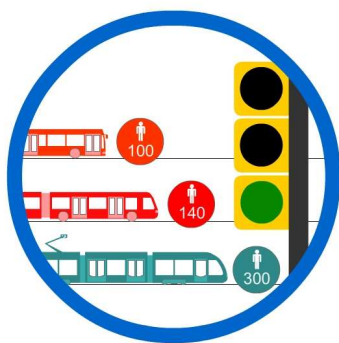


Novembre de 2015

Informe sobre la millora del transport públic associada a la connexió dels tramvies per la Diagonal

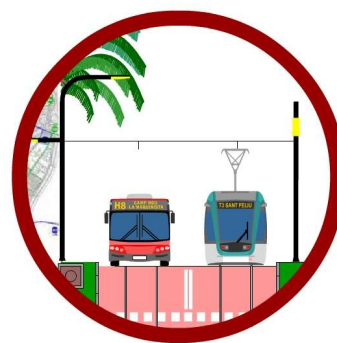
Actualització i recopilatori dels estudis i informacions generades per la PTP entre 2005 i 2015



POSSIBILITAT DELS TRANSPORTS PÚBLICS AMB ALT NIVELL DE SERVEI



ESTUDI ECONÒMIC D'EXPLOITACIÓ TRAMVIA + NOVA XARXA BUS



PROPOSTA URBANÍSTICA PER MINIMITZAR COSTOS I IMPACTE

Direcció i redacció

Ricard Riol Jurado, president de PTP, enginyer tècnic d'obres públiques

Col·laboracions

Albert Obiols, secretari de PTP, llicenciat en ADE i diplomad en ciències empresarials.

Xavier Lujan Calvo, vocal d'estudis PTP, geògraf.

Joan Anton Tineo Marquet, vocal de xarxa viària PTP, arquitecte.

José Luis Rodrigo, vocal del Barcelonès Nord de la PTP, expert en transports.

Manel Ferri, vocal de PTP, expert en mobilitat laboral.

Primera edició: 26 de novembre de 2015

Segona edició: 30 de novembre de 2015

CAPÍTOLS

1. Introducció.....	4
2. Pròleg: “La Diagonal és espai públic” i “El tramvia a Europa”	6
“El tramvia no és cap moda del passat, segueix vigent en món on autobusos elèctrics, biarticulats i BRT existeixen des de fa dècades”	
3. Solució al col·lapse estructural de l'autobús amb una inversió ajustada	12
“El nivell de servei d'un transport públic no només depèn de la segregació de la plataforma, també de la capacitat unitària dels vehicles ”	
“Si es vol cobrir la demanda de la Diagonal només amb autobusos s'haurà de renunciar a la rapidesa, per tant, a incrementar la captació d'usuaris pel transport públic”	
“El tramvia ofereix la mateixa capacitat que 12 carrils de cotxe en hora punta”	
4. L'economia del tramvia: inversió i explotació	31
“El tramvia triplica la capacitat de l'autobús a una desena part del cost del metro”	
“Unir Trambaix i Trambesòs permet eliminar solapaments bus-tramvia en el marc de la nova xarxa i estalviar aproximadament 2 milions d'euros anuals en costos d'explotació ”	
5. Millora de la qualitat de l'aire i la seguretat vial.....	54
“El baix fregament de roda i carril ferroviari donen consums per plaça inferiors al bus elèctric”	
“Connectar els tramvies també millorarà les prestacions socials i ambientals del bus”	
“La circulació de tramvies és més segura que la dels vehicles privats”	
6. Condicionants urbanístics, de trànsit i de la nova xarxa de bus	73
“El tramvia per la Diagonal encaixa perfectament amb la nova xarxa de bus i PMU”	
“Més que un bus urbà millorat, el tramvia de la Diagonal millora la mobilitat de 9 municipis”	
“El trànsit funciona millor per carrers unidireccionals, sense cruïlles triples”	
“La semaforització del tramvia no col·lapsarà l'NXB ni l'Eixample”	
7. Condicionants ferroviaris i d'explotació de plataformes segregades	86
“El tramvia pot capgirar la situació del transport públic a la Diagonal si circula en plataforma central i elimina l'efecte acordió. I té capacitat per fer-ho”	
8. Propostes de reforma de l'avinguda Diagonal	99
“És possible connectar els tramvies minimitzant l'obra pública i les afectacions viàries”	
“No és necessari tornar a fer obres a les voreres ni tercianes de la Diagonal recentment remodelada”	
9. Política i participació ciutadana	123
“Mai s'ha celebrat una consulta ciutadana en contra del tramvia”	
“Es va votar entre Rambla, Bulevard, o cap de les anteriors, no entre bus o tramvia”	
“És una frivolidat fer una consulta per equipar una plataforma de transport públic amb rails i catenària o no fer-ho”	
10. Resum i conclusions	131

1. Introducció

L'associació per a la Promoció del Transport Públic, fundada l'any 1993, tenia entre una de les seves reivindicacions originàries, la reintroducció del tramvia a Barcelona al llarg de tota la Diagonal i rodalies. El projecte, nascut a l'àrea de planificació de l'Entitat Metropolitana del Transport l'any 1987 i de Transports Metropolitans de Barcelona l'any 1989, va ser impulsat definitivament per l'Autoritat del Transport Metropolità a partir de l'any 1999, que al seu Pla Director d'Infraestructures va determinar que calia incrementar la capacitat i prestacions del transport públic a dos àmbits de Barcelona on el sistema d'autobusos estava proper al seu límit en zona urbana semaforitzada: la Diagonal mitjançant un tramvia, i l'eix del Pg. de la Zona Franca i Mitre amb una línia de Metro.

Al llarg de 22 anys de vida associativa, la PTP ha generat una important documentació al voltant d'aquesta temàtica. En aquest document es tracta de sintetitzar l'argumentari donant resposta als arguments més habituals a favor i en contra d'aquesta mesura. El treball serveix de complement, resum i actualització als estudis de PTP "Anàlisi coste-beneficio de implantar el tranvia en el tramo central de la avenida Diagonal, entre la plaza Francesc Macià y plaza de Glòries" realitzat per Marina Lussich Obes i "Estudi per a la reforma de la Diagonal central. Proposta urbanística i de serveis de transport públic" realitzat per Ricard Riol Jurado i Albert Obiols Juan.

La Diagonal és probablement el carrer més important de Catalunya, pot i hauria de convertir-se en un referent d'espai públic i mobilitat sostenible, ja que la construcció de les rondes inaugurades el 1992 li va treure la funció inicial de via per travessar Barcelona.

La connexió dels sistemes tramviaris Diagonal – Baix Llobregat i Diagonal – Besòs és una antiga aspiració de la PTP i nombroses entitats veïnals, sindicals i de mobilitat sostenible i segura de la ciutat, que pretenen fer de l'avinguda més llarga de Barcelona un referent pel que fa a la mobilitat sostenible i qualitat de vida urbana. Per fer-ho possible no val qualsevol intervenció ni implantació del tramvia, motiu pel qual la PTP decideix posar a l'abast de tothom aquest estudi i les seves conclusions.

La reforma de la Diagonal no és una reforma únicament per implantar el tramvia, sinó l'oportunitat per canviar un model viari desendregat i perjudicial per la mobilitat i l'estança, en el qual és imprescindible una visió transversal de mobilitat i urbanisme que supera l'àmbit estricte de l'avinguda, fins una escala gairebé metropolitana.

Des del punt de vista de mobilitat, el flux més important de la Diagonal correspon als **vianants** en sentit transversal a la via, prop de 500.000 persones. El segon flux més important és longitudinal i també correspon als vianants, amb una intensitat màxima de 23.800 persones en ambdós sentits entre Aribau i Enric Granados. Paradoxalment és la forma de mobilitat que té menys espai disponible a la Diagonal, només tres metres de vorera, sovint ocupada per càrrega i descàrrega; i dos metres útils addicionals sobre tercianes descomptant-hi l'espai d'aparcament de motos, carril bici i parterre. La distància a travessar a la Diagonal és de 44 metres. Existeixen problemes per superar aquesta distància amb els temps semafòrics actuals.

El trànsit de **vehicles privats** es correspon amb mobilitat interna barcelonina. Prop de 86.000 vehicles, circulaven diàriament en ambdós sentits en el tram més carregat, entre Via Augusta i Passeig de Gràcia l'any 2009. La ràtio d'ocupació dels cotxes a la Regió Metropolitana de Barcelona és d'1,18 persones per vehicle. Si tenim en compte que l'hora punta mou aproximadament el 10% de la demanda diària, i un repartiment aproximadament del 50% per a cada sentit, el màxim flux de persones en vehicle privat a la Diagonal és de 5.074 persones per hora i sentit. Majoritàriament la

Diagonal al tram central funciona amb congestió i amb una problemàtica característica d'aquest carrer: la segregació de fluxos en la calçada central i les laterals impossibilita girs a la dreta des del carril central, fa restar accessibilitat al mode viari i ocasiona, a més d'un gran consum d'espai, problemes de convivència amb la resta de modes de mobilitat. L'aparcament de cotxes és gairebé inexistent, excepte al tram entre Glòries i Marina i en molt petit nombre. L'aparcament de motos apareix repartit al llarg de les tercianes des de Marina fins Francesc Macià, ocupant de forma gairebé permanent una filera o fins i tot dues per terciàna.

El **transport públic** es basa en autobusos urbans estàndard (12 m) o articulats (18 m) i múltiples línies, movent més de 3.000 persones per hora i sentit. Al tram més carregat circulen fins a 10 línies, entre els carrers de Villarroel i Casanova amb més de 800 circulacions diàries, tot i l'eliminació del servei Tomb Bus i la desviació de la línia 68 de TMB. La xarxa pateix un problema de capacitat que deriva en una reducció severa de la velocitat comercial, fins a 6 km/h en hora punta i 8-9 km/h la resta del dia; conseqüència de l'efecte acordió, l'ocupació legal del carril bus pels taxistes per circular, l'ocupació il·legal dels taxistes per encotxar i desencotxar, així com les reduïdes dimensions del carril bus. La intermodalitat de l'autobús amb les línies transversals a la Diagonal i amb el Trambaix i Trambesòs és precària. Es pot estimar que avui per la Diagonal els autobusos porten unes 40.000 persones diàries en el tram més carregat.

Les **bicicletes** comptabilitzades a la Diagonal són entre 800 i 2000 unitats, tot i que previsiblement hi passen moltes més que han escapat a les febles estacions d'aforament. Les condicions de circulació de la bicicleta són problemàtiques en alguns trams degut a la ubicació relativa del carril bici i el poc espai pels vianants i pels usuaris que entren i surten dels autobusos. Hi ha carències importants de seguretat en totes i cadascuna de les cruïlles amb el trànsit motoritzat, degut a la ubicació del carril bici entre diversos carrils de circulació. L'estacionament irregular de motocicletes també suposa un problema per la circulació còmoda i segura dels ciclistes en alguns trams.

L'**activitat econòmica** que requereix transport motoritzat de mercaderies es resol principalment sobre la calçada lateral o sobre la vorera, de forma il·legal. Actualment aquesta activitat no està regulada ni disposa d'espais senyalitzats a tal efecte.

Tramvia = menys trànsit ⇒ millor mobilitat ⇒ millor ciutat

La reforma de la Diagonal passa indefectiblement per la reducció del problemàtic trànsit (menys vehicles), afavorint alhora la capacitat per a moure persones (més viatgers).

No es tracta de paraitzar la ciutat sinó d'aplicar racionalitat als seus desplaçaments i reduir-ne les afectacions en termes d'ocupació de sòl, pol·lució, soroll i accidents. El repte passa per pacificar el trànsit, com s'ha avançat, i fer-lo compatible amb la qualitat de vida urbana exigible.

Aquest fenomen només serà possible compactant la mobilitat, passant del transport individual motoritzat a l'individual no motoritzat i al públic col·lectiu.

2. Pròleg: “La Diagonal és espai públic”

Estructural i físicament una ciutat es divideix en dos grans “blocs”: el dels espais privats i el de l'espai públic (tot aquell espai continu que no és privat).

La Diagonal és una avinguda, amb la seva morfologia, el seu caràcter i la seva història però, és quelcom més: és una part emblemàtica de l'Espai Públic de Barcelona.

Bàsicament l'Espai Públic ha d'estar al servei de la ciutat, això és, de la seva ciutadania. Ha de respondre a una llarga seqüència de funcions, fonamentals moltes d'elles, altres no tant, però cap d'elles menyspreable. El programa amb les funcions a acomplir ha d'estar en contínua revisió i actualització. No té sentit anar conservant com a bàsiques funcions que han deixat de ser-ho, o desatendre altres de noves que van sorgint i es van manifestant progressivament.

La Diagonal va passar de ser, als primers anys de l'era franquista, una avinguda on la funció més important era la de lloc on anar a passejar els diumenges (els cotxes a la ciutat eren molt pocs i no omplien els carrers) a ser, com tantes d'altres, una superfície urbana lliure d'entrebancs on poder fer circular la major quantitat possible de vehicles motoritzats. Fou així com va sorgir “la ciutat per al cotxe” en la que gairebé tot l'Espai Públic urbà es destinava a les exigències sempre creixents que plantejaven els vehicles privats.

Amb el pas del temps, altres carrers de Barcelona, degut al progressiu decreixement de la pressió del cotxe i, mitjançant també una intel·ligent tasca de les administracions municipals, han perdut l'estigma de ser la seva funció capital la d'oferir lloc per al trànsit motoritzat. Fins hores d'ara, però, la Diagonal segueix sent un espai, més que limitat, on enquibir encara tot el trànsit que sigui possible (el trànsit de distribució i servei local, però també el trànsit de pas per creuar la ciutat emprant la seva calçada central).

A Barcelona, la disponibilitat d'un bon transport públic intra-urbà ja ha tret molts vehicles privats del carrer. Si encara en queden molts és degut a deficiències notòries en el transport públic periurbà de la seva àrea metropolitana. És d'això del que se'n ressent la Diagonal, quan més del 50% del seu trànsit té origen o destí fora de la ciutat. Cal aportar més i millors recursos per a que els usuaris del vehicle privat trobin en el transport públic una gran alternativa, eficient, confortable i atractiu per als seus desplaçaments quotidians.

La tan reivindicada, al temps que discutida, unió dels tramvies per la Diagonal s'ha de considerar sota el concepte d'acabar de configurar xarxa de transport públic de Barcelona i no com a posar en marxa nous itineraris, noves línies o futurs serveis, en moments de precarietat econòmica, com alguns argumenten. La unió dels tramvies és qüestió prioritària per a relligar allò que va quedar a mig fer, interromput. És quelcom irrenunciable per acabar d'estructurar la xarxa prioritària i per vertebrar millor els serveis (interns, però bàsicament externs a la ciutat de Barcelona).

Però, a més en aquest cas, davant d'innombrables alternatives de traçat, l'únic canal de pas que té sentit no és altre que aquell Espai Públic que configura la línia recta i que funcionalitza la intermodalitat amb els altres serveis de transport públic urbà, més encara si abans s'ha aconseguit *evaporar* el trànsit motoritzat (*evaporar* no és eliminar) i s'ha re-configurat el que per a molts no és més que una avinguda.

La reforma de la Diagonal no ha estat més que començada. El que va realitzar l'anterior govern de dretes responia bàsicament a dos únics objectius: 1.- donar resposta positiva a les demandes del món del comerç de més prestigi de Barcelona i, encara més important, 2.- respondre a les dures exigències del món immobiliari que, immobilitzat per la crisi, volia fer-se amb un sector econòmic amb grans possibilitats encara amagades.

Degut a les circumstàncies de la seva època de desenvolupament (anys '40 i '50), les construccions de la Diagonal no incorporen places d'aparcament. Així doncs, edificis ben construïts, amb habitatges grans (gairebé mai més de dos per planta), disposen d'uns baixos de gran superfície i, normalment, d'un soterrani sense un ús comercialment rendible. Principalment l'exigüitat en les amplades de les voreres feia que aquests espais amb espectaculars possibilitats comercials estiguessin mancats de bon "aparador", el que comportava la corresponent pèrdua de rendiment econòmic.

A aquests requeriments se'ls ha donat encertadament una bona cobertura amb la readaptació de la Diagonal (unes voreres molt amples), però als requeriments que tenen a veure amb l'Espai Públic al servei de tota la ciutat, se'ls ha negligit totalment. Una avinguda que era imponent se l'ha deixat a nivell de mig imponent. Els que hi viuen, els que hi treballen, inclús els que estan en condicions d'accedir a les seves botigues, poden estar mitjanament satisfets; però els que segueixen havent-hi de passar per arribar diàriament a la ciutat central (tant si ho fan en vehicle privat com en transport públic) han estat oblidats.

I encara és més greu que això: l'obra realitzada sota pressupost ordinari municipal, ha estat costejada per tota la ciutat (inclús aquella ciutat que està a cinc quilòmetres de distància i que rarament posa els peus a l'indret), quan els beneficis que en reverteixen van directament destinats a les butxaques d'uns pocs "afortunats", aquells que ja eren els més afortunats de la ciutat. Com sempre, les despeses se socialitzen i els guanys es privatitzen! S'ha contradit el principi de que el paquet més important dels recursos de finançament han de sortir ineludiblement de la butxaca de qui després se'n beneficiarà més directament. Finalment, ara, aquells que han estat beneficiats per les obres de l'anterior mandat, no volen ni sentir a parlar de tramvia per a benefici de tota la ciutat. D'això se'n diu solidaritat!

De fa trenta anys, Barcelona està canviant, i molt. El ciutadà a peu, el vianant o el ciclista, van recuperant progressivament el seu espai, tot detraient-lo del que havia manllevat el vehicle motoritzat. Per aquest camí i aplicant noves conceptualitzacions i tècniques urbanístiques, s'albira una nova estructuració de la mobilitat a l'Eixample seguint les directrius de les super-illes. Aleshores, la Diagonal haurà perdut l'actual submissió com a via de la xarxa bàsica per convertir-se en una "via cívica" del tot diferent.

És per això que abans de fer noves propostes per a continuar la modificació i transformació de la Diagonal, cal fer propostes de readaptació del trànsit motoritzat en una nova interpretació de la xarxa de l'Eixample però, abans encara, és necessari considerar quin és i quina haurà de ser la funció prioritària per a la mobilitat motoritzada a Barcelona d'aquesta "avinguda obliqua" respecte de la trama ortogonal homogènia. L'extensa quadrícula de l'Eixample és travessada de tant en tant per carrers que no segueixen dita trama i que la interrompen. La morfologia de la ciutat agraeix profundament el trencament esporàdic d'una estructura essencialment monòtona. El problema es presenta quan s'intenta adaptar-hi la mobilitat motoritzada. Les vies obliqües engavanyen poderosament la fluïdesa i l'ordenació de la mobilitat motoritzada, rebaixant capacitat a tot el conjunt. L'*aprimament* o, inclús, l'*evaporació* total del trànsit en determinats carrers de Barcelona ha permès fluïdificar substancialment la mobilitat sense fer aparèixer cap efecte secundari manifest. Seria el cas de part de la xarxa viària que ha deixat de ser-ho per convertir-se en via cívica, com per

exemple l'Avda. Gaudí, l'Avda. Mistral, el carrer de Ribes, el carrer del Clot en el seu primer tram, el carrer dels Enamorats, etc. És encara més paradigmàtic el regal que s'ha fet a la ciutat amb la força recent transformació de l'Avda. Roma.

Per a la Diagonal cal definir un programa funcional de primer ordre:

a). Ha de ser un Espai Públic ciutadà al servei dels barcelonins que hi són i hi viuen, però també dels que vivint als municipis de la perifèria urbana hi venen per a treballar i estudiar, per a fruit del lleure o per fer ús del seu comerç, així com d'aquells que vivint dins de Barcelona treballen fora.

b). Com a Espai Públic què és, s'ha d'interpretar com un espai amigable, plaent i confortable, que atraiu presència ciutadana, que genera densitat ... Ha de ser l'àmbit en el que flueix la vitalitat urbana, on la ciutat es fa a sí mateixa, on s'acompleix. Però la ciutat mediterrània, complexa, compacta i diversa, amb un Espai Públic d'alta concentració i trobada de la ciutadania, és una forma urbana delicada quan no és prou participada pel seu entorn immediat. Els que l'utilitzen, hi viuen, hi treballen, hi comercien, etc. s'han d'implicar en aconseguir que sigui "espai amic", no solament espai que aplega activitat econòmica altament rendible.

c). Per tant, sent com és una avinguda, no ha de quedar formalment encasellada dins la categoria d'avinguda del s.XIX ("bulevard o rambla"!!!). En ple s.XXI cal imaginar qualsevol forma d'Espai Públic i, encara més, alliberat d'encarcaments conceptuals i rigideses funcionals.

Així doncs, és raonable prendre com a punt de partença de la reforma que li cal a la Diagonal el que ja està fet, allò que tot i no ser el més desitjable, és inversió realitzada i, a més, ha estat potent impacte d'obres sobre el medi urbà. Ara, l'objectiu ha de ser adaptar el poc espai del que es disposa (actual calçada central) a les reals necessitats de la ciutat i de la seva mobilitat (transport públic i bicicleta per davant del vehicle privat). Atenent a les molt especials característiques de l'entorn urbà que travessa la Diagonal, la secció asimètrica és la única raonable (tot i que tindrà problemes d'acceptabilitat social perquè encara hi ha molta gent que interpreta la Diagonal com a una avinguda que ha de seguir mantenint la morfologia i les funcions del s.XIX). Si, com es pretén, la pressió del transit privat a la Diagonal decau substancialment, caldria plantejar com a objectiu marc genèric de la transformació, l'alternativa de prescindir en tot el seu recorregut del trànsit privat de pas i distribució per a la ciutat en el seu conjunt, utilitzant però, puntualment i de forma transitòria, altres seccions teòriques només on no hi hagués altra solució.

Sent així evident que la Diagonal no hauria de tenir una secció única i simètrica, sostinguda d'inici a fi, caldria entrar a estudiar amb tota llibertat la planta funcional de l'avinguda i, mantenint estrictament la transformació dins l'actual calçada central (no tocar res del que s'ha fet en les darreres obres), anar-la adaptant a tot el llarg a les necessitats de cada tram del recorregut, preveient girs a esquerra i dreta dels autobusos urbans (dels que hi són i dels que poden ser-hi més endavant), ubicant les parades del tramvia de forma unitària amb el bus urbà (parades tram/bus), definint la manera d'assolir la millor fluïdesa en el pas longitudinal de les bicicletes per seguir potenciant aquest mode de transport tou i sostenible, etc.

Un cop incorporades totes la sol·licitacions funcionals relatives a la mobilitat, i definida la planta resultant, asimètrica i variada en el seu recorregut, caldria dur a terme un projecte que, amb tota llibertat però de forma sàviament interpretada, incorporés aquest nou element ciutadà dins l'estructura urbana de la ciutat convencional, generant un nou paisatge urbà, allunyat de convencionalismes ancorats en el s.XIX, i ajustat a una conceptualització més pròpia del s.XXI. Seria un gran repte creatiu saber combinar una planta dinàmica i lliure (trànsit de transport públic i bicicletes) dins un entorn convencional i rígid (les calçades laterals i les voreres per als vianants).

Anant encara més lluny, a la Diagonal que va de Passeig de Gràcia a Glòries, que és força diferent, potser no caldria que les voreres fossin calcades a les que ja s'han fet, constants i simètriques, i podrien adaptar-se també, conjuntament amb el tràfic, a unes necessitats que, evidentment, no són les mateixes. Altres usos estàtics i dinàmics podrien ser incorporats al programa. Una ordenació urbana d'aquest caire donaria un nou alè a una ciutat que vol haver entrat adientment al s.XXI.

Finalment, sent molt desitjable poder fer la implantació del tramvia en la zona central de la diagonal mitjançant alimentació energètica per terra (tipus tramvia de Bordeus), la seva impossibilitat no hauria d'invalidar el projecte del tramvia. L'artifici de les catenàries podria ser objecte d'un disseny, l'objectiu del qual fos la seva integració assenyada dins un nou paisatge urbà conformat per aquest Espai Públic en concret.

Joan Anton Tineo

EL TRAMVIA A EUROPA

El tramvia és un mitjà de transport ferroviari de superfície molt arrelat a Europa central (vegeu Figura 1), que ofereix unes **prestacions de CAPACITAT** (vegeu Figura 25) i **VELOCITAT COMERCIAL a cavall entre una línia de metro i una línia de bus d'alt nivell de servei (BHNS)**, amb un reduït consum energètic (vegeu Figura 56). Els paràmetres de CAPACITAT i VELOCITAT COMERCIAL són els màxims paràmetres de dimensionament i disseny d'una xarxa de transport públic, més enllà d'elements de comoditat i informació comuns a qualsevol mitjà.

El tramvia està present a més de 280 ciutats europees i té més de 11.000 quilòmetres de via, amb un creixement constant a Europa central. Des de 1984 el tramvia s'ha reincorporat a més de 50 ciutats, tant com a transport principal com en combinació amb plataformes segregades de bus i noves línies de metro.

Com a transport públic de superfície, segueix sent l'únic capaç de fer front a una mobilitat en automòbil equivalent a tres o sis carrils de circulació per sentit, segons circuli en simple o doble composició, motiu pel qual s'ha consolidat com a eina activa de reducció del trànsit a ciutats com Praga, Viena, Estrasburg, Bordeus o Montpeller. Des d'algunes tribunes s'ha afirmat que el tramvia és obsolet per la seva condició de transport ferroviari rígid de superfície, però el cert és que la majoria de sistemes guiats de transport, ja siguin tramvies, metros o línies de rodalies, segueixen emprant carrils front sistemes pneumàtics. La capacitat superior, la robustesa del guiatge, el menor consum energètic i els menors costos de manteniment són els principals motius.

Ricard Riol Jurado

Figura 1. Sistemes tramviars a Europa



Font: Infografia PTP a partir de Salmerón i Bosch, Carles (2009). Els tramvies d'Europa. Crònica d'un retorn anunciat. Editorial Tèrminus i Urbanrail.net.

Figura 2. Cartell de denúncia del boicot patit pel projecte del tramvia de Barcelona, on es recordava que 60 ciutats han implantat o ampliat aquest servei a Europa des de 2010.

BCN has a “TRAM interruptus” due to political boycott

Since 2010, Mr Xavier Trias, Mayor of Barcelona, and other local politicians have obstructed the widely agreed project to join our two separate tram networks: Trambaix and Trambesòs. This project would improve public transport in Diagonal Avenue, one of the city’s main axes, now served by packed buses running at only 10 km/h in peak hours (on bus lane). While this nonsense persists in Barcelona, **up to 59 tramway networks have been created or enlarged across Europe (EU28+CH+NW)**.

Diagonal
per a tothom

BARCELONA “TRAM” INTERRUPTUS

TRAMbaix ? TRAMbesòs

Trade unions, associations representing pedestrians, cyclists, public transport users and neighbours and road safety organisations have come together in “Diagonal for All”. Our shared goal is to achieve a safer and more sustainable Diagonal Av. linking our tram networks, as well as featuring wider sidewalks and a segregated bike lane. For further information, please visit www.diagonal.cat

Font: Diagonal per a Tothom.

3. Solució al col·lapse estructural de l'autobús amb una inversió ajustada

3.1. CAPACITAT DE TRANSPORT

Homogeneïtzades les capacitats de transport a 4 persones per metre quadrat (màxim comoditat) al transport públic, i considerant l'ocupació mitjana del vehicle privat del 20% constants al llarg del dia, i uns intervals de pas mínims de tres minuts per evitar l'efecte acordió en parades i cruïlles, aquestes són les capacitats màximes de transport en termes de "qualitat acceptable" dels carrils de circulació segons el mode emprat en hora punta:

Figura 3. Estandardització de capacitats amb criteris velocitat comercial elevada i un carril per sentit en zona urbana

Mode de transport	Capacitat segons el fabricant (viatgers)	Llargària x amplada (m)	Capacitat homogènia (viatgers) (1)	Distribució (viatgers per m ²) (2)	Interval de pas (3)	Capacitat corredor de transport (viatgers/hora)
Cotxe turisme	5	indiferent	1,2 (4)		2 segons (5)	1.300
Autobús estàndard	87	12 x 2,4	60	2,1	3 minuts	1.200
Autobús articulat	133	18 x 2,4	100	2,3	3 minuts	2.000
Autobús bi-articulat	164	24 x 2,4	140	2,4	3 minuts	2.800
Tramvia senzill (6)	220	32 x 2,6	200	2,4	3 minuts	4.000
Tramvia doble (6)	440	64 x 2,6	400	2,4	3 minuts	8.000
Metro o Rodalies (7)	1086	85 x 2,7	800	3,5	3 minuts	16.000 o superior (8)

Nota: el rang de velocitats comercials amb plataforma segregada de transport públic urbà en superfície i protegida semafòricament és de 18-22 km/h, mentre que al metro o rodalies és de 22-40 km/h. Font: elaboració pròpia PTP

Com hem fet aquests càlculs?

(1) **No utilitzem les capacitats dels catàlegs dels fabricants**, atès que ofereixen criteris molt dispars per calcular les places dempeus, uns a 4 viatgers/m², altres a 6 viatgers/m², etc. Partint de les referències dels fabricants per quantificar les places dempeus a 4 viatgers/m² i de les dimensions reals dels vehicles, proposem unes noves capacitats unitàries homogènies i coherents entre diferents vehicles.

(2) Es calcula la **distribució equitativa de viatgers per superfície útil del vehicle**, sense considerar seients. Tots els vehicles de transport de superfície quedarien amb una **distribució de 2,1 – 2,4 viatgers/m²**, mentre que els metros i trens tenen un aprofitament superior, de 3,5 viatgers/m². El motiu d'aquesta substancial diferència és que els autobusos i tramvies "perden" espai per allotjar elements de rodament en la zona de viatgers a causa del pis baix, mentre que en els metros i trens de Rodalies els elements de rodament queden sota bastidor, alliberant tota la superfície del vehicle per als passatgers.

La superfície ocupada per les cabines dels conductors i articulacions entre mòduls s'ha considerat negligible.

(3) L'elecció dels **tres minuts d'interval de pas** al transport públic de superfície respon a cinc criteris:

- Els intervals de pas haurien de ser múltiples numèrics de la durada dels cicles semafòrics, que a Barcelona solen ser de 90 segons a repartir entre els carrers confluents a una cruïlla, vehicles i vianants.
- S'estableix un criteri equitatiu per a tots els mitjans de transport públic en superfície a efectes de velocitat comercial. Considerar autobusos cada 90 segons i tramvies cada 180 segons per "igualar" capacitats (2 autobusos articulats = 1 tramvia simple) seria poc rigorós perquè els autobusos patirien **efecte acordió** o alentiment de velocitats per ones de xoc (enginyeria de trànsit), mentre que els tramvies tindrien una velocitat lliure, només restringida per la semaforització.
- Evitar l'efecte acordió considerant una sola circulació per cada dos cicles semafòrics, que a Barcelona tenen 90 segons de durada habitual. El fet que un de cada dos cicles romangui lliure de circulacions per horari permet absorbir retards sense retardar la resta del carrusel (conjunt de vehicles que conformen una línia).
- Considerar un sol vehicle cada dos cicles permet un dimensionament ajustat de les parades, evitant dissenyar parades excessivament llargues per absorbir vehicles retardats
- Encara que és habitual que alguns corredors d'autobús a Barcelona tinguin intervals de pas inferior als tres minuts de forma irregular per acumulació de línies, el plantejament de nova xarxa de bus del PMU estableix aproximadament una línia potent per cada corredor amb intervals de pas entre els 4 i els 6 minuts.

(4) **Al vehicle privat s'utilitza un criteri d'ocupació mitjana i no capacitat màxima perquè en hora punta els turismes no s'omplen**, com sí sol passar en els principals eixos de transport públic

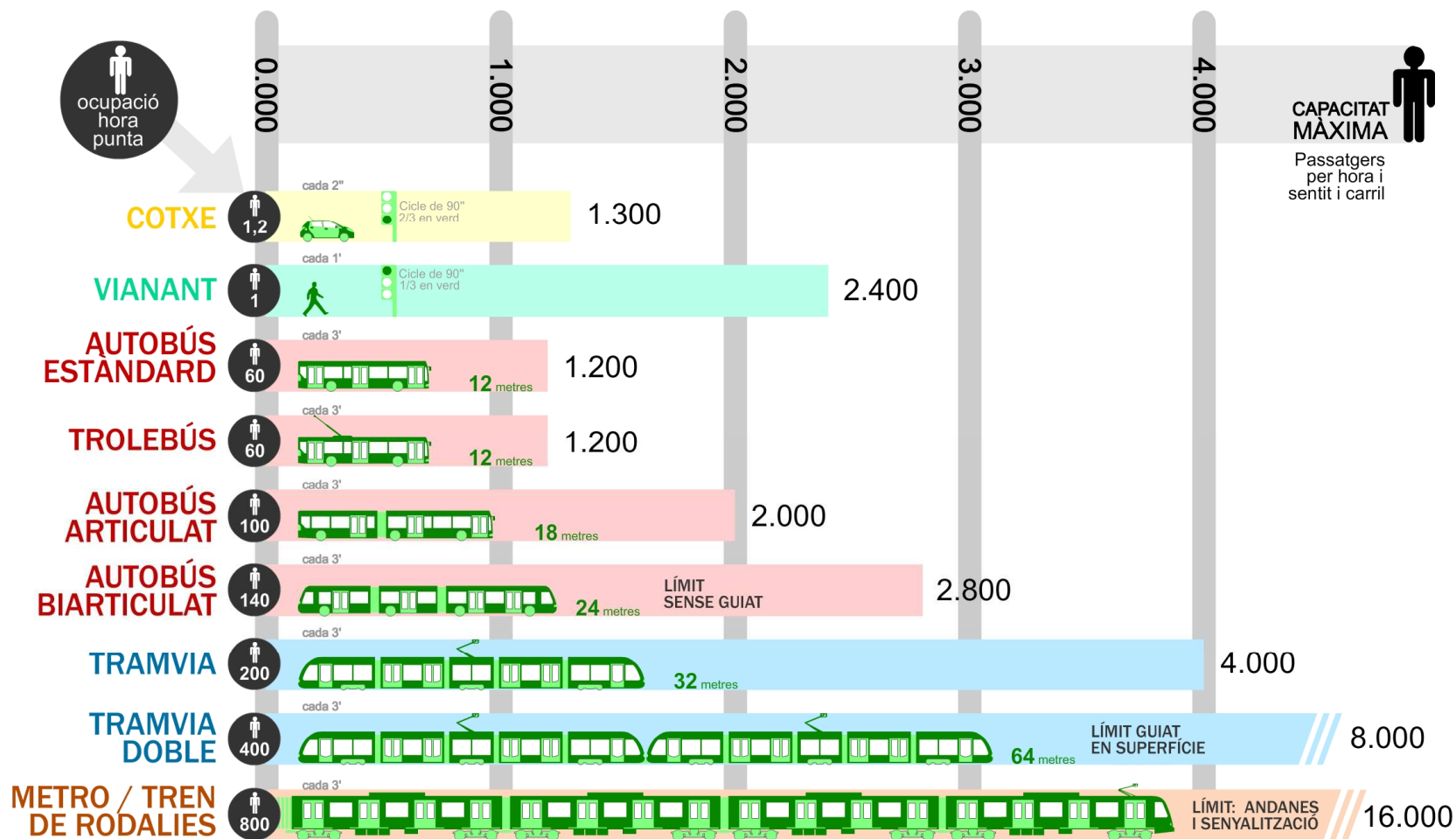
(5) **En condicions fluides es pot comptabilitzar un cotxe cada dos segons per un mateix punt**. En una hora passarien 1.800 cotxes, però tenint en compte que el verd vehicular és inferior als 2/3 de cicle només podrien passar 1.100. Si comptem una ocupació mitjana d'1,18 persones podem considerar una capacitat mitjana de 1.300 persones per hora i sentit.

(6) Es considera un tramvia de Tramvia Metropolità model Citadis 302 d'Alstom

(7) Es considera un metro de TMB sèrie 9000 d'Alstom o sèrie 5.000 de CAF

(8) Els sistemes ferroviaris poden experimentar capacitats superiors, però 16.000 persones per hora i sentit és un volum habitual a les línies 2, 3, 5 del metro de Barcelona. La línia 1, de gàlib superior, així com el tram comú d'FGC entre Pl. Catalunya i Gràcia ofereixen capacitats encara més elevades. Actualment FGC ofereix el menor interval de pas ferroviari d'Espanya, amb un tren cada 2 minuts o menys a l'esmentat tram, on circulen 32 trens per hora punta.

Figura 4 Capacitat màxima de diversos transports urbans en condicions de fluïdesa i per cada carril de circulació (al t.públic un vehicle cada 3 minuts, és a a dir un pas cada dos cicles semafòrics, que tenen 90 segons habitualment).



Font: elaboració pròpia PTP

Comparativa tramvia – bus. Existeix certa confusió quan es parla de Bus Rapid Transit i es compara amb el tramvia, ja que són models de transport de naturalesa molt diferent. Els Bus Rapid Transit (BRT) són un sistema de transport públic desenvolupat principalment a llatinoamèrica que “exprimeix” al màxim les potencialitats de l’autobús en trajectes que a Europa es cobriren generalment amb trens suburbans. És un concepte originari de Curitiba que s’ha exportat a Bogotà, Lima, Mèxic, Santiago de Chile, etcètera. Els BRT poden oferir una gran capacitat de transport, fins i tot comparables a les d’un tramvia, però amb un servei molt diferent i molt més consum d’espai:

BRT	TRAMVIA
	
<ul style="list-style-type: none"> • Concepte d’autopista aplicada al bus, amb diferents velocitats de servei • Tronc comú d’un sistema arbrat multidestinació • Alberguen elevades freqüències. Fins i tot s’arriba a intervals de dos autobusos per minut. Necessiten grans parades i terminals • 2 o 4 carrils a la parada, gran consum d’espai per evitar l’efecte acordió • Minimització semafòrica, nombrosos passos a diferent nivell • Increment de capacitat “en amplada”: més carrils i més vehicles • Serveis exprés / serveis amb parades • Possibilitat d’aprofitament d’autopistes acondicionades • Ideal per a serveis suburbans i interurbans 	<ul style="list-style-type: none"> • Concepte d’avinguda urbanitzada (vegetal o no) amb servei homogeni • Conformen línies poc ramificades, tipus metro. • Els intervals de pas estan relacionats amb el sistema semafòric urbà per minimitzar l’ocupació d’espai: menys freqüència però més capacitat. • 2 vies dins i fora de parada, fins i tot possible via única als extrems • Compromís amb l’accessibilitat i l’urbanisme • Increment de capacitat “en llargària”: trens més llargs o dobles • Serveis homogenis, sense avançaments • Possibilitat d’aprofitament de línies de ferrocarril • Ideal per a línies d’alta demanda de caràcter exclusivament urbà

La comparativa adequada és entre BHNS i tramvia, on ambdós sistemes estan relacionats amb el sistema urbà i semafòric de la ciutat. Aleshores la capacitat màxima del BHNS és de 2.800 viatgers per hora i sentit, i el tramvia doble de fins a 8.000 viatgers per hora i sentit.

3.2. VELOCITAT COMERCIAL.

La velocitat comercial del transport públic depèn de tres factors fonamentalment: temps de viatge entre parades, temps de parada i freqüència de pas.

3.2.1. Temps de viatge entre parades, determinada al mateix temps per tres característiques:

- **Grau de segregació de la plataforma**, que restringeix l'accés a la via, el nombre de vehicles que hi circulen i el nombre d'interseccions amb d'altres sistemes:



Circulació no protegida



Carril reservat

Delimitat amb pintura i/o
televigilància



Plataforma segregada

Plataforma segregada físicament
excepte a les cruïlles



Via independent

Plataforma 100% segregada:
túnel, viaducte o vía exclusiva



Figura 5. Prestacions de velocitat comercial segons el grau de segregació

Circulació no protegida	Carril reservat Delimitat amb pintura	Plataforma segregada Plataforma segregada excepte a les cruïlles	Via independent Plataforma 100% segregada: túnel, viaducte o vía exclusiva
funcionament totalment dependent de les fluctuacions del trànsit	funcionament força condicionat a les fluctuacions del trànsit en casos de carril ubicat a la dreta de la calçada i/o amb una amplada justa	funcionament molt sensible a la gestió semafòrica i en molt menor grau a les fluctuacions de trànsit.	Funcionament independent al trànsit. Els elevats costos constructius o consum d'espai en restringeixen l'ús
9-12 km/h	9-15 km/h	18-20 km/h	20-28 km/h

Font: elaboració pròpia PTP

Figura 6. Insuficient amplada i sobreocupació del carril de transport públic a la Diagonal

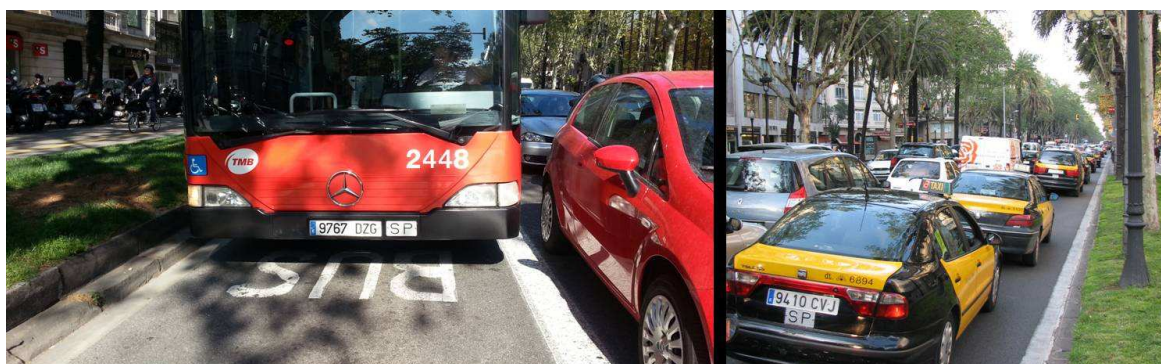


Foto: PTP

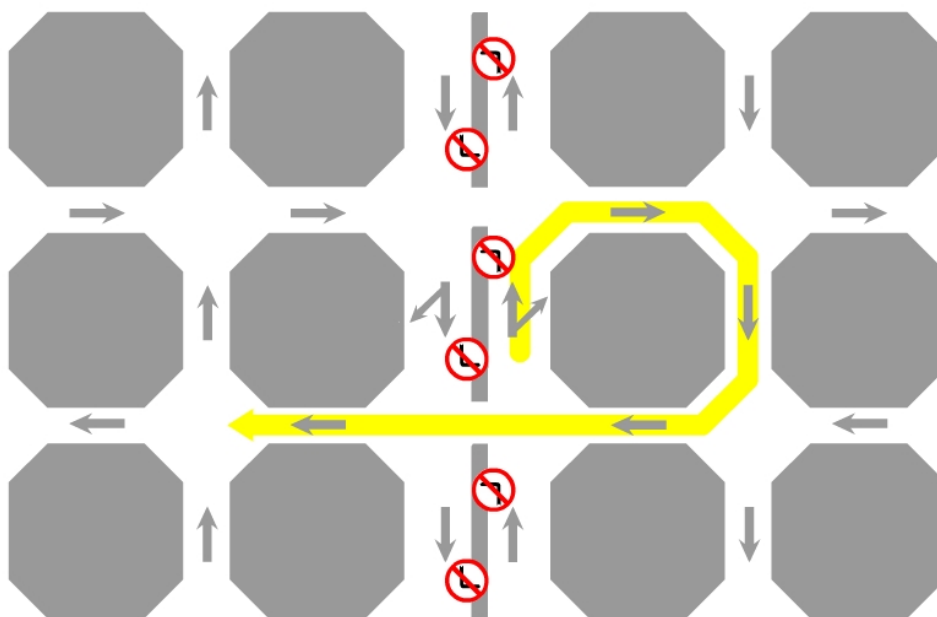
En una plataforma segregada, estigui delimitada amb pintura o elements físics de separació, el mínim exigible és que hi càpiguen els vehicles que hi han de donar servei. Al tram central de la Diagonal, l'amplada del carril bus és insuficient. És a dir, qualsevol millora de les prestacions del transport públic a la Diagonal, sigui en bus o tramvia, passa per suprimir un carril de circulació per ampliar el gàlib dinàmic del transport públic col·lectiu i situar els taxis i autocars en un espai diferent.

- **Ubicació de la plataforma**, que en el cas del transport públic de superfície, condiona les possibilitats de desenvolupar més o menys velocitat comercial d'acord amb les restriccions dels girss permesos i la seva semaforització. Cal tenir present que en gestió del trànsit, al marge de les polítiques de mobilitat que es determinin, hi ha una tendència a simplificar els moviments i limitar els girss permesos per incrementar la capacitat i la seguretat, així com reduir el nombre de carrils necessaris.
 - Carrers no principals es fan unidireccionals
 - Als carrers principals bidireccionals es tendeix a eliminar els girss a l'esquerra. Els canvis de sentit se satisfan amb rotondes o amb recorreguts alternatius fora del vial

Els projectes de transport públic urbà competitiu, ja siguin autobusos d'alt nivell de servei o tramvies, **tendeixen gairebé sempre a ubicar les plataformes reservades a la part central de les calçades, entre els dos sentits de circulació**, perquè és la ubicació que minimitza les interferències als girss que sí s'han de garantir per raons de mobilitat, cap a la dreta (que no interfereixen al sentit contrari) i també minimitza les afectacions de la

necessària càrrega i descàrrega o encotxament desencotxament de vehicles privats als edificis.

Figura 7. Tendències en gestió del trànsit: carrers unidireccionals i bidireccionals amb gir a l'esquerra prohibit



Font: elaboració pròpia PTP

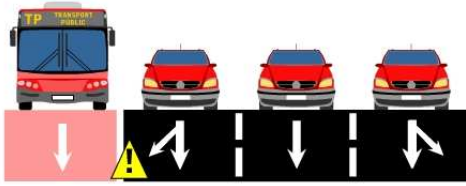
Figura 8. Prestacions segons la ubicació

Plataforma transport públic	TRANSPORT PÚBLIC UNIDIRECCIONAL sobre carrer unidireccional	TRANSPORT PÚBLIC BIDIRECCIONAL	
		sobre carrer unidireccional	sobre carrer bidireccional
Ubicació lateral	A) Habitual del carril bus pintat en calçada. Implica interferències entre el transport públic, la càrrega i la descàrrega i els gir a un dels costats de la via. Implica velocitats comercials baixes, de l'ordre dels 9-12 km/h. Facilita la col·locació d'andanes a la vorera.	B1 i B2) Sentits del TP junts. Interferències entre el trànsit de gir a un dels costats i la plataforma del transport públic, i amb la càrrega i descàrrega a un dels costats. Pot requerir carrils de gir i fases semafòriques especials.	C1 i C2) Sentits del TP separats (*). Interferències entre el trànsit de gir als dos costats del carrer i la plataforma del transport públic, i amb la càrrega i descàrrega també als dos costats. És la pitjor ubicació perquè crea totes les interferències possibles. Facilita la col·locació d'andanes a la vorera.
		D) Ubicació molt atípica, el TP circula envoltat de carrils en la mateixa direcció. Ben estudiada permet separar el flux del trànsit de gir, a esquerra o dreta, de la circulació del transport públic, però implica restriccions per canviar de carril en el mateix sentit a banda i banda de la plataforma. Requereix un sobreample per encaixar les andanes.	E) Entre els dos sentits de circulació. És la millor ubicació perquè minimitza les interferències entre transport públic, privat i vianants. Permet el gir a la dreta del trànsit privat a tots els carrers sense requerir fases semafòriques pròpies ni interferir al funcionament del transport públic. No interacciona amb la càrrega i descàrrega. Permet velocitats de l'ordre dels 18-20 km/h. Requereix un sobreample per encaixar andanes.

Font: elaboració pròpia PTP

Figura 9. Interferències dels girs bàsics a la dreta i limitacions del gir a l'esquerra convencional segons la ubicació del carril bus:

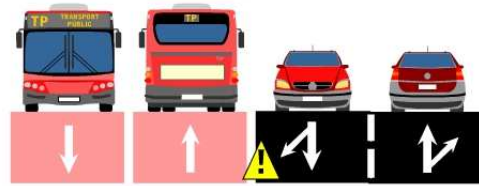
A)



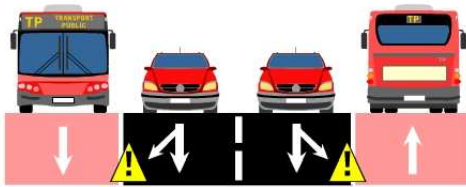
B1)



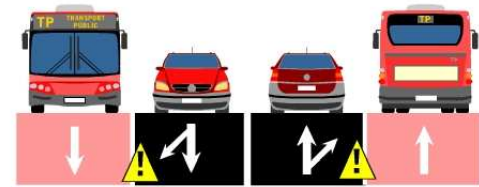
B2)



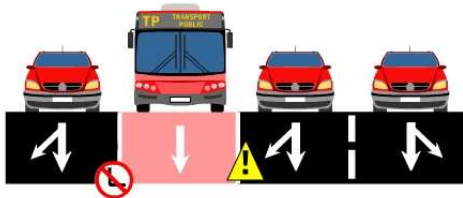
C1)



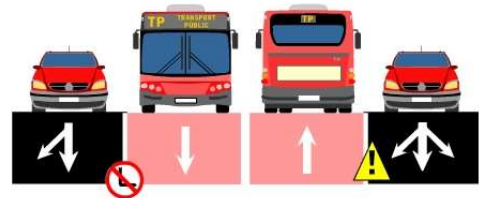
C2)



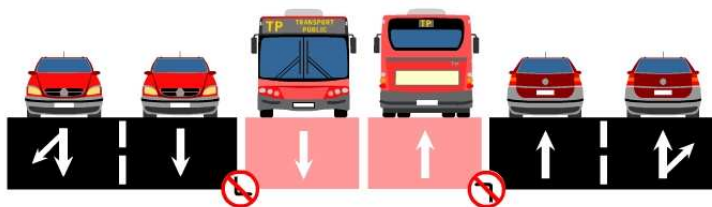
D1)



D2)



E)



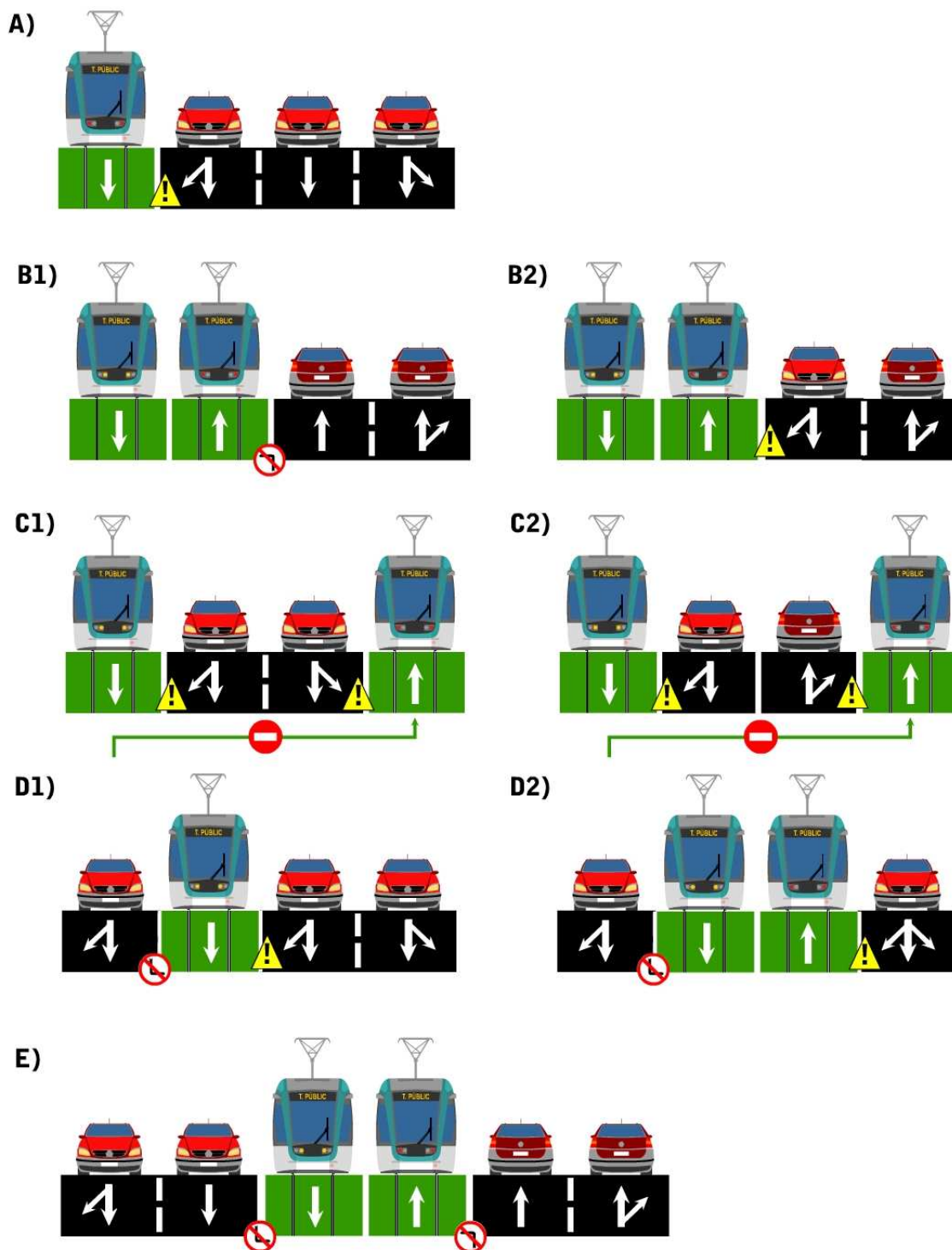
 Interferència en un gir bàsic a la dreta

 Prohibició de gir a l'esquerra habitual en un carrer bidireccional

Gràfics: Ricard Riold Jurado

Font: elaboració pròpia PTP

Figura 10. Interferències dels gir bàsic a la dreta i limitacions del gir a l'esquerra convencional segons la ubicació de les vies del tramvia:



Interferència en un gir bàsic a la dreta

Prohibició de gir a l'esquerra habitual en un carrer bidireccional

Maniobra ferroviària bàsica impedita o molt difícil

Gràfics: Ricard Riol Jurado

Font: elaboració pròpia PTP

3.2.2. **Temps de parada** (encotxament i desencotxament de viatgers), molt determinada per la capacitat dels vehicles, el règim d'obertura de portes i la freqüència de pas. Una plataforma reservada pel transport públic ben dissenyada i amb una bona explotació semafòrica pot ser insuficient si els vehicles són massa petits per absorbir la demanda d'una manera fluida i/o s'empra un sistema d'encotxament lent. L'acumulació d'autobusos per cobrir una demanda elevada genera el conegut **efecte acordió**, un fenomen pel qual els vehicles s'entorpeixen entre ells i es frenen mútuament en parades i cruïlles semaforitzades, ja que no poden arrencar i frenar simultàniament. Aquestes rutes d'autobusos són molt visibles a la Diagonal.

Figura 11. Efecte acordió a Diagonal – Francesc Macià.



Foto: PTP

La gestió de les càrregues i descàrregues a les parades també és clau per a la velocitat comercial. Amb demandes elevades, carregar només per la porta davantera i fer que el conductor d'autobús també sigui perceptor és un veritable llast de velocitat. Una parada de 20 segons pot convertir-se en una parada d'un minut. Això multiplicat per totes les parades del recorregut pot convertir-se en un suplici per als passatgers.

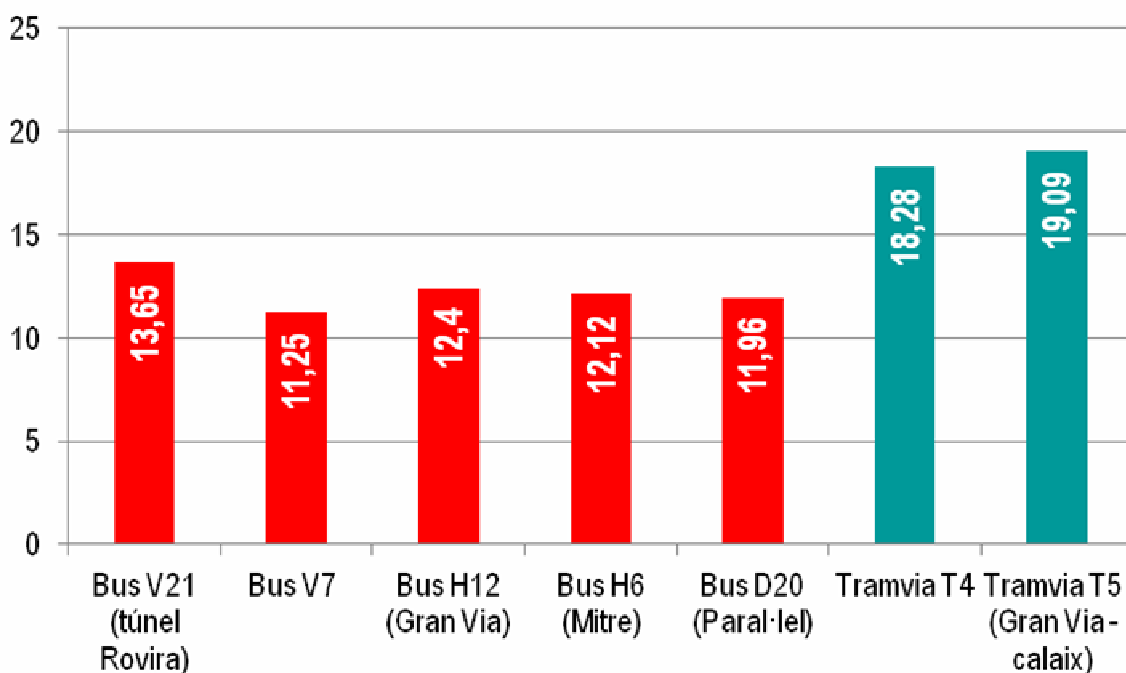
Figura 12. Clàssica cua originada per l'entrada dels viatgers per una sola porta amb venda de bitllets a bord per un conductor / perceptor.



Foto: Google

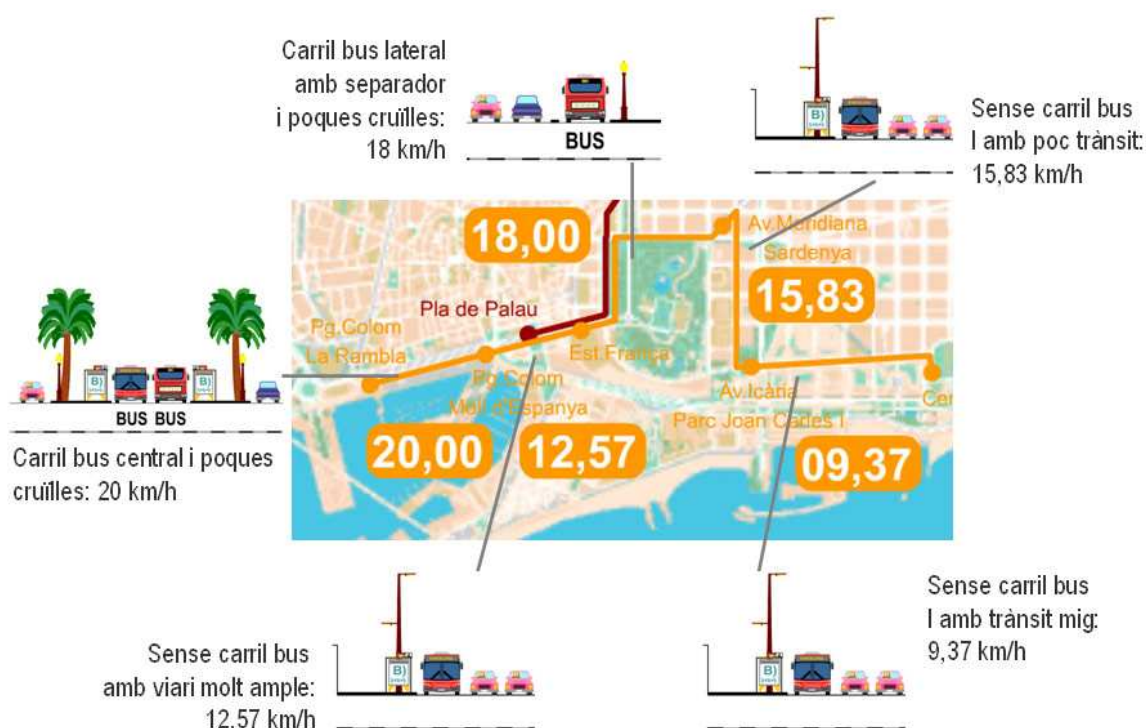
3.2.3. **la freqüència de pas**, molt determinada per la capacitat dels vehicles i la semaforització,. La regularitat i capacitat del transport públic determinarà més o menys temps en parada i una distribució dels passatgers més regular.

Figura 13. Velocitats mitjanes d'exploració d'alguns transports públics en superfície de l'any 2013, en km/h



Font: elaboració pròpia a partir de xifres de TMB i d'ATM

Figura 14. Velocitats mitjanes a diversos trams d'una mateixa línia segons la ubicació i segregació del carril bus. Mesuraments aleatoris sobre la línia 14 de TMB. Any 2007.

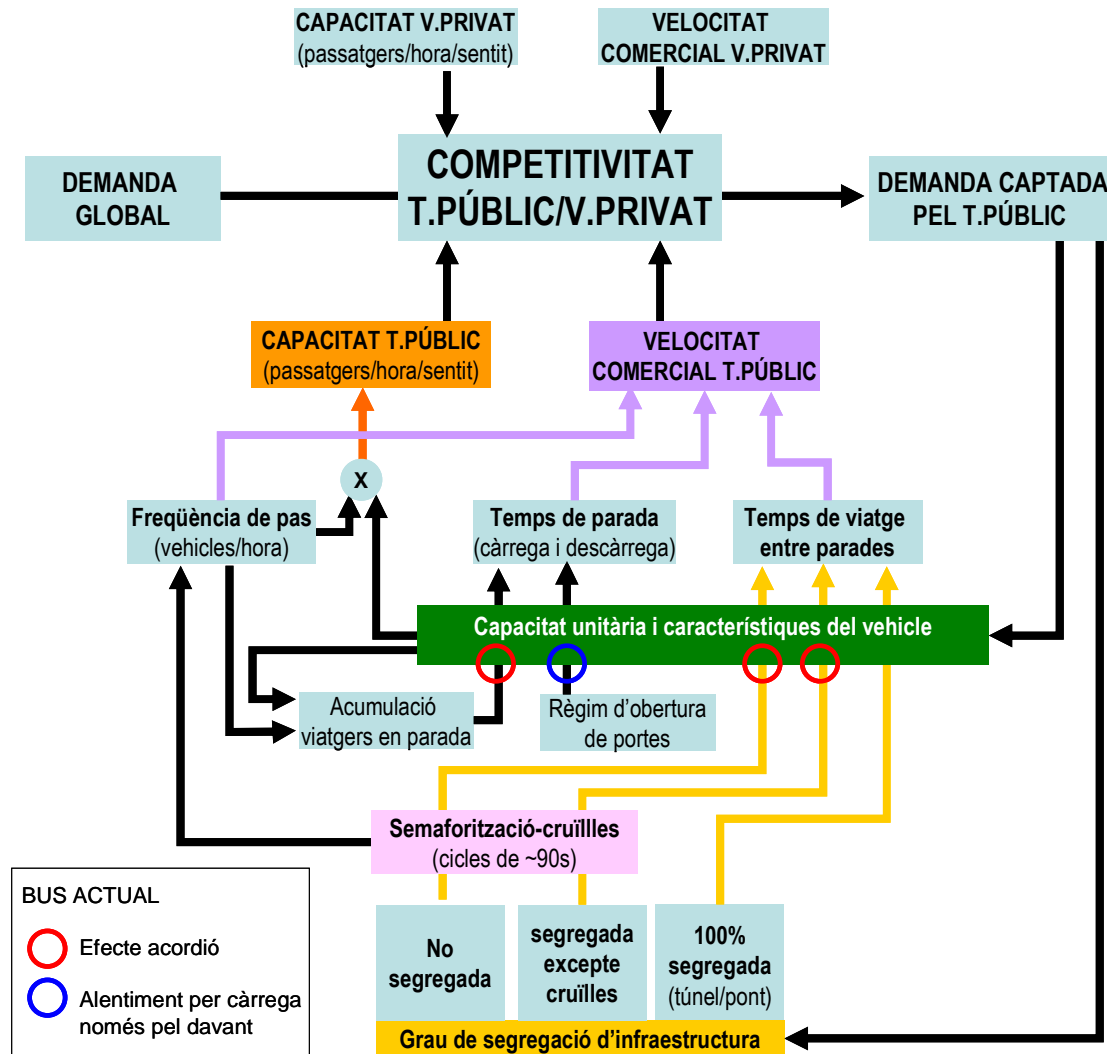


Font: Transport Públic de Superfície. Renovar-se o morir. PTP

3.3. LA VELOCITAT COMERCIAL I LA CAPACITAT SÓN PARÀMETRES ÍNTIMAMENT RELACIONATS I DETERMINEN LA COMPETITIVITAT DEL SERVEI.

Com es pot veure al següent gràfic, l'elecció d'un material mòbil amb capacitat suficient no només respon a un tema de volum de demandes sinó de millora de la rapidesa (velocitat comercial).

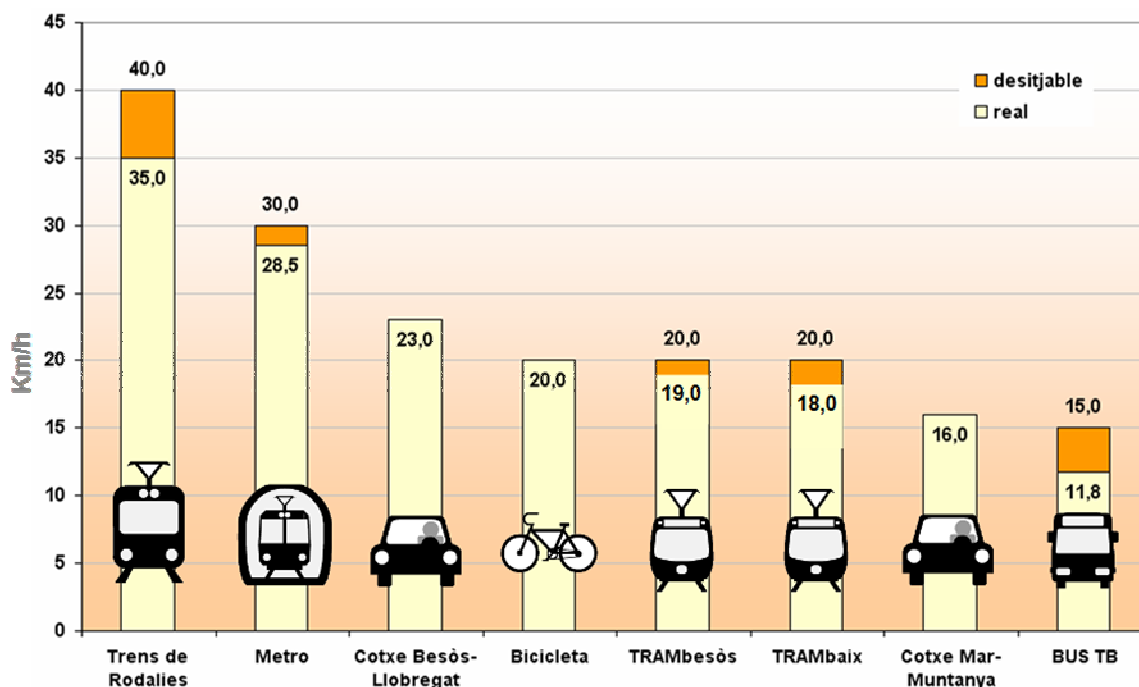
Figura 15. Influència del material mòbil i del grau de segregació de la infraestructura en la capacitat i velocitat comercial del transport públic



Nota: vegeu gràfic complementari a la Figura 80. Relació del sistema semafòric amb la capacitat-velocitat del transport públic. Font: elaboració pròpia PTP

La substitució de la rua d'autobusos per una línia de tramvia respon a la necessitat doble d'incrementar la capacitat del transport públic i fer-lo més ràpid. Per comparar les possibilitats de captar demanda dels sistemes de transport entre sí cal tenir presents les diferents interrelacions entre el **grau de segregació de la infraestructura** (sense segregació, segregat excepte cruïlles o totalment segregat) i la **capacitat unitària del material mòbil**. En funció de com es determinin en un context de cruïlles, semàfors i règim de parades, condicionen la competitivitat del transport públic i una possibilitat més o gran o més petita de captar usuaris. Per tant, la reducció del trànsit i l'increment de la demanda del transport públic passa per superar les limitacions de l'actual xarxa de bus.

Figura 16. Velocitats comercials de diversos transports públics a Barcelona.



Font: Riol Jurado, Ricard (2007). *Transport Públic de Superfície: Renovar-se o morir*. PTP

VELOCITAT COMERCIAL I CAPACITAT A LA DIAGONAL. En l'actualitat, la velocitat comercial de l'autobús a la Diagonal en hora punta és de 8-9 km/h, i això és degut als següents factors:

- Amplada insuficient del carril bus
- Carril bus ple de vehicles: autobusos i taxis
- Excés de vehicles. Efecte acordió en parades i cruïlles, amb més d'un autobús per minut, a més de taxis i autocars discrecionals
- Vehicles de capacitat insuficient per la demanda existent: autobusos estàndard (60 places) i articulats (100 places) en proporció variable, però propera al 50% en les línies troncal de la Diagonal (7 i 33 amb articulats, 34 i 6 amb estàndards)
- Gestió de l'encotxament i desencotxament
- Escàs temps de verd per creuar algunes interseccions. Per exemple a la plaça de Francesc Macià la fase de verd per al bus només dura 40 segons permetent el pas de tres autobusos com a màxim.

Figura 17. Velocitats comercials mesurades al tram central del carril bus de la Diagonal

Línia	Velocitat comercial (km/h)	
	Sentit Besòs	Sentit Llobregat
6	9,9	7,1
15 (avui H8)	9,3	7,0
33	9,6	7,3
34	9,5	7,3

Font: Lussich, Marina (2005). *Anàlisi coste-beneficio de implantar el tranvia en el tram central de la avenida Diagonal entre plaza Francesc Macià y plaza de Glòries*. PTP

Aquests factors fan que la Diagonal alenteixi el servei de totes les línies de bus que recorren sobre aquesta avinguda. Un trajecte habitual de 2,90 quilòmetres pot prendre fins a 15 minuts de temps.

Figura 18. Comptatge de circulacions per hora i sentit al carril bus de la Diagonal sentit Besòs

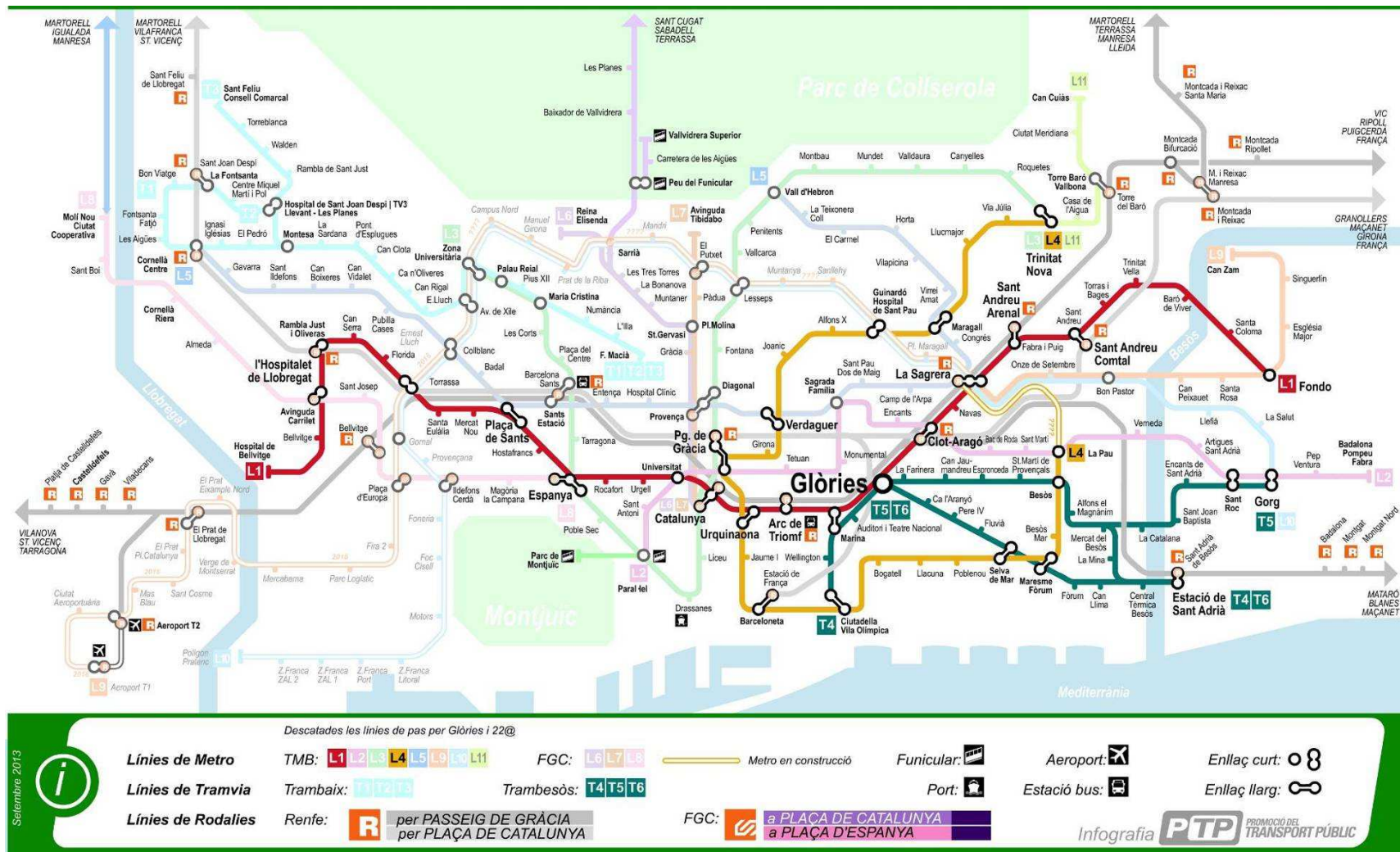


Font: Lussich, Marina (2005). Anàlisi coste-beneficio de implantar el tranvia en el tramo central de la avenida Diagonal entre plaza Francesc Macià y plaza de Glòries. PTP

3.4. LA DEMANDA. Els autobusos –tot i que articulats- només poden respondre a la forta demanda sacrificant la velocitat comercial.

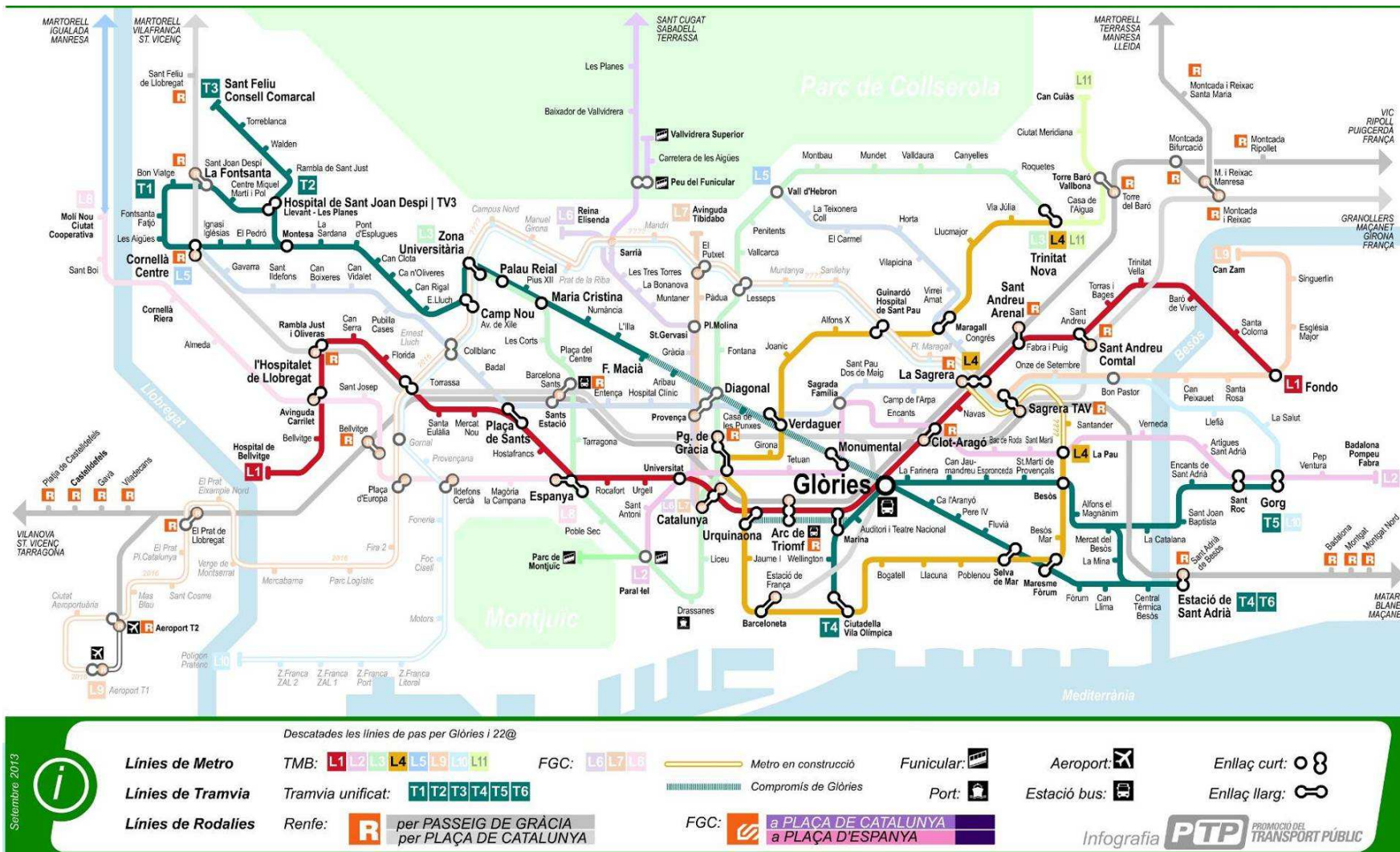
La connexió al llarg de la Diagonal genera un fort increment d'efecte xarxa, ja que reposiciona les xarxes de tramvia actuals –més ràpids que els sistemes de bus- amb tota la xarxa de Metro i FGC Vallès. El Trambesòs, actualment infrautilitzat, seria la xarxa que tindria un increment percentual més alt de passatgers, millorant la quota de transport públic dels barris de Sant Martí i Poblenou i millorant radicalment l'accessibilitat ferroviària de Glòries i 22@ (compareu figures 20 i 21). Segons els estudis realitzats per l'Autoritat del Transport Metropolità, el tramvia interconnectat captaria entre 117.000 passatgers (PDI) i 80.000 passatgers (premsa) addicionals si s'enllacen les dues xarxes per la Diagonal (vegeu Figura 28). És a dir, la connexió dels tramvies com a mínim doblarà la demanda actual del Trambaix i Trambesòs.

Figura 19. Accessibilitat ferroviària directa des de Glòries i Poblenou 22@ a l'actualitat



Font: elaboració pròpia PTP

Figura 20. Accessibilitat ferroviària directa des de Glòries i Poble Nou 22@ amb el tramvia de la Diagonal



Font: elaboració pròpia PTP

Figura 21. Efecte de la interconnexió Trambaix - Trambesòs sobre la demanda, estudiat per l'Ajuntament de Barcelona i l'ATM

	Trambesòs + Trambaix 2012	Trambesòs i Trambaix interconnectats	Diferència
Llargària	29,1 km	33,7 km	+3,6 km
Parades	56 parades	61 parades	+6 parades
Demanda anual	23,7 milions de passatgers	48 milions de passatgers	+24,3 milions de passatgers
Demanda dia feiner	80.000 passatgers	160.000 passatgers 197.000 passatgers	+80.000 passatgers +117.000 passatgers

Font: elaboració pròpia a partir de dades PDI i xifres aparegudes en premsa.

Els estudis oficials durant la campanya de consulta sobre la Diagonal xifren **entre 87.000 i 95.000 els viatgers diaris que passarien pel tram més carregat de la Diagonal, entre Balmes i Pg. de Gràcia** (vegeu Figura 23), que traslladat a demanda d'hora punta (amb un factor d'hora punta d'aproximadament el 10% de la diària) i un repartiment equitatiu entre els dos sentits suposa una càrrega de 4.750 i 4.350 viatgers per hora i sentit. Aquestes demandes són impossible de transportar únicament en autobusos, ni que fossin tots biarticulats, sense renunciar a incrementar la velocitat comercial.

L'estudi *Anàlisis coste-benefici de implantar el tranvia en el tramo central de la avenida Diagonal entre plaza Francesc Macià y plaza de Glòries* de la PTP oferia conclusions similars.

Figura 22. Efecte de la interconnexió Trambaix - Trambesòs sobre la demanda estudiat per PTP

Escenari	Nous viatges en tramvia	Viatges que es mantenen en bus	Viatges en bus i tramvia	Increment d'usuaris
Actual	-	45.000	45.000	0%
Escenari 1	59.000	23.000	82.000	+82%
Escenari 2	48.000	29.000	77.000	+71%
Escenari 3	32.000	38.000	70.000	+56%

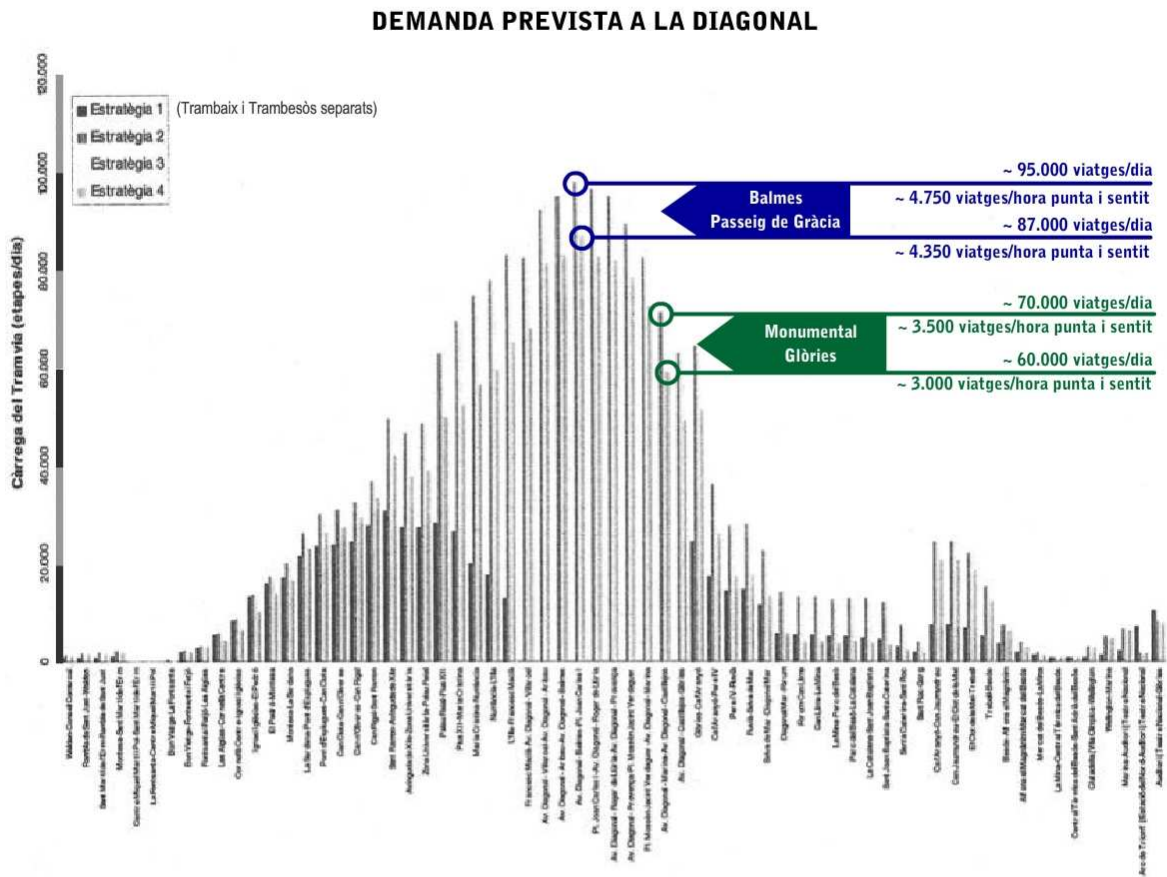
Font: Lussich, Marina (2005). Anàlisis coste-benefici de implantar el tranvia en el tramo central de la avenida Diagonal entre plaza Francesc Macià y plaza de Glòries. PTP

Són raonables demandes tan elevades a la Diagonal?

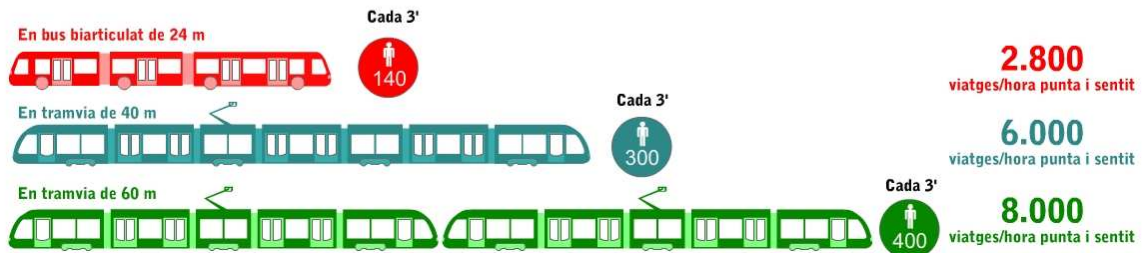
- És l'avinguda més llarga de Barcelona, que alberga dues zones universitàries als seus extrems (Zona Universitària i Fòrum), cinc centres comercials (El Corte Inglés Ma. Cristina, Pedralbes-l'Illa, El Corte Inglés F.Macià, Glòries i Diagonal Mar), importants nuclis d'oficines a tot el recorregut i zones residencials denses al tram central.
- Té nou parades de metro però no disposa de cap transport ferroviari continu que la recorri, com sí passa amb la resta d'eixos transversals del pla d'Eixample de Cerdà
 - La Gran Via compta amb túnels ferroviaris a tota la seva llargària (L8 d'FGC entre la plaça d'Europa i Espanya, L1 de TMB entre Espanya i Universitat, L2 de TMB entre Universitat i Monumental i T5 de TRAM entre Glòries i Besòs.

- La Meridiana compta amb serveis ferroviaris pràcticament a tota la seva llargària: L1 i Rodalies entre Fabra i Puig, Clot-Aragó i Glòries, i T4 de TRAM entre Glòries i Wellington.
- És la principal entrada d'autobusos interurbans de Barcelona i una de les principals entrades de vehicle privat a la ciutat via B-23.
- És una via de pas obligada per al moviment motoritzat (privat i públic) per salvar la discontinuïtat viària de la trama Eixample que suposa el casc antic del barri de Gràcia.
- Els sistemes de metro L3 i L4 que serveixen els extrems oest i est de l'avinguda Diagonal no sempre ofereixen connexions ràpides per raons de recorregut o manca d'intermodalitat.
- El tramvia de la Diagonal respon a cinc tipus de demanda:
 - Per l'efecte xarxa, que optimitzarà molts recorreguts de **metro**, aconseguint estalvis de recorregut que actualment prenen molt de temps i distància
 - Per la millora de la rapidesa d'un servei de **bus** col·lapsat a efectes de capacitat i velocitat comercial, que captarà també viatges procedents del **vehicle privat**.
 - Per ajudar a completar la nova xarxa de bus, en cobrir-se el trajecte **Verdaguer – Glòries**, actualment desprovisat de qualsevol transport públic longitudinal
 - Per la **demanda induïda** que suposarà la millora de l'accessibilitat del conjunt de destinacions dins la Diagonal
 - Viatges que actualment es fan **a peu o en bicicleta** per falta d'alternatives motoritzades competitives

Figura 23. Gràfic de càrrega del tramvia funcionant per separat (estratègia 1) i funcionant com a xarxa única (estratègies 2, 3 i 4)



OFERTA POSSIBLE D'UN BUS D'ALT NIVELL DE SERVEI I DELS TRAMVIES D'ALTA CAPACITAT (a igualtat de velocitat comercial sense efecte acordi)



En fosc: càrregues registrades pel tramvia actual. En diverses tonalitats de gris, càrregues amb la hipòtesi del tramvia connectat segons l'estratègia.

Font: Elaboració pròpia PTP a partir de gràfica d'Ajuntament de Barcelona.

4. L'economia del tramvia: inversió i explotació

Tramvies i sistemes d'autobús segregat d'alt nivell de servei (BHNS) tenen una inversió per plaça (oferta màxima) similar, tot i que ofereixen límits de capacitat molt diferents quan es tracta de serveis urbans: 8.000 passatgers per hora i sentit per al tramvia doble cada 3 minuts i 2.800 per al bus bi-articulat cada 3 minuts. Els autobusos en plataforma reservada i tramvies no tenen per què ser mitjans de transport contradictoris, sovint es complementen. Tan insensat és acumular autobusos sobre un carril bus generant efecte acordió com omplir una ciutat de tramvies sense tenir en compte les demandes de cada corredor. En qualsevol cas el túnel apareix com la darrera solució a tenir en compte, perquè és on la inversió per plaça perd la proporcionalitat.

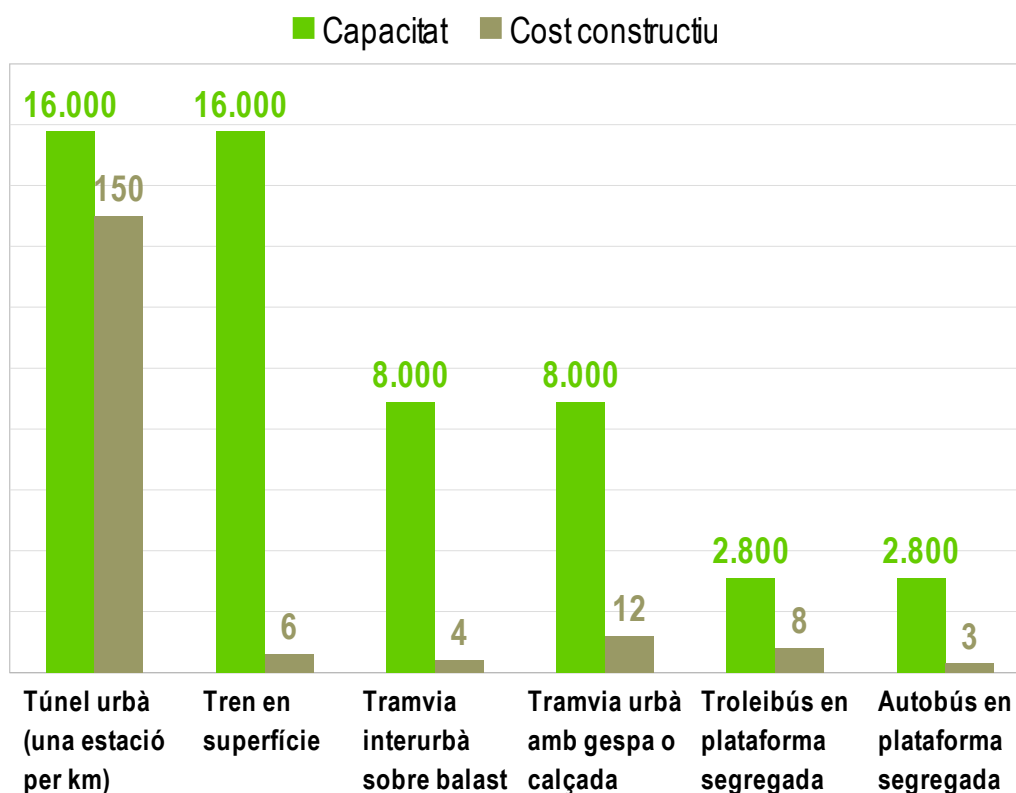
Figura 24. Comparativa de costos constructius i adquisició de material mòbil

	Tramvia	BHNS – Bus d'Alt Nivell de Servei
Inversió en infraestructura (Milions d'€/km)	5-20 (1)	3-10
Inversió en vehicles (Milions d'€/vehicle)	2,5 (vida útil 40 anys o més)	0,5-0,8 (vida útil, aprox. 15 anys)

(1) El rang és tan elevat perquè en moltes ocasions es comptabilitzen com a inversió tramviària remodelacions de grans avingudes de façana a façana. És el cas del Trambaix – Trambesòs.

Font: PTP a partir d'ATUC – Asociación Española de Transporte Urbano

Figura 25. Comparativa entre costos constructius, capacitat màxima oferta de Bus d'alt nivell de servei (BHNS), tramvia i Metro, sense material mòbil i amb nivell de servei equivalent



Font: PTP a partir de ATUC – Gestión eficiente del transporte colectivo

Figura 26. Inversió necessària per cada plaça en material mòbil i infraestructura d'una plataforma segregada de transport públic

Costos mitjans per plaça	Metro	Tramvia	Troleibús - Bus BHNS
Vehicle	240 € / plaça	375-312,5 € / plaça	380-222 € / plaça
Infraestructura	9.400 € / plaça · km	3.000 – 1.500 € / plaça	4.000 - 1.100 € / plaça

Font: elaboració pròpia PTP

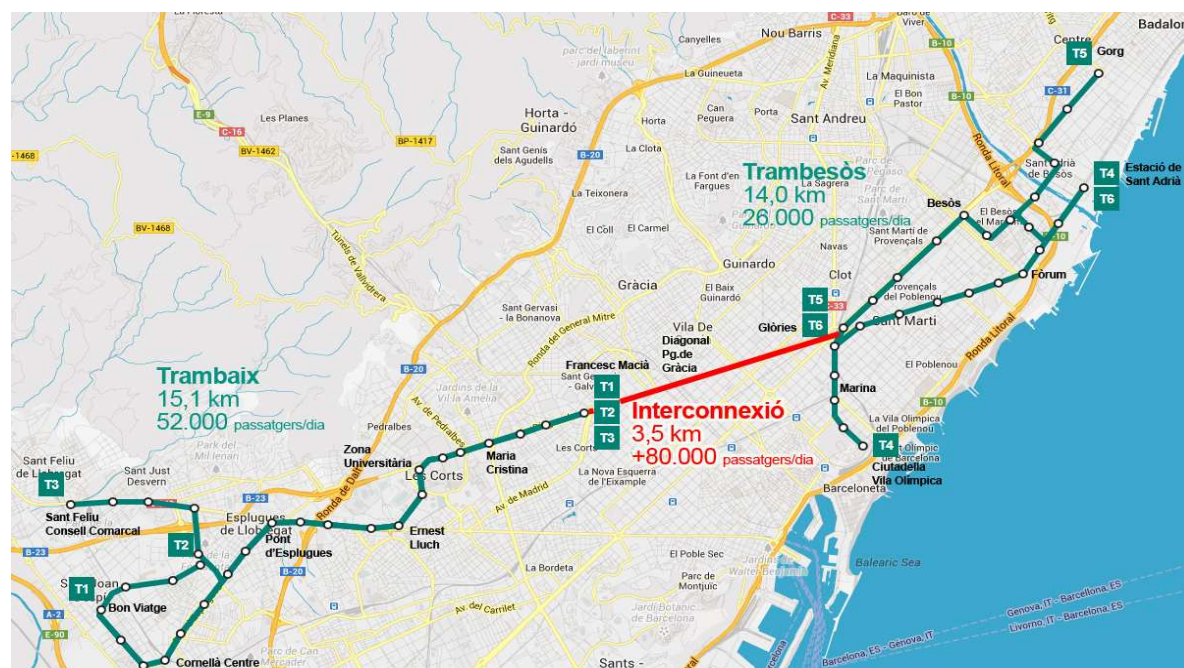
Els sistemes de bus d'alt nivell i tramvia tenen uns costos proporcionals a les capacitats màximes que poden oferir, de forma que ben adaptats a la demanda exigeixen una inversió per viatger similar. Es provoca un desajust entre la inversió necessària i els resultats obtinguts en proposar un tramvia per solucionar baixes demandes o en proposar un bus d'alt nivell de servei per servir demandes mitjanes i elevades.

En canvi, els sistemes soterrats no mantenen la proporcionalitat amb la capacitat oferta, degut als elevats costos constructius. Els sistemes soterrats serien per tant, l'última opció a considerar, i sempre tenint en compte l'esgotament de les opcions BHNS o tramvia per raons de capacitat, urbanístiques o de velocitat comercial.

4.1. INVERSIÓ: El tramvia de la Diagonal és la inversió ferroviària socioeconòmicament més rendible que es pot executar

Els motius són obvis, amb només 3,5-3,8 quilòmetres de nova línia es capten 80.000 passatgers, duplicant la demanda de transport de Trambaix i Trambesòs funcionant per separat. Els reduïts costos d'implantació per plaça oferta i la gran demanda a captar, fan del tramvia de la Diagonal l'actuació amb la TIR més elevada de tot el Pla Director d'Infraestructures (PDI).

Figura 27. Xarxa de tramvies actual i interconnexió



Font: elaboració pròpia PTP a partir de Google Maps

Figura 28. Previsions de demanda inicial i finalment captada al PDI de l'ATM i costos d'infraestructura per viatger en dia feiner.

	Longitud, demanda i cost d'ampliació de la xarxa ferroviària al PDI		DOCUMENT PDI. JUNY 2001			RÀTIOS		DOCUMENT PDI. ANY 2010			RÀTIOS			
			Ampliacions de la xarxa	Longitud (km)	Demanda diària en feiner estimada 2001	Cost ampliació M€	Nous usuaris per km	€/usuari al dia	Longitud definitiva (km)	Demanda diària en feiner real 2010	Cost ampliació M€	€ reals/usuari al dia real	Cost ampliació segons PDI 2001 + IPC (37,5%)	Factor de sobrecost
AX01	Metro L1	Feixa Llarga - El Prat PI.Catalunya	3,5	16.900	132,28	4.828,57	7.827,38	3,5		277,30		181,89	1,52	79,23
AX02	Metro L1	Fondo - Badalona Centre	3,4	19.500	128,86	5.735,29	6.608,05	3,4		240,00		177,18	1,35	70,59
AX03	Metro L2	Sant Antoni - Fira 2	4	31.920	146,89	7.980,00	4.601,73	4,0		588,00		201,97	2,91	147,00
AX04	Metro L2	Pep Ventura - Badalona Centre – C.Ruti	3,5	16.100	120,20	4.600,00	7.465,99	0,6	15.370	62,40	4.059,86	165,28	Només a BDN Centre	104,00
AX05	Metro L3	Canyelles - Trinitat Nova	1,5	14.250	81,14	9.500,00	5.693,80	1,8	13.200	156,50	11.856,06	111,56	1,40	86,94
AX06	Metro L4	La Pau - Sagrera TAV	2,7	13.650	80,11	5.055,56	5.869,22	2,7		94,20		110,16	0,86	34,89
AX07	Metro L5	Horta - Vall d'Hebron	2,5	33.250	134,03	13.300,00	4.030,85	2,5	31.200	261,10	8.368,59	184,29	1,42	104,44
AX08	Metro L9	Aeroport - Parc Logístic	10,3	20.700	466,39	2.009,71	22.530,70	16,8		2.249,85		641,28	3,51	133,92
AX09	Metro L9	Parc Logístic - Zona Universitària	13,2	95.150	549,20	7.208,33	5.771,99	10,8		1.559,41		755,16	2,07	144,39
AX10	Metro L9	Zona Universitària - Sagrera Meridiana	6	127.150	428,88	21.191,67	3.373,04	9,3		1.054,54		589,71	1,79	113,39
AX11	Metro L9	Sagrera - Meridiana - Gorg / Can Zam	11,8	89.000	503,41	7.542,37	5.656,27	10,9	50.000	1.608,20	32.163,93	692,19	2,32	147,54
AX08-11	Metro L9	Línia 9 completa	41,3	332.000	1.947,88	8.038,74	5.867,11	47,8		6.537,00		2.678,34	2,44	136,76
AX12a	Tramvia	Trambaix (amb material mòbil)	15,5	63.300	241,25	4.083,87	3.811,16	15,1	55.932	300,40	5.370,81	331,71	0,91	19,89
AX12b	Tramvia	Trambesòs (amb material mòbil)	17,4	68.700	168,94	3.948,28	2.459,16	14,0	23.364	264,50	11.320,84	232,30	1,14	18,89
	Tramvia	interconnexió	3,8	80.000	75,60	21.052,63	944,97	3,8		75,60				19,89
AX13	FGC L8	Perllongament a Barcelona	3,8	60.000	159,63	15.789,47	2.660,48	4,1		321,00		219,49	1,46	78,29
AX14	FGC	Perllongament a Terrassa	3,9	16.200	143,04	4.153,85	8.829,68	4,0		427,00		196,68	2,17	106,75
AX15	FGC	Perllongament a Sabadell	3,4	24.039	136,67	7.070,29	5.685,35	3,6		421,00		187,92	2,24	116,94
AX16	FGC. Aeri	Esparreguera - Olesa	1,1	1.000	3,61	909,09	3.606,07	1,1	324	4,50	13.888,89	4,96	0,91	4,09
AX17		Castelldefels - Sant Boi - Sarrià	22,5	77.380	757,28	3.439,11	9.786,45	22,5		2.148,27		1.041,25	2,06	95,48
AX18	Metro L11	Trinitat Nova - Can Cuiàs	1,8	5.800	33,70	3.222,22	5.810,34	1,8	7.850	49,00	6.242,04	46,34	1,06	27,22
AX19	BUS	Corredor de Caldes	21,4	16.202	72,06	757,10	4.447,68	21,4		99,08		99,08	1,00	4,63

Nota: la demanda esperada per a la línia 9, que es mostra per trams, es va calcular per a tota la línia en servei amb els intercanviadors de Torrossa i Sagrera TAV en servei. El Trambesòs finalment no s'ha executat fins l'estació del Nord. Font: elaboració pròpia a partir de PDI 2001-2010 i xifres de demanda de Transmet Xifres.

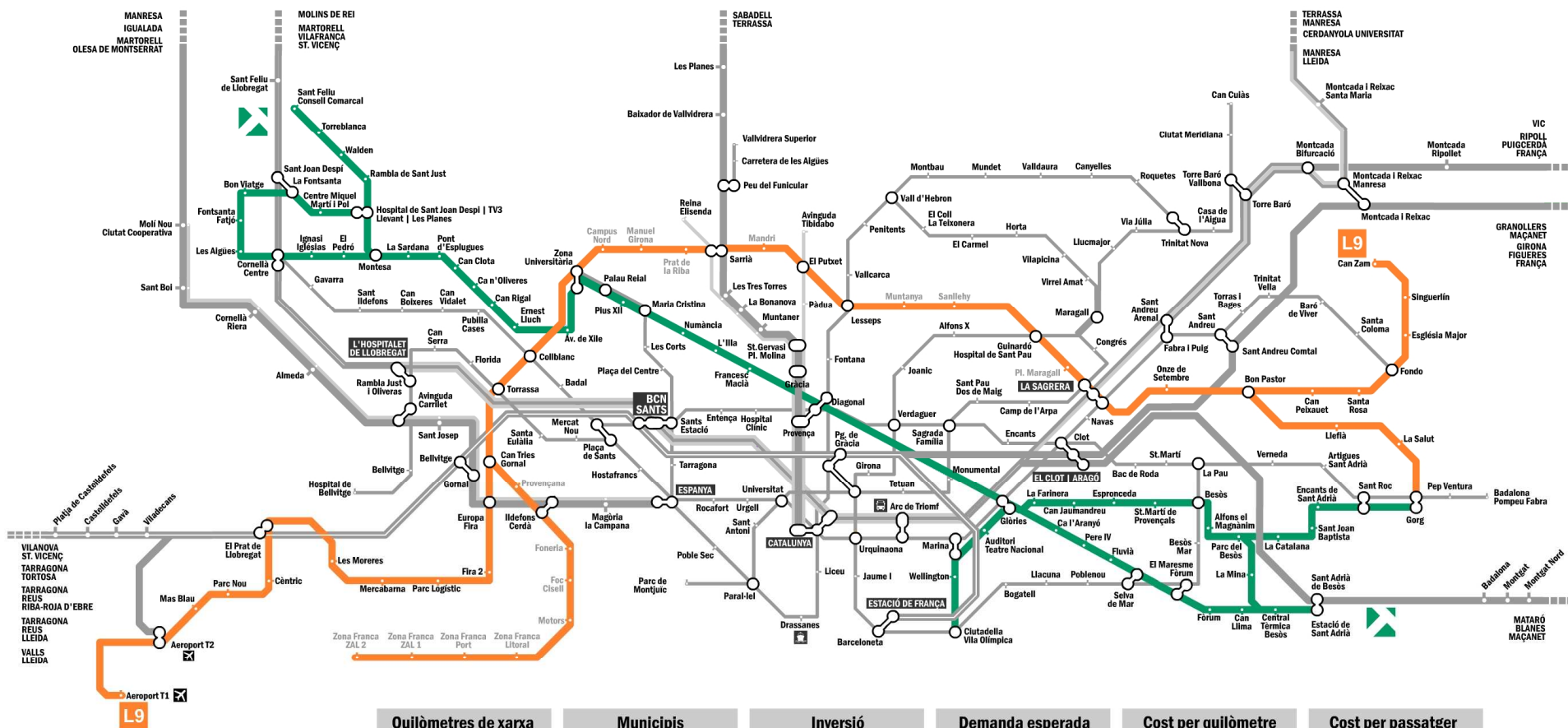
Pel que fa la demanda dels tramvies ja executats, el Trambaix ja ha aconseguit captar més demanda que cap altra actuació ferroviària del PDI per Euro invertit, i és la segona actuació amb més usuaris en valor absolut. La connexió Trambaix – Trambesòs és al mateix temps l'actuació més rendible del PDI:

Figura 29. Cost d'infraestructura per cada nou usuari a la part executada i pendent del PDI

Actuació executada (1)	Cost (M€)	Demanda diària captada (usuaris feiner)	Reducció diària de cotxes en dia feiner	Cost infraest. per usuari (€/usuari)	Cost infraest. per reducció de vehicle (€/cotxe)	TIR (2)
Metro. L11 Trinitat Nova – Can Cuiàs	49	7.850	432	6.242	113.426	4
Tramvia. Trambaix	300	55.932	11.075	5.371	27.125	11,9
Tramvia. Trambesòs	265	23.364	3.949	11.321	66.987	0,2
Aeri d'Esparreguera (actualment clausurat)	5	324	84	13.889	53.419	-2,1
Metro L3. Canyelles - Trinitat Nova	140	13.200	528	10.636	265.909	3
Metro L9-L10. Can Zam-Gorg - Sagrera	1.267	60.000	4.800	21.116	263.958	2
Metro L2. Pep Ventura - Badalona PF	104	15.370	1.076	6.740	96.291	14,2
Metro L5. Horta - Vall d'Hebron	311	31.200	1.872	9.981	166.346	3,5
Actuació pendent d'executar						
Tramvia. Connexió Trambaix - Trambesòs	168,1	117.365	10.800	1.432	15.565	44,4
Metro L3. Trinitat Nova – Trinitat Vella	81,0	14.135	1.149	5.730	70.496	8,4
FGC L8. Espanya – Gràcia	270,0	60.000	3.890	4.500	69.409	8,0
Metro L4. La Pau – Sagrera Meridiana	277,6	43.690	2.913	6.354	95.297	5,7
FGC L6-L7. Cua de maniobres Pl. Catalunya	75,0	22.700		3.304		5,6
Tramvia T3. Enllaç per L. Miró a Esplugues	17,3	4.600		3.761		4,6
Metro L9-L10. Aeroport – Z.Universitària - Sagrera	2.721,2	335.950	29.443	8.100	92.423	3,0
FGC S1. Terrassa Rambla – Terrassa N.Unides	302,6	21.985	1.596	13.764	189.599	2,2
FGC S2. Sabadell Estació – Sabadell Ca n'Oriac	322,4	21.325	1.862	15.118	173.147	1,5
Metro L3. Zona Universitària – Pont d'Esplugues	160,5	24.500		6.551		1,3

(1) L11, Trambaix, Trambesòs i L9-L10 no gaudeixen de traçats centrals ni transversals a la ciutat, com sí succeeix amb la L3, L2 i L5. Actualment la demanda de la línia 9 és de 50.000 viatgers diaris. (2) La taxa interna de retorn és la fórmula que integra la rendibilitat social i ambiental d'una inversió, i es calcula en funció dels costos constructius, de manteniment i la demanda de passatgers obtinguda. És el valor que utilitza l'Autoritat del Transport Metropolità per proposar les prioritats de les inversions del Pla Director d'Infraestructures. Font: PTP a partir d'ATM, PDI 2011-2020.

Figura 30. Comparació de les dues actuacions de més llargària del PDI a l'àrea central de Barcelona



	Quilòmetres de xarxa	Municipis	Inversió	Demanda esperada	Cost per quilòmetre	Cost per passatger
Xarxa tramvia Metro automàtic Línies 9 i 10	32,7 km en tronc central, quatre ramals i un enllaç	Badalona, Barcelona, Cornellà, Espplugues, l'Hospitalet, Sant Adrià, St. Feliu, St. Joan Despi i St. Just	800 milions d'euros	160.000 usuaris / dia 50 milions / any	24,46 milions/km (inclou reurbanització)	16 euros / viatger
L9	47,8 km en tronc central i quatre ramals	Badalona, Barcelona, l'Hospitalet, el Prat i Sta. Coloma	7.000 milions d'euros	320.000 usuaris / dia 100 milions / any	146,44 milions/km (sense reurbanització)	70 euros / viatger

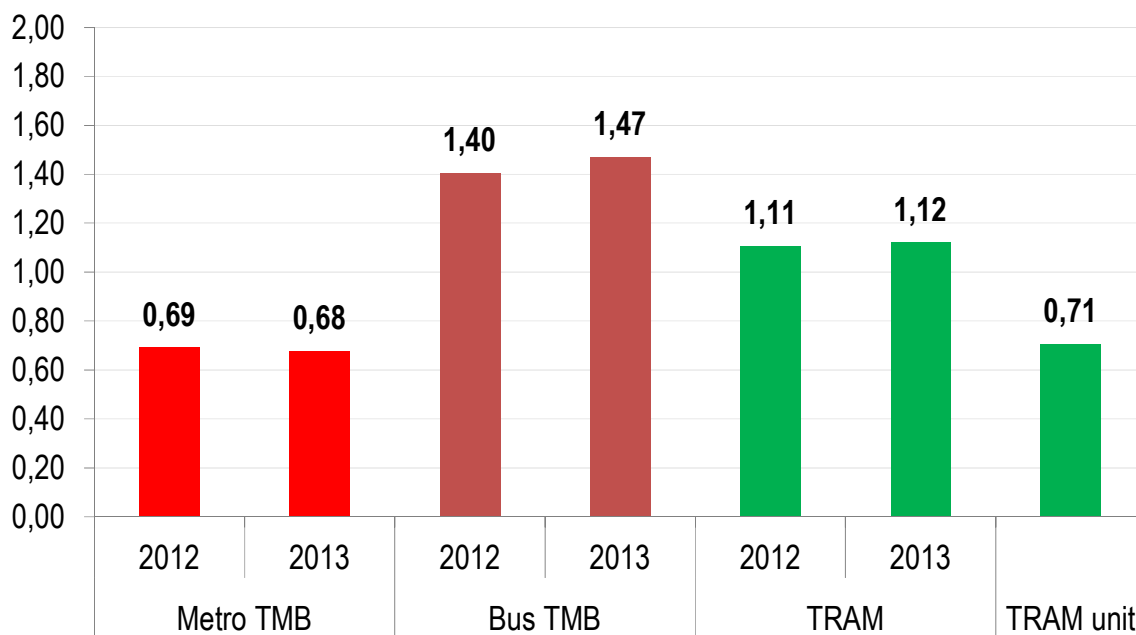
Font: elaboració pròpia PTP

4.2. EXPLOTACIÓ. La substitució de rues d'autobusos per una línia de tramvies també es econòmicament convenient

Els sistemes ferroviaris, com són el metro i el tramvia, tenen uns costos d'exploració superiors als sistemes d'autobús pel manteniment de via, catenària, senyalització i energia. L'autobús també requereix d'unes infraestructures viàries ben mantingudes, però aquestes tenen un manteniment menys complex i els seus costos són compartits amb la resta de sistemes de transport per carretera. Davant dels superiors costos d'exploració dels modes ferroviaris cal tenir present el següent:

- Els sistemes ferroviaris ofereixen més capacitat que els transports per carretera (a igual secció i velocitat comercial). Si el cost de manteniment es repercuteix a cada plaça oferta o cada viatger transportat els modes ferroviaris poden ser més econòmics que els de l'autobús, com succeeix a Barcelona.
- Els sistemes ferroviaris en via reservada, en oferir una velocitat comercial superior, tenen un menor cost d'exploració per vehicle-quilòmetre.

Figura 31. Costos de transportar un passatger en Metro TMB, Bus TMB o Tramvia a l'àrea metropolitana de Barcelona



Nota: Costos d'exploració i manteniment sense amortitzacions de material mòbil, ni inversió en infraestructura, ni despeses financeres. Font: Informes d'activitat TMB i dades TRAM

Com hem fet aquests càlculs?

Hem utilitzat un **criteri de comptabilitat comparable**. Els costos de manteniment d'un sistema de transport públic han d'incorporar, a més de l'operació de l'explotació i el manteniment d'infraestructures i material mòbil, les previsions d'amortització i les despeses financeres derivades de la inversió de la construcció i posada en marxa de la infraestructura. Però la comptabilitat d'aquests conceptes no sempre és comparable pel fet que s'utilitzen criteris i temps d'amortització i de còmput de les inversions d'infraestructura molt diferents. Aquests són els criteris emprats:

- **Consideració dels costos d'explotació i manteniment sense amortitzacions de material mòbil, inversió en infraestructura ni despeses financeres** pels següents motius:
 - Si els sistemes són els adequats a la demanda, les inversions necessàries per viatger en infraestructura i material mòbil són del mateix ordre de magnitud tant pel bus d'alt nivell de servei com pel tramvia (vegeu Figura 24, Figura 25 i Figura 26).
 - Les despeses financeres (cànon financers, rëntings, leasings, etc...) de cada sistema de transport depenen de decisions polítiques i econòmiques no relacionades amb la naturalesa del mitjà utilitzat.

Les despeses de funcionament de bus TMB abans d'amortitzacions poden consultar-se a la Figura 33, mentre que les del metro TMB es poden consultar a la Figura 34.

- **S'exclou la inversió en la infraestructura** pels següents motius:
 - Els sistemes de transport públic per carretera no compten la inversió de construcció i posada en marxa del tram dels carrers per on circulen, ja sigui de forma exclusiva o compartida.
 - Les úniques infraestructures ferroviàries que comptablement imputen part de la construcció de les seves infraestructures a les despeses d'explotació en format de cànon financer són les línies 9 i 10, així com el Trambaix i Trambesòs. La resta d'infraestructures ferroviàries han estat finançades a fons perdut des de l'inici de la construcció del metro als anys vint.
- Els costos de Metro TMB, Bus TMB i TRAM es corresponen als exercicis de 2012 i 2013. S'han comparat dos exercicis per assegurar que els costos es mantenen aproximadament constants. Pel que fa l'opció "TRAM unit" es parteix d'una previsió de demanda i de costos de futur.

A continuació s'ofereixen els càlculs de costos en funció de sis ràtios:

- Relatives a l'oferta:
 - **Cost per vehicle-quilòmetre (€)**. El que costa moure un vehicle de transport públic per cada quilòmetre. Procedeix de la divisió dels costos totals entre el total de quilòmetres comercials recorreguts pels vehicles del sistema. L'estructura de costos és creixent amb la capacitat, essent el bus més econòmic i el metro més car. Nota: al cas del Metro es considera vehicle-quilòmetre tot un tren-quilòmetre, considerant l'equivalència de 4,96 cotxes per tren.
 - **Cost per plaça- quilòmetre (€)**. Relativitza el cost de funcionament del transport públic a la capacitat que ofereix. Procedeix de la divisió dels costos totals entre les

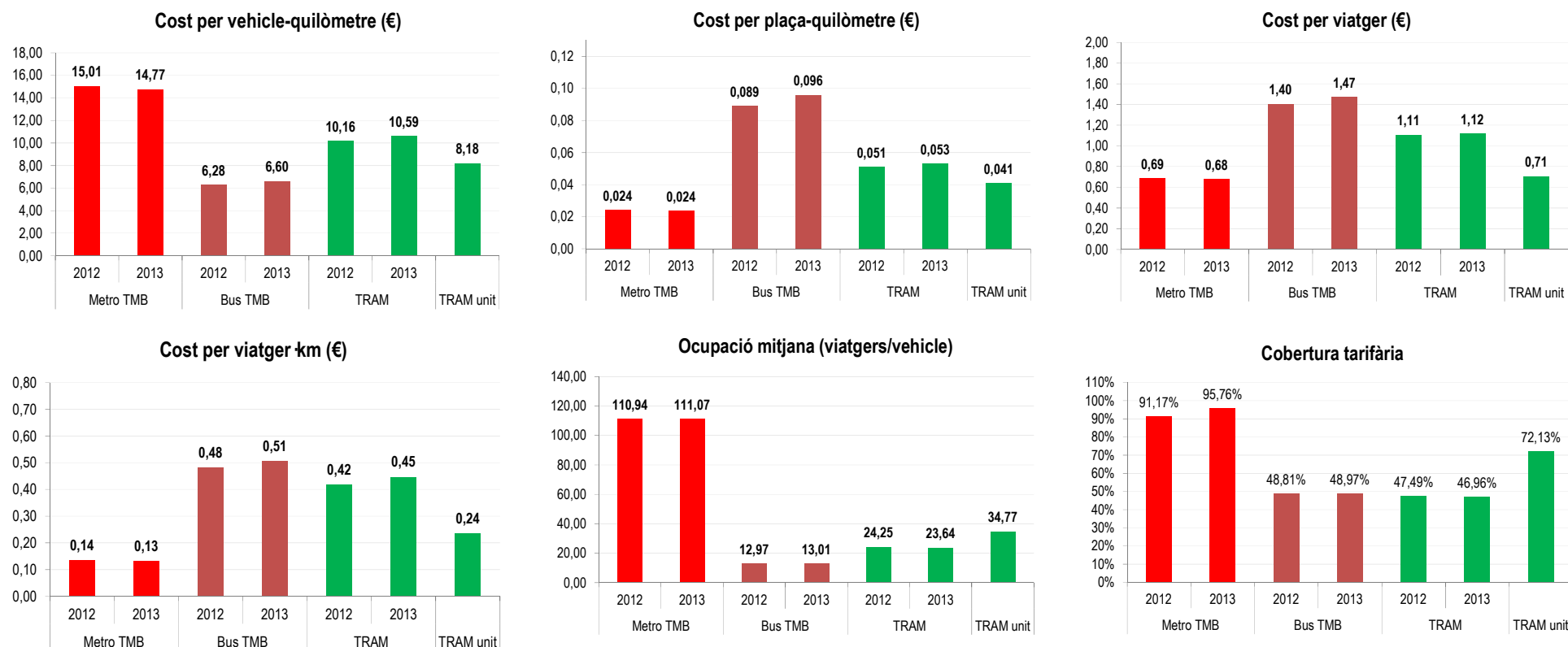
places-quilòmetres, calculades segons els criteris de capacitat dels vehicles exposats a la figura Figura 4. Al TRAM tota la flota és homogènia. Al Bus s'ha considerat la capacitat mitjana segons la composició de la flota i a Metro s'ha considerat la capacitat de cada línia segons el material mòbil utilitzat. L'estructura de costos és decreixent amb la capacitat, essent el metro més econòmic i el bus més car.

- Relatives a la demanda:
 - **Cost per viatger (€).** Relativitza el cost de funcionament del transport públic al nombre d'usuaris totals. Permet conèixer quant costa transportar cada persona segons el mitjà emprat. Tots els desplaçaments compten igual, al marge de la distància que recorrin. L'estructura de costos és decreixent amb la capacitat, essent el metro més econòmic i el bus més car. El gran increment de demanda en pocs quilòmetres que aconsegueix la connexió dels tramvies per la Diagonal dona un cost per viatger pràcticament tan baix com el del Metro.
 - **Cost per viatger-quilòmetre (€).** Relativitza el cost de funcionament del transport públic als quilòmetres recorreguts pels usuaris. Permet conèixer quant costa transportar cada persona durant un quilòmetre. L'estructura de costos és decreixent amb la capacitat, essent el metro més econòmic i el bus més car. La connexió dels tramvies per la Diagonal incrementa la distància recorreguda per molts usuaris, fent que el cost per viatger-quilòmetre sigui pràcticament tan baix com el del Metro.
 - **Ocupació mitjana (passatgers/vehicle).** Permet saber quina és la càrrega mitjana d'un vehicle de transport públic, tenint en compte totes les hores i dies en servei comercial. Aquesta xifra permet fer les comparatives ambientals dels transports a través de les ocupacions reals dels mateixos. La despesa energètica i els costos d'operar un vehicle, dividits per l'ocupació mitjana, donen coneixement del consum energètic i cost per viatger. Les ocupacions mitjanes són creixents amb la capacitat dels vehicles: 13 a l'autobús TMB, 24 al tramvia i 111 al metro TMB. La connexió dels tramvies actuals per la Diagonal incrementa substancialment l'ocupació del TRAM fins als 35 passatgers, contribuint a reduir l'impacte energètic i cost per cada viatger.
 - **Cobertura tarifària (%).** Relaciona el nivell d'ingressos per venda de bitllets amb els costos de funcionament. Aquesta ràtio permet conèixer quina part del cost d'explotació ha de procedir de la subvenció directa. Generalment cap línia de transport públic cobreix les seves necessitats operatives amb ingressos per venda de bitllets. La connexió dels tramvies actuals per la Diagonal incrementa substancialment la cobertura, que passa del 47% al 72%, una xifra espectacular tenint en compte només són 3,8 km nous de línia.

Per fer aquest càlcul s'utilitza la informació de Transmet Xifres de l'ATM, on figuren els ingressos via tarifa (recaptació) per a cada mitjà de transport, i que poden consultar-se a la Figura 35.

Figura 32. Ràtios econòmiques d'exploatació del metro TMB, bus TMB i tramvia sense amortitzacions, inversions ni despeses financeres

		Oferta			Demanda					Ràtios				
		Despesa (€)	Veh km	Places km	Passatgers	Pax km	Ocupació mitjana (pass./vehicle)	Captació (pass./km)	Ingressos tarifaris	Cost/veh km	Cost/plaça km	Cost/viatge	Cost/viatger km	Cobertura
Metro TMB	2012	257.751.000	17.169.609	10.705.315.113	373.500.000	1.904.850.000	110,94	21,75	234.990.000	15,01	0,02	0,69	0,14	91,17%
	2013	250.808.000	16.985.084	10.612.916.624	369.900.000	1.886.490.000	111,07	21,78	240.170.000	14,77	0,02	0,68	0,13	95,76%
Bus TMB	2012	252.638.000	40.254.160	2.830.933.883	180.000.000	522.000.000	12,97	4,47	123.320.000	6,28	0,09	1,40	0,48	48,81%
	2013	269.119.000	40.781.080	2.809.699.224	182.960.000	530.584.000	13,01	4,49	131.780.000	6,60	0,10	1,47	0,51	48,97%
TRAM	2012	26.194.000	2.577.267	515.453.400	23.700.000	62.500.000	24,25	9,20	12.440.000	10,16	0,05	1,11	0,42	47,49%
	2013	26.662.000	2.517.319	503.463.800	23.800.000	59.500.000	23,64	9,45	12.520.000	10,59	0,05	1,12	0,45	46,96%
TRAM unit		37.431.000	4.573.228	914.645.600	53.000.000	159.000.000	34,77	11,59	27.000.000	8,18	0,04	0,71	0,24	72,13%



Nota: Costos d'exploatació i manteniment sense amortitzacions de material mòbil ni inversió en infraestructura ni despeses financeres. Vehicle = bus o tren. Font: Informes d'activitat TMB i dades TRAM

Figura 33. Informe de gestió de Transports de Barcelona (TB) (bus de TMB) de l'any 2013

Compte de pèrdues i guanys (en milers d'euros)		(1)	(2)	Diferència	
		Any 2013	Any 2012	(1) - (2)	(%)
A) OPERACIONS CONTINUADES	Ingressos				
	Vendes	131.777	125.161	6.616	5,3
	Comissions i ràpels	-9.718	-8.064	-1.654	20,5
	Ingressos accessoris	5.855	8.927	-3.072	-34,4
	Ingressos pla de pensions	697	1.686	-989	-58,7
	Subvencions especials	6.599	6.340	259	4,1
	Subvencions al servei	164.442	147.163	17.279	11,7
	Total ingressos	299.652	281.212	18.440	6,6
	Despeses d'exploatació				
	Aprovisionaments	9.196	9.400	-203	-2,2
	Electricitat/carburants	25.678	24.005	1.673	7,0
	Personal	199.575	189.228	10.346	5,5
	Aportació al Sistema Complementari de Pensions:				
	Sist. Complement. de Pensions Contingència Jubilació	697	1.686	-989	-58,7
	Sist. Complement. de Pensions Contingència Risc	0	0	0	
	Servis exteriors	34.285	32.676	1.609	4,9
	Tributs	441	445	-4	-0,8
	Variacions de les provisions	-793	-4.668	3.876	
	Resultat per vendes d'immobilitzat	40	-134	174	
	Total despeses abans d'amortitzacions	269.119	252.638	16.482	6,5
	Amortitzacions	33.013	33.205	-192	-0,6
	Subv. en capital imputada a pèrdues i guanys	-6.842	-6.776	-66	1,0
	Amortització neta	26.171	26.429	-259	-1,0
	Total despeses d'exploatació	295.290	279.067	16.223	5,8
	Despeses financeres				
	Desp. financ. per no liquidació del dèficit	0	0	0	
	Desp. financ. estructurals (inclou lísing)	4.362	2.131	2.231	104,7
	Total despeses financeres	4.362	2.131	2.231	104,7
	Resultat total abans d'impostos	0	14	-14	-100,0
	Impost sobre societats	0	-14	14	-100,0
	Resultat de l'exercici procedent d'operacions continuades (després d'impost sobre societats)	0	0	0	
B) OPERACIONS INTERROMPUDES	Resultat de l'exercici procedent d'operacions interrompudes (després d'impost sobre societats)	0	0	0	
RESULTAT DE L'EXERCICI		0	0	0	

Dades de la xarxa a 31 de desembre de 2013	Total	Dades de la flota a 31 de desembre de 2013	Núm. vehicles
Nombre de línies	102	Autobusos estàndards	630
Longitud de la xarxa (km)	878,98	Propulsats amb gasoil	254
Nombre de parades	2.562	Propulsats amb GNC	281
Marquesines	1.337	Híbrids amb motor dièsel i elèctric	93
Pals de parada	1.225	Híbrids amb motor GNC i elèctric	1
Quilòmetres de carril bus	151,40	Propulsats únicament amb motor elèctric	1
		Autobusos articulats	286
		Propulsats amb gasoil	157
		Propulsats amb GNC	129
		Midibusos	25
		Propulsats amb gasoil	24
		Híbrids amb motor dièsel i elèctric	1
		Minibusos (propulsats amb gasoil)	47
		Autobusos de 2 pisos (propulsats amb gasoil)	67
		Autobusos jardineria (propulsats amb gasoil)	7
		Autobusos biarticulats (híbrids amb motor dièsel i elèctric)	3
		Total flota	1.065

(a) No inclou les línies especials de Bus Turístic ni el Tramvia Blau ni tampoc les línies 80, 81, 82 i 83 contractades a Sagalés.

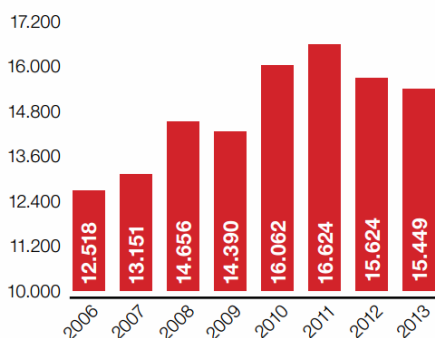
Font: Transports Metropolitans de Barcelona

Figura 34. Informe de gestió del Ferrocarril Metropolità de Barcelona (FMB) (metro de TMB) de l'any 2013

Compte de pèrdues i guanys (en milers d'euros)			(1)	(2)	Diferència	
			Any 2013	Any 2012	(1) - (2)	(%)
A) OPERACIONS CONTINUADES	Ingressos	Vendes	240.172	240.690	-518	-0,2
		Comissions i ràpels	-2.548	-2.845	297	-10,4
		Ingressos accessoris	15.366	16.616	-1.250	-7,5
		Ingressos pla de pensions	405	943	-538	-57,1
		Subvencions especials	3.195	3.108	87	2,8
		Subvencions al servei	50.967	52.017	-1.050	-2,0
		Subvencions al Servei per rènting trens i cànons L9/10	125.866	125.615	251	0,2
		Total ingressos	433.422	436.144	-2.721	-0,6
	Despeses d'exploració	Aprovisionaments	6.784	7.734	-950	-12,3
		Electricitat/carburants	29.350	31.498	-2.148	-6,8
		Personal	164.423	155.213	9.210	5,9
		Aportació al Sistema Complementari de Pensions:	405	943	-538	-57,1
		Sist. Complementari de Pensions Contingència Jubilació	0	0	0	
		Sist. Complementari de Pensions Contingència Risc	405	943	-538	-57,1
		Serveis exteriors	180.908	187.498	-6.590	-3,5
		Tributs	223	149	75	50,1
		Variacions de les provisions	818	493	325	66,0
		Resultat per vendes d'immobilitzat	514	108	406	376,7
		Resultat per venda de Mercat Nou	-6.752	0	-6.752	
		Total despeses abans d'amortitzacions	376.673	383.636	-6.962	-1,8
		Amortitzacions	39.938	43.894	-3.956	-9,0
		Subv. en capital imputada a pèrdues i guanys	-5.439	-6.798	1.359	-20,0
		Amortització neta	34.499	37.096	-2.597	-7,0
Total despeses d'exploració	411.172	420.732	-9.559	-2,3		
Despeses financeres	Despeses financeres per sanejament CP	11.559	12.085	-526	-4,4	
	Despeses financeres estructurals (inclou leasing)	3.939	3.289	649	19,7	
Total despeses financeres	15.498	15.374	123	0,8		
Resultat total abans d'impostos			6.752	38	6.715	
Impost sobre societats			-324	-38	-286	
Resultat de l'exercici procedent d'operacions continuades (després d'impost sobre societats)			6.428	0	6.428	
B) OPERACIONS INTERROMPUDES	Resultat de l'exercici procedent d'operacions interrompudes (després d'impost sobre societats)		0	0	0	
RESULTAT DE L'EXERCICI			6.428	0	6.428	

Nota: Dins dels serveis exteriors s'inclouen en concepte de rènting de trens 72.964.000 euros de l'any 2013 i 75.871.000 euros de l'any 2012. També l'any 2013 hi ha inclosos 52.901.000 euros de cànons de la línia 9/10 i, pel mateix concepte, 49.744.000 euros l'any 2012.

Evolució de les places-km ofertes (Milions)



Línia	2013	2012	Diferència	%
L1	18.012,69	17.584,72	427,97	2,43
L2	11.249,44	12.132,20	-882,76	-7,28
L3	16.638,25	16.658,73	-20,48	-0,12
L4	13.482,84	13.319,87	162,97	1,22
L5	16.887,89	17.129,80	-241,91	-1,41
L9 /L10	7.617,41	7.992,95	-375,54	-4,70
L11	414,76	411,91	2,85	0,69
Total	84.303,28	85.230,19	-926,91	-1,09

Font: Transports Metropolitans de Barcelona

Figura 35. Transmet xifres 2013

	Línies	Longitud xarxa (km)	Vehicles-km (milions)	Δ13/12 (%)	Viatges (milions)	Δ13/12 (%)	Recaptació (M€)
Metro	7	102,6	84,3	-1,1%	369,9	-1,0%	240,17
Transports de Barcelona	102	879,0	40,8	1,3%	183,0	1,7%	131,78
Total TMB	109	981,6	125,1	-0,3%	552,9	-0,1%	371,95
FGC	2	143,9	30,5	-3,0%	75,5	0,6%	68,27
Rodalies de Catalunya (Renfe)	6	456,4	106,5	-0,2%	105,1	-0,8%	136,35
Tramvia Metropolità	6	29,1	2,5	-2,5%	23,8	0,5%	12,52
Autobusos AMB (gestió indirecta)	106	1.292,6	36,4	-0,7%	74,6	1,6%	75,86
Autobusos DGTM (Generalitat)	352	10.251,4	39,7	0,8%	30,2	1,8%	38,61
Altres autobusos urbans	120	1.045,2	13,1	-2,3%	38,1	-1,6%	20,02
TOTAL	700	14.200,1	353,7	-0,5%	900,1	0,0%	723,59

Font: ATM

Amb les xifres d'exploració a la mà, i inversions i despeses financeres a banda, es pot concloure el següent:

- Amb elevades demandes és més rendible operar tramvies que autobusos TMB. L'oferta d'un tramvia senzill equival a un mínim de dos autobusos articulats i tres estàndard; amb uns costos d'exploració tramviaria de 8,20 €/km front els 13,20-19,80 €/km dels autobusos equivalents. La tranviarització suposarà **un estalvi de nombre de costos en relació a la capacitat oferta del 38% - 58%**. Aquest estalvi pot generar importants sinèrgies de millora per al transport públic de Barcelona, ajudant a repartir recursos actualment concentrats a la Diagonal per la resta dels barris.
- De mitjana, els tramvies de Barcelona ja són més econòmics que l'autobús per cada plaça oferta, passatger transportat i passatger-quilòmetre transportat. Aquesta economia s'incrementa notablement amb la interconnexió de xarxes.

Figura 36. Costos del tramvia, respecte l'autobús de TMB

Costos 2013 Dades en euros (€)	Oferta: Cost veh km	Oferta: Cost Veh km equivalent	Oferta: Cost plaça km	Demanda: Cost per viatger	Demanda: Cost per viatger-km
Metro TMB	14,77	--	0,02	0,68	0,13
Bus TMB	6,60	13,20-19,80 (2 o 3 busos)	0,10	1,47	0,51
TRAM actual	10,59	10,59	0,05	1,12	0,45
TRAM connectat	8,18	8,18	0,04	0,71	0,24
Estalvi Tram actual	+60,5%	-20%, -46%	-44,7%	-23,8%	-11,7%
Estalvi Tram connectat	+24,0%	-38%, -58%	-57,3%	-52,0%	-53,6%

Font: elaboració pròpia PTP

Quin estalvi econòmic podria generar el tramvia a la Diagonal a la xarxa global?

La lògica econòmica i operativa d'aquest enllaç tramviari és substituir autobusos col·lapsats (a bord) i en rua (en explotació) en un marc d'operacions de millora del transport públic global, destinant els cotxes de TMB a altres línies i barris en comptes de suprimir-los. Aquest hauria de ser l'escenari òptim per a Barcelona, atès que s'està desenvolupant una nova xarxa d'autobús (NXB) en el marc del PMU (Pla de Mobilitat Urbana) que necessita incrementar la dotació de vehicles.

A continuació es fa una hipòtesi de serveis TRAM + BUS a la Diagonal o als seus voltants on es fa balanç de la capacitat oferta, els passos per hora necessaris, i els costos d'explotació:

Figura 37. Autobusos de la Diagonal l'any 2005 i demandes

Línia	Demanda (viatgers en dia feiner)	Llargària total del recorregut (km)	Llargària de recorregut a la zona d'estudi	% de llargària de recorregut
6	9.000	16,35	4	24%
7	25.000	21,27	10	47%
15 (avui H8)	23.000	18,07 (avui 24,50)	2	11%
33	21.000	21,86	6	27%
34	17.000	23,78	4	17%
67	11.000	25,51	3	12%
68	12.000	25,52	3	12%

Font: Lussich, Marina (2005). Anàlisi coste-benefici de implantar el tramvia en el tramo central de la avenida Diagonal entre plaza Francesc Macià y plaza de Glòries. PTP

Criteris de canvi de servei plantejats per la PTP

Els objectius són millorar la velocitat comercial i ampliar la capacitat del sistema de transport públic en termes generals, dins i fora de la Diagonal. Per aquest motiu es consideren les següents estratègies:

- Incrementar les places-km del sistema global de transport públic
- Reduir els vehicles-km dins la Diagonal
- Reduir els passos per hora (freqüència) dins la Diagonal, per evitar l'efecte acordió, amb una proposta de reordenació d'autobusos que reparteixi millor l'oferta de servei pels barris
- Racionalitzar l'explotació de la Diagonal i reduir-ne els costos.

L'estratègia plantejada inclou l'ús del tramvia i de l'autobús.

CRITERIS DE SERVEI PER AL TRAMVIA. Interconnexió dels dos tramvies: Trambaix i Trambesòs. El servei reforçat que necessita la Diagonal es calcula des dels extrems actuals, no únicament entre F.Macià i Glòries. Això implica un fort increment de servei a la zona T4-Trambesòs entre Glòries i Estació de Sant Adrià i en menor escala a la zona del Trambaix.

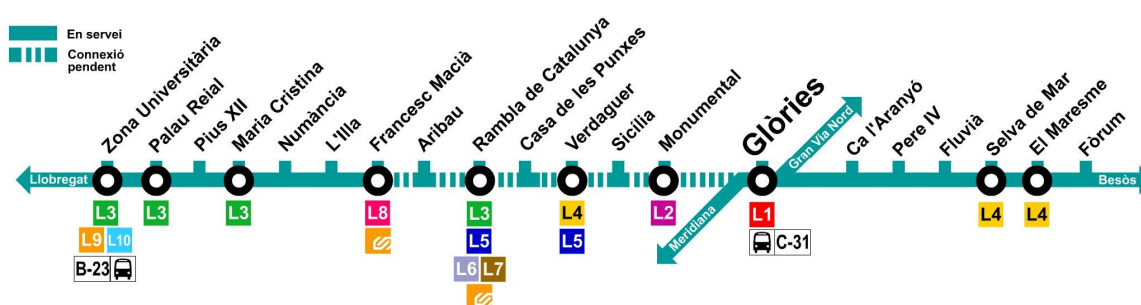


Figura 38. Possibilitats d'interval i nombres de línies d'acord amb els cicles semafòrics actuals de la Diagonal

Cicle semafòric Diagonal	Interval mínim del tramvia (cas ideal: emprar un cicle de cada dos)	Nombre de línies
90 segons (1,5 min)	3 minuts	1 línia cada 3 minuts 2 línies cada 6 minuts 3 cada 9 minuts 4 línies cada 12 minuts
120 segons (2 min)	4 minuts	1 línia cada 4 minuts 2 línies cada 8 minuts 3 línies cada 12 minuts

Font: elaboració pròpia PTP

El replantejament de freqüències a les actuals xarxes de Trambaix i Trambesòs serà un aspecte a tenir en compte, ja que existeixen moltes possibilitats per operar la nova connexió:

- **Perllongar el Trambaix a Glòries i orientar el Trambesòs cap a Ciutadella.** Les línies passants per la Diagonal serien la T1, T2 i T3 o la T2 (fusionada amb la T1) i T3; mentre que les línies T4 i T5 connectarien l'Estació de Sant Adrià amb l'intercanviador d'Arc de Triomf (o Urquinaona) i Badalona (Gorg) amb el litoral respectivament. L'interval per línia seria entre 6 i 8 minuts.
- **Perllongar la T4 del Trambesòs a Ernest Lluch i la T2 i T3 del Trambaix a Glòries.** Les línies passants per la Diagonal serien la T2, T3 i T4. Aquesta opció unificar les línies T1 i T2 unificades. La línia T5 faria la connexió Gorg – Ciutadella. L'interval de pas de cadascuna d'aquestes línies seria de 9 minuts.
- **Perllongar la T4 del Trambesòs a Ernest Lluch i la T1, T2 i T3 del Trambaix a Glòries.** Les línies passants per la Diagonal serien la T1, T2, T3 i T4. La línia T5 faria la connexió Gorg – Ciutadella. L'interval de pas de cada línia seria de 12 minuts.

CRITERIS DE SERVEI PER A L'AUTOBÚS. Remodelació integral del servei avançant cap al model de nova xarxa de bus del PMU. Per unificar la planificació del PMU i del Pla Director d'Infraestructures de l'ATM es planteja permutar la línia d'autobús D30 per la connexió Trambaix – Trambesòs. A més, cal estudiar què fer amb la segona línia d'autobús troncal que l'NXB preveu a la Diagonal, l'H8. El que es determini en aquest aspecte pot condicionar la secció constructiva més òptima (vegeu apartat 8)

Figura 39. Possibles estratègies d'integració de la línia H8

Via de circulació H8	Un sentit	Els dos sentits
Per la Diagonal	<ul style="list-style-type: none"> • Per la plataforma tramviària (Diagonal). Cal complir uns requeriments tècnics (vegeu apartat 7.2.2) 	
Per un traçat més ortogonal	<ul style="list-style-type: none"> • Pel carril bus/taxi • Per la xarxa viària 	

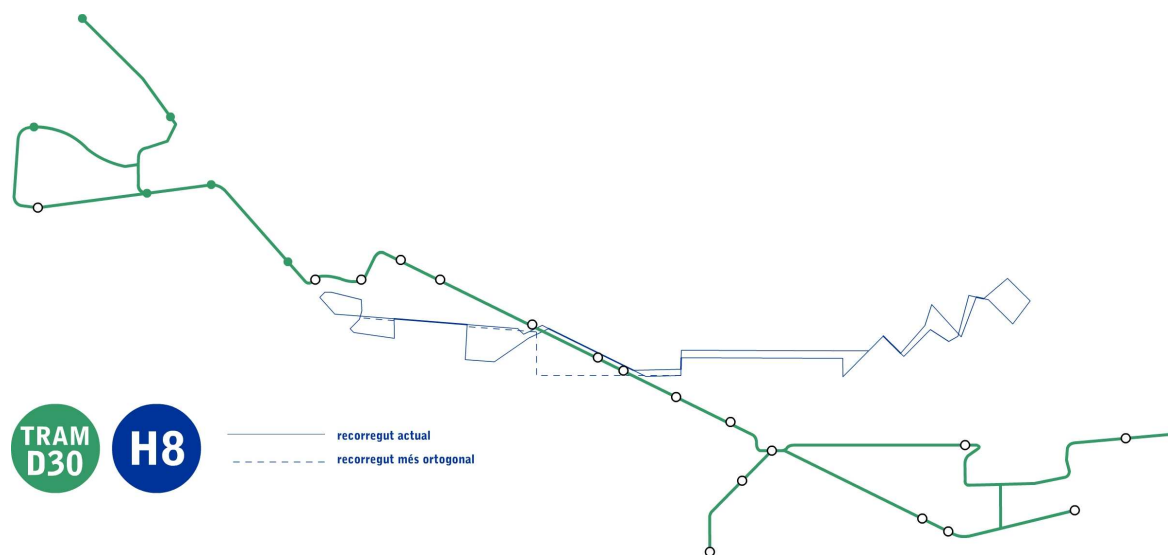
Font: elaboració pròpia PTP

Figura 40. Les 28 línies inicialment projectades sobre la nova xarxa bus (NXB) del PMU



Font: Agència d'Ecologia Urbana

Figura 41. Línies troncales per la Diagonal previstes al PMU: D30 i H8



Font: elaboració pròpia PTP

Es planteja una hipòtesi A, de transició, i una hipòtesi B, de plena assumció del PMU. A continuació d'exposen els criteris de remodelació de la xarxa de bus, línia a línia:

Línies troncal de la Diagonal

- **Línia 7:** Zona Universitària – Diagonal Mar, recorre la Diagonal entre Zona Universitària i Balmes/Passeig de Gràcia i entre Glòries i Fòrum, fent el tram central pel parell Balmes / Passeig de Gràcia i per Gran Via. És la sisena línia més important de TMB en termes de demanda, després de l'H6. Es planteja **suprimir** la línia perquè els seus trams al llarg de la Diagonal quedarien coberts pel tramvia, que reduiria dràsticament els temps de viatge entre Francesc Macià i Glòries (per velocitat comercial i per menor recorregut). Els trams de la Gran Via i passeig de Gràcia queden ben coberts amb les línies H12 i V17 respectivament.
- **Línia 34:** Sarrià – Virrei Amat. Recorre la Diagonal entre l'Avinguda de Sarrià i Verdguer. Es proposa **mantenir provisionalment** aquesta línia (hipòtesi A) fins que l'aplicació de l'NXB la faci desaparèixer. Mantindria un recorregut coincident amb el tramvia degut a la importància de la línia mentre no s'implementi al complet l'NXB. El seu servei podria reforçar-se amb autobusos articulats, atès que ja van ser efectuades les modificacions de recorregut a la zona de Sarrià, on antigament s'obligava la línia a circular amb vehicles estàndard tot i l'elevada demanda del corredor. Caldria compartir recorregut amb el tramvia o amb un traçat ortogonal proper a l'avinguda Diagonal.
- **Línia 33:** Zona Universitària – Verneda. Comparteix recorregut amb la línia 34 entre Av. Sarrià i el Clot. Es podria **suprimir** en favor d'una línia 34 potenciada, ja que el tram Verdguer – Zona Universitària es podrà recórrer amb tramvia i el tram Verdguer – Verneda fa el mateix itinerari que l'H10.
- **Línia 6:** Passeig Manuel Girona – Poblenou. Utilitza la Diagonal entre Av. De Sarrià i Verdguer, com fa la línia 34. Principalment aporta la connexió de la Diagonal amb el centre del Poblenou. Es proposa **mantenir provisionalment** aquesta línia (hipòtesi A) com a línia Pg. de Gràcia – Poblenou o Verdguer - Poblenou; per assumir les parades de la línia 7 entre Diagonal-Passeig de Gràcia i Pl. Tetuan convertint-se en un autobús de connexió del Poblenou amb el centre de Barcelona.
- **Línia H8:** Camp Nou – La Maquinista. Es correspon amb l'antiga línia 15. És la tercera línia més important de TMB en termes de demanda, i única de nova xarxa que discorre per la Diagonal a més de la projectada línia D30 (a executar amb tramvia). El seu servei només utilitza la Diagonal en un 22% del seu recorregut, entre Francesc Macià i Verdguer. En tractar-se d'una línia de la nova xarxa es proposa **mantenir definitivament**, bé compartint recorregut amb el tramvia o amb un traçat ortogonal pel parell Còrsega / Rosselló i Urgell / Villarroel, amb enllaços a Verdguer i Francesc Macià..

Línies que recorren parcialment el tram central de la Diagonal:

- **Línia V15:** Vall d'Hebron – Barceloneta. Es correspon amb les antigues línies 16 i 17. En direcció a Vall d'Hebron utilitza el carril bus de la Diagonal sentit Llobregat entre Pg. de Gràcia i Via Augusta. La recent reforma parcial de la Diagonal ha fet que aquesta línia

entorpeixi els autobusos troncal 6, 7, 33 i 34 quan espera el semàfor de gir cap a la Via Augusta. Es recomana **no barrejar aquesta línia amb el tramvia** i possiblement les línies 34 i H8 de la plataforma segregada de la Diagonal, per no excedir els passos per hora màxims. Es pot habilitar un carril bus-taxi diferencial a aquest tram de la Diagonal o optar per un recorregut alternatiu.

- **Línies 22, 24 i V17 sentit Plaça Catalunya.** Aquest feix de línies utilitzen el carril bus de la Diagonal en sentit Besòs entre la Via Augusta i el Passeig de Gràcia. Es recomana **no barrejar aquesta línia amb el tramvia** i possiblement les línies 34 i H8 de la plataforma segregada de la Diagonal. Es pot habilitar un carril bus-taxi diferencial a aquest tram de la Diagonal o optar per un recorregut alternatiu.
- **Línia 14:** Vila Olímpica – Bonanova. S'incorpora molt puntualment a la Diagonal per passar del carrer Calvet a Villarroel en sentit Vila Olímpica. Actualment no utilitza cap tram de carril bus a la Diagonal.
- **Línia 27:** Plaça Espanya – Roquetes. És la línia de TMB amb més vehicles simultàniament en servei. Recorre la Diagonal només en un sentit, cap a Plaça d'Espanya, entre Balmes i Francesc Macià. Es recomana **no barrejar aquesta línia amb el tramvia** i possiblement les línies 34 i H8 de la plataforma segregada de la Diagonal, per no excedir els passos per hora màxims. Es recomana habilitar un carril bus en direcció contrària a travessera de Gràcia unificant l'anada i tornada d'aquesta línia sobre un mateix carrer.
- **Línia 32:** Estació de Sants – Roquetes. Mateixa situació de partida que la línia 27 i mateixa solució a proposar.
- **Línia 63:** Sant Just – Universitat. Al tram central de la Diagonal circula en un curt tram, únicament entre Francesc Macià i Villarroel en sentit Pl. Catalunya, i Casanova en sentit Cornellà. Actualment només utilitza el carril bus de pujada, entre Casanova i Francesc Macià. El tram més útil d'aquesta línia es entre la plaça de Pius XII, la creu de Pedralbes i Sant Just, coincidint amb la línia 78 entre la Plaça de Pius XII i Esplugues. Es proposa **remodelar el recorregut per l'Eixample** per fer-lo coincidir amb el 78 i coordinar-les per oferir millor freqüència en l'eix descrit, passant a efectuar el recorregut Estació de Sants – Numància – Pius XII – Creu de Pedralbes – Esplugues. Deixaria d'utilitzar el curt tram de la Diagonal al tram central.
- **Línia 67:** Pl. Catalunya – Cornellà. Aquesta línia va veure fortament laminada la seva demanda com a conseqüència de la posada en marxa del Trambaix, al 2004. Temps després aquesta línia i la 68 foren objecte d'una reestructuració per no solapar-se entre elles ni amb el tramvia. Al tram central de la Diagonal circula en un curt tram, únicament entre Francesc Macià i Villarroel en sentit Pl. Catalunya, i Casanova en sentit Cornellà. Actualment només utilitza el carril bus de pujada, entre Casanova i Francesc Macià. Es recomana traslladar cap al carrers Urgell si s'efectua la proposta de canviar de sentit l'Av. De Sarrià i el tram proper a F. Macià del C. Urgell. Aquesta línia pot cobrir parcialment el grup de parades de la línia 7 entre Zona Universitària i Francesc Macià en la seva connexió cap al centre ciutat.

A continuació es quantifica l'efecte d'aquestes propostes de TRAMVIA i d'AUTOBÚS als següents aspectes:

- **Variació de capacitat a les línies troncal de la Diagonal**, en places per hora i per franja horària
- **Passos per hora (freqüència de pas) a les línies troncal de la Diagonal**, en expedicions per hora i per franja horària
- **Variació dels costos d'explotació** del tramvia i de les línies de bus troncal de la Diagonal

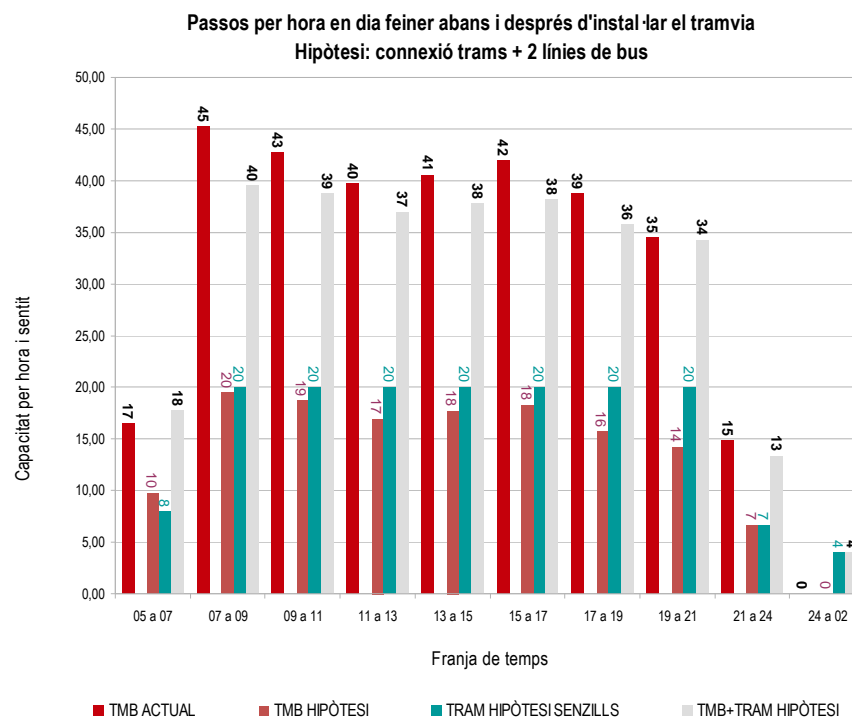
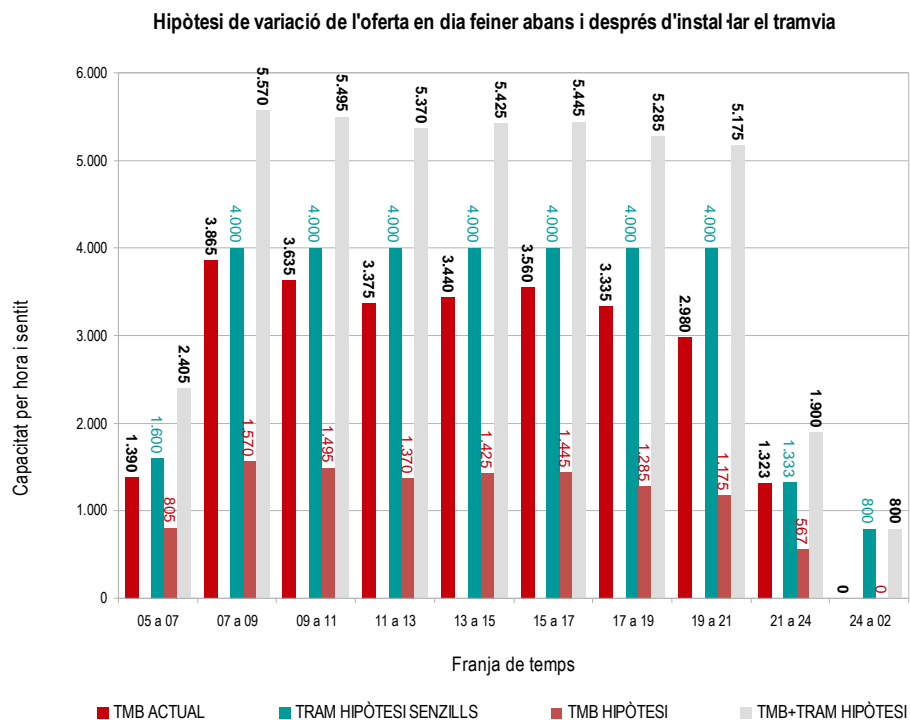
Tots aquests càlculs es fan en funció de dos hipòtesis:

- Hipòtesi A o de transició: Hipòtesi: manteniment de dues línies de bus parcialment paral·leles: H8 i 34, reconfiguració línia 6 Verdaguier-Poblenou i conversió a NXB de les línies 7 i 33.
- Hipòtesi B o d'assumpció íntegra del PMU:
- manteniment d'una línia de bus parcialment paral·lela: H8, i conversió a NXB de les línies 6, 7, 33 i 34.

NOTA: els balanços econòmics fan comparant un escenari de servei futur amb l'explotació actual, consistent en una xarxa d'autobusos de múltiples línies i dues xarxes de tramvia operatives, Trambaix i Trambesòs.

Figura 42. Hipòtesi A: Variació de la capacitat i dels passos per hora amb la implantació de tramvies simples.

Hipòtesi: manteniment de dues línies de bus parcialment paral·leles: H8 i 34, reconfiguració línia 6 Verdaguier-Poblenou i conversió a NXB de les línies 7 i 33.

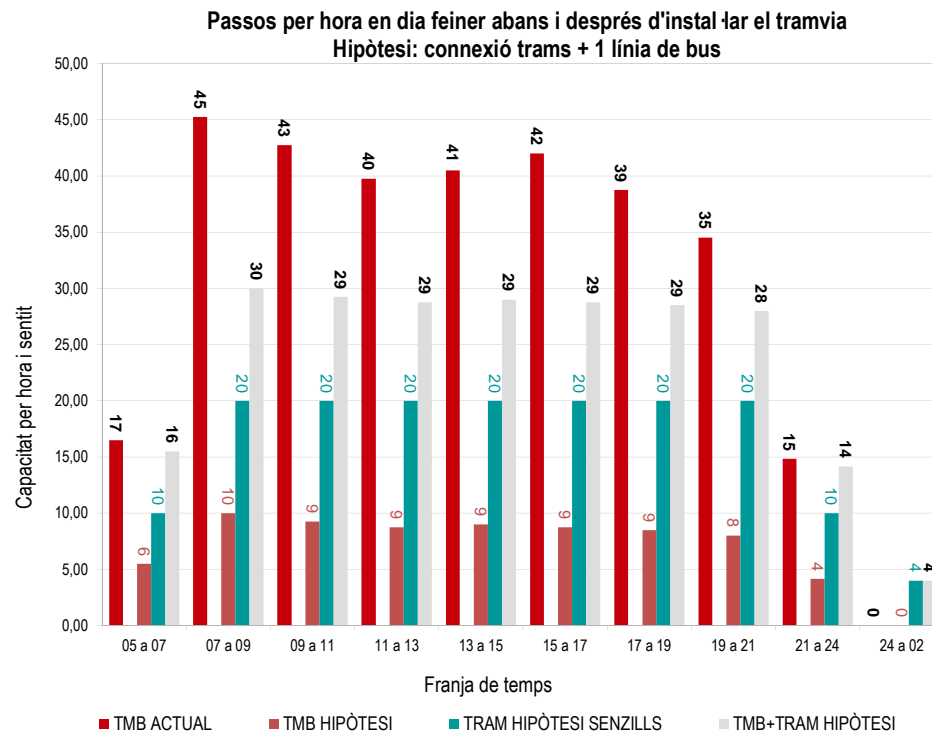
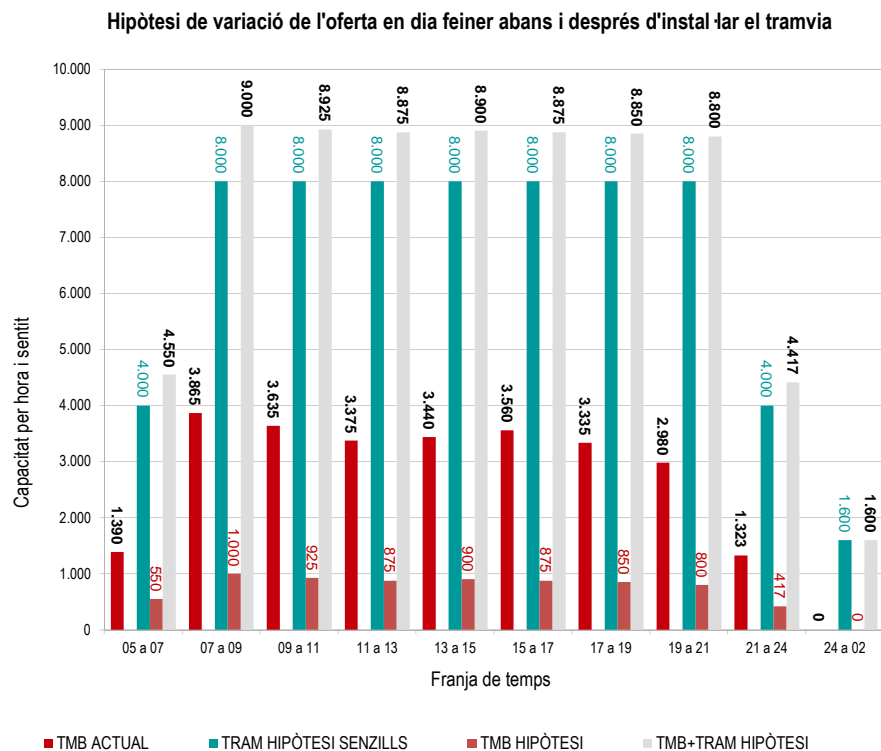


Nota: es considera un nivell de servei de tramvia equivalent al l'actual, amb funcionament de 05 a 02 en divendres i vigília de festiu; uns intervals de pas de 3 minuts (12 per línia) en dia feiner, 5,6 de promig en dissabte i 10 minuts en diumenges i festius. A TMB se li ha mantingut l'oferta actual a les línies H8 i 34.

Font: elaboració pròpia PTP

Figura 43. Hipòtesi B: Variació de la capacitat i dels passos per hora amb la implantació de tramvies dobles.

Hipòtesi: manteniment d'una línia de bus parcialment paral·lela: H8, i conversió a NXB de les línies 6, 7, 33 i 34.



Nota: es considera un nivell de servei de tramvia equivalent al tramvia actual, amb funcionament de 05 a 02 en divendres i vigília de festiu; amb uns intervals de pas de 3 minuts (12 per línia) en dia feiner, 5,6 minuts de promig en dissabte i 10 minuts en diumenges i festius.. A TMB se li ha mantingut l'oferta actual a la línia H8.

Font: elaboració pròpia PTP

Figura 44. Hipòtesi A: Variació dels costos d'exploració tramviàries i d'autobús a l'entorn de la Diagonal

Hipòtesi: manteniment de dues línies de bus parcialment paral·leles: H8 i 34, reconfiguració línia 6 Verdaguier-Poblenou i conversió a NXB de les línies 7 i 33.

Oferta BUS actual en vehicles-km	Dies a l'any	6	7	33	34	H8	Per sentit
FEINERS	178	144.059,85	240.414,81	265.566,21	283.600,28	322.714,00	1.256.355,15
DISSABTES	50	24.116,25	40.413,00	39.348,00	45.182,00	58.800,00	207.859,25
FESTIUS	64	18.835,20	38.115,84	22.034,88	24.350,72	48.608,00	151.944,64
FEINERS NO ESCOLARS	73	59.080,73	98.597,09	108.911,99	116.307,98	119.382,38	502.280,15
ANY	365	246.092,03	417.540,74	435.861,08	469.440,98	549.504,38	2.118.439,19

Oferta BUS actual en places-km	Dies a l'any	6	7	33	34	H8	Per sentit
FEINERS	178	8.643.591,00	24.041.481,00	26.556.621,00	17.016.016,80	32.271.400,00	108.529.109,80
DISSABTES	50	1.446.975,00	4.041.300,00	3.934.800,00	2.710.920,00	5.880.000,00	18.013.995,00
FESTIUS	64	1.130.112,00	3.811.584,00	2.203.488,00	1.461.043,20	4.860.800,00	13.467.027,20
FEINERS NO ESCOLARS	73	3.544.843,50	9.859.708,50	10.891.198,50	6.978.478,80	11.938.237,50	43.212.466,80
ANY	365	14.765.521,50	41.754.073,50	43.586.107,50	28.166.458,80	54.950.437,50	183.222.598,80

Oferta TRAM actual en places-km	Dies a l'any	Trambaix	Trambesòs	Per sentit
ANY	365	150.843.800,00	106.882.900,00	257.726.700,00

Oferta BUS hipòtesi A en vehicles-km	Dies a l'any	6	7	33	34	H8	Per sentit
FEINERS	178	71.809,65	0,00	0,00	283.600,28	322.714,00	678.123,93
DISSABTES	50	12.021,25	0,00	0,00	45.182,00	58.800,00	116.003,25
FESTIUS	64	9.388,80	0,00	0,00	24.350,72	48.608,00	82.347,52
FEINERS NO ESCOLARS	73	27.367,70	0,00	0,00	116.307,98	119.382,38	263.058,06
ANY	365	120.587,40	0,00	0,00	469.440,98	549.504,38	1.139.532,76

Oferta BUS hipòtesi A en places-km	Dies a l'any	6	7	33	34	H8	Per sentit
FEINERS	178	4.308.579,00	0,00	0,00	17.016.016,80	32.271.400,00	53.595.995,80
DISSABTES	50	721.275,00	0,00	0,00	2.710.920,00	5.880.000,00	9.312.195,00
FESTIUS	64	563.328,00	0,00	0,00	1.461.043,20	4.860.800,00	6.885.171,20
FEINERS NO ESCOLARS	73	1.642.062,00	0,00	0,00	6.978.478,80	11.938.237,50	20.558.778,30
ANY	365	7.235.244,00	0,00	0,00	28.166.458,80	54.950.437,50	90.352.140,30

Oferta TRAM hipòtesi A places-km	Dies a l'any	Xarxa única	Per sentit
ANY	365	457.322.800,00	457.322.800,00

Hipòtesi A: tramvies senzills a les línies T1, T2, T3, T4 en feiner. Manteniment línies H8 i 34		
BUS	Oferta veh-km 6, 7, 33, 34 i H8 actual	4.236.878
	Cost actual	27.963.397
	Modificació d'oferta veh-km a la Diagonal. Hipòtesi A	-1.957.813
	Estalvi generat	-12.921.565
	Places-km bus actual	366.445.198
	Places-km bus hipòtesi A	180.704.281
	Modificació places-km BUS	-185.740.917
TRAM	Oferta veh-km actual (Trambaix + Trambesòs)	2.577.267
	Oferta veh-km hipòtesi A	4.573.228
	Cost xarxa "interruptus" 2013	26.662.000
	Cost xarxa interconnectada amb tramvies senzills en feiner	37.431.000
	Cost connexió	10.769.000
	Places-km tram actual	515.453.400
	Places-km tram hipòtesi A	914.645.600
	Modificació places-km Tram	399.192.200
TRAM+BUS	Cost anual actual	54.625.397
	Cost anual hipòtesi A	52.472.832
	Diferència	-2.152.565
	% diferència	-3,94%
	Oferta veh-km actual	6.814.145
	Oferta veh-km hipòtesi A	6.852.294
	Diferència	38.148
	% diferència	0,56%
	Oferta plaça-km actual	881.898.598
	Oferta plaça-km hipòtesi A	1.095.349.881
	Diferència	213.451.283
	% diferència	24,20%
	Cost-plaça km actual	0,062 €
	Cost plaça km hipòtesi A	0,048 €
	Diferència	-0,014 €
	% Diferència	-22,66%

(S'incrementa de forma general l'oferta tramviària metropolitana, de 2'5 milions de veh-km a 4,5 milions de veh-km)

Font: elaboració pròpia PTP

Figura 45. Hipòtesi B: Variació dels costos d'exploació tramviàries i d'autobús a l'entorn de la Diagonal

Hipòtesi: manteniment d'una línia de bus parcialment paral·lela: H8, i conversió a NXB de les línies 6, 7, 33 i 34.

Oferta BUS actual en vehicles-km	Dies a l'any	6	7	33	34	H8	Per sentit
FEINERS	178	144.059,85	240.414,81	265.566,21	283.600,28	322.714,00	1.256.355,15
DISSABTES	50	24.116,25	40.413,00	39.348,00	45.182,00	58.800,00	207.859,25
FESTIUS	64	18.835,20	38.115,84	22.034,88	24.350,72	48.608,00	151.944,64
FEINERS NO ESCOLARS	73	59.080,73	98.597,09	108.911,99	116.307,98	119.382,38	502.280,15
ANY	365	246.092,03	417.540,74	435.861,08	469.440,98	549.504,38	2.118.439,19

Oferta BUS actual en places-km	Dies a l'any	6	7	33	34	H8	Per sentit
FEINERS	178	8.643.591,00	24.041.481,00	26.556.621,00	17.016.016,80	32.271.400,00	108.529.109,80
DISSABTES	50	1.446.975,00	4.041.300,00	3.934.800,00	2.710.920,00	5.880.000,00	18.013.995,00
FESTIUS	64	1.130.112,00	3.811.584,00	2.203.488,00	1.461.043,20	4.860.800,00	13.467.027,20
FEINERS NO ESCOLARS	73	3.544.843,50	9.859.708,50	10.891.198,50	6.978.478,80	11.938.237,50	43.212.466,80
ANY	365	14.765.521,50	41.754.073,50	43.586.107,50	28.166.458,80	54.950.437,50	183.222.598,80

Oferta TRAM actual en places-km	Dies a l'any	Trambaix	Trambesòs	Per sentit
ANY	365	150.843.800,00	106.882.900,00	257.726.700,00

Oferta BUS hipòtesi B en vehicles-km	Dies a l'any	6	7	33	34	H8	Per sentit
FEINERS	178	0,00	0,00	0,00	0,00	322.714,00	322.714,00
DISSABTES	50	0,00	0,00	0,00	0,00	58.800,00	58.800,00
FESTIUS	64	0,00	0,00	0,00	0,00	48.608,00	48.608,00
FEINERS NO ESCOLARS	73	0,00	0,00	0,00	0,00	119.382,38	119.382,38
ANY	365	0,00	0,00	0,00	0,00	549.504,38	549.504,38

Oferta BUS hipòtesi B en places-km	Dies a l'any	6	7	33	34	H8	Per sentit
FEINERS	178	0,00	0,00	0,00	0,00	32.271.400,00	32.271.400,00
DISSABTES	50	0,00	0,00	0,00	0,00	5.880.000,00	5.880.000,00
FESTIUS	64	0,00	0,00	0,00	0,00	4.860.800,00	4.860.800,00
FEINERS NO ESCOLARS	73	0,00	0,00	0,00	0,00	11.938.237,50	11.938.237,50
ANY	365	0,00	0,00	0,00	0,00	54.950.437,50	54.950.437,50

Oferta TRAM hipòtesi B en places-km	Dies a l'any	Xarxa única	Per sentit
ANY	365	640.251.920,00	640.251.920,00

Hipòtesi B: tramvies dobles a les línies T1, T2, T3, T4 en feiner. Manteniment línia H8			
BUS	Oferta veh-km 6, 7, 33, 34 i H8 actual		4.236.878
	Cost actual		27.963.397
	Modificació d'oferta veh-km a la Diagonal. Hipòtesi B		-3.137.870
	Estalvi generat		-20.709.940
	Places-km bus actual		366.445.198
	Places-km bus hipòtesi B		109.900.875
	Modificació places-km BUS		-256.544.323
TRAM	Oferta veh-km actual (Trambaix + Trambesòs)		2.577.267
	Oferta veh-km hipòtesi B		4.573.228
	Cost xarxa "interruptus" 2013		26.662.000
	Cost xarxa interconnectada amb tramvies dobles en feiner (+21% de cost)		45.291.510
	Cost connexió		18.629.510
	Places-km tram actual		515.453.400
	Places-km tram hipòtesi B		1.280.503.840
	Modificació places-km Tram		765.050.440
TRAM+BUS	Cost anual actual		54.625.397
	Cost anual hipòtesi B		52.544.968
	Diferència		-2.080.430
	% diferència		-3,81%
	Oferta veh-km actual		6.814.145
	Oferta veh-km hipòtesi B		5.672.237
	Diferència		-1.141.909
	% diferència		-16,76%
	Oferta plaça-km actual		881.898.598
	Oferta plaça-km hipòtesi B		1.390.404.715
	Diferència		508.506.117
	% diferència		57,66%
	Cost-plaça km actual		0,062 €
	Cost plaça km hipòtesi B		0,038 €
	Diferència		-0,024 €
	% Diferència		-38,99%

(S'incrementa de forma general l'oferta tramviària metropolitana, de 2'5 milions de veh-km a 4,5 milions de veh-km)

Font: elaboració pròpia PTP

Conclusions

- **La substitució d'una part del servei d'autobusos congestionats per tramvies, pot generar un estalvi dins la Diagonal superior als 2,1 milions d'euros anuals** (hipòtesi A), que poden reinvertir-se a barris menys dotats de transport públic en el marc de la nova xarxa bus (línies verticals i horitzontals). Traduït a costos de TMB, aquest estalvi equival aproximadament a 10 autobusos anuals, pràcticament una línia vertical nova.
- L'estalvi d'implantar el tramvia al llarg de tota la Diagonal s'explica a partir de dos factors:
 - **Baix cost marginal d'ampliar el servei tramviari**, que actualment opera sobre 29 km, i que només es veuria ampliat en 3,8 km addicionals d'infraestructura, i un increment d'oferta en vehicles-km més enllà de l'ampliació.
 - **Substitució d'autobusos coincidents d'elevat cost d'explotació**
- L'estalvi de 2,1 milions d'Euros (hipòtesi A) (-4% menys d'explotació que a l'actualitat) **s'acompanyaria amb un fort increment de servei: 24,2% de places-quilòmetre**. Això reduiria el cost de la plaça oferta dels 0,062 €/plaça ·km actuals a 0,048 €/plaça ·km; és a dir, un estalvi del 22,6%
- **L'increment del servei no es fa únicament a la Diagonal sinó a tot el conjunt de 8 municipis** servits pel futur tramvia de la Diagonal: Sant Feliu de Llobregat, Sant Just Desvern, Sant Joan Despí, Cornellà de Llobregat, Esplugues de Llobregat, l'Hospitalet de Llobregat, Barcelona i Sant Adrià de Besòs. El tramvia passaria d'oferir 2,5 milions de quilòmetres anuals a 4,5 milions. Tenint en compte que la connexió al llarg de la Diagonal són només 3,8 km, **la principal ampliació del servei tramviari es produiria en la rodalia de Barcelona**.
- La hipòtesi B, on es considera una oferta tramviari desdoblada (tramvies dobles) i un escenari d'autobús coherent amb el PMU, implica un estalvi similar: 2,08 milions d'euros anuals. Es considera que cal abordar la hipòtesi B en funció de la demanda final de la Diagonal, ja que a nivell econòmic l'efecte seria més neutre (hipòtesi B front hipòtesi A).

5. Millora de la qualitat de l'aire i la seguretat vial

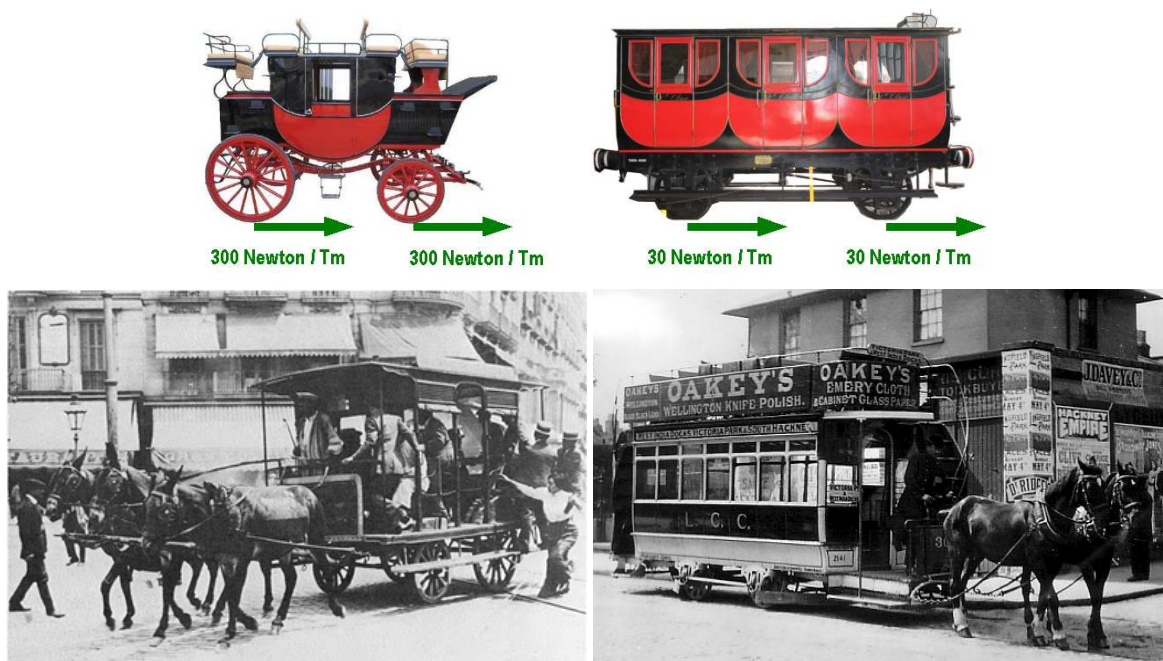
L'àrea metropolitana de Barcelona registra cada any 3.500 morts prematures a causa de la contaminació, en superar-se els nivells de concentració màxima dels òxids de nitrogen (NO_x) i les micropartícules inferiors a 10 micres (PM_{10}). L'OMS recomana un màxim de 30 grams d'aquestes partícules contaminants per metre cúbic d'aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) com a màxim. Eixample i Zona Franca s'exposen sovint a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- El trànsit és el responsable de la pol·lució urbana de la comarca del Barcelonès en un 98%
- Les víctimes afectades per la contaminació són 70 vegades més nombroses que els morts i ferits per col·lisió en accidents de trànsit
- Avui no es complirien els paràmetres de qualitat de l'aire i salubritat pels quals Cerdà va dissenyar l'Eixample. Cal continuar reduint el trànsit com fins ara i donar alternatives de mobilitat més sostenibles.

5.1. Introducció sobre l'estalvi energètic i menors emissions associades dels sistemes ferroviaris

La sostenibilitat ambiental del tramvia no ve determinada exclusivament per l'electricitat, que s'aplica cada vegada a més mitjans de transport, com la bicicleta, la moto, el cotxe i l'autobús. L'origen del tramvia i del ferrocarril té el seu fonament en l'estalvi energètic a través del rodament. L'ús de les rodes d'acer sobre carrils d'acer ofereix menys resistència a l'avenç que els sistemes de roda d'acer – empedrat o roda pneumàtica - asfalt. D'aquesta manera s'explica l'aparició de les vagonetes a les mines i dels tramvies a les ciutats: amb la mateixa força animal, es podia arrossegar més càrrega: mercaderia o viatgers.

Figura 46. El menor fregament dels sistemes ferroviaris es tradueix amb més eficiència energètica: amb dos cavalls es poden transportar més passatgers.



Font: Elaboració pròpia a partir de Google Images

Com pot intuir-se la resistència de fregament no és l'única resistència a vèncer per un mitjà de transport terrestre. A continuació es detallen el tipus de resistències a l'avenç:

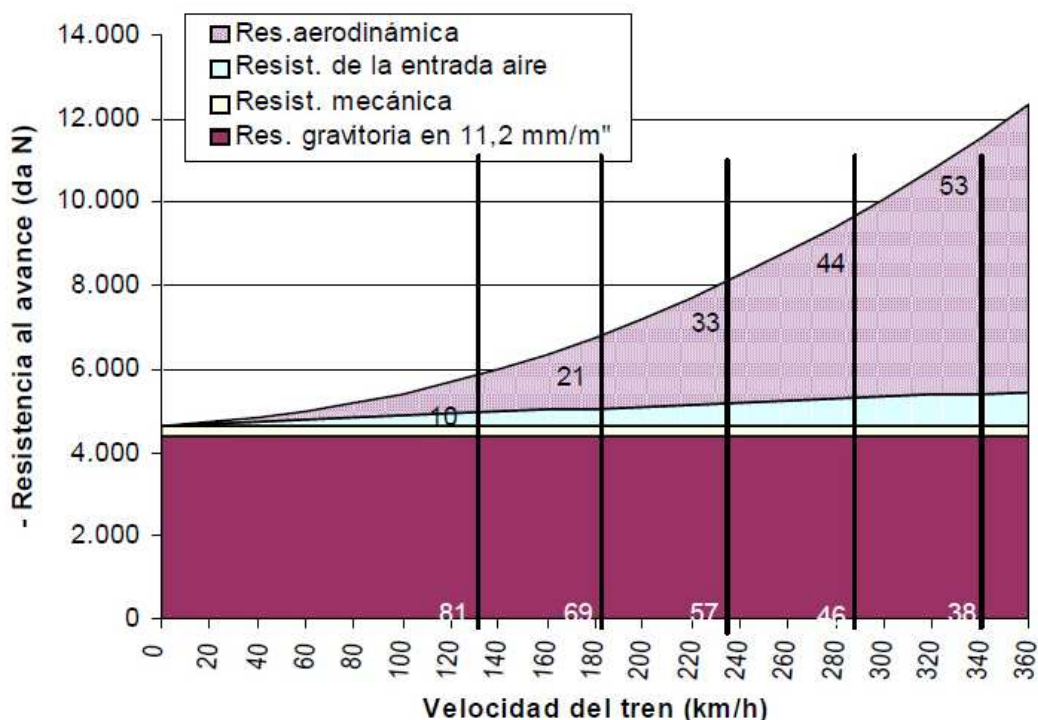
Figura 47. Tipus de resistències a l'avenç, particularitzades per al mode ferroviari

Permanents	Constants	<p>MECÀNICA (fregament). La resistència mecànica a l'avenç inclou tot allò relacionat amb el contacte roda-carril i parts mòbils del tren, és un valor constant de l'ordre de 30 Newton per cada tona de massa, deu vegades inferior a l'equivalent per carretera. A menys de 50 km/h, a velocitat constant i amb pendent nul, gairebé tota la resistència a l'avenç a superar pel vehicle terrestre és el seu propi fregament amb la via de circulació (vegeu Figura 48). Aquesta resistència inclou tres conceptes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fregament de coixinets • Compressió del carril • Flexió del carril
	No constants	<p>AERODINÀMICA. La resistència aerodinàmica s'incrementa quadràticament amb la velocitat. És una resistència notable a partir dels 40 km/h i la principal causa de consum energètic dels trens d'alta velocitat (vegeu Figura 48). Aquest factor té importants influències climatològiques.</p>
	No constants	<p>PENETRACIÓ D'AIRE DINS DEL VEHICLE. En menor grau que l'anterior té un efecte també relacionat amb la velocitat i a partir dels 100 km/h és fins i tot més important que la resistència a l'avenç (vegeu Figura 48).</p>
Puntuals	<p>GRAVITATÒRIA (Per presència de rampes o pendents). La resistència gravitatòria és la màxima resistència que troba un ferrocarril a velocitats entre 0 i 300 km/h. Mentre el fregament mecànic en una recta es pot vèncer per poc esforç (30 Newton/Tm), una rampa afegeix una de 10 Newton/tona i mil·lèsima. Així, una rampa de només 3 mil·lèsimes genera una resistència addicional a l'avenç de 30 Newton/tona; l'equivalent a moure un tren en recta amb el doble de pes. (vegeu Figura 48).</p>	
Puntuals	<p>CORBES. Només és significatiu en corbes de radi reduït. Aquesta resistència és deguda a tres conceptes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferencial de velocitats lineals de cada roda a igual velocitat angular. Aquesta resistència desapareix als trens Talgo. • Paral·lisme forçat d'eixos (a trens de bogies o vagons d'eixos). Aquesta resistència desapareix als trens Talgo. • Força centrífuga 	
Puntuals	<p>JUNTES DE DILATACIÓ. És una resistència a la baixa des de l'aparició de vies amb carrils soldats. Les antigues barres de carril soldat de 18 metres s'unien mitjançant brides on es produïa una discontinuïtat del rodament que es traduïa en una resistència a l'avenç addicional de 20 Newton/tona.</p>	
Puntuals	<p>ENTRADES A TÚNELS. Existeixen importants resistències a les boques de túnels degudes a la dificultat de desplaçar masses d'aire dins dels mateixos per part de l'avenç del tren.</p>	
Per acceleració i frenada	<p>SEGONA LLEI DE NEWTON: la força que cal aplicar a un objecte per canviar la seva velocitat és igual a la seva massa per l'acceleració / desceleració (frenada) obtinguda. Constitueix, amb les rampes, la principal resistència a vèncer pel ferrocarril i per la resta de mitjans de transport terrestre. Tant és així que els trens ràpids, com els trens d'alta velocitat, amb parades poc freqüents, poden arribar a consumir menys energia que trens més lents com el metro o els trens Intercity, a igualtat de traçat (vegeu Figura 49, Figura 50, Figura 51). Aquesta resistència a l'avenç és la principal causa de consum energètic a rodalies, metros i tramvies.</p> <p>Convé assenyalar que les masses rotants del vehicle (aquelles que a més d'experimentar translació tenen rotació), incloent-hi rodes, eixos i discos de fre, tenen un doble impacte en aquesta resistència respecte les masses del vehicle que únicament experimenten translació.</p>	

Font: Riol Jurado, Ricard (2012). Plan Tren 2020. WWF, Greenpeace, CCOO, PTP.

Figura 48. Impacte de la velocitat i dels pendents al consum energètic

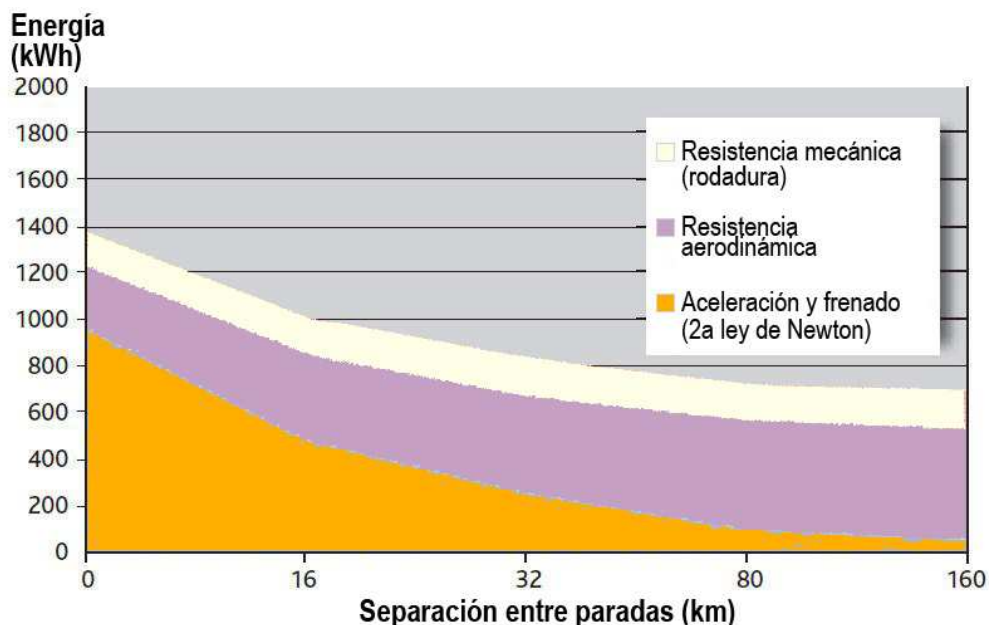
Força necessària per a vèncer la resistència mecànica, aerodinàmica, d'entrada d'aire al vehicle i gravitatòria a velocitat constant per a diverses velocitats entre 0 i 360 km/h.



Fuente: Dinámica de los Trenes. Alberto García Álvarez. Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Figura 49. Impacte de les parades al consum energètic

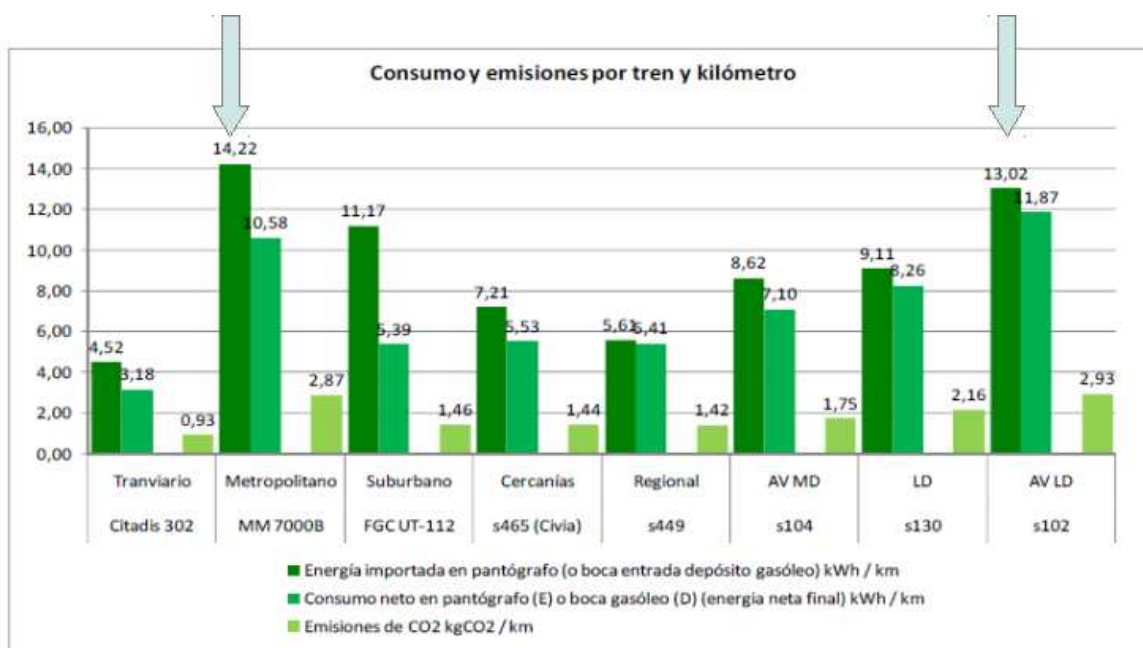
La separació entre parades comercials o tècniques redueix el consum.



Fuente: Process, Power, People. UIC - Unión Internacional de Ferrocarriles.

Figura 50. Comparació del consum d'energia final a diversos trens

El tren d'alta velocitat consumeix pràcticament el mateix que el metro per quilòmetre!



Fuente: *Energía y Emisiones en el transporte por ferrocarril*. FFE. Alberto García.

Figura 51. Origen del consum final a vehicles ferroviaris

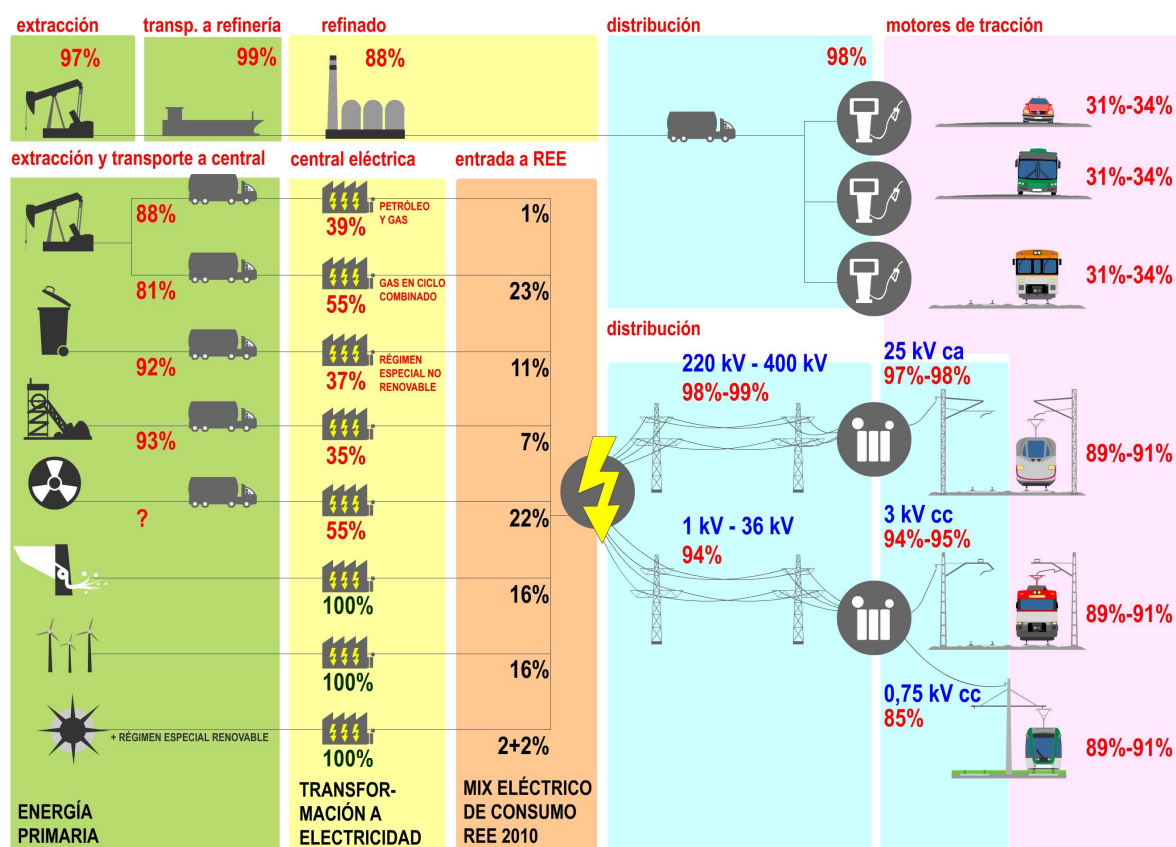
Medio de transporte	Consumo de energía final en pantógrafo por cada kilómetro	Reparto del consumo energético según concepto					
		Resistencias al avance (exteriores), impuestas por el medio			Consumos interiores del vehículo por cadena de tracción y equipos auxiliares		Energía de frenado que podría ser devuelta mediante el freno regenerativo
		Resistencia mecánica y por curva	Resistencia aceleración y frenado	Resistencia aerodinámica y por entrada de aire	Consumo de equipos auxiliares (iluminación, calefacción, aire acondicionado, etcétera)	Cadena de tracción	
Tranvía (Citadis 302)	4,52 kWh	6%	41%	1%	40%	12%	7%
Metro (serie 7.000 Madrid)	14,22 kWh	7%	63%	6%	14%	10%	22%
Suburbano (serie 112 FGC)	11,17 kWh	9%	60%	3%	18%	10%	41%
Cercanías (serie 465)	7,21 kWh	10%	35%	9%	25%	11%	16%
Regional (serie 449)	5,61 kWh	11%	39%	19%	20%	10%	2%
Regional Alta Velocidad (Avant) (serie 104)	8,62 kWh	6%	38%	34%	8%	13%	14%
Largo recorrido (serie 130)	9,11 kWh	11%	39%	25%	15%	10%	9%
Largo recorrido Alta Velocidad (AVE) (serie 102)	13,02 kWh	6%	20%	56%	5%	13%	9%

Fuente: *Energía y Emisiones en el transporte por ferrocarril*. FFE. Alberto García

Com calculem el consum energètic i emissions comparades dels transports?

S'ha comparat el consum energètic del tramvia referit a l'oferta (places-quilòmetre, superfície-quilòmetre o viatgers-km amb una ocupació prefixada) d'una banda, i segons la demanda (viatgers-quilòmetre) per l'altra. Una vegada obtingut el consum energètic, per plaça o per viatger, es calculen les emissions de CO₂, PM₁₀ i NO_x a partir de factors d'emissions tipus, ja sigui al tub d'escapament dels vehicles o, en el cas dels vehicles elèctrics, a les centrals elèctriques tenint en compte el mix energètic peninsular espanyol.

Figura 52. Rendiments de la cadena energètica del transport



Ricard Riol Jurado, a partir del artículo "Comparación medioambiental entre la tracción eléctrica y la tracción diésel en el ferrocarril", de Alberto García Álvarez.

Figura 53. Factors d'emissió de la generació elèctrica amb el mix elèctric peninsular espanyol de 2013

Emissions sistema elèctric	Diòxid de carbono (kg/kWh)	Diòxid de sofre (g/kWh)	Òxids de nitrogen (g/kWh)	PM10 (g/kWh)
	0,174	0,38	0,266	N/D

Font: WWF (2013). Observatorio de la Electricidad en España

Figura 54. Densitat i factors d'emissió de diversos carburants

Carburant / emissions	Densitat g/L	CO ₂ (g)	PM ₁₀ (g)	PM ₁₀ només carburant (g)	NO _x (g)
Dièsel Bus filtres (/L)	680,000	2.610,000	0,276	0,065	10,019
Dièsel Bus (/L)	680,000	2.610,000	0,863	0,652	25,049
GNC Bus (/kg)	0,870	2.750,000	0,235	0,026	10,990
Biodièsel Bus (/L)	880,000	1.830,000	0,386	0,154	18,951
Dièsel turisme (/L)	680,000	2.610,000	0,896	0,703	11,784

Font: PTP a partir de Guia d'emissions de gasos d'efecte hivernacle, Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya (2013); i de Guia de càlcul d'emissions de contaminants (2015).

5.2. L'estalvi d'un tramvia tipus sobre la plaça oferta

Partint de les dades de consums unitaris ferroviaris (Figura 50), d'altres referències sobre consums energètics d'autobusos dièsel i troleibusos (o autobusos elèctrics), així com els rendiments de la cadena energètica del transport (Figura 52), de la generació elèctrica (Figura 53) i els factors d'emissió dels carburants (Figura 54), es pot delimitar quin és l'estalvi aportat pel tramvia per la seva condició de vehicle elèctric i quin per la seva condició de transport ferroviari.

Figura 55. Variació del consum d'energia primària i emissions de CO₂ per metre quadrat de vehicle amb el mix elèctric peninsular espanyol de 2012 i comptant els rendiments de la cadena energètica del transport.

TRANSPORT URBÀ Consums referits al m2 de vehicle	ESTALVIS		CONCEPTE D'ESTALVI
	Consum d'energia primària	Emissions de CO ₂	
Troleibús respecte autobús	24%	51%	Aportació de l'electrificació
Tramvia 32 m respecte Troleibús	21%	21%	Aportació del guiatge ferroviari
Tramvia 32 m respecte autobús	39%	59%	Aportació d'ambdós conceptes

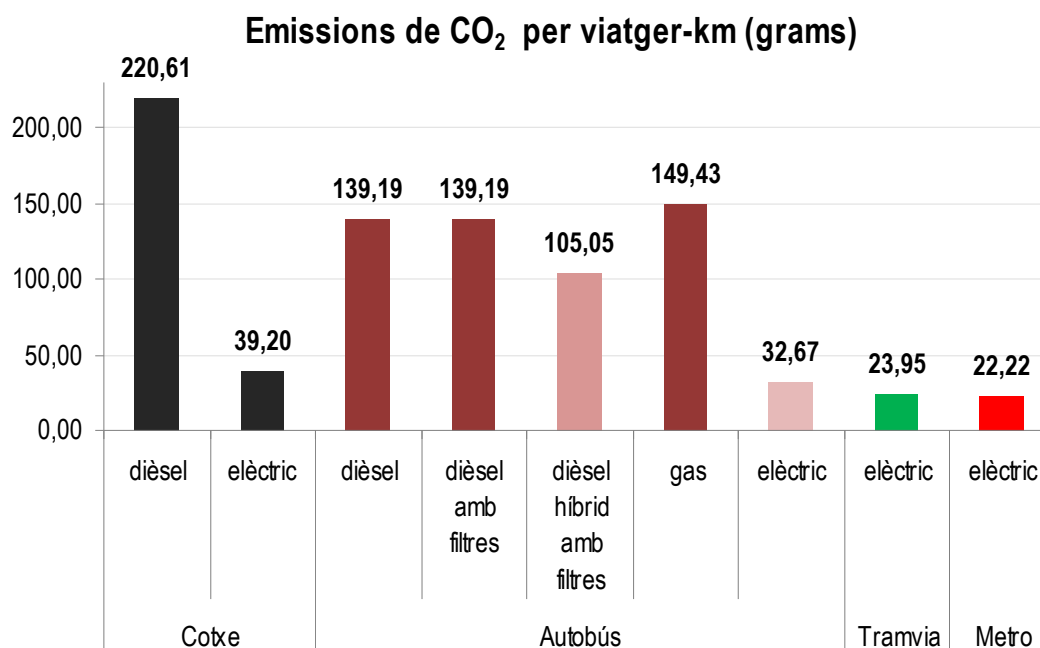
Font: TREN 2020. Promoció del Transport Públic

Figura 56. Consums i emissions segons factors d'emissió, rendiments de la cadena energètica del transport i mix elèctric peninsular espanyol de 2013.

Vehicle	Font energètica	Consum energia final	Unitats	Capacitat	Emissions per passatger-km (20% d'ocupació sobre capacitat)		
					CO2 (g)	PM10 fuel	NOX (g)
Cotxe	dièsel	0,07	L/km	5	220,61	0,06	1,00
	elèctric	0,18	kWh/km	5	39,20	0,00	0,06
Autobús	dièsel	0,53	L/km	60	139,19	0,03	1,34
	dièsel amb filtres	0,53	L/km	60	139,19	0,00	0,53
	dièsel híbrid amb filtres	0,4	L/km	60	105,05	0,00	0,40
	gas	0,54	kg/km	60	149,43	0,00	0,60
	elèctric	1,8	kWh/km	60	32,67	0,00	0,05
Tramvia	elèctric	4,4	kWh/km	200	23,95	0,00	0,04
Metro	elèctric	12	kWh/km	588	22,22	0,00	0,03

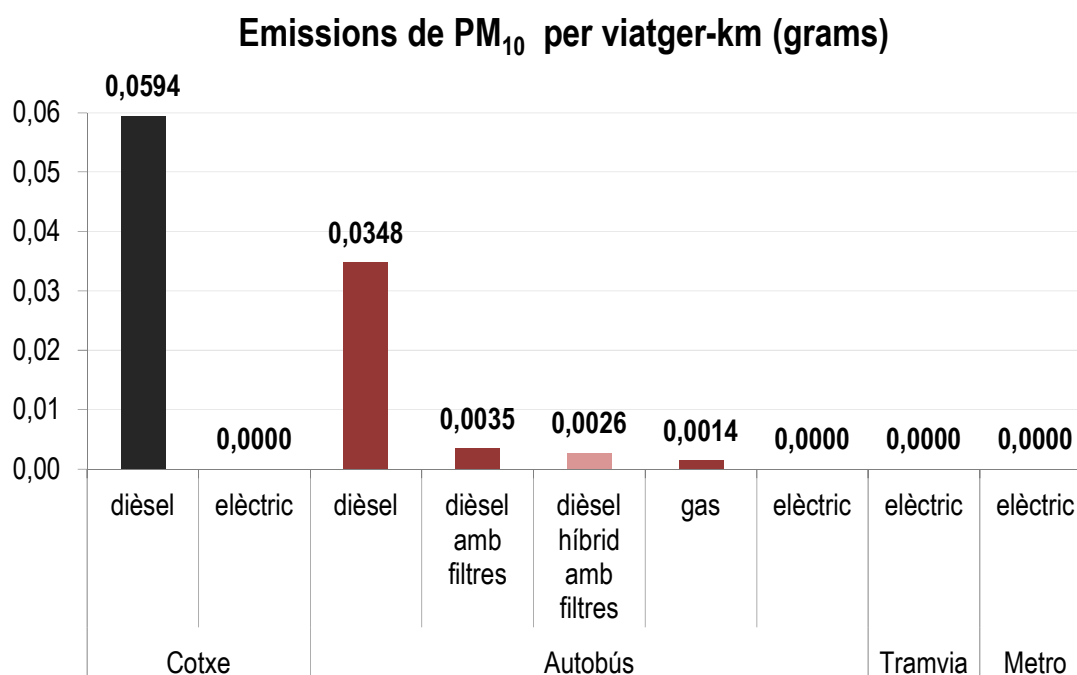
Nota: Metro i tramvia no pol·lueixen en zona urbana. Font: elaboració pròpia PTP

Figura 57. Emissions de CO₂ segons mix elèctric peninsular espanyol de 2013 i comptant els rendiments de la cadena energètica del transport amb un factor d'ocupació del 20%.



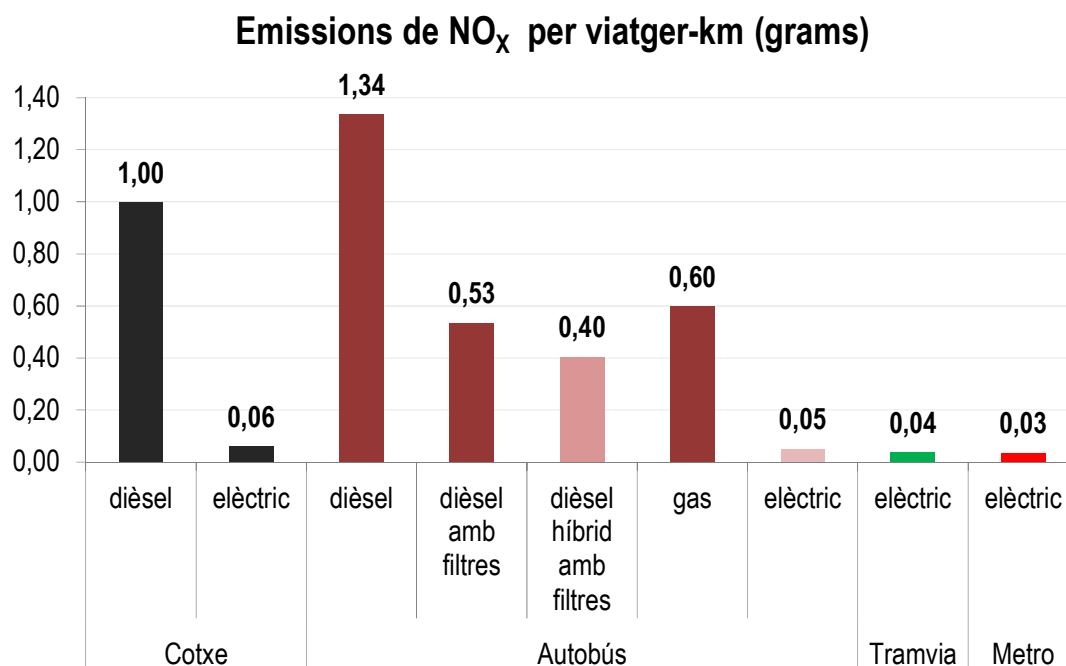
Nota: Metro i tramvia no pol·lueixen en zona urbana. Font: elaboració pròpia PTP

Figura 58. Emissions de PM₁₀ segons mix elèctric peninsular ibèric de 2013 i comptant els rendiments de la cadena energètica del transport amb un factor d'ocupació del 20%.



Nota: Metro i tramvia no pol·lueixen en zona urbana. Font: elaboració pròpia PTP

Figura 59. Emissions de NO_x segons mix elèctric peninsular ibèric de 2013 i comptant els rendiments de la cadena energètica del transport amb un factor d'ocupació del 20%.



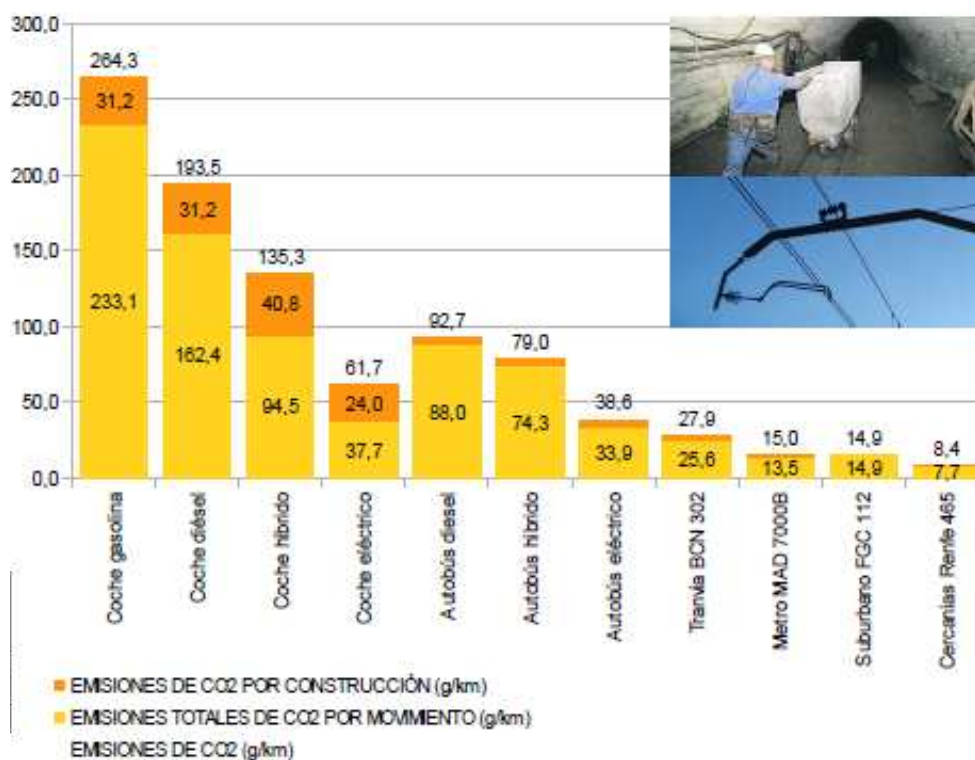
Nota: Metro i tramvia no pol·lueixen en zona urbana. Font: elaboració pròpia PTP

Les principals conclusions són les següents:

- a igualtat de vehicle, es més eficient un vehicle elèctric que el de combustió en termes d'energia primària consumida.
- a igualtat tecnològica, és més convenient l'ús del transport públic que el privat per la superior ocupació mitjana. Es tenen en compte les ocupacions habituals del transport terrestre: 20%.
- a igualtat d'alimentació elèctrica, és més estalviador el sistema ferroviari que el de rodament pneumàtic.
- a igualtat ferroviària, és més estalviador el sistema amb poques parades tècniques i comercials que amb moltes

Si imputem les despeses energètiques de construcció dels vehicles, les diferències en les emissions de CO2 encara fan més favorable l'ús del transport públic respecte del privat:

Figura 60. Grams d'emissions de CO2 per viatger-km amb el mix elèctric de 2012, tenint en compte l'exploració i la construcció dels vehicles.



Font: TREN 2020. Promoció del Transport Públic

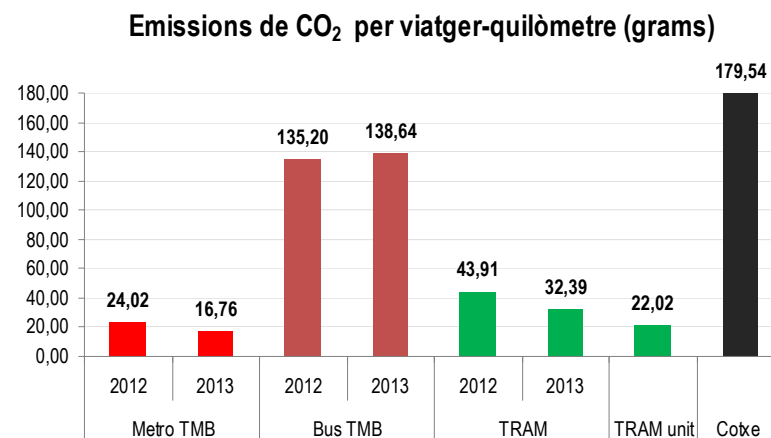
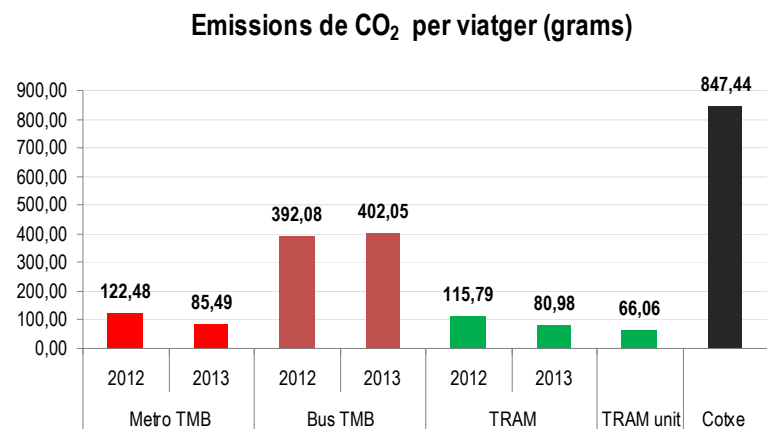
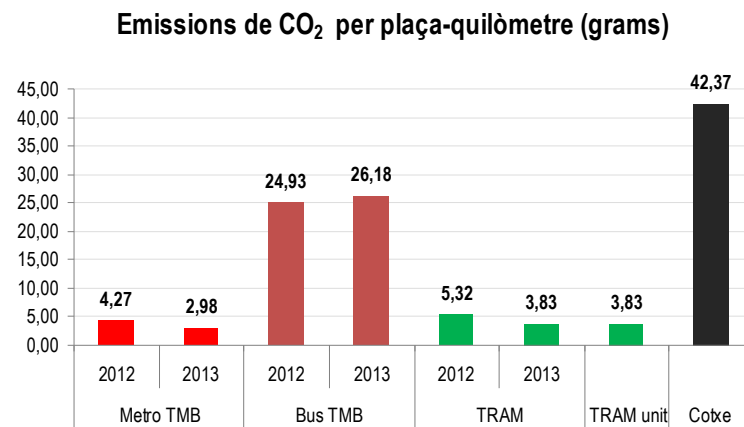
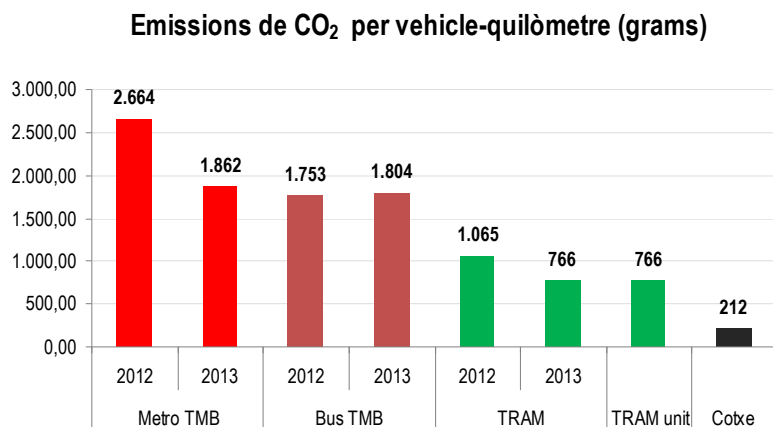
5.3. L'estalvi associat al tramvia de Barcelona, sobre la demanda actual i sobre la futura demanda de tota la Diagonal

Partint de les dades de consums totals reals per operador i l'oferta i la demanda real dels seus serveis, s'ha procedit a calcular les emissions de CO₂ (Figura 61), NO_x (Figura 62) i PM₁₀ (Figura 63) als sistemes de Metro TMB, bus TMB, Tram i un cotxe dièsel típus.

Notes metodològiques:

- Al cas dels transports per carretera, les PM₁₀ també inclouen les partícules provinents del fregament pneumàtic – calçada.
- Tant a TMB com al TRAM s'han considerat les xifres de dos exercicis, 2012 i 2013, per comprovar que les dades són més o menys constants.
- Pel que fa el TRAM de la Diagonal unit, les xifres de demanda són projectades i no actuals.
- A efectes de simplificar els càlculs, no s'han tingut en compte els rendiments de la cadena energètica, que als modes de carburant és del 83%. Pel que fa els modes elèctrics s'ha tingut en compte les emissions en central.
- Al bus de TMB es té en compte la flota mitjana, amb un 52,30% de flota dièsel, un 9,20% d'híbrids i un 38,50% de GNC.
- El Metro no inclou els consums de les instal·lacions, només de tracció.

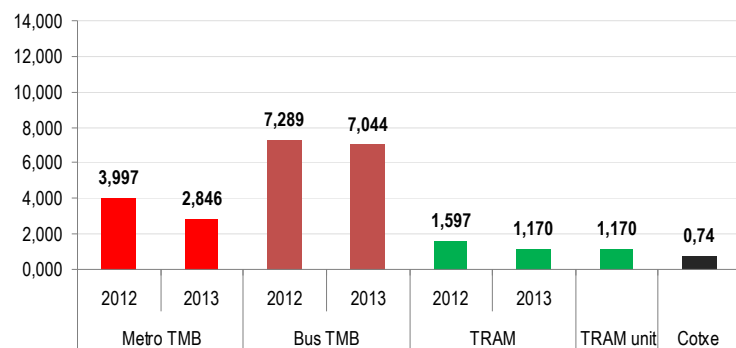
Figura 61. Grams d'emissions de CO₂ segons oferta (vehicle-quilòmetre i plaça-quilòmetre) i demanda (viatger i viatger-quilòmetre)



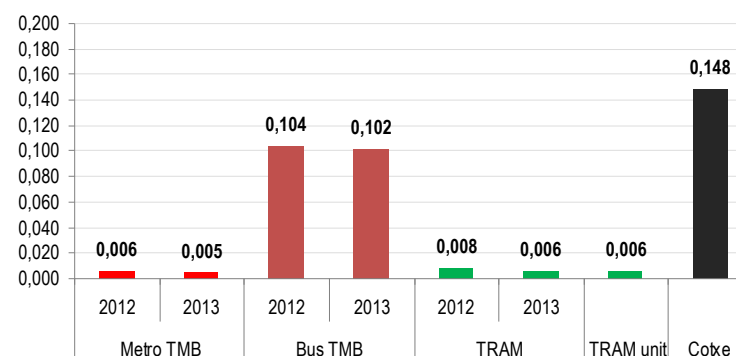
Nota: Metro TMB i TRAM no pol·lueixen en zona urbana però es tenen en compte les emissions de les centrals tèrmiques. La davallada d'emissions del transport elèctric l'any 2013 és deguda a l'increment d'ús de renovables. Font: elaboració pròpia PTP.

Figura 62. Grams d'emissions de NO_x segons oferta (vehicle-quilòmetre i plaça-quilòmetre) i demanda (viatger i viatger-quilòmetre)

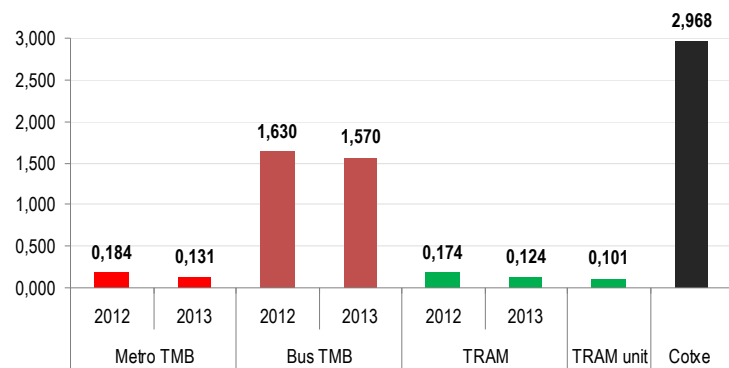
Emissions de NO_x per vehicle-quilòmetre (grams)



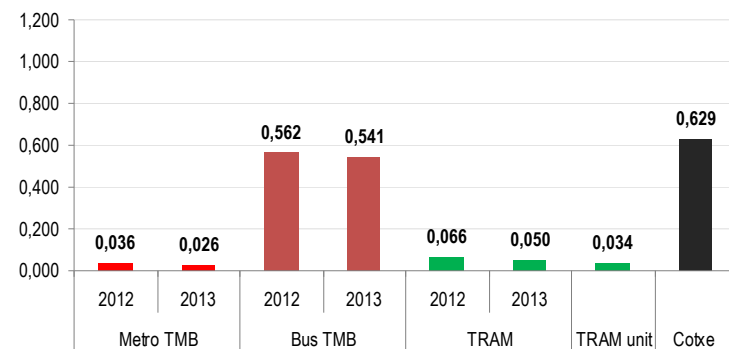
Emissions de NO_x per plaça-quilòmetre (grams)



Emissions de NO_x per viatger (grams)

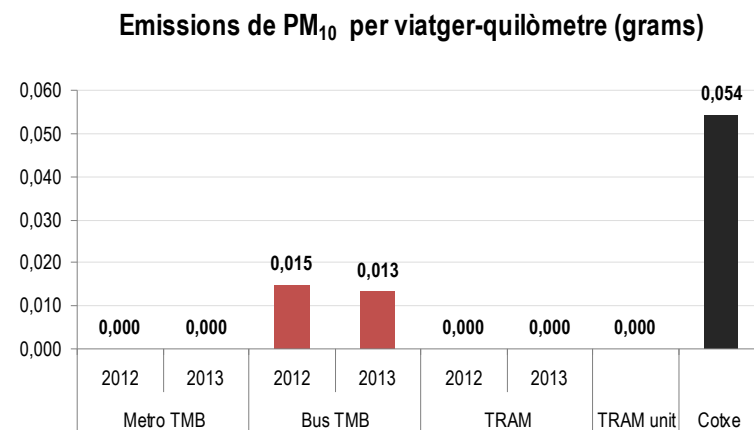
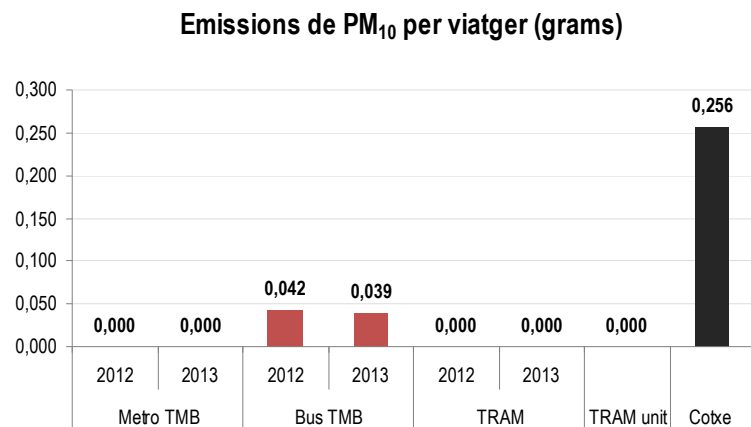
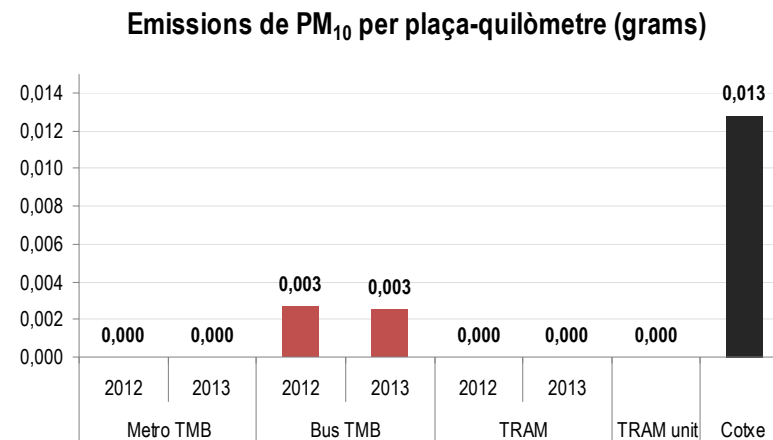
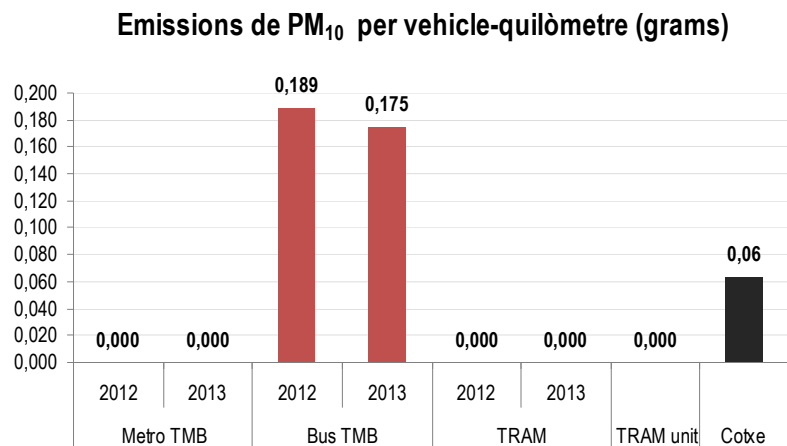


Emissions de NO_x per viatger-quilòmetre (grams)



Nota: Metro TMB i TRAM no pol·lueixen en zona urbana però es tenen en compte les emissions de les centrals tèrmiques. La davallada d'emissions del transport elèctric l'any 2013 és deguda a l'increment d'ús de renovables. Font: elaboració pròpia PTP.

Figura 63. Grams d'emissions de PM₁₀ segons oferta (vehicle-quilòmetre i plaça-quilòmetre) i demanda (viatger i viatger-quilòmetre)



Nota: Metro TMB i TRAM no pol·lueixen en zona urbana però es tenen en compte les emissions de les centrals tèrmiques. La davallada d'emissions del transport elèctric l'any 2013 és deguda a l'increment d'ús de renovables. Font: elaboració pròpia PTP.

Conclusions:

- En l'actualitat les emissions de CO₂, NO_x i PM₁₀ són molt menors als sistemes ferroviaris elèctrics Metro TMB i TRAM que als transports públics i privats per carretera; tant en oferta com en demanda.
- Dins dels transports per carretera, l'autobús aconsegueix també estalvis respecte el cotxe dièsel gràcies a la seva elevada ocupació i a la presència de filtres de partícules i d'òxids de nitrogen.
- El TRAM és el transport més sostenible en termes de CO₂ per viatger, CO₂ per viatger-quilòmetre, NO_x per viatger, NO_x per viatger-quilòmetre, mentre que el metro ho és per CO₂ per plaça-quilòmetre i NO_x per plaça-quilòmetre.
- La connexió del TRAM millora l'eficiència ambiental dels tramvies actuals, en incrementar l'ocupació dels serveis i reduirà l'impacte ambiental dels desplaçaments que avui se satisfan amb cotxe, moto i bus.

5.4. L'estalvi d'emissions per canvi modal

Els 80.000 nous usuaris del tramvia de la Diagonal responen a cinc tipus de demanda segons els modes de transport substituïts:

Figura 64. Procedència dels usuaris del tramvia de la Diagonal

Procedència	Causa	Balanç ambiental
Bus	El tramvia millora el servei de bus a efectes de capacitat i velocitat comercial. Els usuaris procedents del bus són diversos: <ul style="list-style-type: none">- Procedents de línies convencionals, que en el marc de Nova Xarxa passaran a circular per sumes d'eixos horitzontals, verticals o diagonals (Diagonal en tramvia)- Procedents del bus com a continuació de trajectes actuals del Trambaix i Trambesòs	Positiu. Menors emissions de CO ₂ , PM ₁₀ i NO _x i menor congestió.
Metro	El tramvia optimitzarà molts recorreguts de metro , aconseguint estalvis de recorregut que actualment prenen molt de temps per distància o per haver de fer transbordaments soterranis llargs.	Neutre. Emissions similars de CO ₂ , PM ₁₀ i NO _x
Vehicle privat	El tramvia, en el marc de la Nova Xarxa de Bus, millora els temps de viatge del transport públic de superfície i genera una nova connexió directa al trajecte Verdaguer – Glòries , actualment desprovist de qualsevol transport públic longitudinal. Vegeu per a hipòtesis de captació.	Molt Positiu. Moltes menys emissions de CO ₂ , PM ₁₀ i NO _x soroll i congestió.
No motoritzada	Viatges que actualment es fan a peu o en bicicleta per falta d'alternatives motoritzades competitives podran passar a realitzar-se en transport públic al voltant de la Diagonal entre Verdaguer i Glòries.	Neutre / Negatiu
Demanda induïda	La millora de l'accessibilitat de la Diagonal generarà un nou tipus de viatge que anteriorment no se satisfia en aquest corredor.	Indeterminat, segons modes utilitzats als corredors precedents.

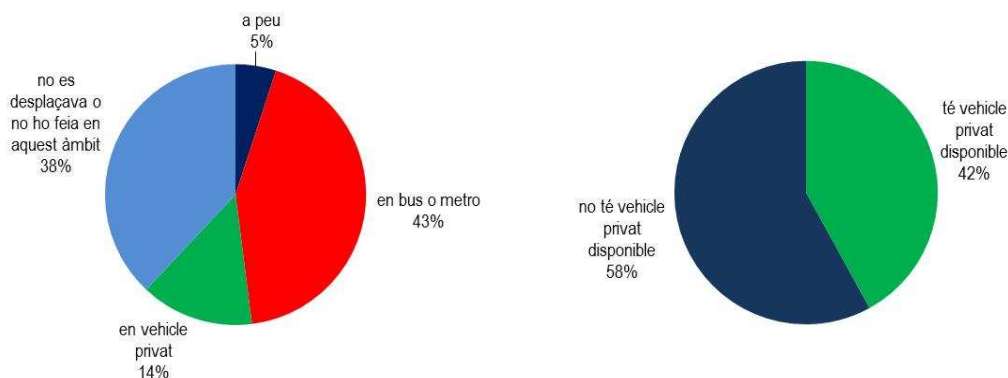
Font: elaboració pròpia PTP

Quants cotxes pot treure el tramvia de la Diagonal?

Segons el Pla Director d'Infraestructures de l'ATM (vegeu Figura 28), el tramvia de la Diagonal transportaria 117.360 passatgers addicionals respecte la situació actual, dels quals 10.800 procedirien vehicle privat; és a dir un 9,2% respecte el total de viatgers transportats. Aquesta xifra és del mateix ordre de magnitud del 19% de captació al vehicle privat aconseguida pel Trambaix (sobre 55.000 usuaris dia feiner) i el 17% pel Trambesòs (sobre 25.000 usuaris dia feiner) l'any 2011.

L'enquesta d'usuaris de TRAM també dóna una xifra similar de captació al cotxe: un 14%.

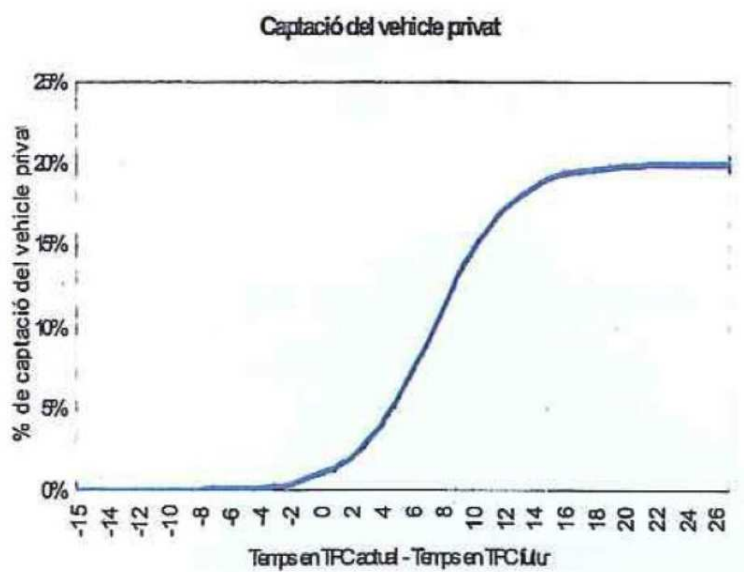
Figura 65. Procedència dels usuaris del Trambaix



Font: enquesta usuaris del TRAM de 2005

La captació d'usuaris del transport públic al vehicle privat s'estima en funció del menor cost generalitzat que pugui oferir la xarxa de bus i tramvia respecte l'ús del vehicle privat. El cost generalitzat monetaritza el temps del desplaçament, el seu cost (out of pocket, sense comptar externalitats ni subvencions) i les comoditats. El factor més important és el temps, on juguen aspectes com la freqüència de pas i temps de viatge del conjunt del transport públic (en aquest cas tramvia i nova xarxa de bus, més possibles ampliacions del metro), així com l'evolució de la congestió viària i preu i oferta d'aparcament i circulació.

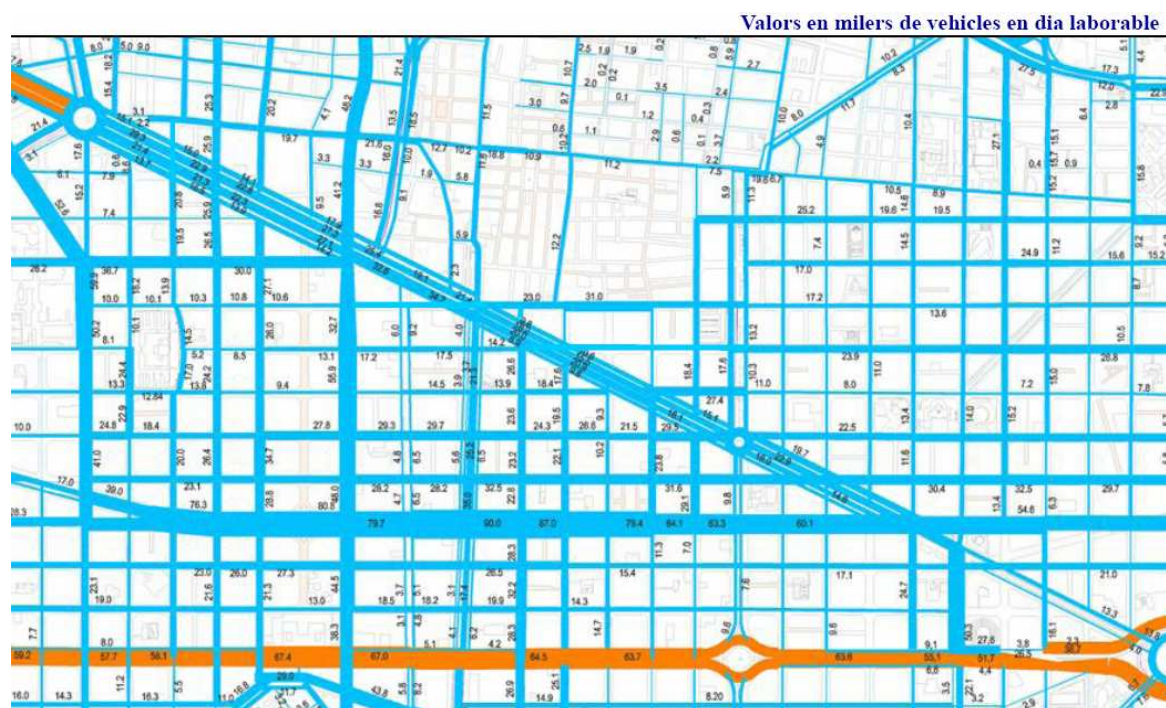
Figura 66. Corba de captació de la demanda segons els guanys de temps



Font: Ajuntament de Barcelona

Tenint en compte aquestes variables i ordres de magnitud es pot establir de forma molt genèrica una possible captació d'usuaris procedents del cotxe i moto entre el 10% i el 20%.

Figura 67. Aranya de trànsit al voltant de la Diagonal de l'any 2009



Font: Ajuntament de Barcelona

Les intensitats de trànsit no equivalen al nombre de desplaçaments en vehicle privat, ja que la Diagonal té diverses seccions i el trànsit que la recorre no sempre ho fa de punta a punta. Entre totes les formes de mobilitat, es calcula que la Diagonal registrava 400.000 desplaçaments l'any 2009, amb 170.000 desplaçaments en vehicle privat. En qualsevol cas, per aportar un criteri conservador, es pot considerar la segona secció amb més demanda de l'avinguda com a nombre de vehicles teòric, que es dona entre Urgell i Villarroel. La secció més carregada de vehicles és el tram entre Via Augusta i Passeig de Gràcia, però en aquest punt hi ha un efecte de gir des de Passeig de Gràcia a Via Augusta que recorre la Diagonal només puntualment.

Figura 68. Hipòtesis de reducció del trànsit entre un 10% i un 20%

Intensitat mitjana diària 2009	Urgell - Villarroel		Via Augusta - Pg. de Gràcia			Nàpols - Sicília		
Lateral Llobregat	15.100	44.400	17.900	45.200	86.500	10.500	26.000	56.700
Central Llobregat	29.300	79.500	27.300	41.300		15.500	30.700	
Central Besòs	21.400		27.100		20.900			
Lateral Besòs	13.700	35.100	14.200	9.800				
Captació VP	10%	Urgell - Villarroel		Via Augusta - Pg. de Gràcia			Nàpols - Sicília	
Lateral Llobregat	1.510	4.440	1.790	4.520	8.650	1.050	2.600	5.670
Central Llobregat	2.930	7.950	2.730	4.130		1.550	3.070	
Central Besòs	2.140		2.710		2.090			
Lateral Besòs	1.370	3.510	1.420	980				
Captació VP	20%	Urgell - Villarroel		Via Augusta - Pg. de Gràcia			Nàpols - Sicília	
Lateral Llobregat	3.020	8.880	3.580	9.040	17.300	2.100	5.200	11.340
Central Llobregat	5.860	15.900	5.460	8.260		3.100	6.140	
Central Besòs	4.280		5.420		4.180			
Lateral Besòs	2.740	7.020	2.840	1.960				

Font: elaboració pròpia PTP

Aquesta hipòtesi planteja la conversió d'entre 7.950 vehicles i 15.900 vehicles de la Diagonal cap al transport públic si l'oferta del transport públic millora entre 8 i 16 minuts, uns resultats novament coincidents amb els ordres de magnitud previstos per l'ATM i l'Ajuntament de Barcelona. **Considerant recorreguts de 3 km en cotxes dièsel, això pot suposar un estalvi diari aproximat de 5,2 – 10,5 tones de CO₂, 23 - 47 kg de NO_x i 1,4 – 2,8 kg de PM₁₀ dins l'avinguda.** En aquest balanç no s'ha comptat la pol·lució, molt menor, dels autobusos ni l'estalvi d'emissions dels cotxes fora de la Diagonal.

A banda de fer hipòtesis, caldrà un estudi exhaustiu basat en l'estudi del cost generalitzat per quantificar la reducció possible del trànsit i quines condicions s'han de donar per aconseguir-ho.

És realista preveure una caiguda del trànsit de l'ordre del 10-20%?

D'una banda és la tendència habitual dels darrers anys, en un procés que s'ha acompanyat de tarificació nova de l'aparcament (àrea verda), increment d'oferta del transport públic en via reservada (Trambaix, Trambesòs, ampliacions de les línies 2, 3, 4 i 5 de metro, creació de les noves línies 9, 10 i 11 de metro, i millores de capacitat als serveis d'FGC i Rodalies de Renfe) i en bus interurbà i urbà.

Figura 69. Evolució de la mobilitat a Barcelona. Etapes dels desplaçaments dels anys 2004, 2011 i 2014

Etapas		ANY 2004		ANY 2011	
Transport públic	Interns	1.405.000	2.630.000	1.700.000	3.127.000
	Connexió	1.225.000		1.427.000	
Transport privat	Interns	1.104.000	2.514.000	888.000	2.088.000
	Connexió	1.410.000		1.200.000	
A peu	Interns	2.139.000	2.386.000	2.303.000	2.501.000
	Connexió	247.000		198.000	
En bicicleta	Interns	<i>Computats com a vianants</i>		109.000	118.000
	Connexió			9.000	
Total	Interns	4.648.000	7.530.000	5.000.000	7.834.000
	Connexió	2.882.000		2.834.000	

Etapas		ANY 2014		balanç 2011 - 2014	balanç 2004 - 2014
Transport públic	Interns	1.648.000	3.056.000	-3,06%	17,30%
	Connexió	1.408.000		-1,33%	14,94%
Transport privat	Interns	865.000	2.014.000	-2,59%	-21,65%
	Connexió	1.149.000		-4,25%	-18,51%
A peu	Interns	2.283.000	2.484.000	-0,87%	6,73%
	Connexió	201.000		1,52%	-18,62%
En bicicleta	Interns	127.000	137.000	16,51%	
	Connexió	10.000		11,11%	
Total	Interns	4.923.000	7.691.000	-1,54%	5,92%
	Connexió	2.768.000		-2,33%	-3,96%

Font: PTP a partir de Dades bàsiques del Pacte per la Mobilitat. Ajuntament de Barcelona

D'altra banda cal tenir present els objectius del Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona per a 2018

Figura 70. Reducció d'etapes en vehicle privat tendencial i prevista al PMU de Barcelona

Etapas vehicle privat 2011	Tendència			Escenari		
	2007-2011	2007-2013	2011-2013	Superilles	+ Qualitat de l'aire	+ Canvi tecnològic
2.088.348	1.703.367	1.794.386	1.877.130	1.816.863	1.461.844	1.649.795
0%	-18%	-14%	-10%	-13%	-30%	-21%

Font: Agència d'Ecologia Urbana. Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona

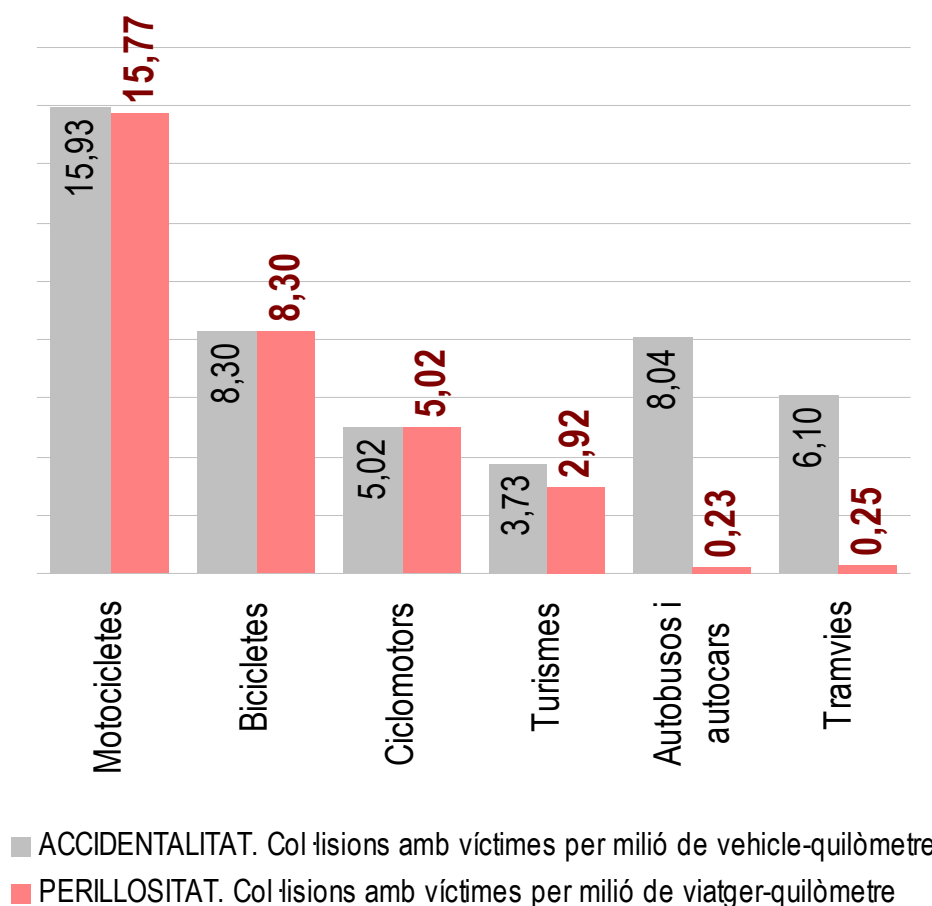
Conclusions

- La simple substitució parcial de la rua d'autobusos de la Diagonal, o de la projectada línia D30, per la connexió del Trambaix i Trambesòs és una millora ambiental en sí mateixa. Fins i tot en el gens probable escenari de manteniment de la demanda actual aquesta transformació del planejament es tradueix en les següents millores:
 - nul·la pol·lució dels tramvies en la zona de servitud, l'àmbit urbà
 - menor cost d'explotació
 - més capacitat a llarg termini per absorbir el canvi modal estructural que viu la ciutat de manera tendencial i projectat al PMU
 - millora de la qualitat per als passatgers actuals, per la superior velocitat comercial i capacitat
- Un transport sense emissions al principal carrer de Barcelona, que a més no té túnels ferroviaris, és un regal a una àrea metropolitana on cada any moren de forma prematura 3.500 persones a causa de la contaminació.
- És un parany considerar que el tramvia no aporta millora ambiental perquè la futurible línia de bus D30 seria també elèctrica, ja que qualsevol operació de racionalització del transport públic a la Diagonal implica el desplaçament dels autobusos dièsel i híbrids cap a altres barris de la ciutat menys dotats de transport públic. Els autobusos elèctrics s'han de desplegar progressivament per tota la ciutat.
- El 90% dels desplaçaments en cotxe o moto de la Diagonal són de curta durada i la immensa majoria gaudiran d'una òptima alternativa de transport públic molt millor que l'actual. Per conservadors que siguem, l'operació del tramvia a la Diagonal també ha de captar una demanda de trànsit privat gens menyspreable, des de 7.950 vehicles fins a 15.900 vehicles al dia. Això pot suposar un estalvi diari aproximat de 5,2 – 10,5 tones de CO₂, 23 - 47 kg de NO_x i 1,4 – 2,8 kg de PM₁₀ dins l'avinguda. Aquests volums de demanda, juntament amb la parcialment substituïda dels autobusos actuals, exigeixen un mitjà d'alta capacitat a la Diagonal (demandes de 4.750 viatgers/hora i sentit que s'han de servir com a mínim amb tramvies de 32 metres i autobusos articulats de 18 metres a raó de 20 circulacions per hora i sentit cadascun). El bus biarticulat torna a ser insuficient i operativament més car pel solapament de serveis amb el Trambaix i Trambesòs actuals.

5.5. La seguretat davant dels accidents de trànsit

Habitualment la bibliografia existent sobre l'accidentalitat, perillositat o lesivitat en zona urbana està referida a comparatives transport públic – transport privat d'altres països. En matèria d'accidents les variables locals (clima, meteorologia), socioeconòmiques i culturals tenen una gran afectació en les comparacions d'accidentalitat (accidents amb víctimes per unitat d'oferta o demanda). Per aquest motiu s'ha realitzat una avaluació específica de la perillositat per a Barcelona durant l'any 2014 tenint en compte els accidents amb víctimes i els viatgers quilòmetre de la ciutat.

Figura 71. Nombre d'accidents en funció de l'oferta de vehicles-quilòmetre (accidentalitat) i la demanda de viatgers-quilòmetre (perillositat) a Barcelona segons els vehicles implicats l'any 2014.



Notes: 1) El nombre d'accidents, els vehicles-quilòmetre i els viatgers-quilòmetre estan referits al terme municipal de Barcelona a tots els mitjans excepte als tramvies, els quals computen tot el seu àmbit de funcionament. 2) Els vehicles implicats en un accident poden ser un o més. 3) La implicació en un accident no implica la seva responsabilitat. 4) Es consideren accidents amb víctimes, morts o ferits, aquells que requereixen d'atenció mèdica i/o hospitalària. Font: PTP a partir de xifres Pacte per la Mobilitat i consultes TRAM

Conclusions:

1) Els vehicles de transport públic tenen més **accidentalitat** (accidents amb víctimes per vehicle-quilòmetre) però menys **perillositat** (accidents amb víctimes per viatger-quilòmetre) que els turismes, ciclomotors i bicicletes. Les motocicletes són les més accidentades i perilloses dels modes analitzats. Això vol dir que els transports públics generen menys víctimes per unitat de transport. La conclusió sobre la seguretat s'ha de referir al segon indicador, atès que en cas d'accident del transport públic urbà, no tots els passatgers resulten ferits.

2) Tot i realitzar-se càlculs d'una forma molt conservadora, el tramvia apareix com a mode de transport amb menys accidents amb víctimes per viatger-quilòmetre.

3) Les ràtios de menor perillositat per al tramvia i el bus són coincidents amb el famós estudi de Rhein Consult sobre accidentalitat urbana en l'àrea alemanya del Rhin-Ruhr, mesurat en accidents per cada milió d'hores en circulació dels passatgers, amb els següents resultats: Ciclomotors i motocicletes, 745; bicicletes, 75; turismes, 55; vianants, 15; autobusos, 10 i tramvies, 3.

4) El tramvia és tan segur com l'autobús però menys accidentat. Una possible explicació a la menor accidentalitat del tramvia respecte l'autobús, la bicicleta o la motocicleta, radica en un triple factor:

- Conducció professional i supervisada, comú amb l'autobús.
- Plataforma reservada amb resguards, únicament compartida en cruïlles i passos de vianants, comú amb algunes plataformes reservades per a bus.
- Guiatge complementat amb elements de seguretat activa, que evita el vehicle sortir de la via i permet el conductor concentrar-se en supervisar la resta d'elements de la via pública.

5) El tramvia en sí mateix no esdevé un element de risc per a la via pública, si bé és cert que el disseny de la plataforma per on circula i el règim de circulacions és decisiu per evitar el màxim d'accidents possible. En aquest sentit es recomana:

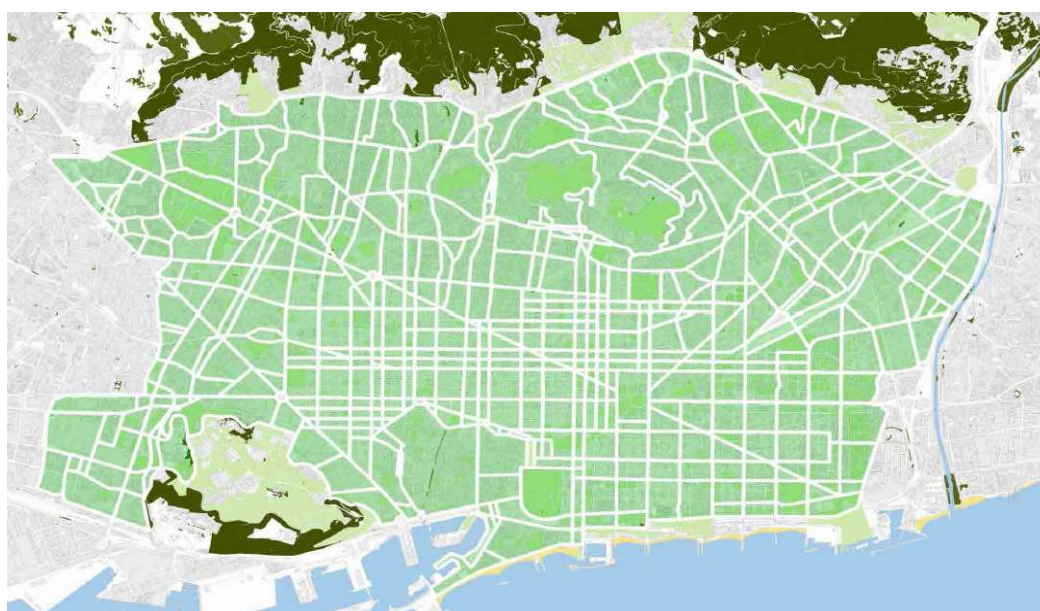
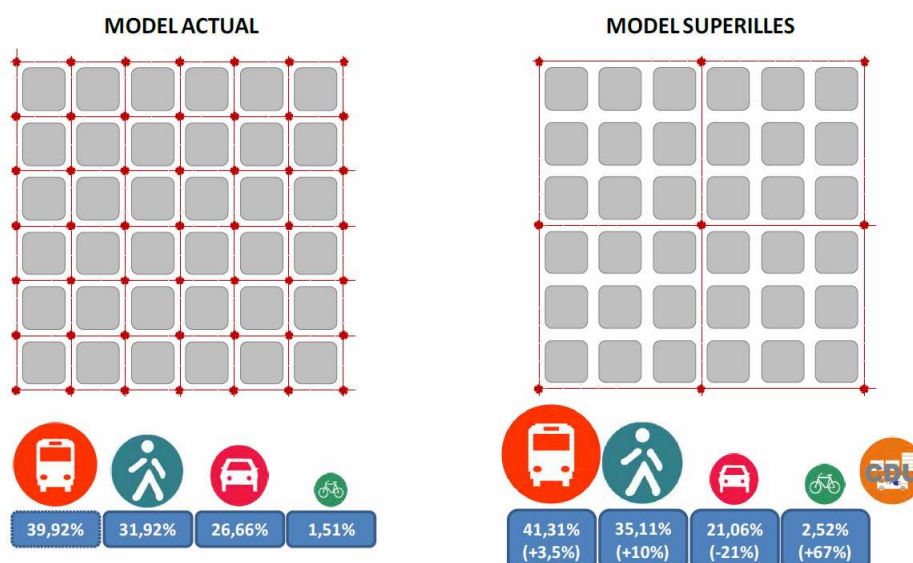
- Resguards per poder creuar la Diagonal de forma còmoda, evitant que s'hagin de creuar molts carrils seguits.
- Circulació dels tramvies i autobusos en plataforma segregada per l'esquerra de la circulació, alliberant els girs a la dreta dels vehicles privats. Tanmateix reduir el nombre de girs a l'esquerra dels vehicles privats.
- Generar condicions de visibilitat a les cruïlles entre vianants i vehicles.

6. Condicionants urbanístics, de trànsit i de la nova xarxa de bus

6.1. El nou marc planificador de la mobilitat, el PMU

El consell plenari de l'Ajuntament de Barcelona va aprovar el 27 de març de 2015, el Pla de mobilitat urbana (PMU) 2013-2018, que estructura el futur de la mobilitat de la ciutat al voltant del concepte de les superilles.

Figura 72. Nou model de mobilitat a Barcelona, basat en les superilles



Font: Agència d'Ecologia Urbana

La previsió de la connexió del Trambaix i el Trambesòs al llarg de la Diagonal, prevista per l'Autoritat del Transport Metropolità, presenta una gran sinèrgia amb el Pla de Mobilitat Urbana 2013-2018 de l'Ajuntament de Barcelona.

- La nova mobilitat s'estructura a partir de superilles envoltades de xarxa viària bàsica, on circulen vehicles privats i transports públics, que encerclen carrers pacificats que no han de servir per travessar Barcelona. El PMU preveu una mobilitat privada i en transport públic més cartesiana amb objectius de millora social i ambiental que integren centenars d'aspectes urbans (energia, residus, qualitat de l'habitatge, espai públic, reducció del soroll i la contaminació, etcètera).
- Les superilles es configuren com a agrupacions de 2x2 o 3x3 illes d'Eixample i configuracions més àmplies als cascs històrics de Sants, Ciutat Vella, Sant Andreu, Poble Nou o Gràcia, que són objecte d'especial protecció ambiental.
- El PMU preveu una xarxa de transport públic basada en eixos horitzontals, verticals i diagonals, l'anomenada Nova Xarxa Bus (NXB), ja implementada en un 40%. Les línies de transport públic de superfície ja no funcionaran com a matxembrat de línies multidestinació sobre un mateix carrer amb oferta fortament asimètrica. El sistema NXB genera una línia d'alta freqüència, amb intervals de pas entre 5 i 8 minuts per a cada corredor al voltant de la superilla, facilitant l'intercanvi entre ells. L'NXB, inicialment plantejada només amb autobusos, pot integrar perfectament la connexió tramviària interurbana entre el Baix Llobregat i Besòs en substitució de la línia d'autobusos D30.
- El principal handicap de la connexió dels tramvies, la reestructuració del servei d'autobús precedent, ha desaparegut. En aquests moments simplement s'ha de continuar amb la planificació vigent al PMU. Ja no és el tramvia el que obliga a reestructurar el servei de TMB, sinó la pròpia definició de l'NXB.
- El tramvia afavoreix com pocs sistemes aconseguir una reducció del trànsit com la que preveu el PMU, del 21%, facilitant alhora l'increment d'ús del transport públic, xifrada en un 3,5%.

6.2. Les seccions tipus de la Diagonal

El 70% dels desplaçaments actuals a Barcelona es fan sense utilitzar cotxe o moto, però la major part de les calçades de la ciutat es dediquen a aquests transports tot pressionant l'espai públic amb massa conflictes.

La Diagonal, tot i ser el carrer més llarg de Barcelona i una de les principals entrades de transport privat des del costat Llobregat, presenta funcionalitats i característiques urbanes molt diverses. Es detecten cinc subtrams:

- Tram **Zona Universitària – Francesc Macià**, amb una secció molt ampla, dotat de tramvia (Trambaix) des de 2004, d'autobusos i una elevada capacitat viària (sis carrils centrals, tres en cada direcció amb un dedicat al bus, més tres carrils al lateral mar amb un dedicat al bus –taxi i dos carrils discontinus al lateral muntanya). És el tram de carrer més ample de Barcelona i és originari de principis del segle XX. En aquest tram la Diagonal no té trama Eixample a banda i banda. No es generen cruïlles triples. És la secció més carregada de trànsit.
- Tram **Francesc Macià – Passeig de Gràcia**, amb una secció de 50 metres, dotat d'un sistema d'autobusos en congestió i una capacitat viària relativament alta (sis carrils centrals, tres en cada direcció amb un dedicat al bus-taxi, més un carril lateral costat mar i un carril

lateral costat muntanya). En aquest tram la Diagonal només té trama Eixample a la banda mar, limitant a la banda muntanya amb el casc antic de Gràcia i el seu eixample menor. No es generen cruïlles triples. És la segona secció més carregada de trànsit. Aquest tram, originari de finals del segle XIX i principis del XX, va ser objecte d'una reforma integral executada l'any 2014. Per tant es tracta d'un tram 100% renovat en voreres, calçades i mitjanes.

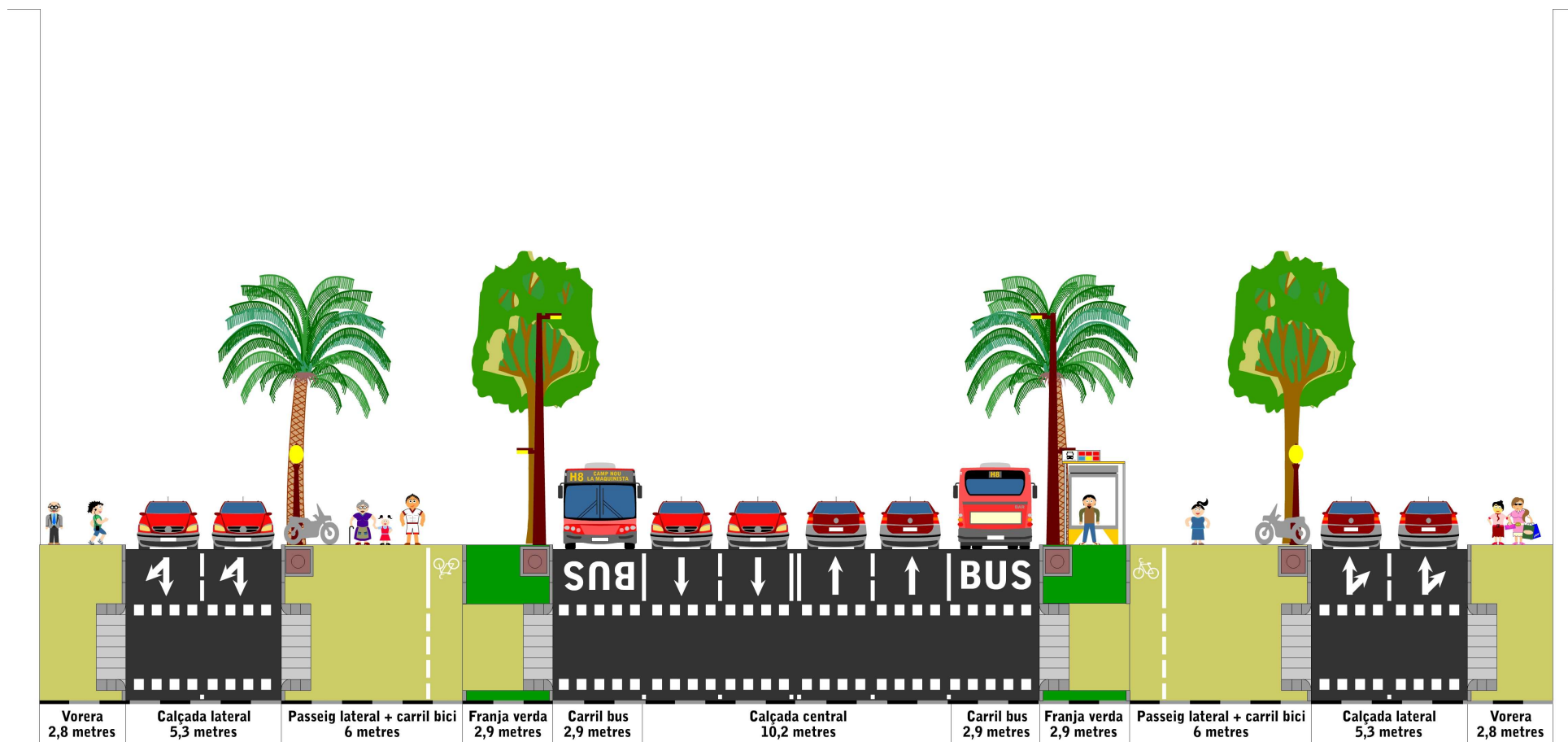
- Tram **Passeig de Gràcia – Aragó**, amb una secció de 50 metres, sense autobusos entre Verdguer i Glòries i una capacitat viària relativament alta (sis carrils centrals, tres en cada direcció, més dos carrils al lateral muntanya i dos carrils al lateral mar). En aquest tram la Diagonal té trama Eixample a banda i banda generant-se una cruïlla triple cada quatre carrers verticals o cada dos horitzontals. És la tercera secció més carregada de trànsit. Aquest tram, de finals del segle XIX i principis del XX, presenta un estat de degradació urbanística important.
- Tram **Aragó – Glòries**, amb una secció de 50 metres, sense autobusos i una capacitat viària menor, amb tres carrils per sentit separats per una rambla central de vianants. L'única possible cruïlla triple d'aquest tram està impedida. Pràcticament sense trànsit per l'efecte superilla de la plaça de les Glòries. Aquest tram va ser remodelat amb el motiu del cobriment de la via ferroviària que circula per sota, al voltant de les obres de 1992.
- Tram **Glòries – Fòrum**, amb una secció de 60 metres, dotat de tramvia (Trambesòs) i una línia d'autobús, i una capacitat viària de tres carrils per sentit separats per una rambla central. Té un trànsit mig de connexió del Poblenou i 22@ amb el centre de la ciutat, però molt menor als tres trams superiors de l'avinguda. Aquest tram va ser construït a final de la dècada dels 90 del segle XX amb format rambla i amb previsió d'espai per al tramvia, finalment instal·lat l'any 2004.

Figura 73. Secció tipus de la Diagonal central entre Francesc Macià i Passeig de Gràcia



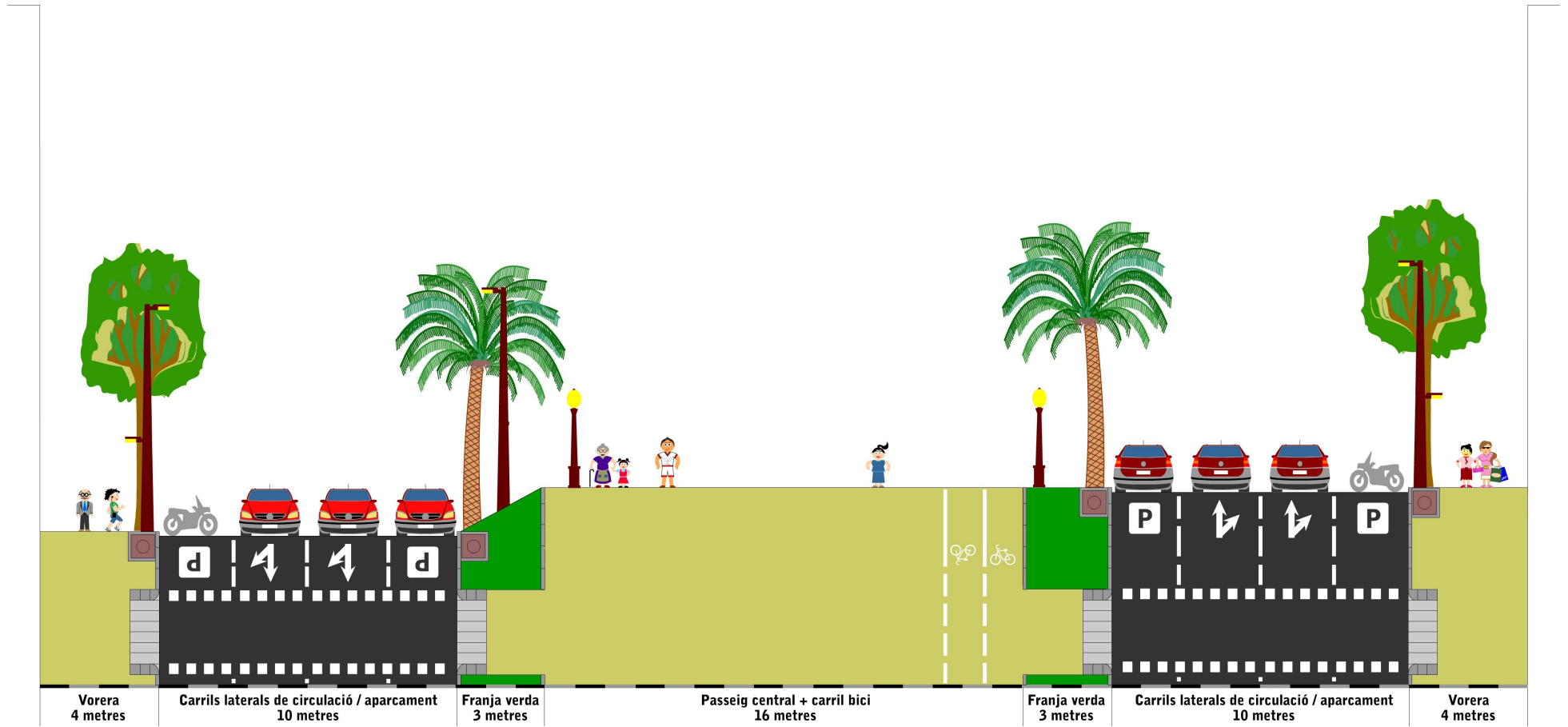
Font: elaboració pròpia PTP

Figura 74. Secció tipus de la Diagonal central entre Passeig de Gràcia i Aragó



Font: elaboració pròpia PTP

Figura 75. Secció tipus de la Diagonal central entre Aragó i Glòries



Font: elaboració pròpia PTP

6.3. La mobilitat de la Diagonal al seu tram central

Figura 76. Xifres de demanda de la Diagonal l'any 2009

	Desplaçaments diaris	Repartiment
	400.000	
% a peu	132.000	33%
% en transport públic	88.000	22%
% en bicicleta	44.000	11%
% en cotxe i moto	136.000	34%

Font: Ajuntament de Barcelona

La distribució d'espais de la Diagonal ha de canviar per evitar conflictes entre els diversos usos ciutadans de la via, especialment entre el Passeig de Gràcia i la plaça de les Glòries.

En mots punts la **Diagonal actual no serveix per circular, passejar o comprar. Ni tan sols mantenir una conversa.** No serveix per caminar ni pedalar. Anar-hi amb transport públic o vehicle privat és sinònim de lentitud i congestió. Es registren més sinistres que a la resta de vies de la xarxa bàsica i el nivell de contaminació acústica i ambiental fa impossible l'estada durant moltes hores del dia.

- **ELS ACCIDENTS.** L'accidentalitat viària de la Diagonal és un 141% superior a la mitjana de Barcelona. El valor mitjà és de 669 accidents per cada milió de quilòmetres recorreguts l'any 2009, mentre que a la Diagonal aquesta ràtio ascendeix a 1.547. D'acord amb les Directrius Nacionals de Mobilitat, el PMU té com a objectiu reduir en un 20% la taxa de 836 accidents per milió de quilòmetres recorreguts de 2006. Es calcula que a Catalunya es perd el 4% del PIB en accidents de trànsit.
- **LA POL·LUCIÓ.** Per complir amb l'OMS i acostar-se al protocol de Kyoto, el PMU planteja reduir entre 2012 i 2018 un 22,6% les tones anuals de CO₂, un 23% les de PM₁₀ i un 61,4% les de NO_x.

PMU. Emissions a Barcelona en tones anuals	2012	2018	Reducció projectada
CO ₂	785.000	608.000	-22,6%
PM ₁₀	1.669	1.285	-23%
NO _x	4.717	1.823	-61,4%

- **EL SOROLL.** El PMU planteja la reducció del nombre de ciutadans exposats a un soroll superior a 65 decibels, considerats nocius per a la salut. Actualment el 45% de la població està exposada a carrers amb aquest soroll, i el PMU planteja reduir aquest percentatge fins a un 15%.

6.4. La mobilitat a peu

Cada dia 500.000 vianants travessen la Diagonal al seu tram central; són el col·lectiu més nombrós que utilitza l'avinguda. En alguns punts, la Diagonal presenta **44 metres de cruïlla** a travessar per part dels vianants: una distància com dos carrers de l'Eixample sense voreres. La Diagonal ha de

reduir la distància de cruïlla, incrementar la superfície destinada al passeig allà on no ho ha fet i reduir significativament el risc de patir un atropellament.

A banda de la instal·lació d'un tramvia, la Diagonal ha generat unes importants expectatives de millora de la qualitat urbana per afavorir la mobilitat no motoritzada i l'ús ciutadà del seu espai. Dit d'una altra manera, són els vianants, els ciclistes i els transports públics col·lectius els que han impulsat i dipositat més esperances en la nova Diagonal.

Fins fa poc la mobilitat no motoritzada s'havia de conformar amb l'espai sobrant no absorbit per la mobilitat menys sostenible, oblidant les necessitats pròpies que, també com a modes de transport, han de satisfer. La reforma de la Diagonal, entesa com una reforma sostenible, ha de canviar aquest paradigma i satisfer plenament les necessitats dels vianants i ciclistes, respectant uns criteris de màxima obvietat:

- dimensionar les voreres amb el màxim de prestacions
- evitar al màxim l'esquarterament de l'espai destinat als vianants: tercianes, medianes...
- mínim entorpiment entre ciclistes i vianants, fins ara obligats a conviure en tercianes de reduïdes dimensions al tram Pg. de Gràcia – Aragó.
- reducció de la distància de creuament de banda a banda de la Diagonal, que avui és de 44 metres al tram Pg. de Gràcia – Aragó.
- increment del temps disponible per creuar la Diagonal a peu transversalment, satisfent aquest flux majoritari de mobilitat
- garantir les condicions suficients per recórrer la Diagonal en condicions còmodes i segures, sense por ni limitacions d'espai; superant el model actual de carril bici estret i insegur.
- assegurar un resguard intermedi si hi ha més de quatre carrils seguits (en ambdós sentits i de qualsevol mitjà de transport)

6.5. La mobilitat en bicicleta

La bicicleta és la solució més convenient per la mobilitat de curta i mitja durada a la ciutat, és saludable per al ciclista i beneficiosa pel conjunt de la ciutadania no usuària perquè es redueix el trànsit. La bicicleta és el mitjà de transport més ràpid per a distàncies fins a **4 quilòmetres** però no està prou protegida a la Diagonal actual.

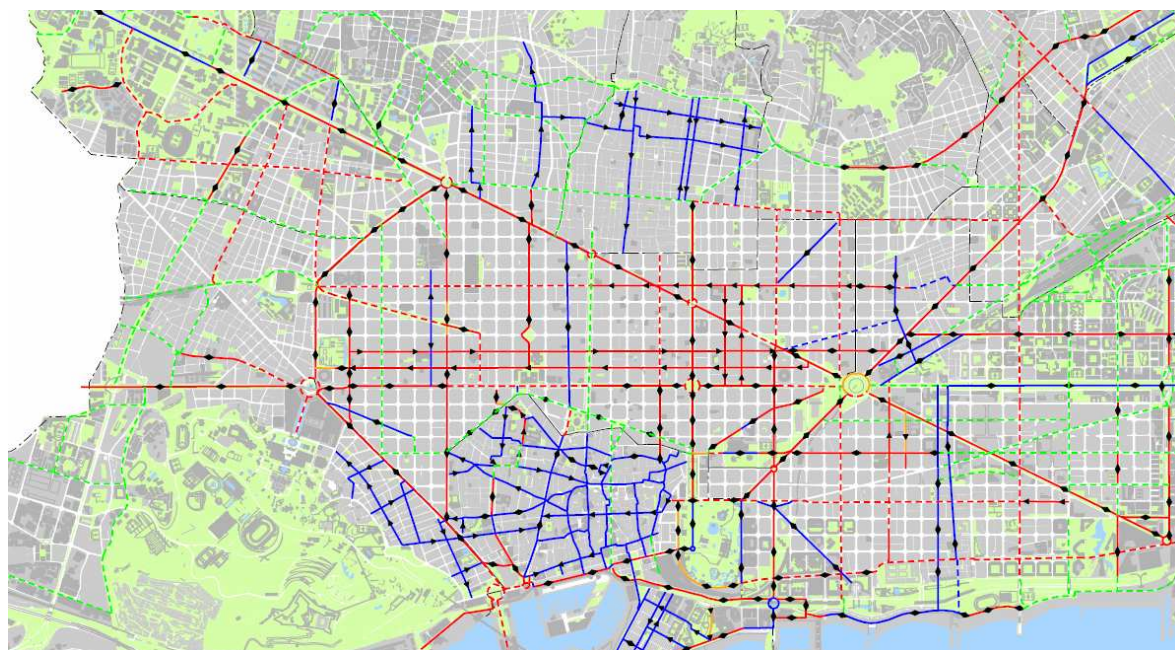
La Diagonal és una avinguda estratègica per desenvolupar la bicicleta a gran escala a Barcelona, tant pel fet de recórrer tota la ciutat d'est a o est amb un sua pendent com pel caràcter de connexió amb la xarxa de carrils bici existent. Actualment la Diagonal ja és una realitat per a la xarxa ciclista, però necessita millorar la seva qualitat i comoditat.

Figura 77. Criteris de dimensionament d'una xarxa ciclable

Carrils bici		
	Unidireccional	Bidireccional
Contigus als carrils de circulació, zona central	1,8 metres lliures	2,8 metres lliures
Entre els carrils de circulació i vorera	1,8 metres lliures	2,8 metres lliures
Sobre vorera	Tendència a l'ús bidireccional ⇒	2,8 metres lliures
Carrils compartits de zona 30		
Sempre unidireccional	1 carril de circulació	2 carrils de circulació
Amb IMD < 1000 vehicles dia a diferent nivell de vorera	3,5 metres de carril	Només si el 2n carril és de serveis: calçada de 5,5 metres
Amb IMD < 1000 vehicles dia al mateix nivell de vorera	2,5 metres de carril	Només si el 2n carril és de serveis: calçada de 5 metres
Amb IMD > 1000 vehicles al dia	Carril bici	Carril bici
Carrils de velocitat superior als 30 km/h		
Sempre unidireccional	1 carril de circulació	2 carrils de circulació
Qualsevol IMD	Carril bici	Carril bici

Font: elaboració pròpia PTP

Figura 78. Xarxa actual d'itineraris ciclables de la ciutat i previsió en discontinu.



Font: Ajuntament de Barcelona

6.6. Comerç i mobilitat

Un sol vehicle circulant a baixa velocitat **consumeix uns 45 m²**, i aparcat 12 m², poc eficaç per garantir afluència a les botigues. **Els carrers amb un trànsit minimitzat i amb un bon accés en transport públic són els que tenen les botigues amb xifres més elevades de vendes.** El Portal de l'Àngel és un bon exemple. A les zones urbanes, els desplaçaments sostenibles i els botiguers tenen un gran interès comú: la descongestió.

Destinar l'espai urbà a l'aparcament i a la xarxa viària de pas només interessa als centres comercials de la perifèria. Si el que volem és potenciar el comerç urbà i de proximitat cal optar per la qualitat de l'espai públic i no per les grans extensions d'asfalt. Només així s'afavoreix l'arribada dels clients a la botiga i la logística urbana de mercaderies.

Es prioritzarà la mobilitat econòmica, que és la que genera més valor afegit. La reducció de la congestió redundarà en més fluïdesa per a realitzar activitats econòmiques, com la càrrega i descàrrega, l'accés dels serveis públics, etcètera.

6.7. Distribució del trànsit privat

L'any 2009, la Diagonal tenia 136.000 desplaçaments diaris en cotxe i moto. Només un **1,6% de vehicles** utilitzen la Diagonal a Barcelona, però congestionen més que si utilitzessin un altre carrer, per la complexitat d'aquest carrer.

A efectes de trànsit la Diagonal té unes casuístiques molt especials:

- És una de les tres grans "vies transcendents" de l'Eixample de Cerdà, juntament amb la Meridiana i la Gran Via, totes confluents a la plaça de les Glòries. Actualment és l'únic gran eix que no té transport públic d'alta capacitat ferroviari a bona part de la seva llargària.
- Ideada per reubicar el traçat de la N-II i enllaçar els cascs antics de Gràcia, Sant Martí i Poblenou sense passar pel centre de Barcelona, avui ja ha perdut les seves funcions de via per creuar Barcelona en favor de les Rondes. Només un **8% de vehicles** que entren per la Zona Universitària arriben a Pau Claris.
- Té un efecte distorsionador sobre la malla de carrers verticals i horitzontals de la trama Eixample de Cerdà. Es configura com un eix que diagonalitza agrupaments d'illes de 2 x 4, repetint aquesta configuració al llarg de l'Eixample. Aquesta característica genera una reducció de la capacitat sobre un teòric model ortogonal pur (amb només carrers verticals i horitzontals), ja que genera **cruïlles on conflueixen tres carrers**, i per tant els cicles semafòrics s'han de subdividir en més fases.
- A més de disposar de cruïlles triples, la Diagonal presenta en la majoria dels seus trams tres calçades de circulació: una central bidireccional, el lateral mar, i el lateral muntanya. Aquesta disposició és especialment conflictiva:
 - El gir a la dreta està generalitzadament prohibit des dels carrers centrals, configurant el carrer com a via de pas –el seu ús minoritari- i no com a via de distribució urbana.
 - Existeixen nombrosos girs il·legals entre les calçades central i laterals, fet que genera conflictivitat amb la circulació d'autobusos i bicicletes.
 - La capacitat dels carrils laterals i centrals no es pot aprofitar en la mateixa direcció.

- La Diagonal actua de ronda de circumval·lació al voltant del barri de Gràcia, ja que actua com a lligam del teixit urbà discontinu d'aquell districte i de la resta de l'Eixample de Cerdà. És un cas anàleg a la funció de les Rondes de Sant Pau, Universitat i Sant Pere entre el teixit urbà discontinu de Ciutat Vella i la resta de l'Eixample de Cerdà.
- Paradoxalment, la Diagonal podria ser més útil al trànsit si desaparegués entre Passeig de Gràcia i Aragó / Glòries.

Per tots aquests motius cal actuar sobre la Diagonal i evitar que el seu col·lapse s'encomani a les altres vies de l'Eixample. Els models de trànsit confirmen que, al ritme actual, el col·lapse de la Diagonal s'anirà encomanant a altres carrers de l'Eixample si no es redueix el trànsit d'aquesta via. Ja a l'any 1960 l'aleshores empresa responsable dels semàfors de Barcelona va recomanar eliminar el trànsit a una part de la Diagonal i fer-la de vianants.

Figura 79. Trams més saturats de la xarxa viària principal de Barcelona. Any 2006



Font: Ajuntament de Barcelona

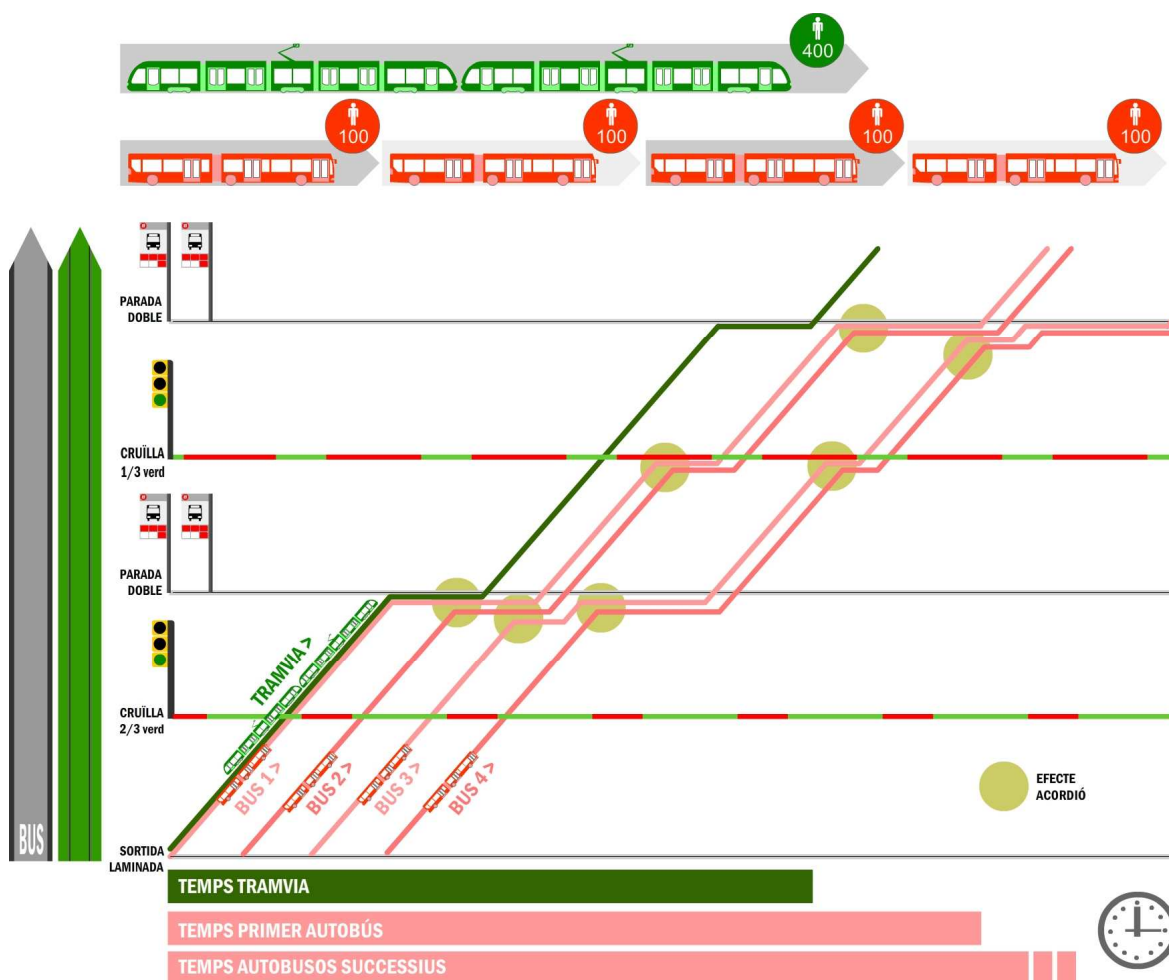
Per gestionar el trànsit de la Diagonal cal treballar en una doble direcció:

- Transvasament modal cap a modes més sostenibles (de més capacitat amb menor consum d'espai, menys contaminants i menys sorollosos)
- Reordenació de la circulació per minimitzar el seu impacte sobre la trama Eixample. En el marc de les superilles del PMU cal avaluar com reduir l'impacte del trànsit privat a mantenir, tenint en compte que la Diagonal presenta cruïlles més complexes que la resta de l'Eixample.

6.8. Semaforització i prioritat del tramvia

En matèria de semaforització convé tenir present que la substitució d'una rua d'autobusos per tramvies de superior capacitat no pot suposar un col·lapse viari si la plataforma està situada al centre del flux viari i els tramvies aturats davant d'un semàfor en vermell no taponen cap intersecció prèvia. Les afectacions semafòriques a la resta de l'Eixample serien conseqüència d'un canvi als cicles semafòrics actuals, però no per la presència d'un tramvia. De fet, amb la semaforització actual sense canvis, un tramvia ja podria aconseguir una velocitat comercial superior gràcies a l'eliminació de l'efecte acordió a cruïlles i parades. Homòlogament, un sistema semafòric modificat per atorgar més prioritat al transport públic, exigiria menys ona verda semafòrica al tramvia que a un sistema de capacitat equivalent d'autobusos.

Figura 80. Relació del sistema semafòric amb la capacitat-velocitat del transport públic. Temps de viatge de l'autobús i del tramvia per a un mateix règim semafòric.



Notes: hipòtesis gràfica per a un transport d'oferta 400 places sobre carril reservat sense taxis dotat de parades dobles amb una sortida laminada. Hi apareix el fenomen d'aparellament de vehicles i efecte acordió. Influència dels temps de parada explicada a la Figura 15. Influència del material mòbil i del grau de segregació de la infraestructura en la capacitat i velocitat comercial del transport públic. Font: elaboració pròpia PTP.

7. Condicionants ferroviaris i d'exploració de plataformes segregades

7.1. Requeriments ferroviaris

7.1.1. Doble via interconnectada cada una o dues parades

El sistema tramviare plantejat per a la Diagonal és un mode de transport públic massiu, que ha de ser capaç de respondre a eventualitats de forma similar al Metro:

- En cas d'interrupció del seu recorregut ha de ser capaç de prestar servei parcial als extrems de la incidència (manifestacions, avaries, incidents)
- En cas d'avaría d'un tramvia aquest hauria d'ésser fàcilment retirat de la línia per mitjans ferroviaris, sense aturar l'exploració.

Per fer-ho possible **és imprescindible que les dues vies del tramvia (anada i tornada) siguin limitrofes, per tal d'instal·lar agulles diagonals entre una i l'altra** sense altres vehicles pel mig. En cas contrari es repetiria l'error comès al Trambesòs entre Glòries i el Maresme, o a la línia 1 de Metro entre Universitat i Marina, trajectes on una incidència obliguen a deixar sense servei llargs trams de línia ferroviària.

A més, la construcció de les vies limitrofes té els següents avantatges:

- Menor consum d'espai, tres marges de seguretat en comptes de quatre.
- Menor cost d'infraestructura; s'aprofiten millor les unitats d'obra
- Aprofitament de les canalitzacions i obres de drenatge per a les dues vies
- Pels vianants és més fàcil d'interpretat, i més segur

Figura 81. Detall de la ubicació d'un escapament entre les dues vies contigües a Burdeus.



Foto: PTP. Tramvia de Burdeus

7.1.2. Via auxiliar

Cal tenir en compte que al unió del Trambaix i Trambesòs suposarà disposar d'una xarxa de més de 30 quilòmetres, però pendent de dues cotxeres molt allunyades de la Diagonal (Sant Joan Despí al Baix Llobregat i Sant Adrià de Besòs al Barcelonès Nord). En cas de trobar espai, és recomanable disposar d'una tercera via més de la via doble general a diversos punts de l'explotació amb un doble objectiu:

- Retirar un tramvia avariats que no pot ser remolcat durant molta estona o ho faria molt lentament
- Efectuar serveis parcials o reforços, sense necessitat de cobrir recorreguts de punta a punta

Aquesta operació s'ha realitzat amb èxit a la parada d'Ernest Lluch (Barcelona – l'Hospitalet) al punt mig de l'explotació Trambaix. Una segona ubicació per a una via auxiliar és la plaça de les Glòries. Si s'opta per construir andanes centrals al tram central de la Diagonal, també es pot encaixar una via auxiliar de forma contigua a l'esmentada andana. En aquest cas la tercera via es podria integrar com a zona enjardinada a la Diagonal.

Figura 82. Via auxiliar integrada en zona verda al tramvia d'Anvers.



Foto: PTP. Tramvia d'Anvers.

7.1.3. Electrificació del tramvia

El sistema d'electrificació dels tramvies és la catenària per antonomàsia. La catenària permet una alimentació contínua dels vehicles, fet que es tradueix en un intercanvi permanent d'energia consumida i retornada gràcies a la recuperació de l'energia de frenada. Sense un sistema d'alimentació contínua no es podria aprofitar tota l'energia de la frenada dels vehicles, ja que sovint els sistemes d'emmagatzematge d'energia embarcats (bateries o ultracondensadors) no tenen una capacitat suficient.

Algunes ciutats han desenvolupat sistemes d'alimentació elèctrica alternatius per prescindir de la catenària. Les tecnologies són diverses:

- Instal·lació de vies amb tercer carril d'alimentació elèctrica. És un sistema d'alimentació energètica continu i en xarxa, com la catenària, que fa innecessari sobrecarregar els

tramvies amb bateries o ultracondensadors. Els tramvies s'haurien d'equipar de fregador del tercer carril.

- Instal·lació de bateries als tramvies per poder circular de forma autònoma sense presència d'una catenària. Aquestes bateries es poden carregar als trams amb catenària o amb carregadors puntuals a les parades (via pantògraf o via tercer carril). Presenta l'inconvenient de sobrecarregar en pes els vehicles i haver de reposar les bateries –amb un alt cost econòmic- tres o quatre vegades al llarg de la vida útil dels tramvies.

Figura 83. Alimentació amb tercer carril a Burdeus



Foto: PTP. Tramvia de Burdeus.

Figura 84. Funcionament amb bateries al tram central de Niça



Foto: PTP. Tramvia de Niça.

Tot i que estèticament és molt atractiu reduir l'ús de catenàries, també cal comptar amb els avantatges d'aquest sistema d'alimentació aèria:

- Menor cost d'implantació que els sistemes d'electrificació per tercer carril.
- Fiabilitat front el sistema de tercer carril soterrat, amb moltes limitacions per seguretat
- Sobrecost de modificar els 42 tramvies actuals (23 al Trambaix i 19 al Trambesòs)
- Poques experiències de sistemes de tercer carril amb circulació contínua d'autobusos

- Possibilitat d'aprofitar els postes de l'enllumenat públic. L'impacte més gran d'una catenària són els elements de subjecció, ja que el cable té una secció molt prima.
- Reducció de pes dels vehicles, que no han de dur doble equipament per captar l'energia o bateries / ultracondensadors.
- Alimentació elèctrica contínua i més possibilitats d'estalvi energètic.
- Possibilitat de camuflar els postes en zones enjardinades (vegeu Figura 85)
- Possibilitat d'implantar una subjecció per cables atirantats, reduint l'impacte visual fins a pràcticament aconseguir una catenària invisible (vegeu Figura 86)

Figura 85. Catenària camuflada amb plantes a Friburg (Alemanya)



Foto: PTP. Tramvia de Friburg.

Figura 86. Subjecció de catenària a través d'un atirantat de cables, a Vitoria-Gasteiz



Foto: Wikipedia

7.2. Requeriments d'exploració del sistema de transport públic en via reservada

7.2.1. Ubicació de la plataforma reservada

Seguint els criteris de l'apartat 2.3, el disseny de la plataforma reservada per sempre la velocitat comercial i la senzillesa o complexitat del sistema semafòric que faci possible una gestió eficient del trànsit i de la prioritat del transport públic. Donades les necessitats de millora del transport públic de la Diagonal, en termes de capacitat i velocitat comercial, resulta imprescindible optar per una plataforma d'ubicació central (vegeu figura 7).

Figura 87. Ubicació del tramvia amb vies separades pel lateral a una avinguda bidireccional, model a no seguir.



Foto: PTP. Tramvia de Belgrad.

Figura 88. Ubicació del tramvia amb vies juntes sobre ubicació central, patró estàndard del tramvia europeu.



Foto: PTP. Tramvia T3 de París.

7.2.2. Circulació d'autobusos i tramvies compartint plataforma reservada

Tenint en compte els múltiples escenaris possibles, cal plantejar una nova Diagonal on no s'hipotequin les funcionalitats del transport públic, inclòs el paper del bus, tant en la transició cap a l'NXB com en l'escenari definitiu NXB. Una planificació excessivament rígida, amb un carril per a cada mitjà de transport públic, pot anar en detriment de les expectatives ciutadanes de nous espais públics a la Diagonal.

Per això, cal conèixer quins serveis de bus seran necessaris, si ho faran de forma transversal o parcialment longitudinal, i quina serà la seva freqüència, per avaluar de forma paral·lela les cinc possibilitats d'encabir-lo a la Diagonal:

- **Circulació totalment segregada**, en principi poc plantejable atès que la funció de transport col·lectiu principal serà atorgada al tramvia lineal.
- **Pista de 15 metres pel transport públic**, configurant un doble carril per sentit pel transport públic on tramvies, autobusos i taxis circularien en paral·lel amb possibilitat d'avançament per part dels dos darrers. Permetria la circulació de transports públics amb diferent velocitat comercial però amb un gran consum d'espai. És el format dels coneguts BRT com el "Transmilenio" de Bogotà o Curitiba, ubicat a carrers amb marcat caràcter interurbà i poques cruïlles, com podria ser la Diagonal entre Francesc Macià i Zona Universitària. El tramvia presentaria una plataforma envaïble pels autobusos i taxis de forma aleatòria, possiblement perjudicant la seva velocitat comercial. La gran quantitat de cruïlles de la Diagonal central, i la seva necessària semaforització amb una ona verda concreta, fa impracticable que es puguin mantenir serveis amb velocitats comercials molt diferents, principal punt fort d'aquesta possibilitat. Des del punt de vista ciutadà, és una de les opcions més agressives i menys pacificades si es continua mantenint cert gran de vialitat per a vehicles privats a la Diagonal com sembla raonable.
- **Circulació compartida amb taxis**, un format poc atractiu per la circulació d'autobusos amb prioritat, atès que no es poden beneficiar d'ones verdes en veure's entorpidida la seva circulació per l'acumulació de taxis a les cruïlles o parades. És l'exemple de la Diagonal actual o del carrer Aribau, on les millores semafòriques per l'autobús són llastrades tant per l'ocupació del carril bus-taxi pels taxis i com pel sistema de validació tradicional al bus.
- **Circulació compartida amb tramvies**, un format molt novedós l'èxit del qual està subjecte al compliment d'alguns condicionants tècnics.
- **Circulació compartida amb vehicles individuals**, només possible amb una Diagonal lliure de col·lapse i amb una calçada prou adaptada a la circulació de vehicles pesats.

Figura 89. Plataforma compartida bus-tramvia a Munic, amb paviment asfàltic.



Foto: PTP. Tramvia de Munic.

Figura 90. Plataforma compartida bus-tramvia a Dresden, amb paviment de formigó decorat amb gespa natural.



Foto: PTP. Tramvia de Dresden

Condicionants tècnics per la circulació compartida bus tramvia

La circulació d'autobusos i tramvies a la mateixa plataforma és una pràctica habitual a Europa, tot i que no sempre es garanteix una explotació eficient. Entre d'altres ciutats, podem destacar Nantes, Burdeus, Berna, Basilea, Istanbul, Munic, etcètera.

- No es pot fer compatible amb el tramvia cap autobús que mantingui el seu format d'explotació actual: parades cada 300 metres, entrada de viatgers només pel davant o validació a l'interior del vehicle a la zona davantera.
- El gàlib dinàmic dels autobusos és superior al tramvia, per tant una plataforma de tipus mixt ocuparà més amplada que una exclusivament tramviària.
- **Dimensionament físic de la plataforma** amb resistència especial per a autobusos, especialment davant de parades i cruïlles, evitant al màxim deformacions de la plataforma per efecte de les "roderes".
- Es fa necessari la **coordinació de la marxa del tramvia i del bus** al mateix espai. El sistema semafòric i les incorporacions i sortides del bus de la plataforma del tramvia s'han de planificar per evitar que els autobusos alenteixin el tramvia a causa de la càrrega de viatgers només pel davant. L'autobús ha de circular darrera del tramvia en cas de compartir plataforma.
- És necessari preveure un **servei compatible en temps i espai**: mantenint les previsions de freqüència i velocitat comercial pel transport públic i evitant l'ocupació de cruïlles anteriors (càlcul de l'ona de xoc). En cas contrari podríem perjudicar els dos sistemes de transport públic. Per aquest motiu és important considerar dues alternatives:
 - **Parades dobles**, on busos i tramvies s'aturarien en línia amb prou llargària per acollir-los simultàniament, comptant-hi les especificacions informatives pels viatgers que siguin necessàries. Si no s'aplica un estàndar d'ordre en la circulació, la gestió de la informació de les parades ha de ser molt dinàmica, coordinada amb els sistemes d'explotació dels dos transports.

- **Parades desdoblades**, on busos i tramvies s'aturarien en paral·lel sobre estacions dotades de tres o quatre andanes. Consumeixen més espai però tenen més capacitat, especialment a aquells indrets on hi ha una forta intermodalitat entre ambdós mitjans de transport.
- **Cal tenir present els possibles retards o irregularitats dels serveis.**
 - Preveure un de cada dos cicles semaforics lliures de vehicles a la plataforma compartida
 - Fer circular l'autobús darrera del tramvia amb l'objectiu d'evitar retards que pugui generar el fet de carregar viatgers només pel davant al cas de TMB. Regular l'entrada del bus al carril mixt tramviari amb un semàfor d'entrada coordinat amb els semàfors del tramvia que eviti l'acumulació de vehicles (no més de dos seguits).

Figura 91. Proposta de serveis per evitar l'efecte acordió a una plataforma compartida entre autobusos i tramvies

Cicle semaforic	Interval mínim del tramvia	Interval mínim del bus	Màxim de línies de bus al carril mixt
90 segons (1,5 min)	3 minuts	4 minuts	2 cada 6'
120 segons (2 min)	4 minuts	4 minuts	2 cada 8'

Font: elaboració pròpia PTP

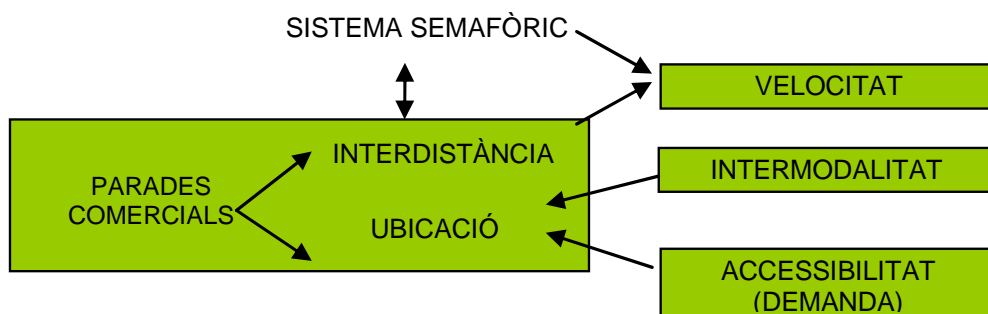
- **Cal evitar la interrupció de l'ona verda del tramvia**, per la qual cosa les incorporacions i sortides del bus han de preveure:
 - Cap aturada sobre el carril compartit, fora de les parades
 - Cap aturada per poder sortir del carril compartit quan hagi de girar cap un carrer annex. Aquest aspecte pot solucionar-se:
 - Amb un espai de trenat amb els carrils de circulació de vehicles privats contigus emprant puntualment l'espai reservat per a ubicació d'andanes i zona verda, des dels quals es procediria a la maniobra de gir
 - Amb un carril específic de gir separat situat a la dreta de la via del tramvia, emprant puntualment el mateix espai reservat per a ubicació de les andanes i zona verda.
- **Coordinació dels sistemes de validació i d'ajut a l'exploració dels tramvies i autobusos.**

7.3. Requeriments de les parades del transport públic

7.3.1. Ubicació

La ubicació de les parades ha de ser coherent amb l'accessibilitat desitjada per aquest transport urbà, la necessària intermodalitat per assolir el porta a porta, i una separació mínima que permeti assolir una velocitat comercial atractiva pels usuaris.

Figura 92. Elements a considerar per a la correcta ubicació de les parades



Font: elaboració pròpia PTP

Al mateix temps, la intermodalitat està condicionada per dos factors importants:

- Necessitat d'intermodalitat amb infraestructures de transport del subsòl: bàsicament el Metro de TMB, el Metro del Vallès dels FGC i el futur Metro del Baix Llobregat d'FGC.
- La intermodalitat amb la nova xarxa de bus, alhora dependent del model urbanístic del PMU. Aquesta intermodalitat pot ser objecte de canvis al llarg del temps:

7.3.2. Interdistància i ubicació

Actualment la Diagonal té set parades intermèdies d'autobús convencional entre la plaça de Francesc Macià i el carrer València (2,4 quilòmetres). Això suposa una separació entre pals de parada de 300 metres. Nominalment les parades de tramvia es situen amb una interdistància entre 400 i 600 metres, amb l'objectiu d'assolir un equilibri entre accessibilitat, superior al metro, i velocitat comercial, superior a l'autobús.

A la pràctica, la llargària superior de les parades de tramvia aporta més accessibilitat que els pals de parada de l'autobús, perquè permeten l'accés al vehicle des dels dos extrems i no només des de la porta davantera i al mateix temps es permet el moviment dels viatgers per l'interior del vehicle. Així, quan plantegem una interdistància superior al bus al tram central de la Diagonal no s'ha d'interpretar com a pèrdua d'accessibilitat pura ja que es produeix un efecte "accessos" a banda i banda sobre andanes que oscil·larien entre els 60 i 80 metres. Si s'habilita un accés a cada extrem de la parada, obtindríem la següent separació entre accessos:

Figura 93. Hipòtesi de separació mitjana entre accessos de parada al tram F. Macià - Glòries

	5 parades (cada 630 m)	6 parades (cada 540 m)	7 parades (cada 475 m)
Parada de 60 m	570 m	480 m	415 m
Parada de 80 m	550 m	460 m	395 m

Font: elaboració pròpia PTP

Figura 94. Hipòtesi de sis parades entre F. Macià i Glòries i la seva intermodalitat ferroviària

Estació (punt quilomètric)	Interdistància (*)	Enllaços	Possible emplaçament	Observacions (temps a peu)
Francesc Macià (0,0)	Trambaix	Futura L8 d'FGC	Parada actual amb accés directe a Metro.	Futura L8 d'FGC
Casanova (5,05)	505 metres		Entre Casanova i Muntaner	Possible enllaç Metro Bus
Tuset (0,985)	480 metres	L6 i L7 d'FGC	Entre Tuset i Balmes	FGC a 170 m (3')
Jardinets de Gràcia (1,560)	575 metres	L3 de TMB	Entre Pg. de Gràcia i Pau Claris	
Verdaguer (2,16)	605 metres	L4 i L5 de TMB	Entre Girona i Bailèn.	L4 a 200 m (4')
Sicília (2,76)	600 metres		Entre Nàpols i Sicília	
Monumental (3,205)	440 metres	L2 de TMB	Entre Marina i Lepant	Habilitar accés de la sortida d'emergència de L2: 60 m (1')
Glòries (3,805)	600 metres	L1 TMB	Entre Cartagena i Dos de Maig	L1 a 80 m (1')
Interdistància mitjana: 540 metres			MÀXIMA: 605 metres MÍNIMA: 480 metres	

Font: elaboració pròpia PTP

Figura 95. Hipòtesi de set parades entre F. Macià i Glòries i la seva intermodalitat ferroviària

Estació (punt quilomètric)	Interdistància	Enllaços	Possible emplaçament	Observacions (temps a peu)
Francesc Macià (0,0)	Trambaix	Futura L8 d'FGC	Parada actual amb accés directe a Metro.	Futura L8 d'FGC
Casanova (5,05)	505 metres		Entre Casanova i Muntaner	Possible enllaç Metro Bus
Tuset (0,985)	480 metres	L6 i L7 d'FGC	Entre Tuset i Balmes	FGC a 170 m (3')
Diagonal - Rambla de Catalunya (1,385)	400 metres	L3 i L5 de TMB	Entre Rbla. Catalunya i Pg. de Gràcia.	L3 a 80 m (1') L5 a 250 m (4')
Casa de les Punxes (1,855)	470 metres		Entre Roger de Llúria i Bruc.	
Verdaguer (2,295)	440 metres	L4 i L5 de TMB	Entre Bailèn i Pg. Sant Joan	L5 a 90 m (1,5') L4 a 180 m (3')
Sicília (2,765)	470 metres		Entre Nàpols i Sicília	
Monumental (3,205)	440 metres	L2 de TMB	Entre Marina i Lepant	Habilitar accés de la sortida d'emergència de L2: 60 m (1')
Glòries (3,805)	600 metres	L1 TMB	Entre Cartagena i Dos de Maig	L1 a 80 m (1')
Interdistància mitjana: 475 metres			MÀXIMA: 600 metres MÍNIMA: 440 metres	

Font: elaboració pròpia PTP

7.3.3. Dimensionament

Encara que la circulació de tramvies s'hagi previst per donar el màxim nombre de circulacions a la línia, la capacitat real del sistema pot quedar compromesa si no es disposen unes andanes suficientment amples i llargues com per garantir l'evacuació ràpida dels passatgers.

Figura 96. Estació Porte d'Ivry a París.



Foto: PTP. Tramvia T3 de París

Les dimensions de les andanes de les parades han de garantir el correcte funcionament del tramvia i autobusos en termes de capacitat i intermodalitat. L'amplada mínima de les andanes hauria de garantir **dos metres d'amplada si són laterals, o tres metres i mig si són centrals**; tot i que l'elevada demanda que es preveu al tram central de la Diagonal requeriria una revisió d'aquest criteri a l'alça. Als dos casos s'ha d'estudiar el flux de vianants en circulació i l'espai de vianants en espera.

En el cas de la llargària de les parades del tramvia, s'hauria de respectar, com a mínim, el criteri de dimensionament dels sistemes actualment en operació: Trambaix i Trambesòs; que permetrien evacuar i carregar dos tramvies Citadis 302 acoplats (64 metres). En aquest cas es considera **un mínim de 60 metres d'andana per donar servei a totes les portes dels vehicles**.

També cal tenir clar quin serà el paper de l'autobús al llarg de la Diagonal. La instal·lació del tramvia ha de permetre racionalitzar el pes de l'autobús al llarg de la Diagonal i pot ser necessari fer compartir itinerari entre ambdós modes de transport. En cas que els tramvies i autobusos comparteixin carril de circulació s'ha d'estudiar si també compartiran andanes. En cas afirmatiu caldrà definir el següent:

- Les andanes hauran de ser laterals, ja que els autobusos tenen portes només a la dreta
- Les andanes hauran de tenir un dimensionament en llargària que permeti l'operació de parada comercial simultània entre autobusos i tramvies. Un tramvia doble i un autobús articulat requeririen andanes de 80 metres, distància que es correspon a una illa d'Eixample completa. En aquest cas les andanes tindrien com a accés directament els passos de vianants dels carrers verticals limítrofs.

Figura 97. Llargària d'andanes en funció de les parades comercials simultànies dels vehicles de transport públic

Hipòtesi	Llargària vehicles	Llargària andanes (sense rampes)
Tramvia Citadis 302	32 metres	60 metres
Doble tramvia Citadis 302	64 metres	60 metres
Tramvia Citadis 402	44 metres	60 metres
Tramvia C.402 + bus	44 metres + 18 metres	60 metres
Doble tramvia C.302 + bus	64 metres + 18 metres	80 metres

Figura 98. Parada central dels transports públics de Graz, amb parades prou llargues. L'autobús para darrere del tramvia.



Font: PTP. Tramvia de Graz.

Alternativament es poden separar les andanes de bus i tramvia i disposar-les en paral·lel, fins i tot quan aquests dos transports comparteixen plataforma de circulació. El factor crític de les plataformes compartides bus-tramvia és la parada, ja que en moltes ocasions els autobusos només carreguen passatgers per la porta del davant, alentint l'operació.

En cas de plataforma compartida bus-tramvia cal estudiar a fons aquesta qüestió i fins i tot plantejar que els autobusos coincidents amb el tramvia estrenin un nou model d'operació basat en permetre l'entrada i sortida per totes les portes del vehicle.

Figura 99. Parada amb quatre vies i quatre andanes a Berna, compartida per tramvies i troleibusos



Font: PTP. Tramvia de Berna.

7.3.4. Andanes ubicades a banda i banda d'una cruïlla

En principi és poc recomanable allunyar les dues andanes d'una mateixa parada, perquè causa desorientació als usuaris, impedeix una intermodalitat clara i dificulta canviar de sentit. Però Existeixen casos on la regulació semafòrica pot aconsellar que el tramvia separi les andanes a banda i banda d'una cruïlla important, per aprofitar el temps de vermell a l'hora de fer les parades comercials.

7.4. Conclusions

- El sistema tramviari ha de funcionar amb via doble, vies contigües entre elles i en una plataforma segregada central respecte dels sentits de circulació.
- Les parades amb andanes laterals permetran també la circulació d'autobusos seleccionats i coordinats amb el tramvia.
- Les andanes poden funcionar també com a resguard per als vianants que hagin de travessar la Diagonal
- S'ha de poder traslladar una parada tramviària sense el retranqueig de les vies, per tant, caldrà tendir a seccions on les vies no canviïn de posició per la presència de parades. El sistema tramviari ha de preveure la possibilitat de canviar les parades de lloc per garantir la intermodalitat amb el futur sistema d'autobusos urbans, avui indeterminat, i per poder-se adaptar als canvis semafòrics dels propers anys.
- Seria recomanable optar per un disseny de parades adaptable al tipus de servei (tramvia o tramvia i bus amb format de parada doble)
- El debat de prescindir de la catenària ha d'estar condicionat per la plena fiabilitat del servei, la seva autonomia elèctrica i possibles millores en el futur més enllà de la Diagonal.

8. Propostes de reforma de l'avinguda Diagonal

8.1. Consideracions preliminars

- La nova urbanització de la Diagonal requereix un important esforç d'imaginació difícil de practicar des d'una perspectiva purament sectorial (sector de l'automòbil i la moto, sector del transport públic, sector de la bicicleta, sector dels vianants, sector dels urbanistes...).
- La nova Diagonal no queda prou definida per les seccions en alçat, donada la irregularitat de les seves façanes, el desnivell transversal i l'especial problemàtica de les cruïlles triples.
- Dissenyar un espai amb qualitat urbana i funcionalitat per a la una mobilitat sostenible només és possible analitzant, a banda de la cabuda i inserció amable dels mitjans de locomoció, la correcta relació entre ells, amb els carrers de l'entorn i amb els usos ciutadans que es puguin donar a la nova avinguda (passeig, estança, parc...). És aquest punt el que tractem en aquest capítol.
- La Diagonal central és un eix molt heterogeni, amb diferents utilitats i exigències segons el tram.
- La PTP va analitzar l'any 2009 un conjunt de 28 seccions tipus introduint elements novedosos que fins aleshores no s'havien tingut en compte als projectes de tramvia i de reforma de la Diagonal:
 - Possibilitats d'una secció asimètrica
 - Necessitat d'andanes espaioses
 - Possibilitat d'encaixar una secció funcional per al transport públic sense detriment de la preservació de l'arbrat
 - Circulació combinada de bus i tramvia
 - Possible encaix d'un parc lineal que enllaci el Parc de Cervantes, el circuit de fitness de Zona Universitària – F.Macià i Glòries.

8.2. Estudi de seccions de 2009.

Els aspectes avaluats van ser els següents:

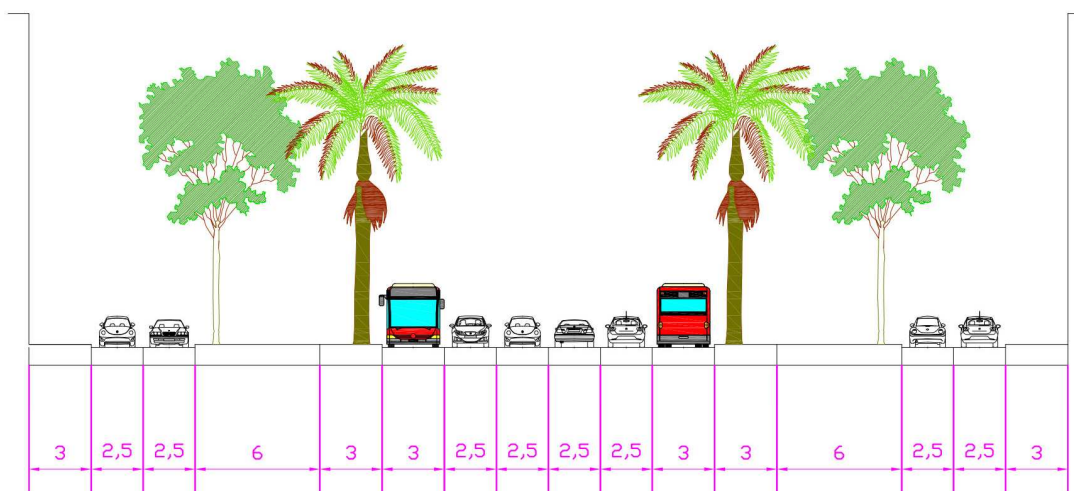
- Puntuació de l'espai lliure (vianants i estança) (3 punts)
 - Proporció d'espai per a vianants i la seva estança (1 punt = 50% del carrer, es resten 0,25 per cada 5 metres restants)
 - Distància de cruïlla (1 punt = si és menor al 50% de l'amplada del carrer; es resten 0'25 per cada 5 metres addicionals). Avalua el grau d'esquarterament i la facilitat per creuar en verd el carrer d'una sola tongada.
 - Possibles usos (1 = permet zones d'esbarjo o àrees infantils i voreres àmplies, 0'75 = permet zones d'esbarjo i voreres només per caminar, 0'5 = només voreres àmplies i possibles terrasses, 0'25 = una vorera útil inferior als 10 metres per només caminar, 0 = dues voreres útils inferiors als 7 metres per caminar)
- Puntuació del tramvia i bus. La correcta implantació de la plataforma segregada del transport públic, considerant les exigències tècniques descrites al capítol 4 (3 punts)
 - Interacció amb el trànsit rodat: girs i semaforització (2 punts = plataforma central amb resguards laterals; 1'5 = plataforma central sense separació amb carril bus; 1 = plataforma central sense separació amb carrils convencionals; 0 punts = plataformes laterals)

- Amplada necessària per les andanes (1 punt = andanes laterals de 3 metres i central de 4 metres; es resten 0'25 punts per cada mig metre de menys)
- Puntuació de la bicicleta (2 punts)
 - Seguretat (1 punt = bona separació de vianants i trànsit; resta 0'25 si estreta voreres de 10 metres, resta 0,50 si estreta voreres inferiors, resta 0'50 per col·lisió amb parades de bus i tramvia i resta 0'50 per interacció amb el trànsit)
 - Afectació per girs trànsit privat (sense afectacions, no resta punts; possibilitat de retranqueig amb groc intermitent, resta 0,25; sense possibilitat de retranqueig amb groc intermitent, resta 1 punt)
 - Es resta dos punts directament quan no aparegui carril bici i existeixin més de dos carrils de circulació.
- Puntuació de l'activitat econòmica: càrrega i descàrrega (1 punt = es satisfà a les dues voreres, es resten 0'25 punts si s'interromp pel carril bici i 0'5 punts si s'interromp pel transport públic o privat motoritzat)
- Trasllet d'arbrat (1 punt = cap arbre traslladat, es resten 0'25 punts per cada filera traslladada).

Es van mantenir els següents criteris mínims:

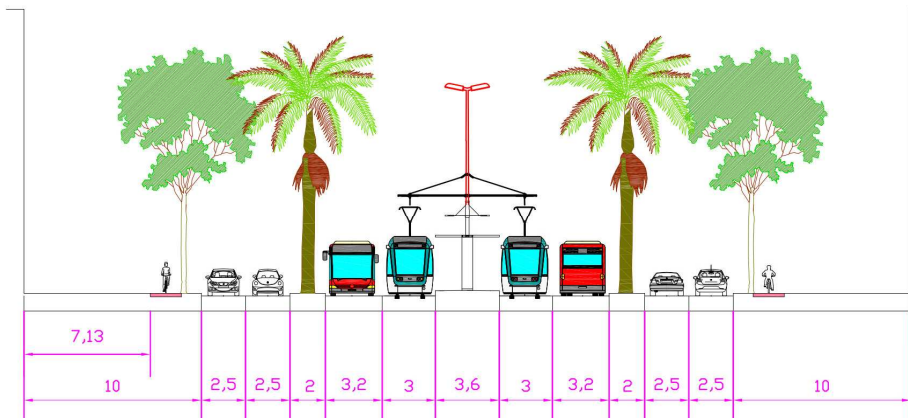
- mantenir l'accessibilitat rodada per a veïns i serveis.
- no tractar els punts singulars, amb estretaments d'amplada útil del carrer, com la secció reduïda a l'alçada de la Casa de les Punxes.
- possibilitat de pacificar el trànsit a 30 km/h a la meitat de les seccions en comptes d'ubicar un carril bici segregat, finalment descartat
- cap secció amb flux viari entre les dues vies del tramvia
- no puntuar l'existència d'un carril bus-taxi a més de la plataforma del tramvia atès que la seva necessitat no és longitudinal
- permetre la circulació de línies seleccionades de bus per la plataforma tramviària, corresponents amb la nova xarxa de bus i amb alguna línia addicional provisionalment

Figura 100. Secció típica prèvia a la reforma del tram F.Macià – Pg. de Gràcia i actual del tram Pg. de Gràcia – Aragó.

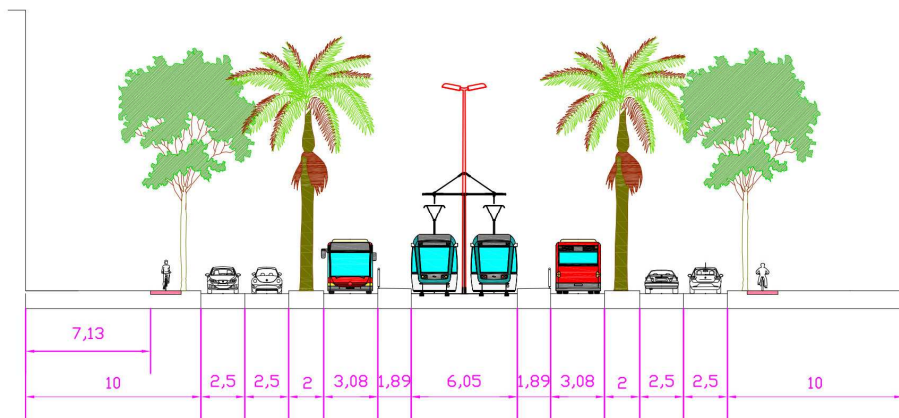


Font: Riol Jurado, Ricard (2009) Estudi per a la reforma de la Diagonal Central, PTP

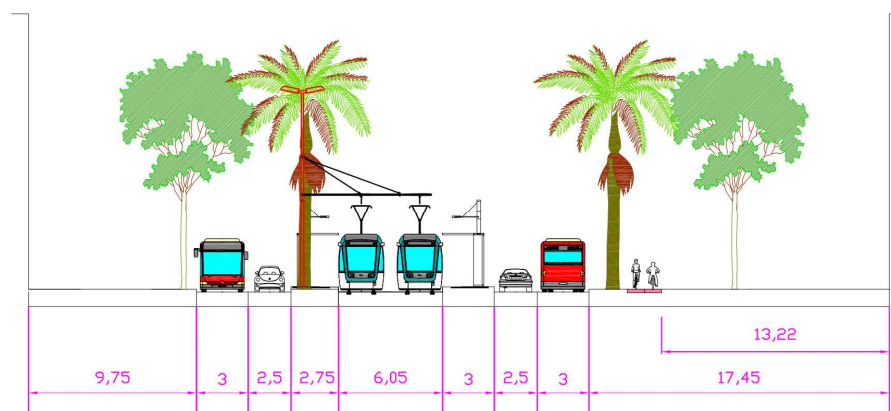
Figura 101. Propostes de seccions tipus estudiades



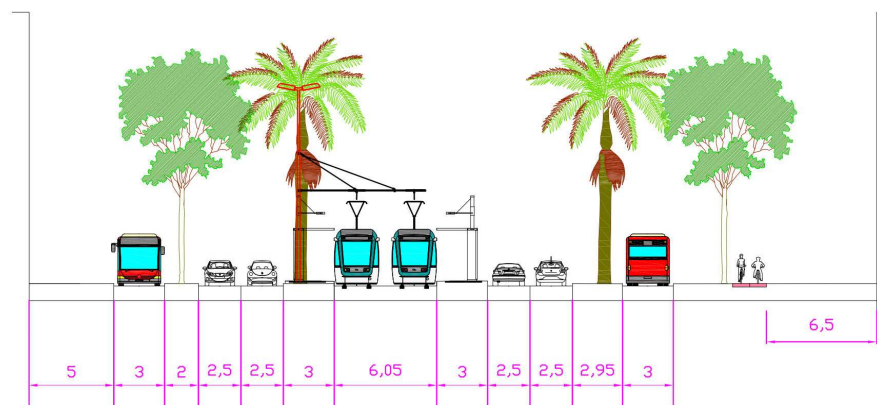
Proposta 01
Secció funcional d'andanes laterals, amb carril bus i carril bici



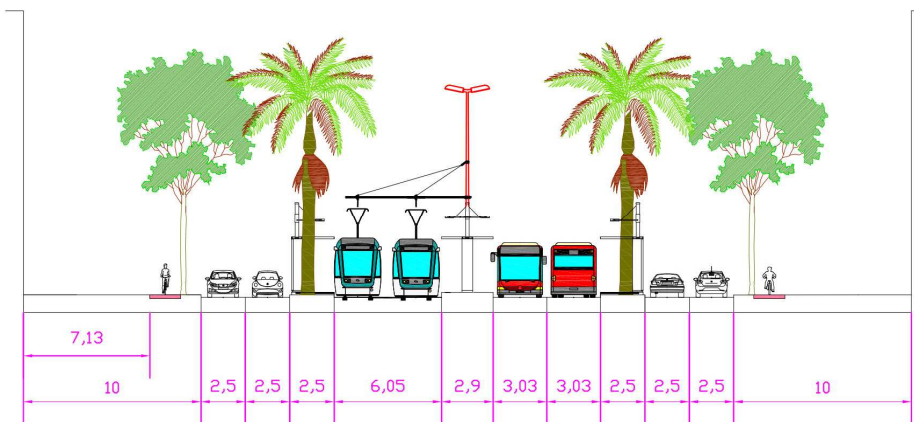
Proposta 02
Secció funcional d'andana central, amb carril bus i carril bici



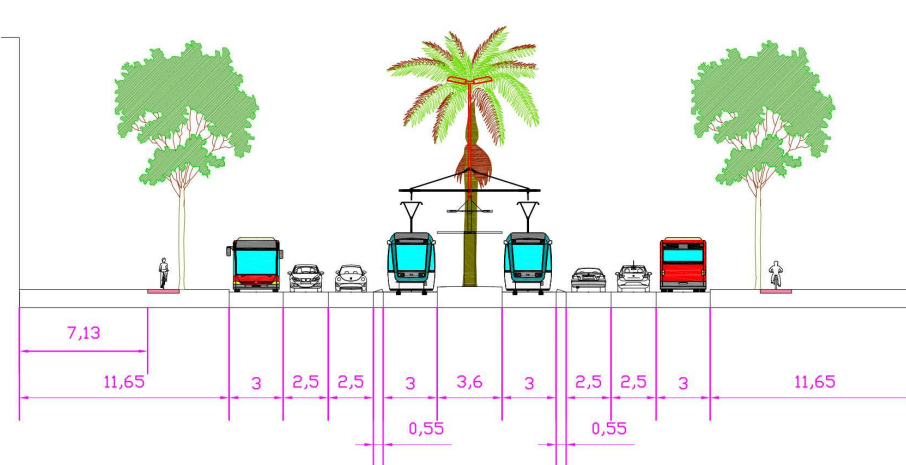
Proposta 03
Secció asimètrica de màxima vorera i amb carril bici



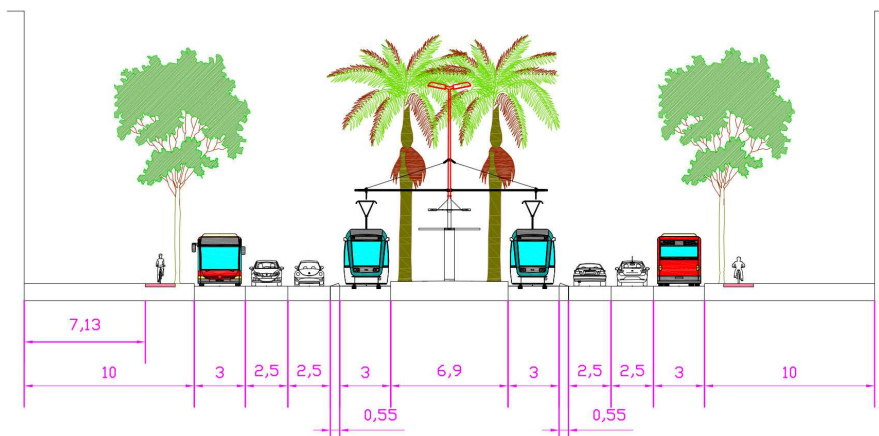
Proposta 04
Secció asimètrica amb carril bus i amb carril bici



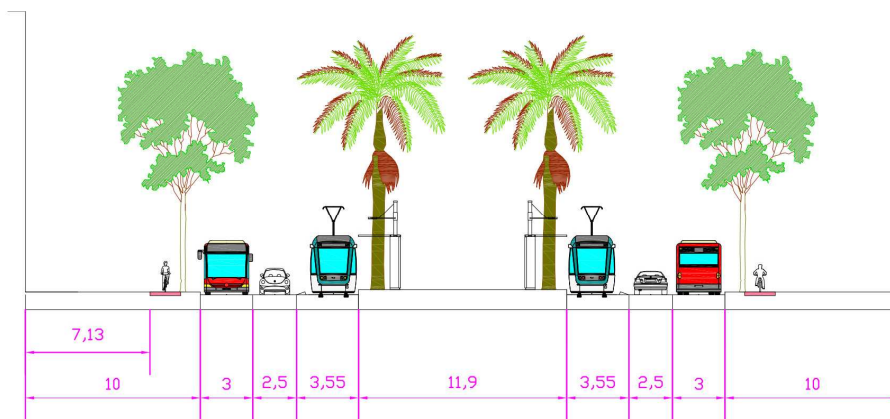
Proposta 05
Secció amb tramvia i carrils bus creuats i carril bici



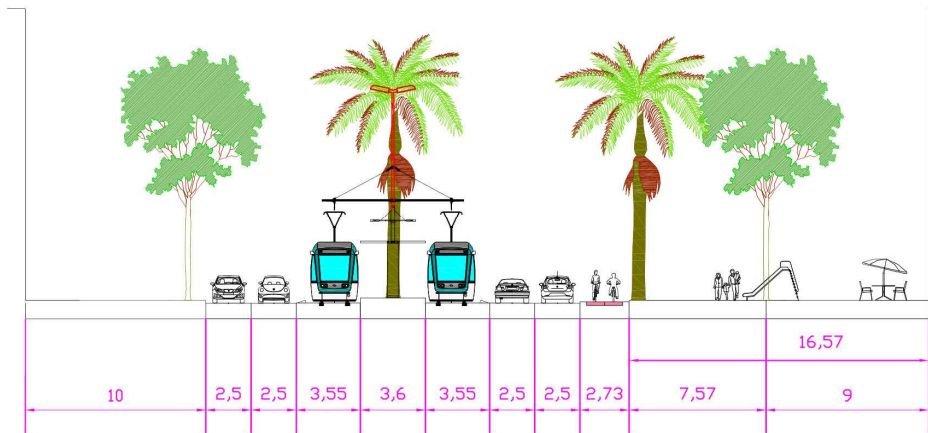
Proposta 06
Secció simètrica amb màxima vorera, carril bus i carril bici



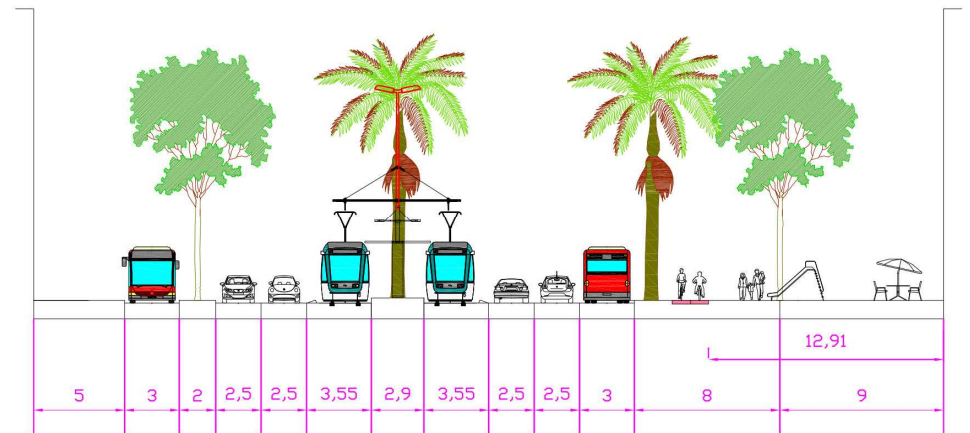
Proposta 07
Secció amb petit passeig central, carril bus i carril bici



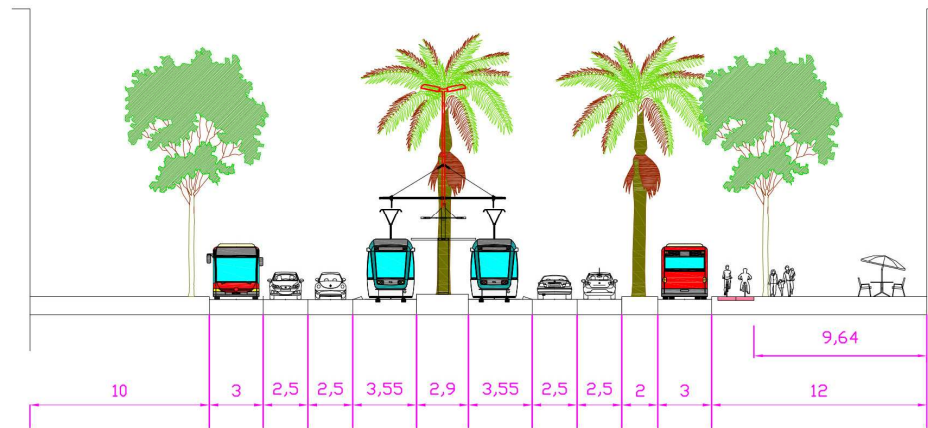
Proposta 08
Secció amb rambla central, trasllat d'arbres, i carril bus



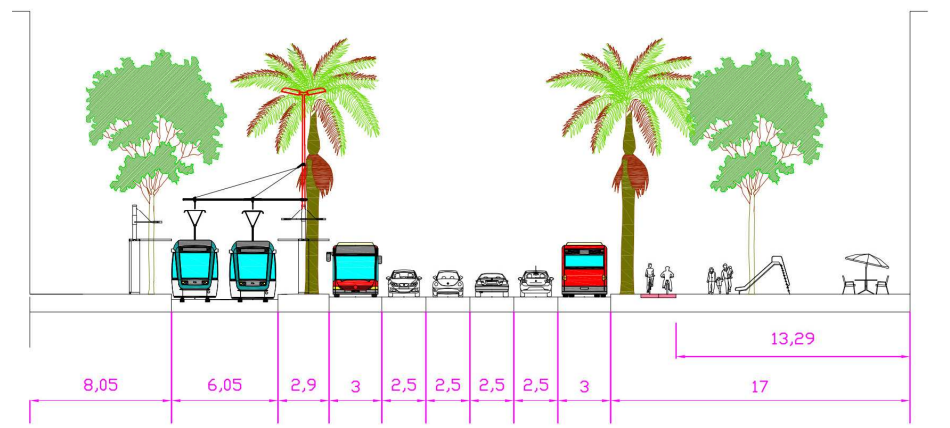
Proposta 09
Secció asimètrica, trasllat d'arbres, de màxima vorera i carril bici



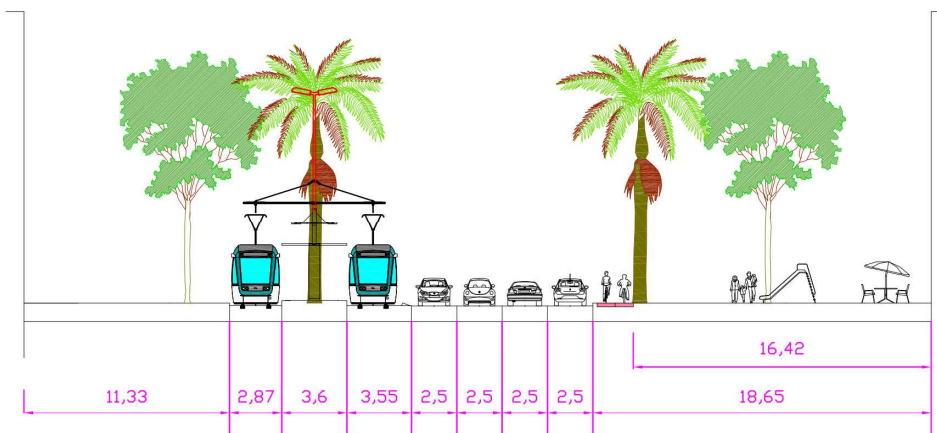
Proposta 10
Secció asimètrica, trasllat d'arbres, amb carril bus, de màxima vorera i carril bici



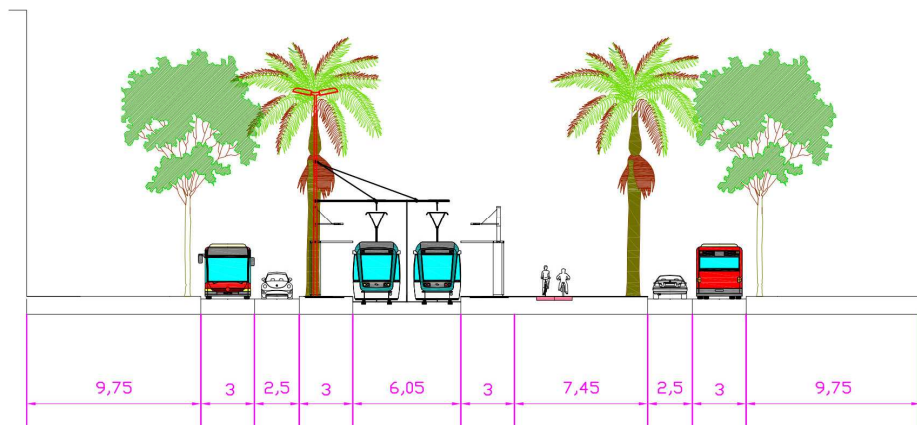
Proposta 11
Secció asimètrica, trasllat d'arbres, amb carril bus i carril bici



Proposta 12
Secció amb tramvia lateral, carril bus actual i carril bici



Proposta 13
Secció amb tramvia lateral i carril bici



Proposta 14
Secció amb rambla central i carril bici

Font: Riol Jurado, Ricard (2009) Estudi per a la reforma de la Diagonal Central, PTP

Figura 102. Taula de puntuacions .

SECCIÓ ACTUAL	QUALITAT ESPAI PÚBLIC (3 punts)						PUNTUACIÓ TRAMVIA (3 punts)					PUNTUACIÓ BICICLETA (2 PUNTS)				CÁRREGA-DC (1 PT)	ARBRAT (1 PT)	TOTAL DE PUNTS	ENCAIX DEL BUS COINCIDENT AMB EL TRAMVIA			
	Espai per a vianants	Espai per a vianants (punts)	Distància de cruïlla (metres)	Distància de cruïlla (punts)	Possibles usos	Puntuació de l'espai lliure	Interacció tramvia - trànsit	Núm. Andanes	Mesura	Puntuació andanes	Puntuació del bus	Carril bici vorera < 10 metres	Carril compartit	Col·lisió parades de bus / tramvia	Afectació de gir	Puntuació bicicleta	Puntuació càrrega i descàrrega	Puntuació arbrat	Puntuació TOTAL	Carril bus segregat	Carril bus lateral	Carril bus TRAM
PROPOS-ES	10	0,25	44	0,05	0,00	0,30	0,50	2	6	1	1,50	-0,5	-0,50	-1,50	-0,50	1,00	1,00	3,30				
1A	20	0,75	30	0,75	0,50	2,00	1,50	1	3,6	0,8	2,30		-0,50		1,50	1,00	1,00	7,80				
1B	14,26	0,46	35,74	0,46	0,25	1,18	1,50	1	3,6	0,8	2,30	-0,25	-0,50	-1,00	0,75	0,50	1,00	5,73				
2A	20	0,75	30	0,75	0,50	2,00	2,00	2	3,78	-0,11	1,89		-0,50		1,50	1,00	1,00	7,39				
2B	14,26	0,46	35,74	0,46	0,25	1,18	2,00	2	3,78	-0,11	1,89	-0,25	-0,50	-1,00	0,75	0,50	1,00	5,32				
3A	27,95	1,00	22,05	1,00	1,00	3,00	2,00	2	6	1	3,00		-0,50		1,50	1,00	1,00	9,50				
3B	23,22	0,91	26,78	0,91	1,00	2,82	2,00	2	6	1	3,00		-0,50	-0,25	1,75	0,75	1,00	9,32				
4A	18	0,65	33	0,60	0,25	1,50	2,00	2	6	1	3,00		-0,50		1,50	0,00	1,00	7,00				
4B	11,5	0,33	38,5	0,33	0,00	0,65	2,00	2	6	1	3,00	-0,50	-0,50	-0,25	1,25	0,00	1,00	5,90				
5A	20	0,75	30	0,75	0,50	2,00	1,00	2	5,4	0,7	1,70		-0,50		1,50	1,00	1,00	7,20				
5B	14,26	0,46	35,74	0,46	0,25	1,18	1,00	2	5,4	0,7	1,70	-0,25	-0,50	-1,00	0,75	0,50	1,00	5,13				
6A	23,3	0,92	26,7	0,92	0,50	2,33	2,00	1	3,6	0,8	2,80		-2,00		0,00	0,00	0,50	5,63				
6B	14,26	0,46	35,74	0,46	0,25	1,18	2,00	1	3,6	0,8	2,80	-0,25	-0,50	-0,25	1,50	0,00	0,50	5,98				
7A	26,9	1,00	30	0,75	0,50	2,25	2,00	1	6,9	1	3,00		-2,00		0,00	0,00	0,50	5,75				
7B	21,16	0,81	35,74	0,46	0,25	1,52	2,00	1	6,9	1	3,00	-0,25	-0,50	-1,00	0,75	0,00	0,50	5,77				
8A	32,9	1,00	30	0,75	1,00	2,75	2,00	1	12,9	1	3,00		-0,50		1,50	1,00	0,50	8,75				
8B	27,16	1,00	35,74	0,46	0,75	2,21	2,00	1	12,9	1	3,00	-0,25	-0,50	-1,00	0,75	0,50	0,50	6,96				
9A	32,83	1,00	20,7	1,00	1,00	3,00	2,00	1	3,6	0,8	2,80		-0,50		1,50	1,00	0,75	9,05				
9B	26,57	1,00	23,43	1,00	1,00	3,00	2,00	1	3,6	0,8	2,80		-0,50	-0,25	1,75	0,50	0,75	8,80				
10A	22	0,85	28	0,85	0,25	1,95	2,00	1	3,6	0,8	2,80		-2,00		0,00	0,00	0,75	5,50				
10B	17,91	0,65	32,09	0,65	0,25	1,54	2,00	1	3,6	0,8	2,80		-0,50	-0,25	1,75	0,00	0,75	6,84				
11A	22	0,85	28	0,85	0,50	2,20	2,00	1	2,9	0,45	2,45		-2,00		0,00	0,00	0,75	5,40				
11B	19,64	0,73	30,36	0,73	0,50	1,96	2,00	1	2,9	0,45	2,45		-0,50	-0,25	1,25	0,00	0,75	6,41				
12A	25,05	1,00	24,95	1,00	0,50	2,50	2	5,9	0,95	0,95	0,95		-2,00		0,00	0,00	1,00	4,45				
12B	21,34	0,82	28,66	0,82	0,50	2,13	2	5,9	0,95	0,95	0,95		-0,50	-0,25	1,25	0,00	1,00	5,33				
13A	29,98	1,00	20,02	1,00	1,00	3,00	1	3,6	0,8	0,80	0,80		-2,00		0,00	0,50	1,00	5,30				
13B	27,75	1,00	22,25	1,00	1,00	3,00	1	3,6	0,8	0,80	0,80		-0,25		1,75	0,25	1,00	6,80				
14A	20	0,75	30	0,75	0,75	2,25	2,00	2	6	1	3,00		-0,50		1,50	1,00	1,00	8,75				
14B	30,95	1,00	30	0,75	0,50	2,25	2,00	2	6	1	3,00		-0,50		2,00	1,00	1,00	9,25				

Font: Riol Jurado, Ricard (2009) Estudi per a la reforma de la Diagonal Central, PTP

Figura 103. Resum de taula de puntuacions .

SECCIÓ	Puntuació de l'espai públic (/3)	Puntuació del bus (/3)	Puntuació bicicleta (/2)	Puntuació càrrega i desc. (/1)	Puntuació arbrat (/1)	Puntuació TOTAL (/10)				
ACTUAL	0,30	1,50	-0,50	1,00	1,00	3,30				
PROPOS- TES	Puntuació de l'espai lliure (/3)	Puntuació del tranvia (/3)	Puntuació bicicleta (/2)	Puntuació càrrega i desc. (/1)	Puntuació arbrat (/1)	Puntuació TOTAL (/10)	Carril bus segregat	Carril bus lateral	Carril bus tram mixt	Impossible bus
1A	2,00	2,30	1,50	1,00	1,00	7,80				
1B	1,18	2,30	0,75	0,50	1,00	5,73				
2A	2,00	1,89	1,50	1,00	1,00	7,39				
2B	1,18	1,89	0,75	0,50	1,00	5,32				
3A	3,00	3,00	1,50	1,00	1,00	9,50				
3B	2,82	3,00	1,75	0,75	1,00	9,32				
4A	1,50	3,00	1,50	0,00	1,00	7,00				
4B	0,65	3,00	1,25	0,00	1,00	5,90				
5A	2,00	1,70	1,50	1,00	1,00	7,20				
5B	1,18	1,70	0,75	0,50	1,00	5,13				
6A	2,33	2,80	0,00	0,00	0,50	5,63				
6B	1,18	2,80	1,50	0,00	0,50	5,98				
7A	2,25	3,00	0,00	0,00	0,50	5,75				
7B	1,52	3,00	0,75	0,00	0,50	5,77				
8A	2,75	3,00	1,50	1,00	0,50	8,75				
8B	2,21	3,00	0,75	0,50	0,50	6,96				
9A	3,00	2,80	1,50	1,00	0,75	9,05				
9B	3,00	2,80	1,75	0,50	0,75	8,80				
10A	1,95	2,80	0,00	0,00	0,75	5,50				
10B	1,54	2,80	1,75	0,00	0,75	6,84				
11A	2,20	2,45	0,00	0,00	0,75	5,40				
11B	1,96	2,45	1,25	0,00	0,75	6,41				
12A	2,50	0,95	0,00	0,00	1,00	4,45				
12B	2,13	0,95	1,25	0,00	1,00	5,33				
13A	3,00	0,80	0,00	0,50	1,00	5,30				
13B	3,00	0,80	1,75	0,25	1,00	6,80				
14A	2,25	3,00	1,50	1,00	1,00	8,75				
14B	2,25	3,00	2,00	1,00	1,00	9,25				

Font: Riol Jurado, Ricard (2009) Estudi per a la reforma de la Diagonal Central, PTP

Conclusions 2009

- No hi ha cap secció possible que permeti segregar bicicletes, cotxes, autobusos i tramvies, no moure cap arbre i tenir unes voreres mínimament amples. **L'anàlisi de les 28 seccions tipus estudiades indica clarament que la segregació màxima de mitjans de transport mecànic (bicicleta, cotxe, bus i tramvia) i el manteniment de les alineacions de l'arbrat són incompatibles amb la creació de voreres de deu metres.**
- El nou caràcter de la Diagonal, un passeig verd i amable, destinat a l'ús cívic i la mobilitat sostenible, tampoc no requereix en cap cas que s'hagin de segregar tots els mitjans de transport.
- El trànsit reduït i limitat als veïns pot servir per acollir la circulació d'autobusos sense fer necessari un carril bus propi o compartit amb el tramvia
- Per mantenir l'arbrat, generar un transport públic potent, i mantenir una dotació viària mínima cal prescindir del carril bus-taxi exclusiu o encaixar la bicicleta sobre carrils de vehicles zona 30 per assolir una reforma de la Diagonal que arribi o superi el notable
- **L'adopció d'una secció asimètrica resol molts problemes d'encaix dels mitjans de transport, assegura un espai de gran amplitud i qualitat urbana i genera un passeig verd i espaiós.**
- Aquestes consideracions són aplicables a tota la Diagonal, sense que això impliqui necessàriament una secció comuna a tots els subtrams.

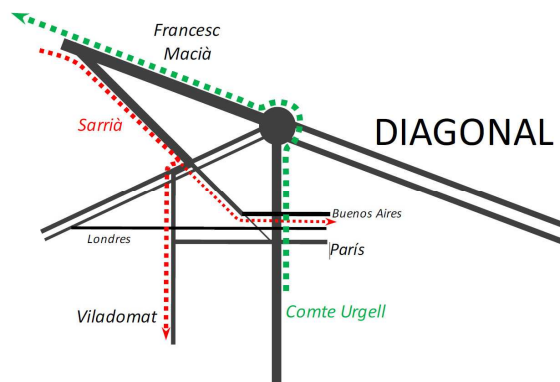
8.3. Adaptació a la situació de 2015: proposta de separació dels sentits de circulació.

Tenint en compte els condicionants urbanístics, de trànsit, de nova xarxa de bus estudiats a l'apartat 4, així com els condicionants ferroviaris i d'explotació de plataformes segregades de transport públic estudiats a l'apartat 5, a més d'allò estudiat als treballs previs de la PTP i de l'Ajuntament de Barcelona, ampliem les conclusions de 2009 amb els següents criteris i propostes:

- **A la Diagonal recentment reformada, entre F.Macià i Pg. de Gràcia, la implantació del tramvia ha d'implicar una obra mínima**, intentant assumir el màxim d'elements que han quedat ben resolts, com la preservació del màxim arbrat, les voreres ampliades i els carrils bici separats dels vianants.
- **Als trams pendents, de Pg. de Gràcia a Aragó, i d'Aragó a Glòries, s'ha de tenir en compte l'esquema de superilles aprovat l'any 2015**, i la preservació del màxim arbrat.
- **Cal, en tot cas, mantenir el criteri d'implantar les vies del tramvia sempre juntes i la ubicació central de la plataforma del transport públic per criteris operatius.** Tot i que la secció pugui ser asimètrica, la plataforma s'ha d'ubicar entre els dos sentits de circulació que existeixin, evitant-se girs a la dreta sobre el tramvia i bus i aparcament de càrrega i descàrrega. Excepcionalment es podrien habilitar girs a l'esquerra sobre la plataforma si estan estrictament regulats semafòricament en favor del transport públic.
- **L'oferta de carrils per a vehicles privats no necessàriament ha de ser simètrica a banda i banda de la plataforma segregada del transport públic.** En aquest sentit cal prestar atenció a allò ja assenyalat en apartats anteriors:
 - L'oferta viària de la Diagonal ha de dependre de la configuració viària de tot l'Eixample. Si tenim en compte que la bidireccionalitat en un carrer complex com la Diagonal resta capacitat al conjunt de la xarxa, caldria avançar en plantejaments de vialitat més enllà d'aquesta via.

- Les servituds viàries de la Diagonal són molt diferents segons les seccions i els sentits de circulació. Al contorn del casc antic de Gràcia, la Diagonal sentit Llobregat és l'única opció viària possible i té funcions de ronda. En aquest sentit s'haurien de mantenir dos carrils de circulació que evitin l'actual estrangulament del carril únic lateral entre Pg. de Gràcia i Via Augusta.
- No és així amb el sentit Besòs, que és perfectament transferible a la trama de carrers horitzontals d'Eixample a través del canvi de sentit de l'Av. de Sarrià.
- **Al tram F. Macià – Pg. de Gràcia, la possibilitat de separar el flux de trànsit direcció Besòs cap a l'Eixample i mantenir el flux direcció Llobregat dins la Diagonal facilita i abarateix enormement la implantació del tramvia de la Diagonal i genera un esquema viari de més capacitat i menys sacrificis semafòrics.** Característiques:
 - És una configuració que replica l'explotació del trànsit del parell Gran Via / Aragó. Per fer-ho és necessari recuperar l'antiga idea de canviar de sentit Av.Sarrià, per fer-la de baixada; i d'Urgell, per fer-la de pujada.

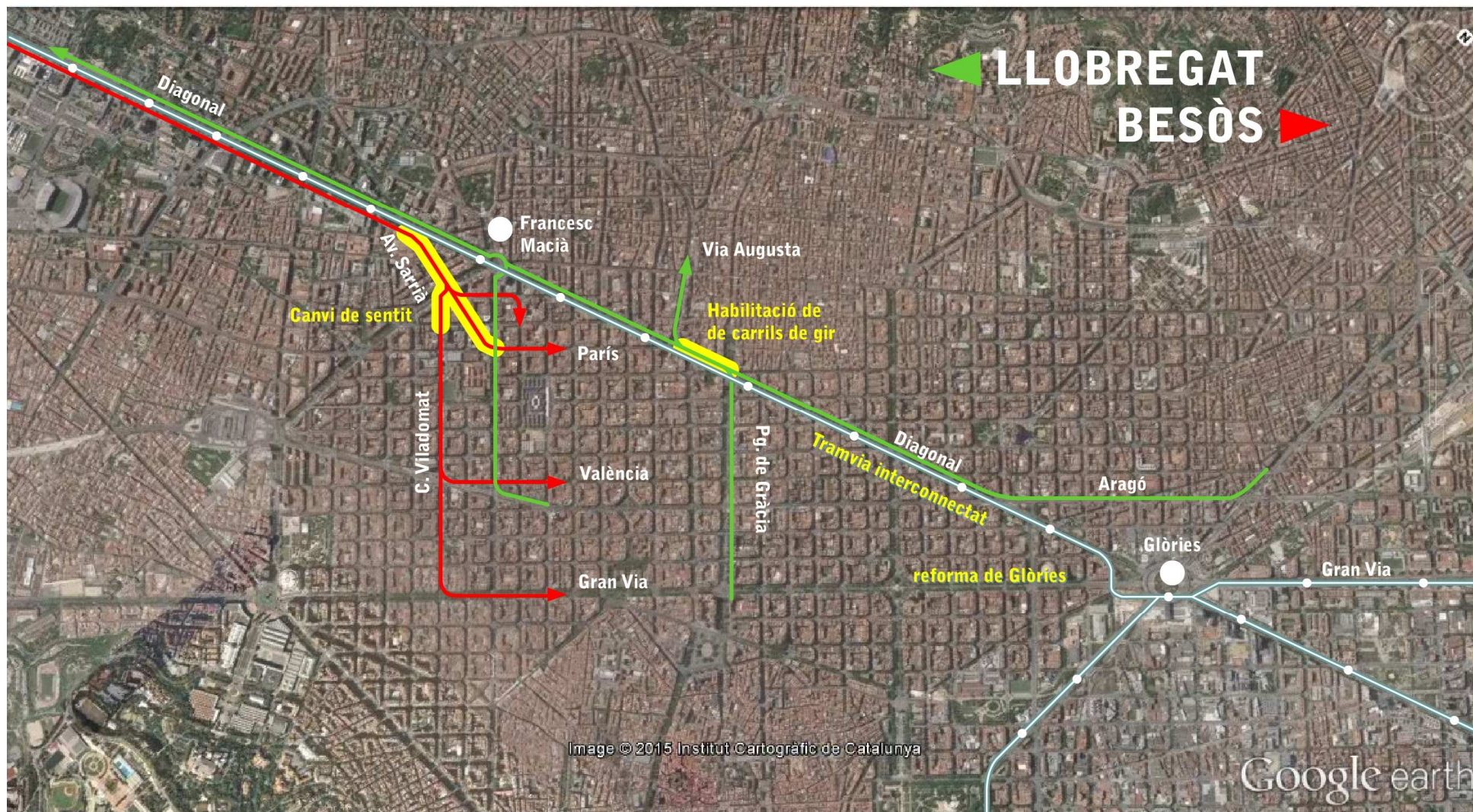
Figura 104. Canvis de sentit projectats l'any 2009 sobre el C. Urgell i l'Av. Sarrià



Font: Ajuntament de Barcelona (2009)

- Les obres es farien únicament sobre una franja asfaltada de 8,5 metres, sense retocar vorades, mitjanes, arbrat ni voreres.
- Únicament es perd un carril de circulació privada -o dos en zones de parada-, ja que l'actual carril bus de pujada passa a ser un carril convencional. La decisió de prescindir de més carrils de circulació privada estaria associada al PMU i no als requeriments tècnics del tramvia.
- La plataforma segregada de transport públic no allotjaria taxis ni rues d'autobusos, només la connexió Trambaix - Trambesòs i, si s'escau, un servei seleccionat d'autobús de nova xarxa amb obertura de totes les portes en l'àmbit Diagonal.
- Taxi i bus de barri / convencional s'haurien de canalitzar per la xarxa viària veïnal i convencional, fora de la plataforma reservada d'alt nivel de servei. Possible circulació fora de Diagonal però sobre una xarxa viària més descongestionada o fins i tot amb carril bus-taxi seguint esquemes viaris generals.
- És una proposta molt poc traumàtica que maximitza la usabilitat de l'espai públic i redueix al màxim les mitjanes i espais morts.
- Es respecta en totes les propostes l'alineació de l'arbrat, gràcies al plantejament asimètric.
 - La proposta evita l'estrangulament actual que suposa el carril únic sentit Llobregat entre Pg.de Gràcia i Via Augusta i el carril únic sentit Besòs entre F.Macià i Villarroel.

Figura 105. Obra mínima per a implantar el tramvia a la Diagonal ja reformada

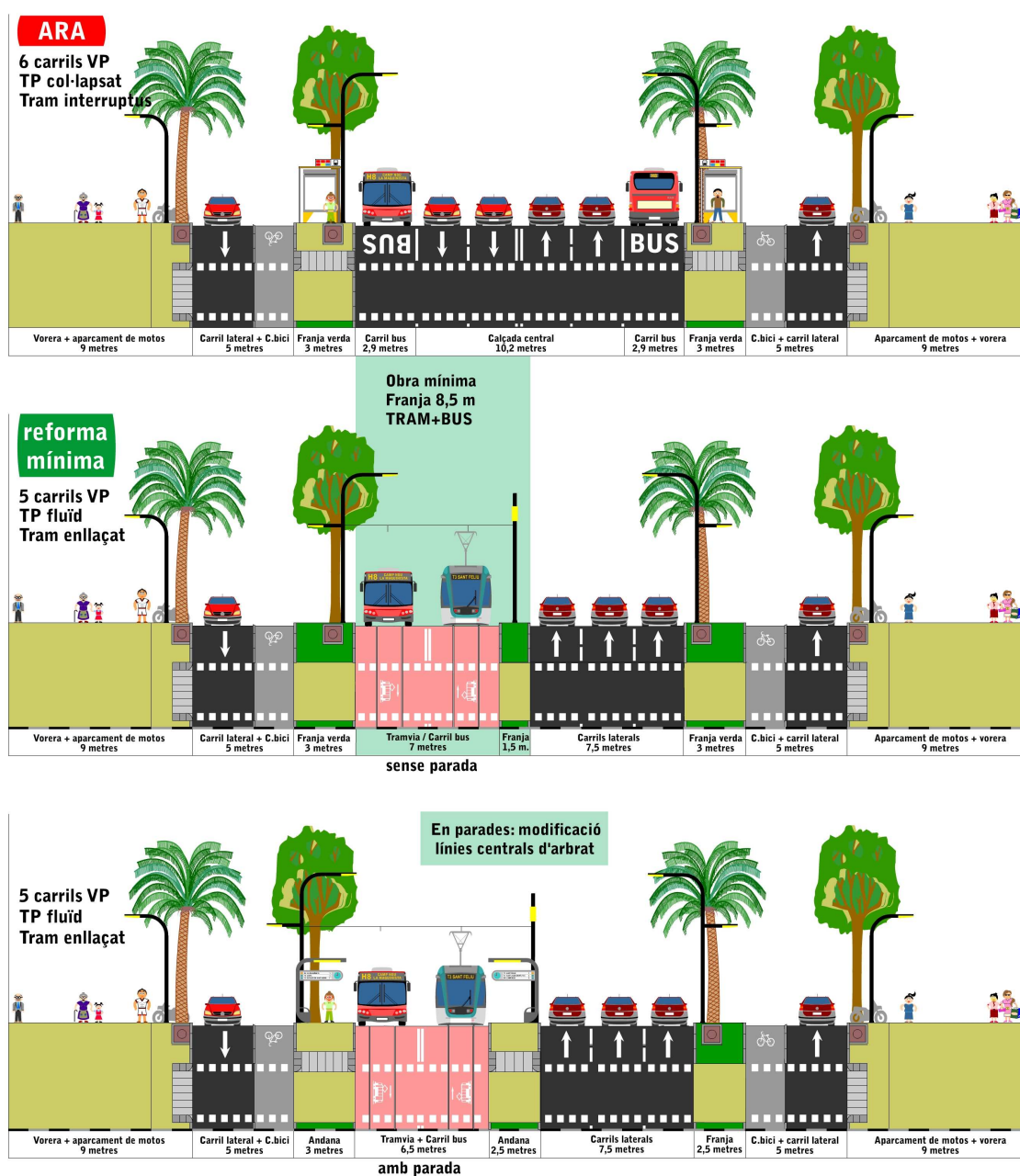


Font: elaboració pròpia PTP

Figura 106. Proposta d'implantació A1 retranqueig d'arbrat en parades

Característiques

- Només s'actua en 8,5 m sobre una secció de 50 m excepte en parades, on s'amplia l'obra.
- S'ubica un carril bus-tram, de 7 m d'amplada amb resguards laterals de més d'1,5 metres.
- Transferència de dos carrils privats i carril bus/taxi sentit Besòs a carrers horitzontals.
- Ampliació de la capacitat viària sentit Llobregat (el carril bus s'integra amb el tramvia)
- En parada es modifica lleugerament l'alineació del carril bus-tram i s'hi aplica una reducció de secció de 0,5 m (considerant que és zona de parada) i es modifica l'alineació de les dues fileres interiors d'arbrat, aproximadament en 0,5-1 m.
- El taxi circula sense carril propi però amb xarxa viària ampliada i pels carrils veïnals.

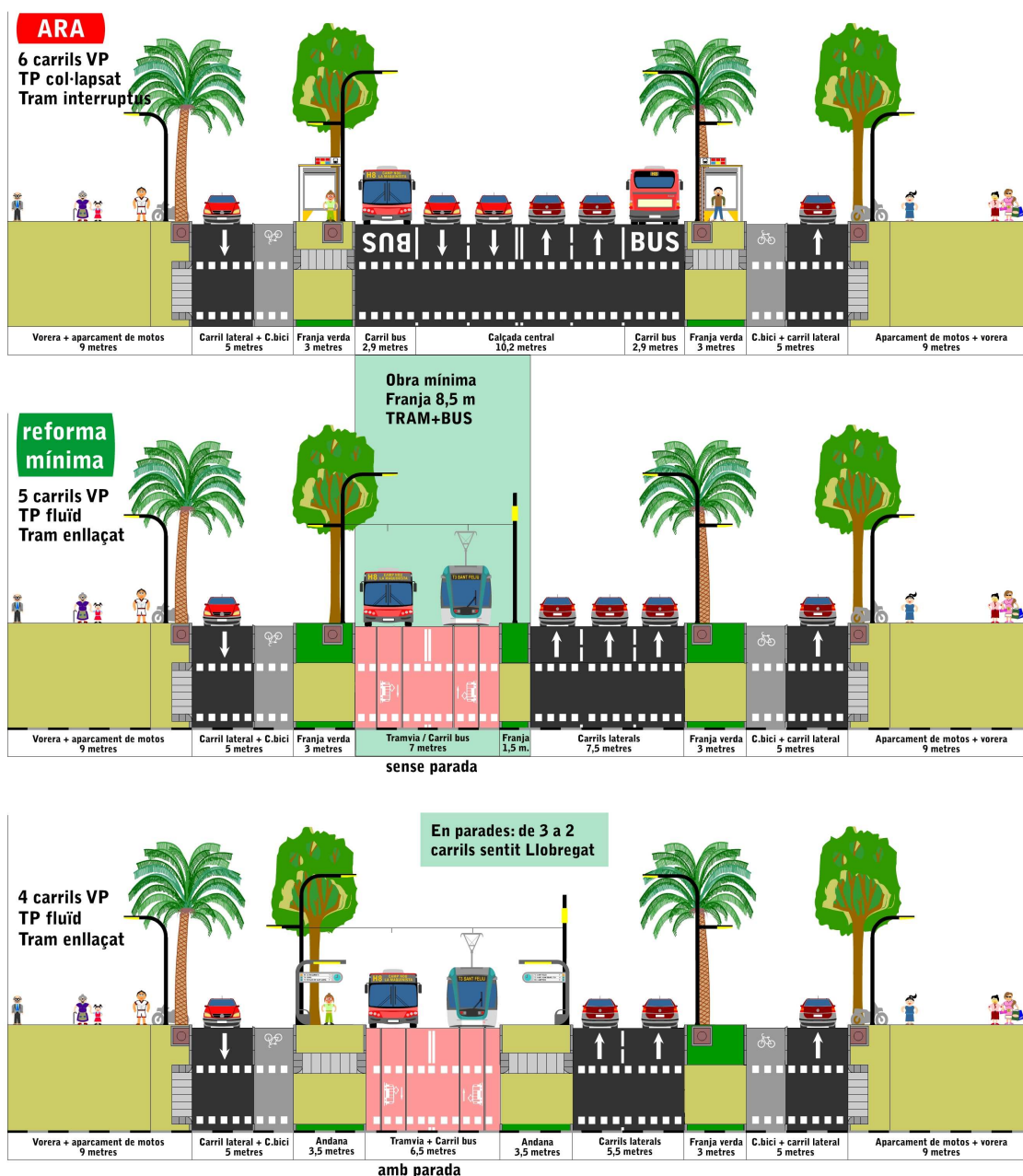


Font: elaboració pròpia PTP

Figura 107. Proposta d'implantació A2 pèrdua d'un carril en parades

Característiques

- Només s'actua en 8,5 m sobre una secció de 50 m excepte en parades, on s'amplia l'obra.
- S'ubica un carril bus-tram, de 7 m d'amplada amb resguards laterals de més d'1,5 metres.
- Transferència de dos carrils privats i carril bus/taxi sentit Besòs a carrers horitzontals.
- Ampliació de la capacitat viària sentit Llobregat, excepte en parades, on es manté l'actual.
- En parada es modifica lleugerament l'alineació del carril bus-tram i s'hi aplica una reducció de secció de 0,5 m (considerant que és zona de parada)
- En cap moment es modifica l'alineació de l'arbrat excepte per exigències d'accessibilitat en parades sentit Besòs.
- Es perd el carril bus convencional-taxi. El taxi circula pels carrils veïnals.

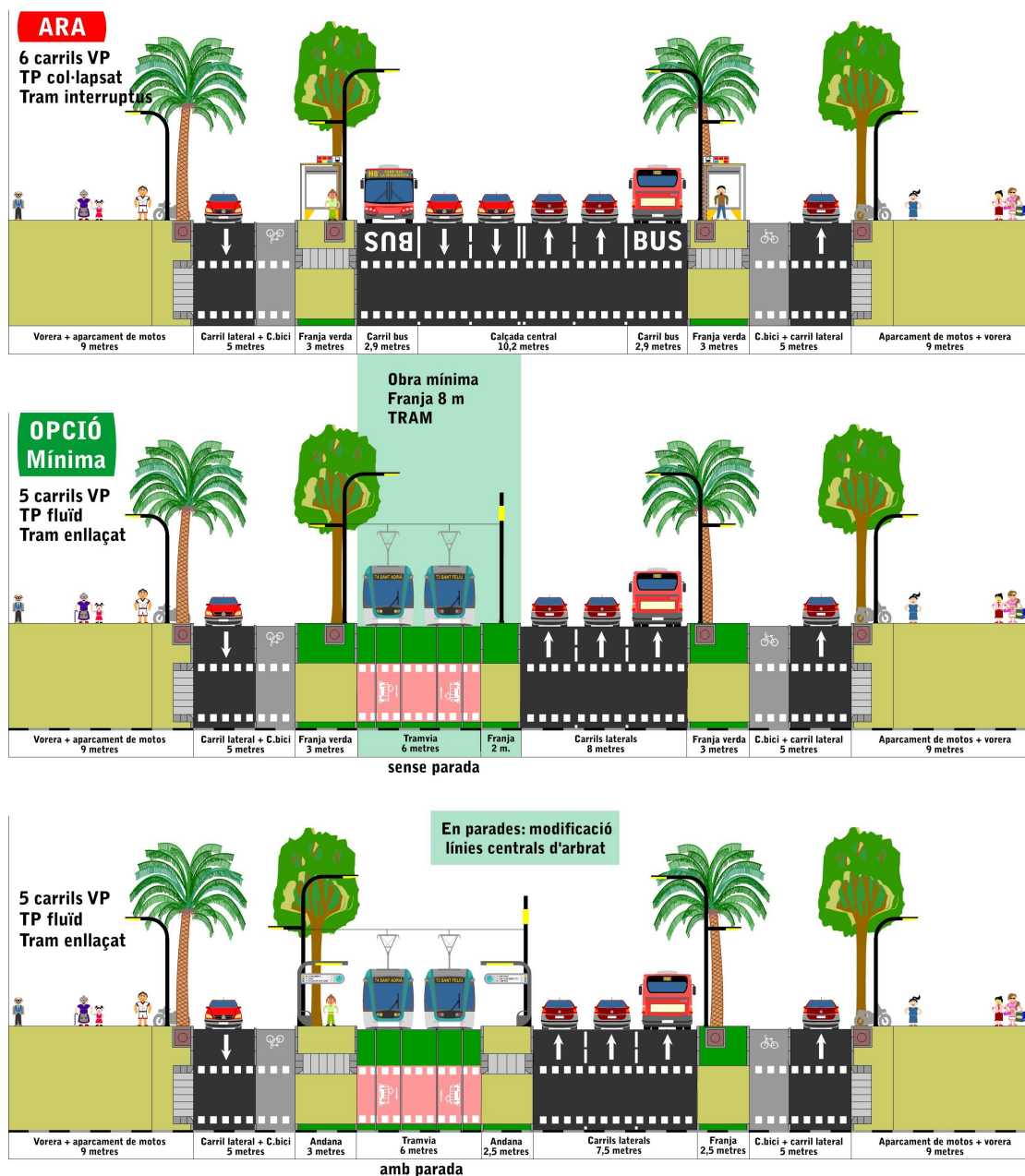


Font: elaboració pròpia PTP

Figura 108. Proposta d'implantació B1 retranqueig arbrat en parades

Característiques

- Només s'actua en 8 m sobre una secció de 50 m excepte en parades, on s'amplia l'obra.
- S'ubica el tramvia, amb 6 m d'amplada amb resguards laterals de més d'1,5 metres.
- Transferència de dos carrils privats i carril bus/taxi sentit Besòs a carrers horitzontals.
- Manteniment de la capacitat viària sentit Llobregat (3 carrils per a v.privat i carril bus/taxi)
- En parada es modifica lleugerament l'alineació de la filera interior costat muntanya de l'arbrat, aproximadament en 0,5-1 m.
- El taxi circula pel carril bus/taxi sentit Llobregat i pel carril veïnal en sentit Besòs

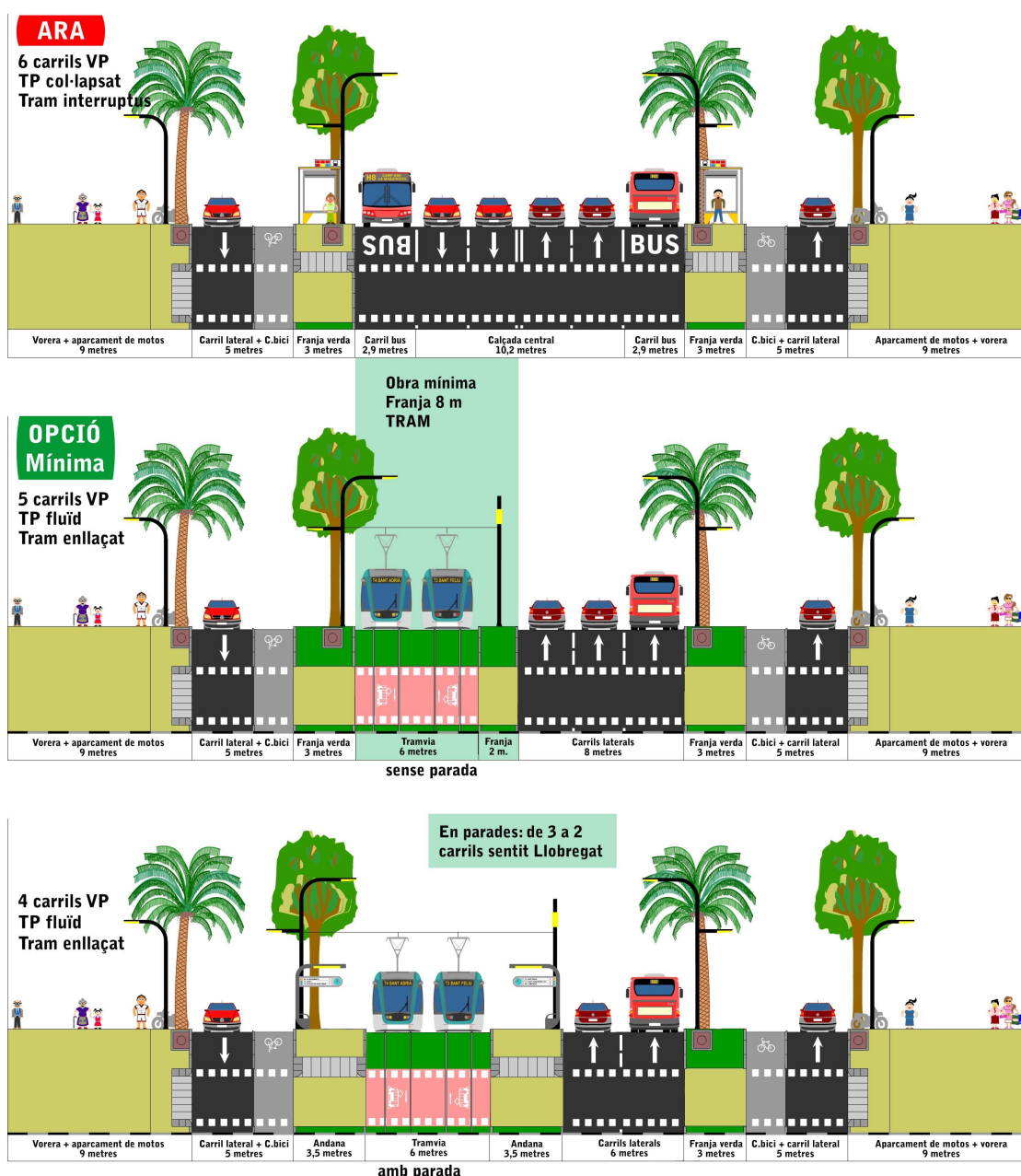


Font: elaboració pròpia PTP

Figura 109. Proposta d'implantació B2 pèrdua d'un carril en parades

Característiques

- Només s'actua en 8 m sobre una secció de 50 m excepte en parades, on s'amplia l'obra.
- S'ubica el tramvia, amb 6 m d'amplada amb resguards laterals de més d'1,5 metres.
- Transferència de dos carrils privats i carril bus/taxi sentit Besòs a carrers horitzontals.
- Manteniment de la capacitat viària sentit Llobregat (3 carrils per a v.privat i carril bus/taxi) excepte en parades on es perd un carril a determinar
- En cap moment es modifica l'alineació de l'arbrat excepte per exigències d'accessibilitat en parades sentit Besòs.
- El carril bus/taxi sentit Llobregat es pot mantenir o convertir a convencional.

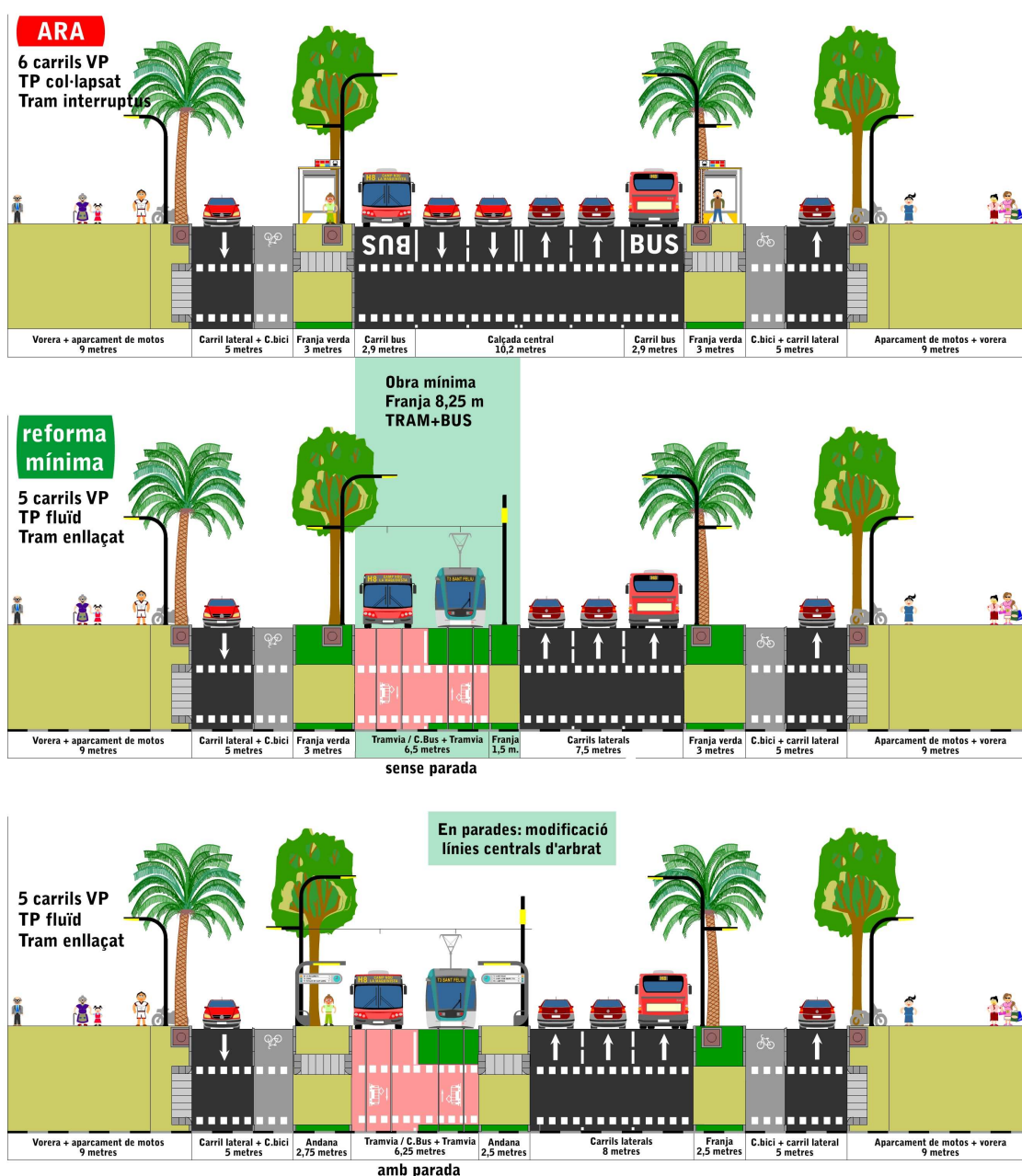


Font: elaboració pròpia PTP

Figura 110. Proposta d'implantació C1 retranqueig arbrat en parades

Característiques

- Només s'actua en 8,25 m sobre una secció de 50 m excepte en parades, on s'amplia l'obra.
- La plataforma segregada del transport públic allotja una via doble de tramvia i, en sentit mar un carril bus mixt amb la via corresponent del tramvia, amb 6,50 m d'amplada amb resguards laterals de més d'1,5 m.
- Transferència de dos carrils privats i carril bus/taxi sentit Besòs a carrers horitzontals.
- Manteniment de la capacitat viària sentit Llobregat (3 carrils per a v.privat i carril bus/taxi)
- En parada es modifica lleugerament l'alineació de la filera interior costat muntanya de l'arbrat, aproximadament en 0,5-1 m.
- El taxi circula pel carril bus/taxi sentit Llobregat i pel carril veïnal en sentit Besòs

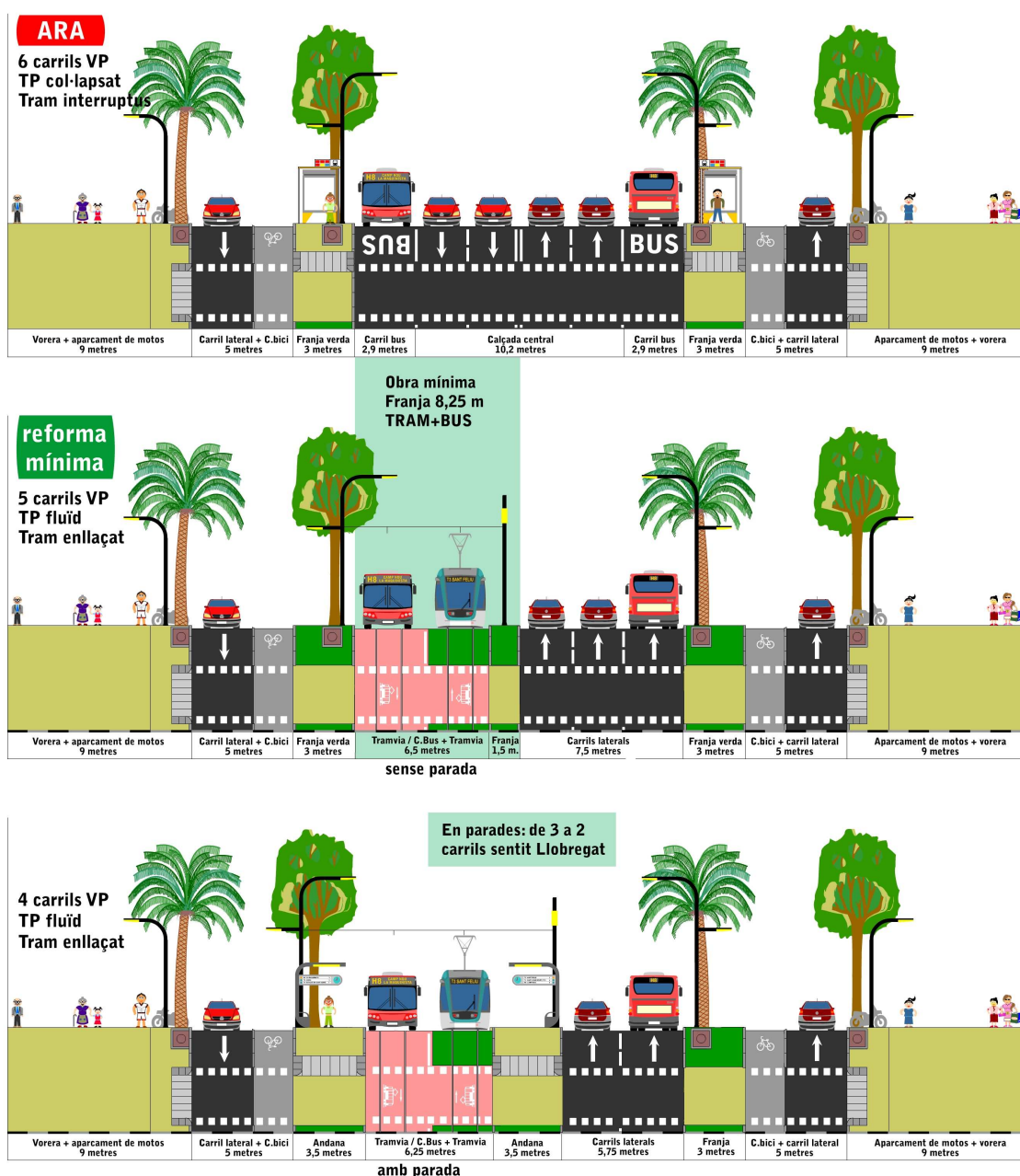


Font: elaboració pròpia PTP

Figura 111. Proposta d'implantació C2 pèrdua d'un carril en parades

Característiques

- Només s'actua en 8,25 m sobre una secció de 50 m excepte en parades, on s'amplia l'obra.
- La plataforma segregada del transport públic allotja una via doble de tramvia i, en sentit mar, un carril bus mixt amb la via corresponent del tramvia, amb 6,50 m d'amplada amb resguards laterals de més d'1,5 m.
- Transferència de dos carrils privats i carril bus/taxi sentit Besòs a carrers horitzontals.
- Manteniment de la capacitat viària sentit Llobregat (3 carrils per a v.privat i carril bus/taxi) excepte en parades on es perd un carril a determinar
- En parada es modifica lleugerament l'alineació de la filera interior costat muntanya de l'arbrat, aproximadament en 0,5-1 m.
- El carril bus/taxi sentit Llobregat es pot mantenir o convertir a convencional.

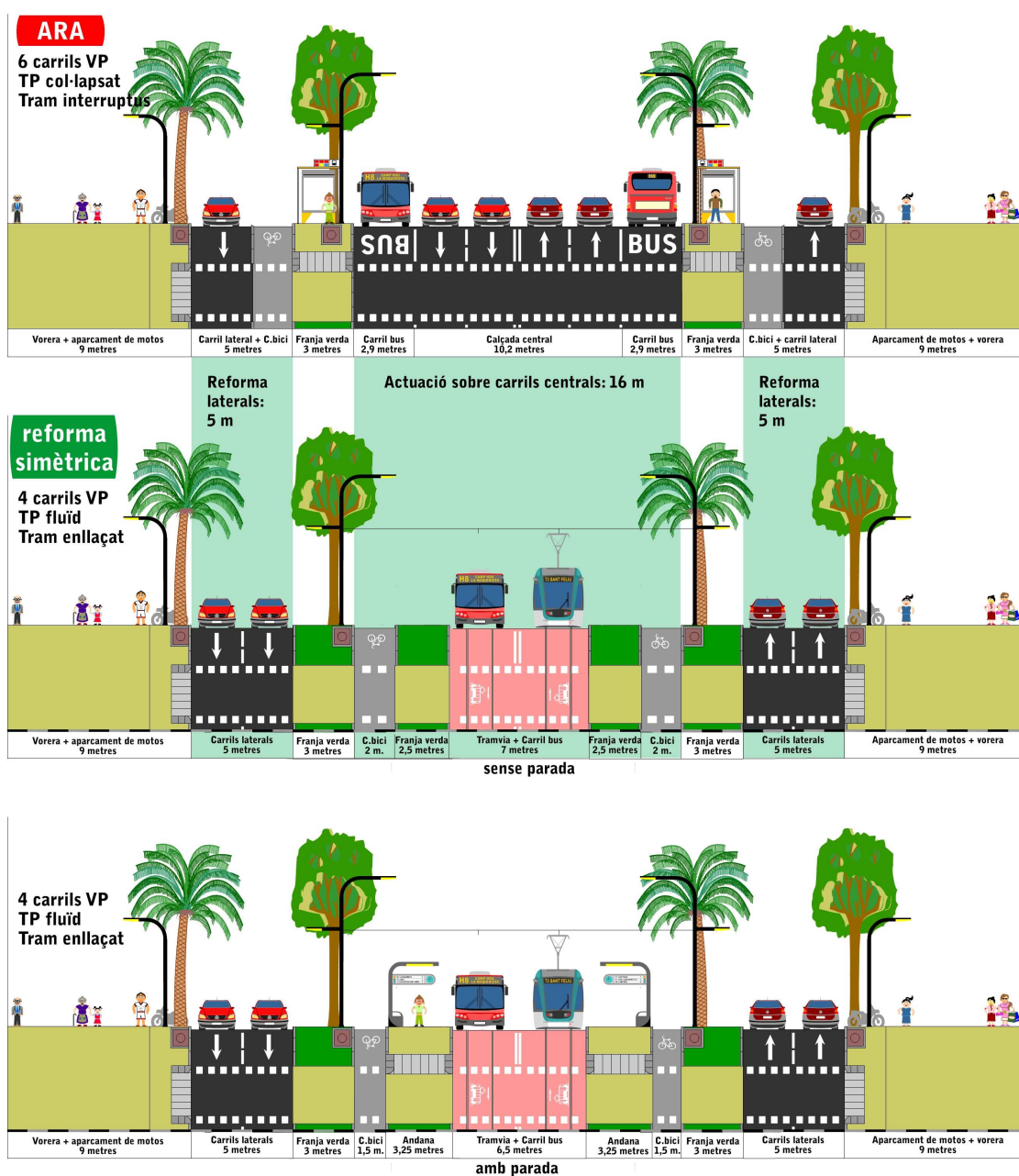


Font: elaboració pròpia PTP

Figura 112. Proposta d'implantació D

Característiques

- S'actua sobre totes les parts toves (asfaltades) de la Diagonal: carrils centrals i laterals, mantenint-se l'alineació de l'arbrat, les voreres i les tercianes. S'han de modificar les vorades dels carrils laterals recentment reformats. En conjunt s'actua sobre 26 m de 50.
- S'ubica un carril bus-tram, de 7 m d'amplada amb resguards laterals de més d'1,5 metres.
- Tractament simètric als dos sentits de circulació
- Es redueix la capacitat viària en un carril de circulació privat i un carril bus/taxi per sentit
- En parada es modifica lleugerament l'alineació de la filera interior costat muntanya de l'arbrat, aproximadament en 0,5-1 m.
- El taxi circula pel carrils convencionals
- Es perd una gran quantitat d'espai públic amb 4 tercianes no integrables com a zona d'esbarjo

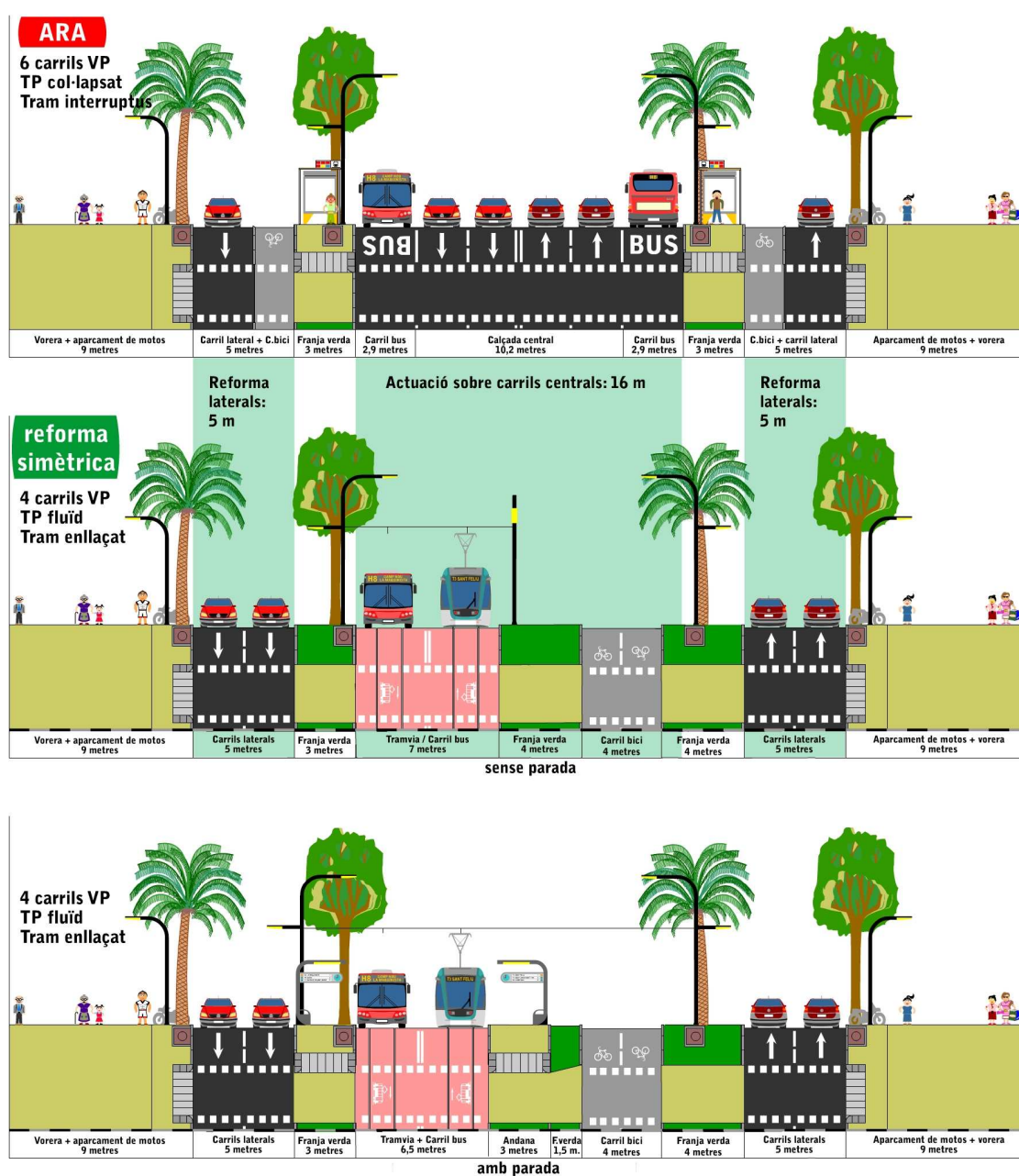


Font: elaboració pròpia PTP

Figura 113. Proposta d'implantació E

Característiques

- S'actua sobre totes les parts toves (asfaltades) de la Diagonal: carrils centrals i laterals, mantenint-se l'alineació de l'arbrat, les voreres i les tercianes. S'han de modificar les vorades dels carrils laterals recentment reformats. En conjunt s'actua sobre 26 m de 50.
- S'ubica un carril bus-tram, de 7 m d'amplada amb resguards laterals de més d'1,5 metres.
- Tractament simètric als dos sentits de circulació
- Es redueix la capacitat viària en un carril de circulació privat i un carril bus/taxi per sentit
- En parada es modifica lleugerament l'alineació de la filera interior costat muntanya de l'arbrat, aproximadament en 0,5-1 m.
- El taxi circula pel carrils convencionals
- Es perd una gran quantitat d'espai públic amb 4 tercianes no integrables com a zona d'esbarjo

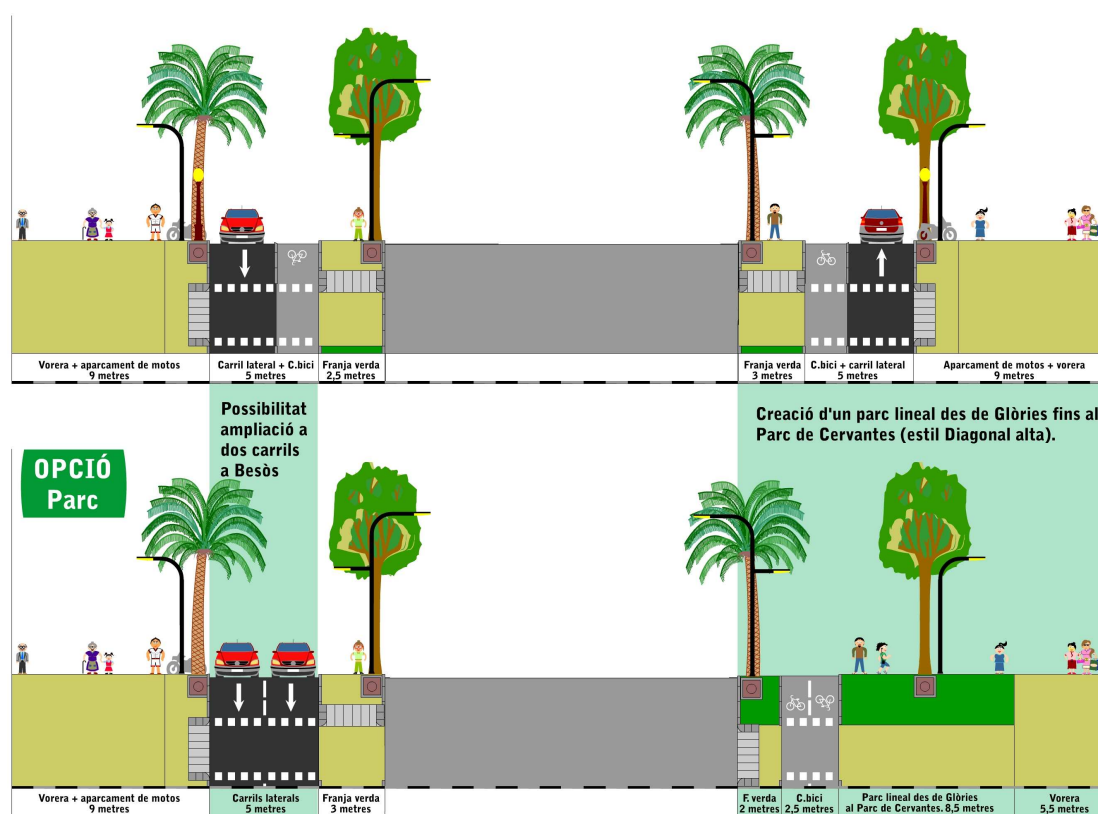


Font: elaboració pròpia PTP

Possibilitat d'un parc lineal vegetal Glòries – Parc de Cervantes, que recorri la principal avinguda de Barcelona

Les propostes asimètriques obren la possibilitat d'aconseguir una franja verda que uneixi el projecte de Canòpia de Glòries amb el Parc de Cervantes de la Zona Universitària, gràcies a la unificació de diverses franges verdes que en solucions simètriques quedarien dividides. Aquest espai públic d'ús ciutadà connectaria les zones verdes del Parc de Cervantes, circuit de fitness Zona Universitària - F.Macià, Turó Park, Jardinetes de Gràcia, Rambla central del Pg. de Sant Joan, Plaça de la Hispanitat, plaça de Glòries (Canòpia Urbana), així com la rambla central del tram de la Diagonal de Llevant (Glòries – Fòrum). Totes les àrees verdes descrites, excepte les dues darreres, estan ubicades a la part muntanya de l'avinguda, la més assolellada. Aquest corredor podria allotjar mini parcs, terrasses, petanca, minipista de bàsquet...

Figura 114. Proposta d'inserció d'un parc lineal a la Diagonal.



Font: elaboració propia PTP

En cas de decidir-se la creació d'aquest parc, s'inclouria a les obres de remodelació del tram Pg. de Gràcia – Glòries i s'aplaçaria per a més endavant la seva incorporació al tram ja remodelat de la Diagonal entre F.Macià i Pg. de Gràcia. **Aquest parc seria possible únicament a partir de la supressió d'un carril en sentit Llobregat, i del trasllat i unificació dels actuals carrils bici unidireccionals. També obre la possibilitat d'obrir un nou carril de circulació sentit Besòs.**

Figura 115. Quadre comparatiu de les seccions asimètriques i simètrica convencional

Proposta	Possible bus troncal H8 i 34 a Diagonal (1)	Possible bus de pas (V17, etc) (1)	Carrils VP sentit Besòs (2)	Carrils VP sentit Llobregat (2)	Carril bus-taxi convencional (3)	Modifica arbrat?	Espais lliures Permet parc lineal (4)
A1	Via tramvia	Pels laterals	-2	+1	No	2 fileres en parada	Sí
A2	Via tramvia	Pel carril bus-taxi sentit Llobregat i pel lateral sentit Besòs	-2	= 0 -1	No / a Llobregat	No	Sí
B1	Per carril bus-taxi sentit Llobregat	Pel carril bus-taxi sentit Llobregat i pel lateral sentit Besòs	-2	+1 o =	No / a Llobregat	2 fileres en parada	Sí
B2	Per carril bus-taxi sentit Llobregat	Pel carril bus-taxi sentit Llobregat i pel lateral sentit Besòs	-2	= 0 -1	No / a Llobregat	No	Sí
C1	Per carril bus-taxi sentit Llobregat per via tramvia sentit Besòs	Pel carril bus-taxi sentit Llobregat i pel lateral sentit Besòs	-2	+1 o =	No / a Llobregat	2 fileres en parada	Sí
C2	Per carril bus-taxi sentit Llobregat per via tramvia sentit Besòs	Pel carril bus-taxi sentit Llobregat i pel lateral sentit Besòs	-2	= 0 -1	No / a Llobregat	No	Sí
D	Via tramvia	Encaix complicat (carrils <3m)	-1	-1	No	No	No
E	Via tramvia	Encaix complicat (carrils <3m)	-1	-1	No	No	No

(1) La planificació del servei de bus ha de realitzar-se amb criteris de xarxa ortogonal; el seu manteniment per la Diagonal pot ser necessari o no en el cas de les línies troncal (H8 definitiva, 34 provisional) i de les línies de pas (possiblement desviables). Vegeu Figura 39.

(2) La planificació del nombre de carrils ha de dependre del pla de mobilitat urbana, tenint en compte les superilles, així com de les simulacions de trànsit. La proposta considera les possibilitats urbanístiques amb i sense modificació de línia d'arbrat, i amb o sense manteniment del carril bus-taxi sentit Llobregat.

(3) La seva necessitat o no depèn dels apartats anteriors

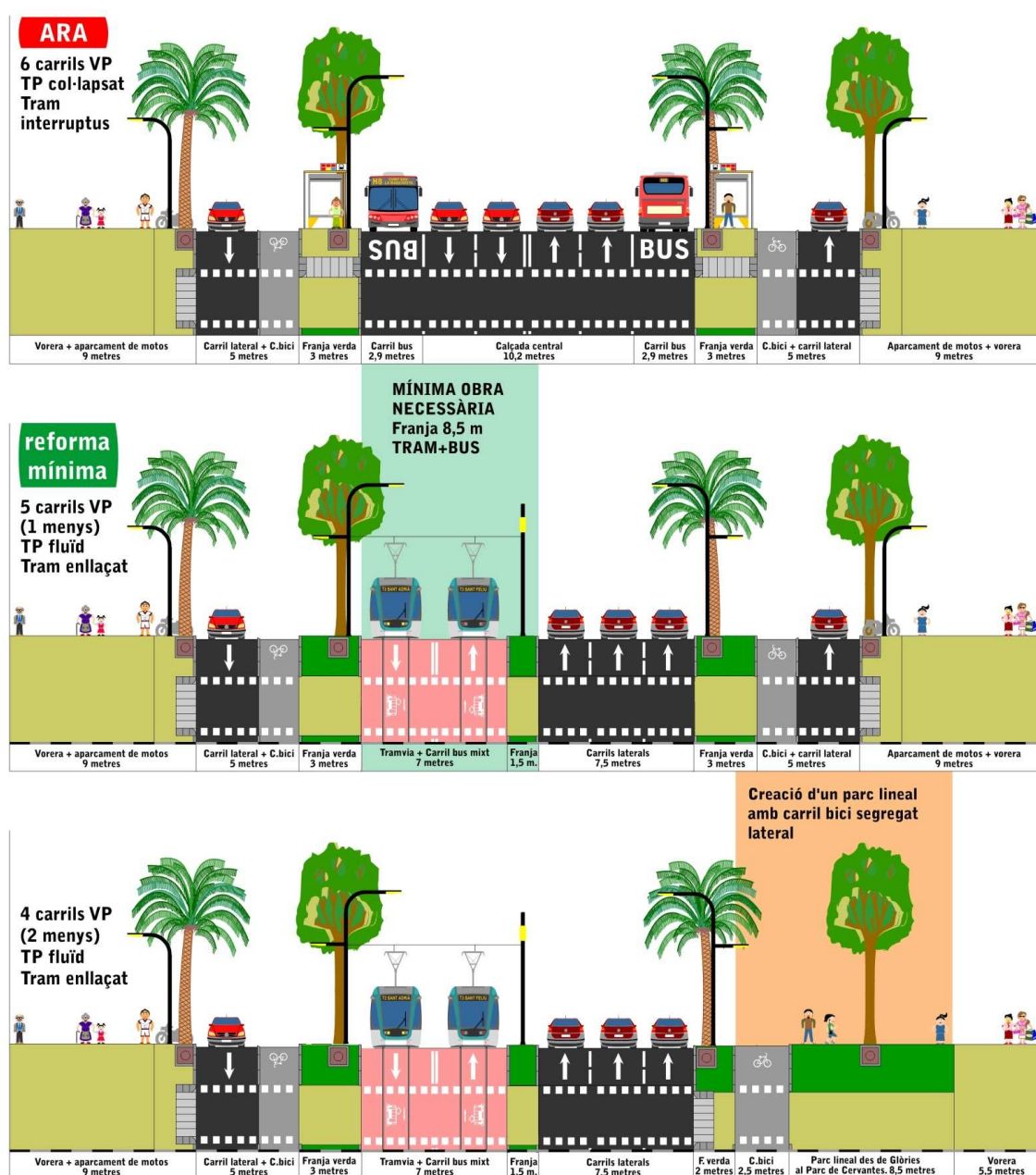
(4) El parc lineal el fa possible l'asimetria, perquè permet agrupar els espais verds/lliures en una peça gran i no esquarterar-los en diverses franges verdes.

Font: elaboració pròpia PTP

Conclusions 2015

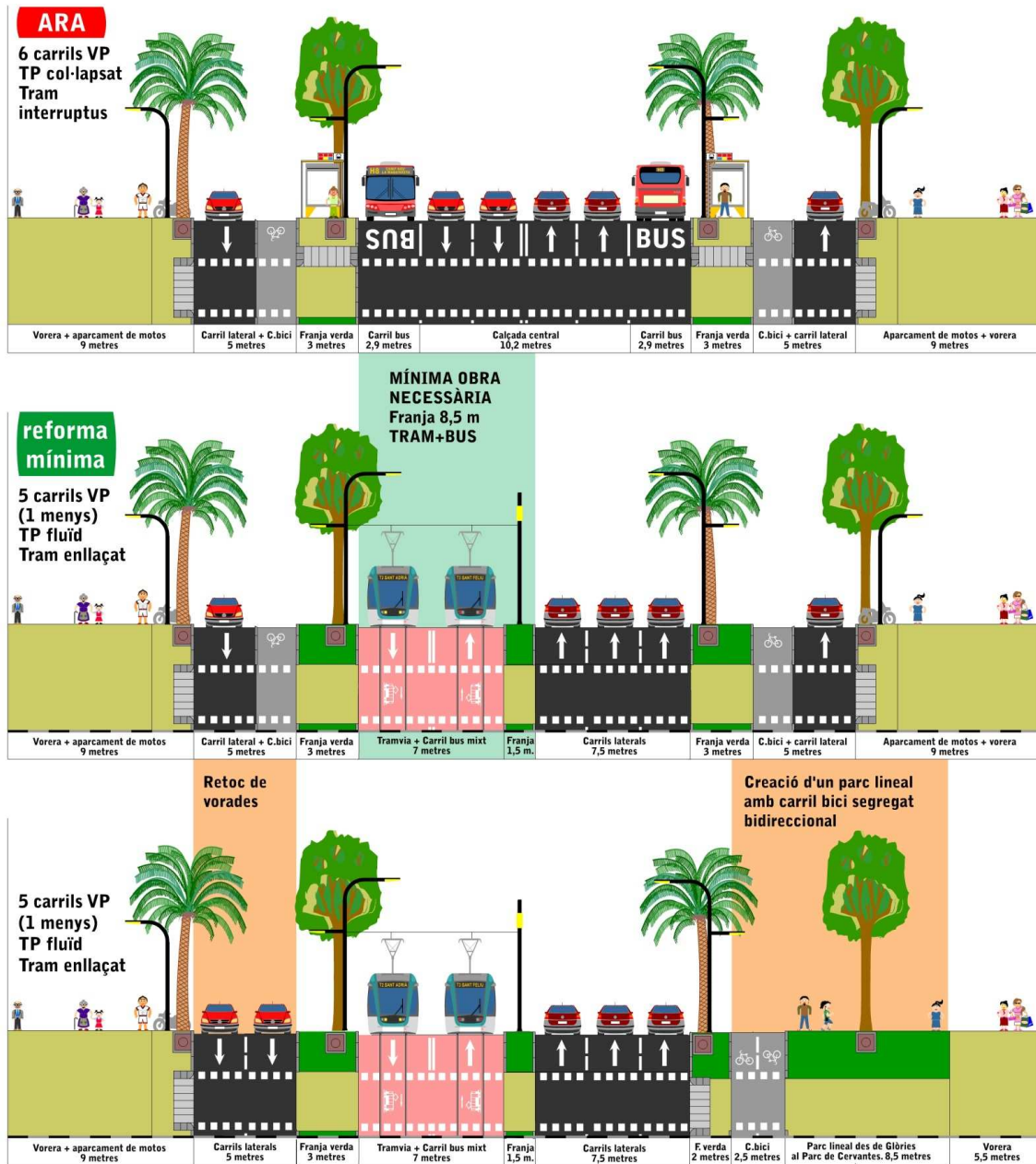
- A partir de l'estudi de trànsit, vinculat al PMU (superilles i nova xarxa) i l'estudi de les línies d'autobús, determinar quin nombre de carrils és necessari per cada sentit
- Aleshores cercar la proposta de menor obra pública i millor aprofitament d'espai públic: A, B, o C.
- Descartar les opcions D i E per la pèrdua d'espai públic en espais morts
- Inserir un parc o zona verda lineal sobre les propostes A, B o C directament (en tram no reformat, entre Pg. de Gràcia i Pl. de les Glòries) o a terminis (tram reformat entre Pg. de Gràcia i Pl. F. Macià).

Figura 116. Proposta asimètrica que garanteix un transport públic de qualitat, voreres amples, un carril bici prou segregat i que minimitza l'obra necessària i els espais morts. Permet 4 o 5 carrils de circulació.



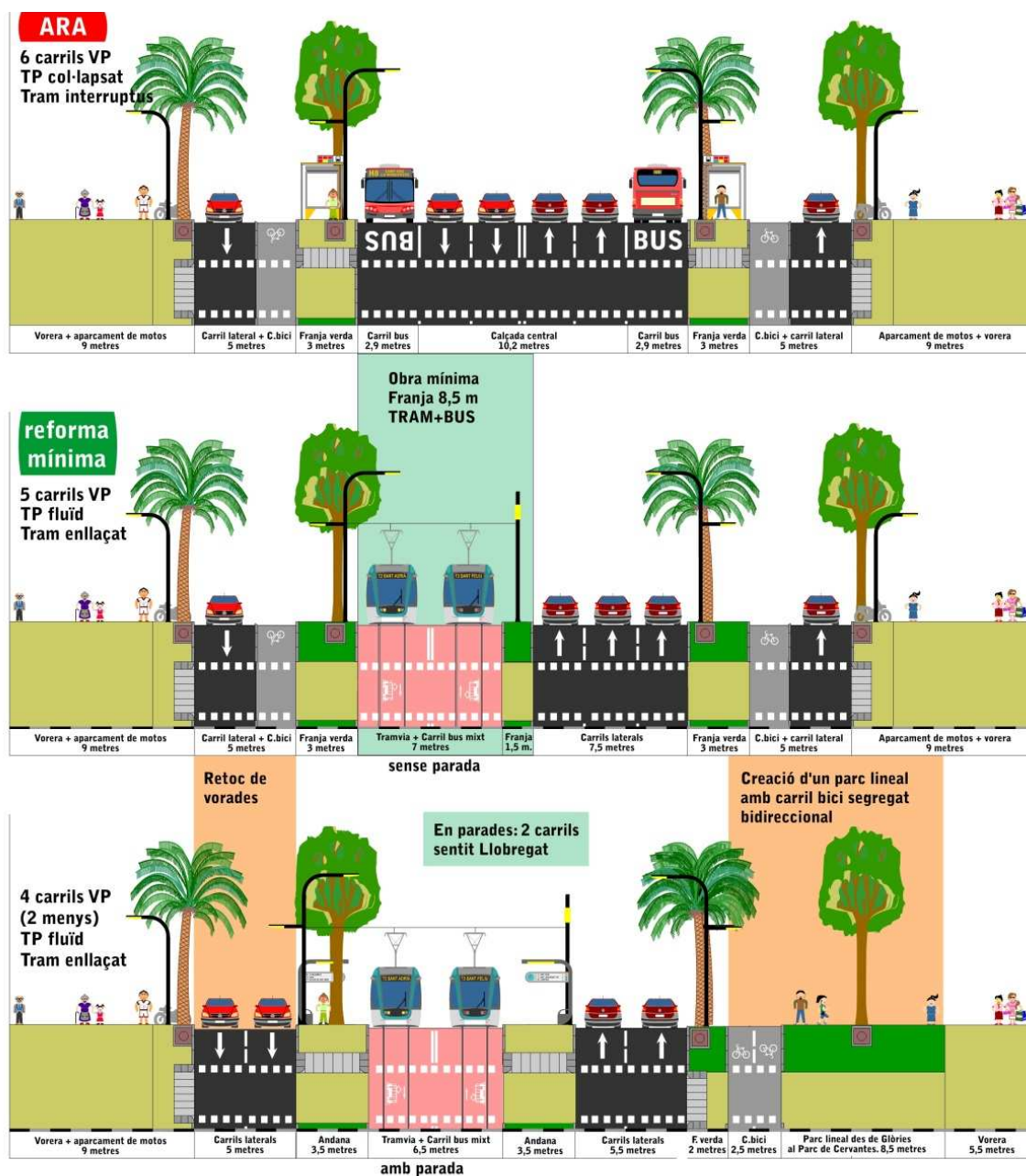
Font: elaboració pròpia PTP

Figura 117. Proposta asimètrica que garanteix un transport públic de qualitat, voreres amples, un carril bici prou segregat i que minimitza l'obra necessària, el moviment d'arbrat (una sola fila només en parades) i els espais morts. Permet 5 carrils de circulació.



Font: elaboració pròpia PTP

Figura 118. Proposta asimètrica que garanteix un transport públic de qualitat, voreres amples, un carril bici prou segregat i que minimitza l'obra necessària, el moviment d'arbrat (una sola fila només en parades) i els espais morts. Limitada a 4 carrils de circulació.



Font: elaboració pròpia PTP

Raons per estudiar una proposta asimètrica

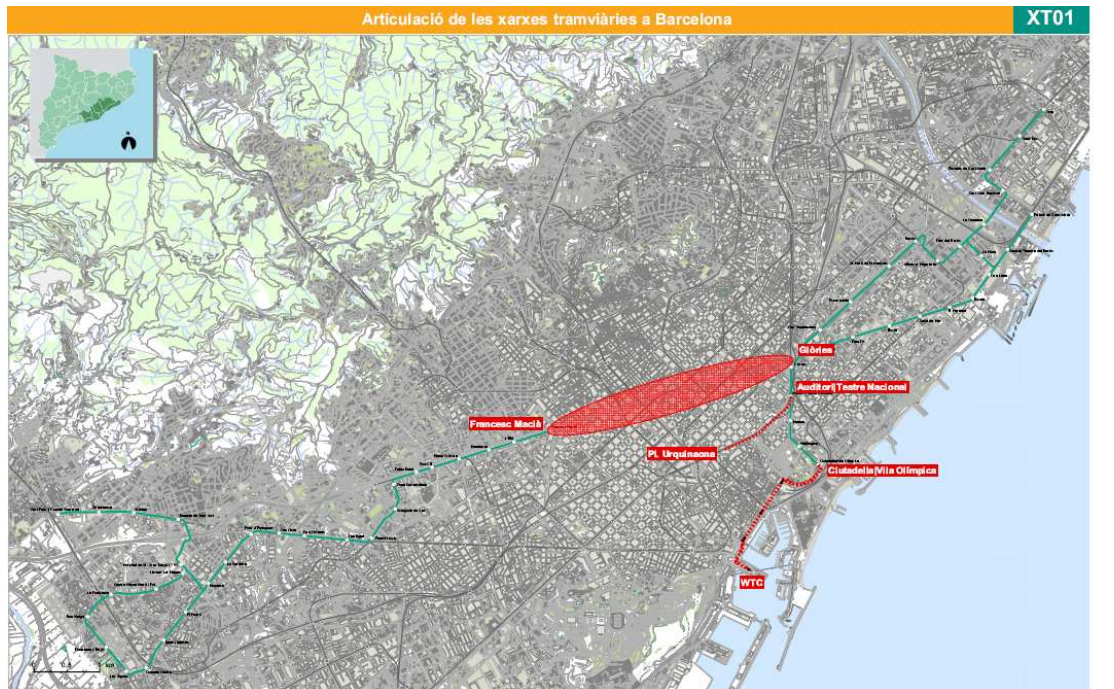
- Reducció de conflictes. Permet més carrils de circulació i espais verds alhora. La reducció de l'espai viari és opcional i depenedora del PMU, no una exigència del tramvia. Desapareix la dicotomia preservació d'arbrat – aprofitament d'espais públics.
- La mobilitat no és simètrica. La Diagonal unidireccional podria funcionar com el parell Aragó – Gran Via o com el contorn d'una superilla.
- L'espai més assolellat pot convertir-se en un parc lineal, com ja passa al tram Zona Universitària – Francesc Macià.

9. Política i participació ciutadana

9.1. Cronologia del tramvia modern a Barcelona

L'any 2001 l'Autoritat del Transport Metropolità, d'aleshores consorci format per la Generalitat de Catalunya (51%), Ajuntament de Barcelona (25%) i Entitat Metropolitana del Transport (24%), aprova la implantació del tramvia a tot l'eix de la Diagonal amb les reticències de l'Ajuntament de Barcelona pel que fa el tram central de la Diagonal.

Figura 119. PDI 2011-2020. Aprovació 2012



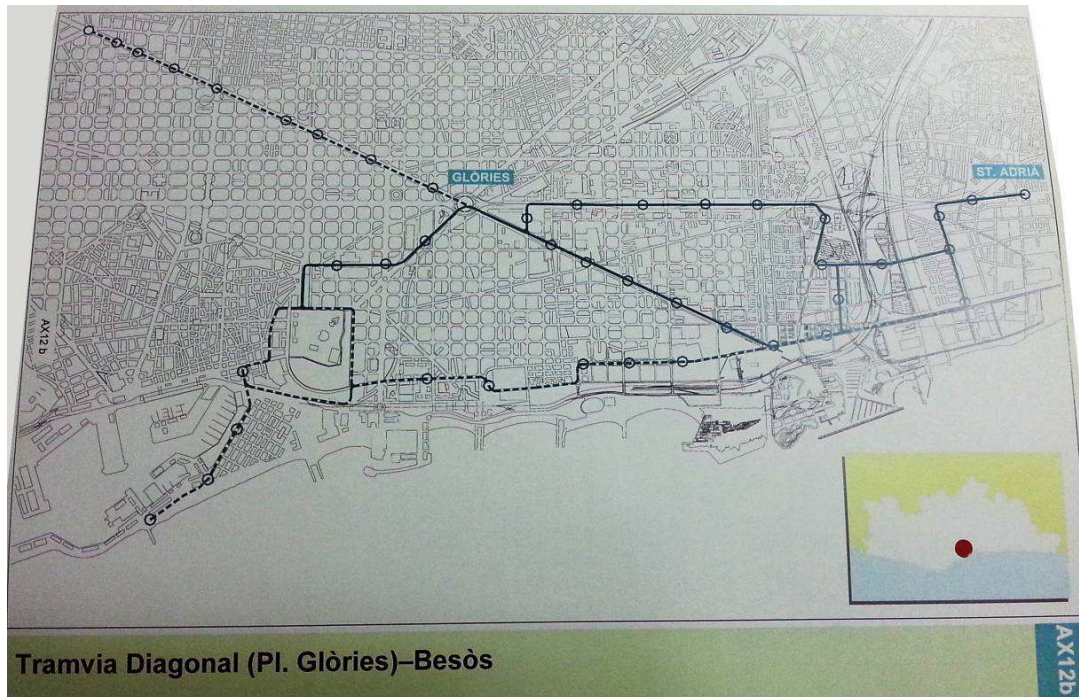
Font: Autoritat del Transport Metropolità

Des d'aquell moment les decisions de l'Ajuntament de Barcelona han impedit la culminació de la xarxa tramviària barcelonina generant una situació inèdita a Europa, el "tramvia interruptus". A continuació s'adjunta una petita cronologia d'aquests fets:

- 1987: l'Entitat Metropolitana del Transport (EMT), actual secció de mobilitat de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, llença un concurs internacional d'idees per al sistema de tramvia/metro lleuger Diagonal – Baix Llobregat.
- 1989: L'empresa pública Transports Metropolitans de Barcelona planteja la creació d'un tramvia modern que recorri tota la Diagonal, en època de Maragall.
- 1997-1998: TMB i l'EMT fan una demostració del tramvia modern a la Diagonal a través d'una prova pilot consistent en una via única de 650 metres entre Maria Cristina i l'Illa, que formaria part del projecte definitiu. Es va provar el model TFS d'Alstom, cedit per la ciutat de Grenoble, i el tramvia Combino de Siemens. La prova pilot es converteix en un element de pressió de l'Ajuntament de Barcelona (Maragall) i ajuntaments d'esquerres del Baix Llobregat cap a la Generalitat, qui mostrava resistència al projecte.

- 2000: La Generalitat accepta el tramvia des de l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM), rep el projecte de l'EMT i l'adjudica a un consorci privat: Tramvia Metropolità S.A.
- 2001: s'aprova el Pla Director d'Infraestructures 2001-2010 de l'Autoritat del Transport Metropolità, amb dues peces bàsiques per al transport públic urbà: la línia 9 i el tramvia per tota la Diagonal. Joan Clos, alcalde de Barcelona força la partició del projecte en tres trams. El tramvia inicia les obres de construcció pels extrems. La interconnexió es planteja amb dues alternatives: en superfície o soterrat.

Figura 120. PDI 2001-2010. Avantprojecte 2001



Font: Autoritat del Transport Metropolità

Figura 121. PDI 2001-2010. Aprovació 2002



Font: Autoritat del Transport Metropolità

- Abril 2004: inauguració del Trambaix, 1r tramvia modern de l'àrea metropolitana. Des de 1984 més de 160 ciutats han reincorporat aquest sistema de transport 100% elèctric i de capacitat intermèdia entre el metro i el tramvia a Europa.
- Maig 2004: inauguració del Trambesòs, construït en un temps rècord gràcies a les reserves de terreny de la nova Diagonal, entre Glòries i Sant Adrià.
- Desembre 2005: L'alcalde Hereu rebutja la connexió del tramvia per la Diagonal, en contra de les recomanacions dels responsables del transport públic metropolità i d'entitats en defensa de la mobilitat sostenible.
- Juny 2006: l'enquesta de mobilitat quotidiana, amb 106.000 enquestat, situa el tramvia com a transport públic millor valorat, amb un 7,78 i 7,39 sobre 10 pels usuaris habituals i esporàdics respectivament.
- Setembre 2008: el Consell Plenari de l'Ajuntament de Barcelona aprova la reforma de la Diagonal amb el lideratge d'un reconvertit alcalde Jordi Hereu. Trias a l'oposició clama pel tramvia de la Diagonal i esbronca l'alcalde Jordi Hereu per la lentitud en fer-lo.
- Gener 2009: el Consell Plenari de l'Ajuntament de Barcelona aprova que s'esculli el projecte de reforma per la via d'una consulta ciutadana. Al principi ningú no va plantejar rebutjar la reforma.
- Juliol 2009: es constitueix la plataforma Diagonal per a Tothom, que en el moment de constituir-se aplegava constituïda per l'APB (Associació de Patinadors de Barcelona), el BACC (Bicicleta Club de Catalunya), Catalunya Camina (Associació per la defensa dels drets dels vianants), la CCUB (Coordinadora Catalana d'Usuaris de la Bicicleta), CCOO (Comissions Obreres de Catalunya), Ecologistes en Acció de Catalunya, Greenpeace, la FAVB (Federació d'Associacions de Veïns de Barcelona), l'OCUC (Organització de Consumidors i Usuaris de Catalunya), la PTP (Associació per a la Promoció del Transport Públic), el P(A)T (Prevenició d'Accidents de Trànsit) i la UGT (Unió General de Treballadors de Catalunya).
- Desembre 2009: s'aprova un document de base per a la reforma elaborat a partir d'un procés participatiu previ de 30.000 persones via butlletes, on es recullen 150.000 propostes. El 75% de les butlletes aposten pel tramvia a la Diagonal. Mentre es desenvolupava un procés participatiu, l'associació Diagonal Comerç encarregava a un gabinet d'arquitectes un projecte diferent i Xavier Trias imposa la possibilitat de rebutjar els dos projectes durant les votacions.
- 2 de maig de 2010: Diagonal per a Tothom celebra una demostració històrica de capacitat dels transports privat, públic i no motoritzat a l'avinguda Diagonal. Es simula el transport de 200 persones en 175 cotxes, 2 autobusos articulats, 1 tramvia simple i 200 bicicletes i vianants.

Figura 122. Demostració de l'ocupació de 200 passatgers duta a terme a la Diagonal l'any 2009



Font: Diagonal per a Tothom. Foto: Xavier Lujan.

- Maig 2010: 137.454 barcelonins voten “Cap de les dues opcions anteriors”, 20.447 voten “A: Convertir la Diagonal en un bulevard i 14.260 voten “B: Rambla”. Les propostes A i B reduïen tres i dos carrils per sentit respectivament.
- Gener 2011: Trias fa pública la seva intenció de reformar la Diagonal sense tramvia i per trams. Trias considera que la “C” no vol dir “no a la reforma” sinó preservar un més gran nombre de carrils de circulació privada i prescindir del tramvia.
- Maig 2012: Trias guanya les eleccions municipals.
- Juliol 2012: L'alcalde Trias rebutja la connexió del tramvia per la Diagonal, en contra de les recomanacions dels responsables de l'Autoritat del Transport Metropolità, la Generalitat de Catalunya i nombroses entitats en defensa de la mobilitat sostenible, entre les quals hi ha els sindicats CCOO i la FAVB. Trias es fa seu el projecte de l'associació Diagonal Comerç.
- Octubre 2012: anunci de la reforma del Pg. de Gràcia entre Gran Via i Diagonal
- Abril 2013: PP i CiU acorden l'ampliació de la previsió de la reforma del Pg. de Gràcia fins a Pl. de Catalunya i els Jardinetes de Gràcia i la reforma de la Diagonal entre Francesc Macià i Pg. de Gràcia, perdent un carril lateral per sentit.
- Primavera 2015: inauguració de la reforma. S'agreugen els problemes de l'autobús i es milloren les condicions del carril bici i de vianants.
- Maig 2015: Ada Colau guanya les eleccions per Barcelona en Comú i es forma una majoria d'esquerres al plenari municipal.
- Juliol 2015: la primera reunió entre el President de la Generalitat, Artur Mas, i l'Alcaldessa de Barcelona, Ada Colau inclou un acord per desencallar el tramvia.

Figura 123. Motius municipals d'oposició al tramvia per tota la Diagonal

PERÍODE	ALCALDE	POSICIONAMENT DE L'AJUNTAMENT
2001-2006	Joan Clos	Impediment d'una implantació completa Baix Llobregat – Diagonal – Besòs i fragmentació en tres trams. Dos s'executarien (Baix Llobregat, Trambaix; i Besòs, Trambesòs) i el central per la Diagonal es va aplaçar sine die adduint... ...Impacte sobre el trànsit de vehicles privats. ...Impacte sobre la xarxa de bus de TMB ...Preferència per la construcció d'una línia de Metro o túnel de Rodalies.
2006-2008	Jordi Hereu	
2008-2012	Jordi Hereu	Fi de l'oposició municipal, però vinculació de la decisió de reforma de la Diagonal a una consulta fallida.
2012-2015	Xavier Trias	Després de defensar-ho a l'oposició, Xavier Trias recupera vells arguments contra el tramvia de la Diagonal... ...Impacte sobre el trànsit de vehicles privats. ...Contraposició amb la nova xarxa de bus de TMB ...Dubtes sobre la solvència tecnològica del tramvia (capacitat, energia, etc...) i contraposició amb el bus bi-articulat ...Costos econòmics
2015-...	Ada Colau	Recuperació del projecte

Font: elaboració pròpia PTP

9.2. Desmantant el mite de la consulta contra el tramvia

La consulta de l'any 2010 sobre la reforma de la Diagonal preguntava entre Bulevard o Rambla, no entre autobús o tramvia. De les tres opcions de vot a la consulta electrònica de la Diagonal, celebrada al maig de 2010, va guanyar l'opció "Cap de les dues anteriors" amb el 79,8% dels vots, amb una molt baixa participació; el 12,17% sobre un cens de 1.414.783 barcelonins i barcelonines. Sembla que aquesta consulta s'interpreta segons els interessos partidistes del moment: primer plebiscit contra l'ex-alcade Jordi Hereu, segon no reformar la Diagonal, i ara no al tramvia. Resulta desconcertant sostenir la teoria de què la ciutadania no vol el tramvia quan aquest és el mitjà millor valorat pels usuaris del transport públic, any rere any, de l'Enquesta de Mobilitat en dia Feiner de l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM, formada en un 51% Generalitat, 25% Ajuntament de Barcelona i 24% Àrea Metropolitana).

Figura 124. Captura de la pantalla de votació de la Consulta sobre la transformació de la Diagonal



La reforma imposada per Trias obviava deliberadament els acords de l'1 d'abril de 2009 del Pacte per la Mobilitat de Barcelona, diverses resolucions del Consell de Ciutat, i les mocions dels Ajuntaments de Sant Feliu de Llobregat, Sant Just Desvern, Sant Joan Despí, l'Hospitalet de Llobregat, Sant Adrià de Besòs i Badalona en suport a la connexió tramviària.

9.3. La Síndica de Greuges de Barcelona dona la raó a Diagonal per a Tothom

Amb data 5 de juny, la síndica de Barcelona, M. Assumpció Vilà i Planas, va emetre un dictamen on donava la raó a la denúncia de la plataforma d'entitats "Diagonal per a Tothom" sobre els déficits de participació ciutadana i irregularitats tècniques del procés de reforma parcial de l'avinguda Diagonal duta a terme entre 2014 i 2015 dissenyada per l'associació Diagonal Comerç i executada pràcticament sense modificacions pel govern de Xavier Trias.

La Síndica de Greuges ha elaborat un dictamen on consta el següent:

- el document base de reforma parcial de la Diagonal de 2014 va ser presentat com a projecte elaborat després de reunions amb l'Associació Diagonal Centre (pàgina 8, paràgraf 2n), entitat autora del projecte parcial de reforma que inapropiadaament va actuar en representació de l'associació de Veïns i Veïnes de la Dreta de l'Eixample
- la resta d'entitats, com la plataforma Diagonal per a Tothom, van ser convocades després que s'elaborés el projecte a reunions informatives, contradient els articles 30.1 i 22.1 de la Carta Municipal de Barcelona sobre participació ciutadana (pàgina 8, paràgraf 2n)
- el "procés d'implicació ciutadana" no pot considerar-se un procés de participació ciutadana, com va simular l'equip de Trias, pel fet que no es van marcar les condicions de la participació ni es van celebrar debats entre parts discrepants (pàgina 8, paràgraf 4t)
- s'observa un tracte diferencial vers les entitats, d'acord amb el nombre de reunions entre l'ajuntament i les entitats (FAVB (1), AAVV Dreta de l'Eixample (1), PTP (2), RACC Fundació (2), BACC (3) i Diagonal Centre (5)) contradient l'article 29.1 de l'Estatut d'Autonomia de Catalunya i l'article 54.e de la Llei 19/2014 de transparència (pàgina 09, paràgraf 3r)
- el projecte de reforma integral de la Diagonal sotmès a consulta l'any 2010 (Bulevard o Rambla) va disposar d'estudi d'impacte ambiental que ha estat utilitzat en la reforma parcial promoguda l'any 2014; sense que la darrera inclogui tramvia ni canvis modals significatius (pàgina 10, paràgraf 3r)
- cal verificar doncs, si s'han assolit els objectius mediambientals de la reforma de 2014 amb l'estudi d'impacte ambiental de 2010, atès que finalment el tramvia no s'ha executat (pàgina 10, paràgraf 3r)
- "La Sindicatura considera que la informació rebuda evidencia que l'actuació del servei municipal ha estat insuficient i poc rigorosa, ja que inicia un nou procés treball participat sense fer la previsió adequada i sense activar mecanismes transparents i clars que no generin dubtes" (pàgina 10, paràgraf 6è)

9.4. Les principals centrals sindicals, entitats en defensa del medi ambient i els transports sostenibles i associacions de veïns del país donen suport al tramvia per tota la Diagonal

- BACC (Bicicleta Club de Catalunya),
- Catalunya Camina (Associació per la defensa dels drets dels vianants),
- CCOO (Comissions Obreres de Catalunya),
- Ecologistes en Acció de Catalunya,
- FAVB (Federació d'Associacions de Veïns de Barcelona),
- PTP (Associació per a la Promoció del Transport Públic
- P(A)T (Prevenió d'Accidents de Trànsit
- UGT (Unió General de Treballadors de Catalunya).

10. Resum i conclusions

1. **Mai ha existit un referèndum anti-tramvia a Barcelona, només una consulta sobre dos projectes urbanístics, que incloïen tramvia.** El nombre de votants que l'any 2010 van rebutjar reformar la Diagonal amb el projecte de Rambla o Bulevard han estat abastament superats pel nombre de votants de Barcelona en Comú, força política que ha situat la connexió dels tramvies dins del seu programa de forma molt clara. Esquerra Republicana de Catalunya i el Partit dels Socialistes de Catalunya també donen suport a la connexió dels tramvies per la Diagonal al seu programa.
2. **Des de 2010, 60 ciutats europees han implantat de nou o ampliat les seves xarxes de tramvia,** mentre a Barcelona alguns interessos polítics i corporatius s'han centrat en enfrontar autobusos biarticulats i tramvies, mitjans de naturalesa i objectius molt diferents.
3. **La implantació del tramvia ha permès generar un transport públic d'alta qualitat** (velocitat comercial, capacitat...), **una regeneració urbana a 9 municipis metropolitans** i, a més, avui ja és un sistema **més econòmic d'explotar** que l'autobús urbà de BCN per plaça ofertada (44,7% més econòmic a l'actualitat, 57,3% amb la connexió). El tramvia és el **transport públic millor valorat** a l'enquesta de Mobilitat en Dia Feiner i és reivindicació històrica de la plataforma Diagonal per a Tothom, que integra entitats socials, veïnals, sindicals i de mobilitat sostenible de Barcelona.
4. **En superfície, només la capacitat del tramvia permet resoldre els endèmics problemes de congestió d'autobusos i conseqüent baixada de velocitat comercial** a la Diagonal, gràcies a reduir l'efecte acordió i ofereix un nombre de places equivalent a **sis carrils de circulació rodada**. Es requeriria des d'un tramvia cada 3 minuts en simple composició acompanyat d'una línia d'autobús cada 6 minuts, fins a tramvies dobles cada 3 minuts en doble composició, amb possibles escenaris intermedis.
5. **El tramvia és el transport motoritzat de superfície més ecològic i segur,** no només pel fet de ser elèctric, com ho poden ser els autobusos o els ciclomotors, sinó per l'estalvi generat pel baix fregament ferroviari (rodes i carrils d'acer), que s'ha calculat en un 26,7% per plaça. Tenint en compte tota la cadena de producció elèctrica, l'estalvi d'emissions de CO2 del tramvia respecte un cotxe dièsel és del 89,1% .
6. **El tramvia no emet pol·lució en la seva zona de servitud.** Tenint en compte les emissions d'òxids de nitrogen en centrals elèctriques, el tramvia n'estalvia el 92,1% respecte la flota mitjana de TMB, i el 95,8% respecte un cotxe dièsel.
7. **Tramvia i autobús presenten les més baixes ràtios de perillositat:**, respectivament amb 0,25 i 0,23 accidents amb víctimes per viatger-km, mentre els turismes tenen 2,92 i les motocicletes 15,93. El tramvia presenta menor accidentalitat que l'autobús: 6,10 accidents amb víctimes per vehicle-km front els 8,04 del bus.

Fins i tot obviant el creixement de demanda que aportarà la millora de capacitat i rapidesa del tramvia respecte l'autobús, l'enllaç del Trambaix i del Trambesòs està justificat des del punt de vista de xarxa i costos operacionals:

8. El cost marginal d'ampliar el servei de tramvia actual (29,1 km) amb una connexió de 3,6 km és tan baix i l'estalvi d'autobusos solapats tan alt que **es generen 2 milions d'Euros d'estalvi de cost d'explotació només pel fet d'explotar la D30 amb tramvies i no amb autobusos.**
9. L'excedent econòmic del cost d'explotació **permet alliberar entre 1,9 i 3,1 milions de quilòmetres-bus per destinar-los a altres línies i barris pitjor servits de la ciutat.**
10. La interconnexió dels tramvies millora les condicions de la mobilitat interurbana metropolitana entre 9 municipis: Badalona, Barcelona, l'Hospitalet, Esplugues, Cornellà, Sant Adrià de Besòs, Sant Feliu de Llobregat i Sant Joan Despí i Sant Just Desvern. Les millores es concreten tant en la millora de l'accessibilitat i la intermodalitat sobre els tramvies actuals com en l'increment de l'oferta. **El tramvia passaria d'operar 2,6 milions de quilòmetres a fer-ho en 4,6 milions de quilòmetres sobre 9 municipis.** Els viatgers passarien de 25 a 50 milions l'any. La interconnexió de tramvies és la millor operació de transport públic que es pot dur a terme a Catalunya.
11. **El tramvia també millora el transport públic a la principal avinguda de Barcelona,** aportant connectivitat a un sector de la Diagonal que està mancat de transport públic, entre el Pg. de Sant Joan i les Glòries, i aporta millores substancials a un sector on l'autobús està col·lapsat, entre Francesc Macià i Pg. de Sant Joan.
12. Tenint en compte els criteris de vialitat del Pla de Mobilitat Urbana (superilles, xarxa de carrils bici i nova xarxa de bus), l'oferta de metro existent així com les previsions de metro i tramvia del Pla Director d'Infraestructures de l'ATM, així com els menors costos i afectacions a sistemes, **el millor camí per enllaçar el Trambaix i el Trambesòs és la mateixa Diagonal.**
13. **Introduir el tramvia a la part central de la Diagonal és possible amb una reforma mínima que actuaria sobre 8,5 metres de la calçada central sobre un total de 50 metres d'amplada,** sense modificar voreres ni arbrat mantenint al màxim la reforma duta a terme l'any 2015.
14. **Implantar el tramvia amb una reforma mínima només exigeix suprimir un carril de circulació,** que podria recuperar-se a la part reformada l'any 2015 amb la modificació dels carrils laterals. La reducció de més vialitat és un objectiu del PMU, però no seria una exigència tècnica del tramvia.
15. **L'assumpció d'una secció asimètrica permet unes grans possibilitats d'espai públic per a la Diagonal:** com la creació d'un parc lineal que lligui la Canòpia Urbana de Glòries amb el Turó Park de Francesc Macià i el Parc de Cervantes de la Zona Universitària.