimitzar principalment els problemes de congestió que es registren.

III.2.3 MILLORA DE LES INFRAESTRUCTURES

Cal indicar que la majoria de les millores infraestructurals plantejades en l'estudi del 2007 ja s'han realitzat com la solució del nus del Cinturó Litoral o estan en fase de resolució com la connexió de l'AP2-AP7 o la connexió de la C-32 amb l'A2. Únicament quedaria per realitzar la via per a camions que permeti connectar el port amb l'A2.

III.3 DESCRIPCIÓ DE LES PROPOSTES

FITXA 1: CREACIÓ DE CARRILS BUS-VAO

- Implantació d'un carril bus-VAO a la C31 entre Montgat i Pl. de les Glòries, d'entrada a Barcelona. Una part d'aquest carril ja s'ha executat entre la Ronda Litoral i el "semàfor" de l'Olivetti (únicament com Carril-Bus). Es planteja completar el projecte existent (ampliació fins a Montgat). Per a això, s'aprofitaria l'espai de la mitjana central i seria necessari crear un nou viaducte sobre el Besòs. D'altra banda, es proposa que aquest carril també pugui ser utilitzat pels vehicles d'alta ocupació (igual o superior a 3) i les motocicletes, podent establir un sistema de control mitjançant càmeres. La proposta del RACC, en base a les dades de congestió, prioritza aquest tram sobre el contemplat pel PITC per aquest carril-bus; que proposava la seva extensió fins a Mataró i en els dos sentits.
- Perllongar el carril bus-VAO a la C-58 entre Cerdanyola i l'AP-7. Aquest tram podria ser unidireccional (sentit entrada que és quan es registra congestió aprofitant la mitjana existent). Cal indicar que el BUS-VAO perd funcionalitat en no cobrir tot el tram que registra congestió.
- Implantació d'un carril bus-VAO a l'AP2-B23 entre Molins de Rei i l'Av. Diagonal, en sentit d'entrada a Barcelona. Es planteja aprofitar l'espai de mitjana existent en l'actualitat. El carril únicament seria en sentit entrada.
- Implantació d'una plataforma segregada per al bus a la C-245 entre Castelldefels i Sant Boi de Llobregat.

FITXA 2: REFORÇ BUS-EXPRÉS

A. Maresme.

Des del 2007 en què es va apuntar la proposta ja s'ha reforçat el servei exprés a Mataró, amb un notable èxit, com ho demostra el fet que hi ha moltes expedicions en hora punta que van completament plenes i amb viatgers de peu. Es planteja ampliar aquest servei i crear un altre nou que connecti amb Premià-Vilassar de Dalt, tal com ja es va plantejar el 2007. També es podrien estudiar altres serveis exprés com ara a la conurbació Calella-Pineda de Mar.

B. Vallès Occidental.

Els serveis exprés funcionen bastant bé pel que fa a les poblacions de Ripollet i Cerdanyola però no als que donen servei a Sabadell i Terrassa. Es proposa reestructurar i reforçar aquests últims incloent la cobertura de Barberà del Vallès.

C. Baix Llobregat.

La creació d'una via segregada per a l'autobús d'entrada a Barcelona per la B-23 permet augmentar la freqüència i el temps de trajecte en alguns recorreguts de la comarca. A més es plantegen nous serveis a Sant Vicenç dels Horts per exemple.

D. Delta del Llobregat.

Es planteja crear serveis directes de Sant Boi, Gavà, Viladecans i Castelldefels amb Plaça Espanya.

FITXA 3: AUGMENT DELS SERVEIS DISCRECIONALS A POLÍGONS

E. Vallès Oriental

La important activitat industrial d'aquest corredor, amb un important nombre de polígons amb una limitada oferta en transport públic provoca un gran nombre de desplaçaments en vehicle privat. Es planteja la creació de transports discrecionals que permetin cobrir aquesta demanda. Aquest tipus de servei podria ser promogut pels Gestors de la Mobilitat de cada un dels polígons. Les àrees prioritàries d'intervenció són els polígons industrials de Granollers, Montmeló-Montornès-Parets del Vallès i Palau-solità i Plegamans, on l'oferta de transport públic és més reduïda i el nombre de treballadors elevat.

F. Vallès Occidental

Igual que en el cas del Vallès Oriental, es proposa cobrir els polígons industrials amb serveis discrecionals. Els polígons industrials de Castellbisbal i Terrassa podrien ser els primers a desenvolupar aquesta actuació.

G. Delta del Llobregat

Es proposa cobrir els polígons industrials situats entre la C-245 i l'autopista amb serveis discrecionals.

FITXA 4: LÍNIES D'APORTACIÓ AL TREN

A. Maresme

Es planteja una freqüència en el període punta (entre 7 h. i 10h.) Entre 10 i 15 minuts de les línies d'aportació a RENFE amb origen a Teià, Alella, Premià de Dalt, Vilassar de Dalt, Cabrils i Cabrera de Mar.

B. Vallès Oriental

Es planteja el reforç de les línies d'autobús que connecten les estacions amb els municipis de la comarca sense servei de tren (Vilanova del Vallès-Vallromanes, Martorelles-Sant Fost de Campsentelles, La Roca del Vallès, Lliçà d'Amunt-Lliçà de Vall). Després de realitzar una anàlisi de detall s'haurien de reforçar aquests corredors.

C. Delta del Llobregat

Es planteja reforçar les línies d'aportació a RENFE des de Begues, Calafell i especialment des de Viladecans.

D. Vallès occidental

Es planteja reforçar alguns dels serveis de connexió amb l'estació en els municipis de Sant Cugat, Ripollet o Cerdanyola per exemple.

FITXA 5: APARCAMENT DE DISSUASIÓ**A. Maresme**

Actualment hi ha un aparcament de gran capacitat a l'estació de Montgat que durant l'estiu es pot omplir en moments puntuals (caps de setmana i juliol i agost) però que la resta de l'any està infrautilitzat. Es proposa millorar la seva senyalització i els accessos a l'autopista, així com, en funció dels nivells d'ocupació, ampliar-lo.

B. Vallès Oriental

Ampliació de l'aparcament de Mollet-Sant Fost, creant un accés directe des de l'Autopista.

C. Vallès Occidental

Es planteja que la línia ferroviària transversal disposi d'una estació a Baricentro i el seu corresponent aparcament d'intercanvi modal.

D. Baix Llobregat

Connexió A2 / B23. Hi ha un espai en aquest nus que podria ser utilitzat com a aparcament de dissuasió amb parada de les línies d'autobusos exprés que passen per aquesta via.

E. Delta del Llobregat

Ampliació dels aparcaments de dissuasió de Vilanova i la Geltrú, Viladecans i Castelldefels.

III.4 AVALUACIÓ DELS RESULTATS

Tal com hem comentat anteriorment la crisi econòmica és la principal responsable de la disminució de la mobilitat en vehicle privat, i en conseqüència de la reducció dels nivells de congestió detectats.

No obstant això, també és cert que altres mesures destinades a millorar la mobilitat també són responsables en part, d'aquesta disminució. S'estima que actuacions dutes a terme i apuntades en l'estudi del 2007 poden ser responsables en un 20% en la reducció de les hores perdudes degudes al trànsit. L'estimació s'ha realitzat en funció de la disminució del nombre de vehicles originat per cadascuna d'elles. En el cas de l'impacte de la senyalització variable de la velocitat o la gestió d'accessos en rondes s'ha dut a terme a partir de comparar les reduccions de congestió en vies on s'ha aplicat aquesta mesura amb aquelles en què no s'ha executat.

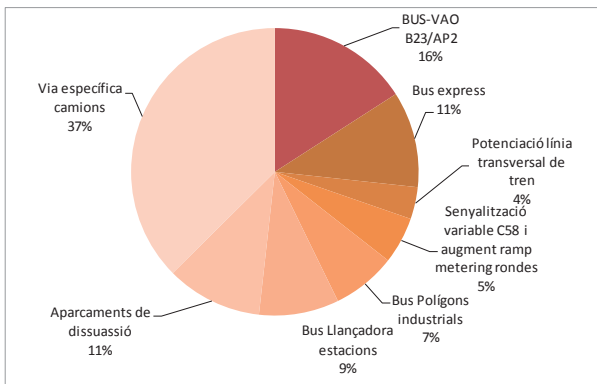
La disminució de 20.000 vehicles afectats per la congestió en hora punta permetria reduir la congestió percebuda. La contribució de cadascuna de les mesures a aquesta disminució serà proporcional als vehicles afectats per ella.

A partir de costos unitaris i de les previsions pressupostàries dels diferents plans aprovats s'ha aproximat una xifra de cost de cadascuna de les actuacions aconseguint en total aproximadament 150 M €. En el cas dels serveis de transport públic s'ha considerat el cost d'explotació durant un període de 15 anys.

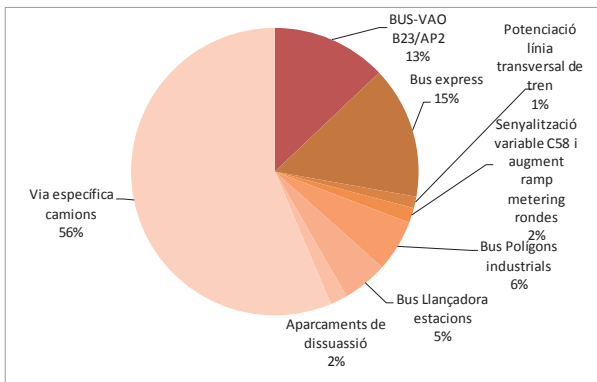
II-Il·lustració 30. Incidència de les diferents mesures en la disminució de la congestió

Actuacions des del 2006			Proposta 2016		
Actuació	% reducció congestió	Disminució n° veh. Hora punta	Actuació	% reducció congestió	Disminució n° veh. Hora punta
BUS-VAO C-58	7,1%	2250	BUS-VAO B23/AP2	15,1%	3.400
Bus-Express	5,2%	1650	Bus exprés	10,3%	2.308
Línia transversal tren	0,4%	115	Potenciació línia transversal de tren	3,4%	769
Senyalització variable C32 i B23 i ramp metering rondes	10%		Senyalització variable C58 i augment ramp metering rondes	5,0%	
Crisi econòmica i altres actuacions	77,3%	24.517	Bus Polígons industrials	6,8%	1.538
			Bus Llançadora estacions	8,5%	1.923
			Aparcaments de dissuasió	10,3%	2.308
			Via específica camions	35,6%	8.000
TOTAL		28.532			20.246

Il·lustració 31. Participació en la dissuasió de cada una de les mesures previstes per a disminuir la congestió



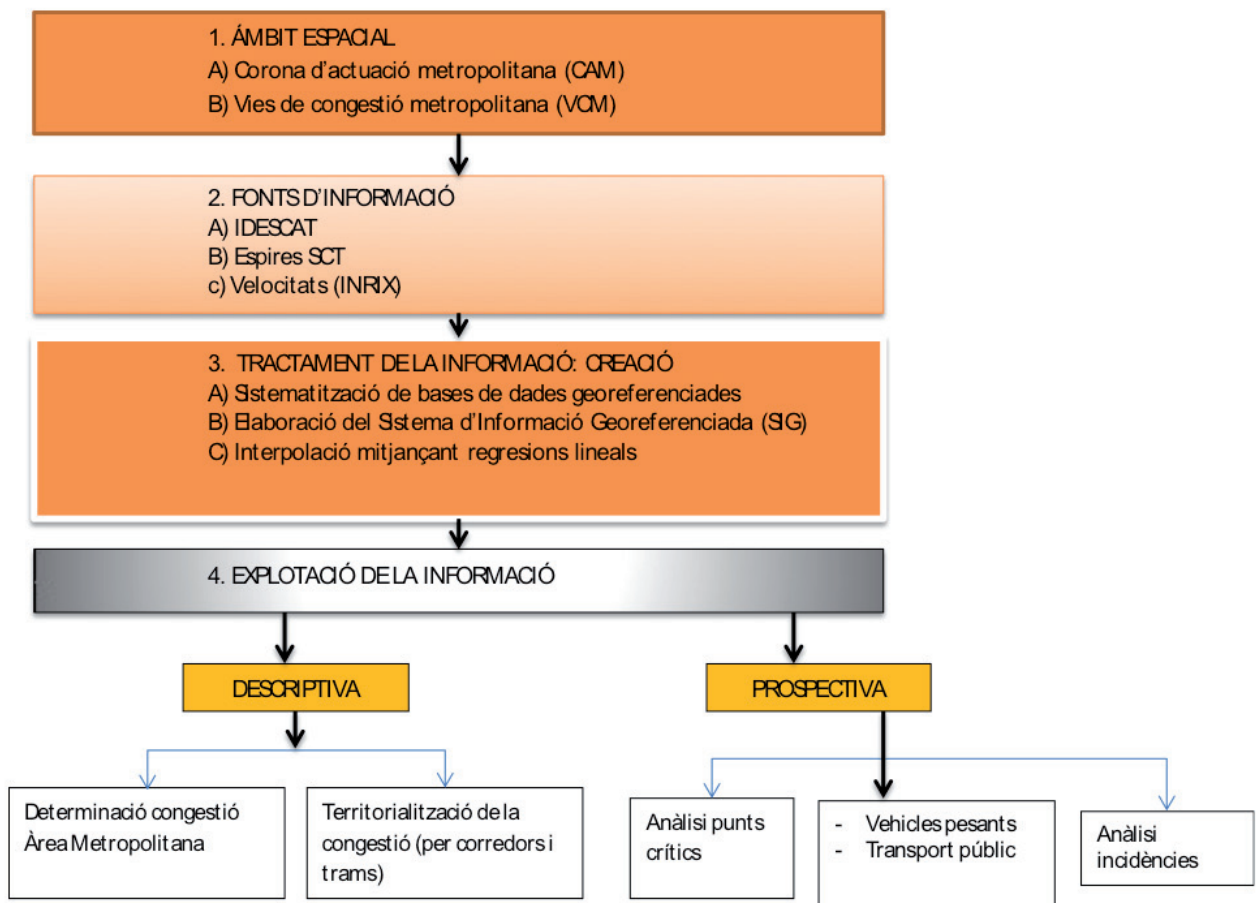
Il·lustració 32. Distribució del cost de les mesures proposades



IV. Bases metodològiques aplicades

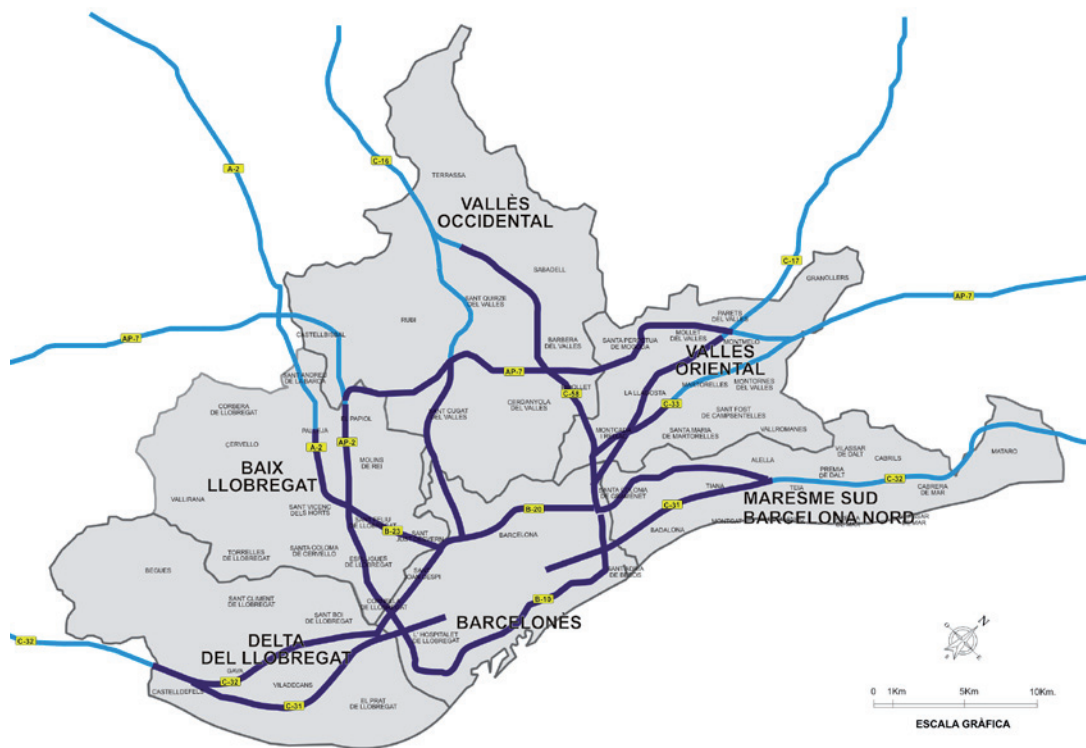
Els resultats obtinguts en aquest treball es basen en l'aplicació del següent procés metodològic

Il·lustració 33. Organigrama metodològic



- *Vies Metropolitanas de Congestió.* Els trams de via on es produeix congestió de forma reiterada.

Il·lustració 35. Vies de congestió metropolitana (VMC)



La xarxa analitzada és de 392 km comptant els dos sentits de circulació; 370 km si no considerem el túnel de Vallvidrera.

Corredors	Vies	Km. de via (ambdos sentits)
Delta Llobregat	C-31 (sur)	38 km.
	C-32 (sur)	28 km.
Baix Llobregat	AP-2	18 km.
	A-2	28 km.
	B-23	12 km.
Barcelonés	B-20	32 km.
	B-10	40 km.
Vallès Occidental	C-16 (túnel de Vallvidrera)	22 Km.
	C-58	36 km.
	AP-7	32 km.
Vallès Oriental	C-17	26 km.
	C-33	10 km.
	AP-7	26 km.
Maresme	C-31 (nord)	26 km.
	C-32 (nord)	18 km.
TOTAL XARXA ANALITZADA		392 Km.

IV.2 FONTS D'INFORMACIÓ

a) Nombre d'habitants

Per al càlcul de la Corona d'Actuació Metropolitana (CAM) s'han utilitzat dades de l'IDESCAT relatives a població.

b) *Intensitats de trànsit: Aforaments permanents (Espires)*
La Base de dades inicial es nodreix de la informació proporcionada per l'Administració (Servei Català de Trànsit) per als següents períodes:

Il·lustració 36. Informació de base

Font	Num. de Dades	Període d'anàlisi
185 espires (SCT)	2.871.482	Entre l'11 de gener i el 19 de febrer (excloent divendres, dissabtes i diumenges)

La informació proporcionada es compon de més de 185 espires, que han proporcionat prop de tres milions de dades. La informació utilitzada és la relativa a intensitat de vehicles per quart d'hora.

c) *Mesures de velocitat a partir de la base de dades de INRIX*

Font	Num. de Dades	Període d'anàlisi
INRIX	100.620	Mitjana dels dies feiners entre l'11 de gener i el 7 de febrer.

IV.3 TRACTAMENT I EXPLOTACIÓ DE LA INFORMACIÓ

Els *Indicadors*, construïts a partir de les variables d'informació recollida: nombre vehicles i velocitat mitjana per quart d'hora i sentit de circulació; geometria de la xarxa viària i opinió d'usuaris, constitueixen "per se" una avaluació quantitativa i qualitativa de l'estat de congestió d'una xarxa viària determinada.

Els *Indicadors* escollits permeten la monitorització de l'evolució de la congestió de cada xarxa viària, i la seva possible comparació amb altres xarxes viàries, independentment de la seva mida.

La desagregació realitzada de la xarxa mitjançant un Sistema d'Informació Geogràfica -SIG- per trams d'1 km, ha permès obtenir indicadors sobre aspectes molt específics. L'agregació selectiva d'aquests trams permet obtenir indicadors de major àmbit: per vies, corredors, fins a disposar de la xarxa completa analitzada.

Les unitats bàsiques de valoració són dues: *Temps perdut* i *Cost econòmic*.

Els paràmetres utilitzats en l'elaboració dels indicadors són els següents:

Paràmetres considerats per crear els Indicadors

ÀMBIT (on)	PERÍODE (quan)	CAMP (de qui)
<ul style="list-style-type: none"> • Xarxa total • Corredor • Via • Funcional 	<ul style="list-style-type: none"> • Franja horària • Dia • Any 	<ul style="list-style-type: none"> • Vehicles • Usuaris • Habitants

V. RESUM EXECUTIU

1 OBJECTIUS

L'objectiu del present estudi és oferir una descripció detallada de la congestió, que permeti avaluar els costos que la mateixa suposa per a tots els usuaris del viari, siguin del vehicle privat o del transport públic. A partir d'aquesta anàlisi, i en el marc de la planificació de transport prevista a l'àrea territorial analitzada, l'estudi proposa algunes mesures infraestructurals i de gestió de millora del conjunt del sistema a curt termini.

Un altre dels objectius és comparar l'escenari actual amb què es va analitzar fa 10 anys i avaluar l'impacte que la crisi econòmica i les mesures adoptades han tingut sobre la congestió.

2. METODOLOGIA

S'entén per congestió la diferència de temps efectivament invertit en un recorregut determinat i el temps que s'invertiria en aquest mateix recorregut en una situació de circulació lliure.

La quantificació dels nivells de saturació en els accessos de l'AMB que ha realitzat la fundació RACC, ha suposat la creació d'un procediment empíric per al tractament sistemàtic de la informació d'intensitat i velocitat de trànsit per tram. El resultat és l'avaluació dels temps de viatge perduts per excés de demanda en el viari metropolità.

Les fonts d'informació utilitzades procedeixen del Servei Català de Trànsit, Ajuntament de Barcelona i INRIX.

3 RESULTATS

Abans d'exposar de forma sintètica les principals dades de l'estudi realitzat, sembla necessari fer una reflexió prèvia sobre l'evolució de la congestió en els últims 10 anys. Hi ha una línia de pensament que assegura que la congestió és un mal inevitable que sempre va a més i que és positiva ja que induïx al canvi modal cap a modes més sostenibles.

Les dades empíriques no semblen constatar aquesta teoria. Així, en els últims 10 anys, principalment amb motiu de la crisi econòmica, ha disminuït la congestió i el nombre de vehicles. Així, no s'ha produït un transvasament del transport públic al vehicle privat com a conseqüència d'uns menors nivells de congestió. Això és degut, en primer lloc, al fet que el temps de desplaçament no influeix decisivament en l'elecció modal i hi ha un altre tipus de raons (econòmiques principalment) que tenen molta més incidència. Ja el 2006, en ple període de congestió, es trigava menys en cotxe en hora punta que en transport públic.

En segon lloc, perquè l'aplicació de mesures no tant infraestructurals com de gestió (velocitat variable, BUS-VAO, millora

de les alternatives de transport públic, gestió de l'estacionament, etc.) també poden fer disminuir la congestió.

En definitiva, la congestió no és bona perquè incentiva poc el transvasament modal i més perjudica usuaris del transport públic i a la mobilitat essencial en vehicle privat (flotes, distribució urbana de mercaderies, etc.), afectant negativament la competitivitat de la regió metropolitana.

Una altra de les grans conclusions de l'estudi és **l'elevada sensibilitat** de la congestió a poques variacions de trànsit. **La disminució de tan sols un 10% del trànsit s'ha produït una disminució d'un 60% dels afectats per la congestió, un 50% de les hores perdudes i un 30% del temps de trajecte en hora punta.**

En aquest sentit, el creixement econòmic comportarà un augment de la mobilitat. Al 2015, encara que mínimament, ja ha augmentat el trànsit en els accessos. Per això, si no s'articulen mesures aviat, en els propers anys assistirem a la recuperació dels nivells de congestió previs a la crisi amb la pèrdua de competitivitat que això suposarà per a l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

En aquest sentit, en aquests 10 últims anys s'han dut a terme diferents mesures de gestió, moltes d'elles ja plantejades en l'estudi del 2007, però encara queden altres per dur a terme i que poden minimitzar el possible increment de la congestió previst.

a/ Valoració global

- A prop de dues-centes mil persones, un 30% del total, suporten congestió en els accessos a Barcelona durant les sis hores en què es concentra la congestió circulatoria, una part d'ells usuaris d'autobús (22%) i altres del seu propi vehicle (78%).
- Diàriament es perden a causa de la congestió **52.000 hores** sobre el viari d'accés a Barcelona aproximadament.
- Anualment la congestió efectiva d'accés a Barcelona és la responsable de la pèrdua de **13 milions d'hores**, la qual cosa suposa un cost de **137 M €**, equivalents al 0,1% del PIB de Catalunya.

b/ Valoració individual

En termes de pèrdua de jornades laborals, per conductor afectat per la congestió, la demora equival anualment a 5 dies de treball, el que representa un cost anual de 282 €. Per als treballadors que accedeixen en hora punta (de 8h. a 9h.) a Barcelona, la demora mitjana calculada és de 16 minuts.

c/ Valoració per itineraris

Quatre vies concentren el 50% de la congestió: B23, C 58 i les dues rondes de Barcelona.

Il·lustració 37. Taula d' indicadors principals

VALORS ABSOLUTS		2006	2016
CCM	<i>Cost de la congestió metropolitana (M€/any)</i>	384	137
TCM	<i>Hores perdudes en congestió metropolitana (Mhores/any)</i>	26,2	12,8
VA	<i>Nombre de vehicles afectats</i>	285.000	113.773
UA	<i>Nombre usuaris afectats (*)</i>	515.000	190.000
INDICADORS D' EFICIÈNCIA SOCIAL (TERRITORIAL)			
IET	<i>Índex d'eficiència territorial (social) de la xarxa viària (trams-km)</i>	33,7%	30,9%
ICT	<i>Índex de congestió territorial de la xarxa viària (trams-km)</i>	8,4%	2,8%
ICCM _t	<i>Índex de Cost Congestió Metropolitana Territorial (€ / any per km. De via analitzada)</i>	1.037.838	332.432
ITCM _t	<i>Índex de Temps en Congestió Metropolitana Territorial (h / any per km de via analitzada)</i>	70.811	34.595
INDICADORS D'EFICIÈNCIA INDIVIDUAL (USUARI)			
IEI	<i>Índex d'Eficiència Individual de la xarxa (trams-km)</i>	57,8%	66,3%
ICCM _u	<i>Índex de Cost Congestió Metropolitana (€ / any per usuari)</i>	460	282
ITCM _u	<i>Índex de Cost Congestió Metropolitana (€ / any per usuari)</i>	49,1	35,7

Notes: El nombre d'usuaris considera els acompanyants dels conductors de vehicles així com els usuaris d'autobusos.

4 PROPOSTA DE MESURES

Únicament des d'un plantejament realista que contempli els diferents factors que intervenen en la mobilitat, que asseguri la concertació entre els diferents agents socials involucrats, millori les alternatives en transport públic, completi la xarxa viària, perfeccioni els punts crític de la xarxa i conscienciï als usuaris dels costos individuals i col·lectius derivats serà possible reduir eficaçment els nivells de congestió. És aquest context, la proposta de la Fundació RACC planteja:

1. Potenciació del transport públic

- Creació de Bus-VAO a la B-23 i la C-31 Maresme
- Augment d'expedicions d'autobús en les seves diferents modalitats: Reforç Bus - Express, augment dels serveis discrecionals als polígons i augment de les línies d'aportació de tren

- Ampliació i millora d'accés als aparcaments de dissuasió
- Consolidació de la línia ferroviària transversal
- Minimitzar les incidències i el seu impacte

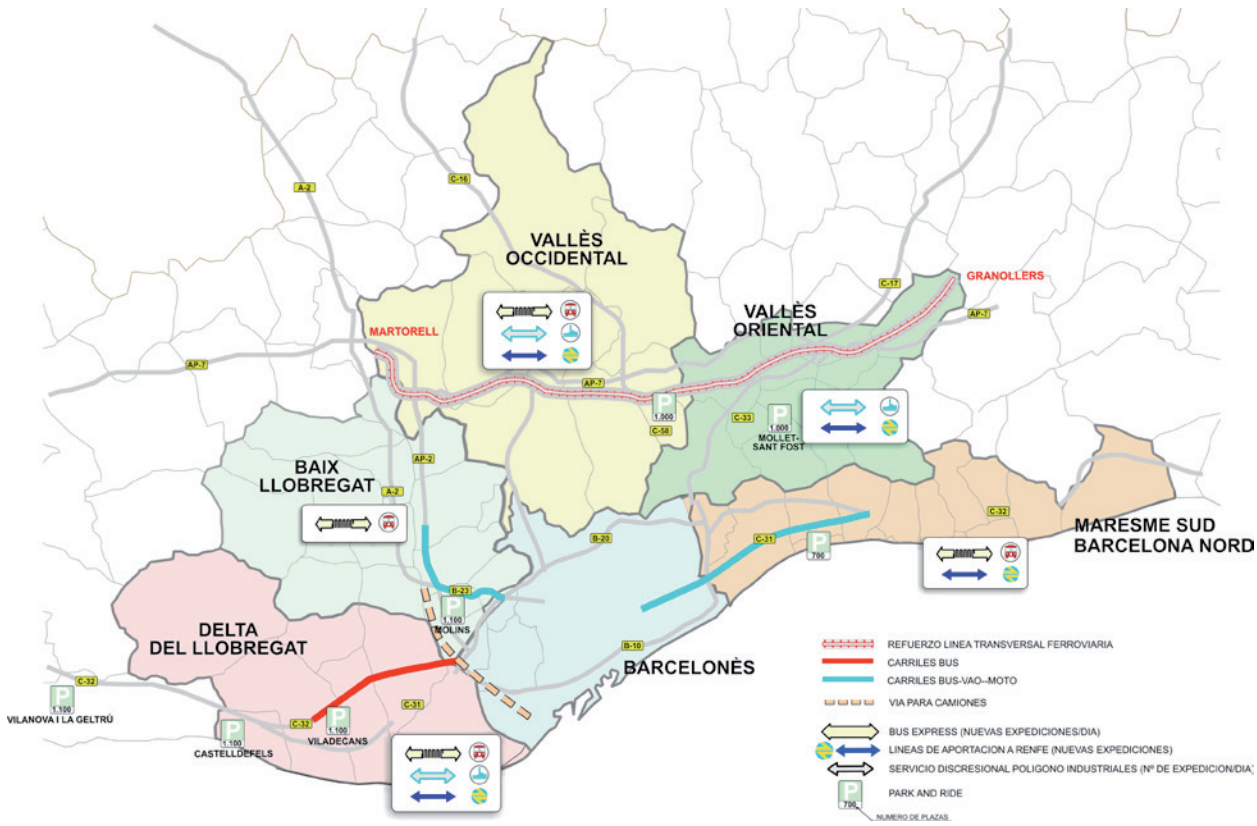
2. Utilització més eficient del vehicle privat:

- Increment de l'ocupació mitjana del vehicle privat (potenciant-se, entre d' altres mesures amb carrils bus-VAO)
- Gestió del viari (senyalització variable del límit de velocitat i gestió d'accessos a rondes)
- Gestió de la demanda d'aparcament en destinació.

3. Millores infraestructurals per al cotxe

- Creació d'una via específica per a camions d'accés al port i a la ZAL.

Il·lustració 38. Resum de propostes



VI Bibliografia

Adaptación del estudio de costos sociales y ambientales del Transporte de la DGPT en la Región Metropolitana de Barcelona (Sener, 2006) Autoritat del Transport Metropolità (ATM)

Cain, S., Hass-Klau, C., Goodwin, P. (1998). Traffic impact of highway capacity reductions: assessment of the evidence. London, Landor Publishing.

Cal y Mayor, Rafael. Ingeniería de Tránsito (1984), Séptima edición, México.

Chrobok, R., O. Kaumann, J. Wahle y M. Schereckenberg (2004), Different methods of traffic forecast based on real data. European Journal of Operational Research 155, pp. 558-568.

Daganzo, C. Garcia, R. "A Pareto-Improving Strategy for the time-dependent Morning commute Problem" Transportation Science, v.34 n° 3, Agosto 2000.

Daganzo C, Erera A, Lawson T. Método simple y generalizado para el análisis de colas de tráfico aguas arriba de un cuello de botella.

Daganzo C, "Restricting Road Use Benefit everyone" y "Restricting Road use Benefit everyone – Part II: time of day Restrictions that encourage earlier arrivals", Institute of transportation studies Research Report UCB-ITSRR-92-6, y Working paper UCB-ITS-WP-92-8, University of California, Berkeley, CA, December 1992.

Daganzo, C. "A Pareto Optimum Congestion Reduction Scheme", Transportation Research, v.29B, n° 2, April 1995.

Decreto de Medio Ambiente, Departamento de medio ambiente de la Generalitat de Catalunya.

Kendal, D.C (1975) Carpooling: Status and Potencial, U.S. Departmente of transportation, Washington D.C.

Las cuentas del transporte de viajeros en la Región Metropolitana de Barcelona (UPC, 1998) Autoritat del Transport Metropolità (ATM)

Newman, Leonard (1987) Design of bus and carpool facilities: A Technical Investigation, Research Report 87-15, Institute of Transportation Studies, University of California Berkeley.

Plan de Carreteras de Catalunya 1985-1995, Generalitat de Catalunya

Plan de Infraestructuras de Catalunya (PITC) 2006-2026, Departamento de Política Territorial y Obras Públicas.

Plan Director de Infraestructuras (PDI) 2001-2010, Ministerio de Fomento. Abril 2002

Robuste, F. y Monzon, A. Una metodología simple para estimar los costes derivados de la congestión de tráfico en ciudades, aplicación a Madrid y Barcelona. V congreso nacional de economía. Las Palmas de Gran Canaria, Diciembre 1995. Vol.3, 117-123.

Romana García, M y et. Estimación del porcentaje de vehículos demorados en función de variables de la circulación en carreteras convencionales de doble sentido. Revista de Obras Públicas. N° 3.359, Noviembre, 1996. Pp. 85- 93.

SERTI Project (2001), Travel time estimation (Avignon, 8-9 noviembre 2001) European Workshop, organised by the SERTI project an initiative BY ten-t Euro-Regional Project.

Turner, S. M., W.L Eisele, R.J.Benz y D.J. Holdener (1998), Travel time data collection handbook. Texas Transportation Institute. Federal Highway Administration. Final Report FHWA-PL-98-035.

Victoria transport Policy Institute, Transportation Costs and Benefit Analysis.

Wirkungspotentiale der Verkehrstelematik zur Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur – und verkehrsmittelnutzung" Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau – und Wohnungswesen, Berlin (FE-Nr.96584/1999)

Pàgines Web

- Institut d'Estadística de Catalunya. www.idescat.es
- Dirección General de tráfico. www.dgt.es
- Servei CATALA del Trànsit. www.gencat.net/transit

