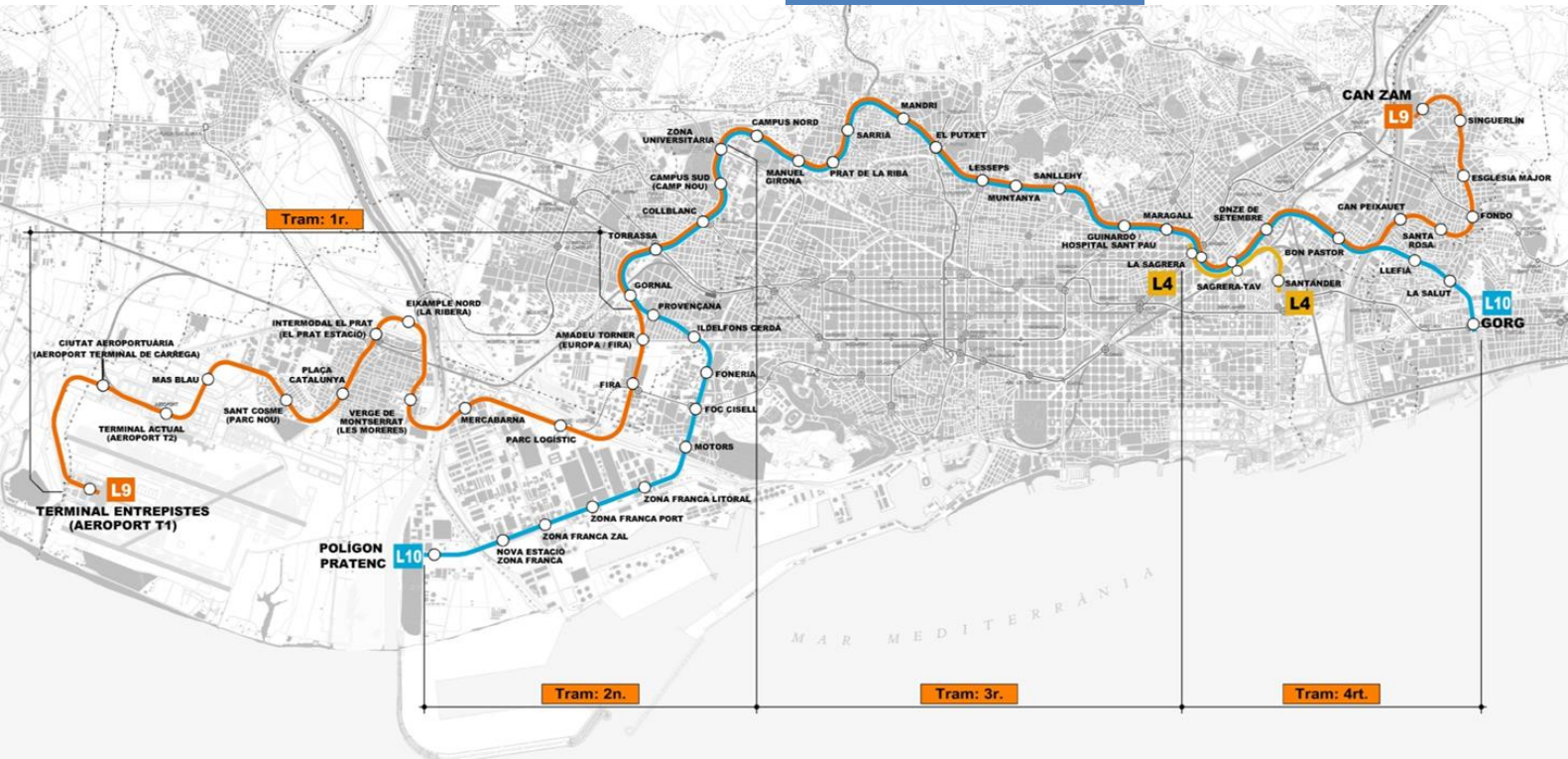


Anàlisi de rendibilitat socioeconòmica de la finalització de les obres de la Línia 9 de metro de Barcelona



Data: Març 2019

Índex

1	Objecte de l'estudi	3
1.1	Objecte	3
1.2	Descripció de l'actuació.....	3
2	Estudi de demanda	9
2.1	Introducció	9
2.2	Modelització de la demanda.....	9
2.2.1	<i>Àmbit i zonificació.....</i>	<i>10</i>
2.2.2	<i>Xarxa d'infraestructures i serveis de transport públic</i>	<i>12</i>
2.2.3	<i>Matriu de desplaçaments en transport públic</i>	<i>13</i>
2.2.4	<i>Mètode d'assignació.....</i>	<i>13</i>
2.2.5	<i>Calibratge del model.....</i>	<i>14</i>
2.2.6	<i>Captació del vehicle privat</i>	<i>16</i>
2.2.7	<i>Creixement de la mobilitat.....</i>	<i>18</i>
2.3	Resultats obtinguts	18
2.3.1	<i>Viatgers previstos a la L9.....</i>	<i>18</i>
2.3.2	<i>Impacte sobre la resta de modes de transport públic</i>	<i>24</i>
2.3.3	<i>Estalvis de temps</i>	<i>27</i>
2.3.4	<i>Variacions de veh-km del trànsit privat</i>	<i>28</i>
2.4	Conclusions	28
3	Avaluació cost - benefici	30
3.1	Marc normatiu.....	30
3.2	Descripció de la metodologia	30
3.3	Criteris bàsics d'avaluació	30

3.4	Anàlisi de costos.....	31
3.4.1	Cost d'inversió	31
3.4.2	Adquisició de material mòbil.....	31
3.4.3	Manteniment de la infraestructura.....	32
3.4.4	Manteniment del material mòbil	32
3.4.5	Cost de personal d'operació.....	32
3.4.6	Cost d'operació de vehicles	33
3.4.7	Cost de temps	33
3.4.8	Cost operatiu del vehicle privat	33
3.4.9	Cost de pol·lució.....	34
3.4.10	Cost pel canvi climàtic.....	34
3.4.11	Cost de soroll.....	35
3.4.12	Cost d'accidentabilitat.....	35
3.4.13	Resum dels impactes	35
4	Resultats	37
4.1	Resultats obtinguts	37
4.2	Anàlisi de sensibilitat	37
4.3	Anàlisi d'escenaris.....	38
5	Annex A. Matriu Agents - Impactes	40
6	Annex B. Impacte en l'ocupació	41
6.1	Impacte durant les obres.....	41
6.2	Impacte per la posada en servei	41
7	Annex C. Impacte econòmic/pressupostari.....	42
7.1	Increment de les necessitats.....	42
7.2	Impacte per la Generalitat	42
8	Annex D. Càlcul dels costos de manteniment.....	44

1 Objecte de l'estudi

1.1 Objecte

El present estudi té per objecte avaluar la rendibilitat socioeconòmica de finalitzar la construcció de les línies 9 i 10 del metro de Barcelona (anomenades genèricament Línia 9 o L9 en endavant).

1.2 Descripció de l'actuació

La Línia 9 de metro de Barcelona esdevindrà una anella al voltant del centre de Barcelona, que incrementarà l'eficiència de l'actual xarxa de transport metropolitana convertint-se en la línia de metro automàtic més llarga d'Europa i una experiència innovadora en el sector de les comunicacions. Està pensada com una enorme paràbola del Llobregat al Besòs que connectarà la resta de línies i trencarà el model radial del ferrocarril metropolità.



Fig. 1. Plànol general de la Línia 9

És la primera línia de metro que connecta la ciutat de Barcelona amb l'aeroport del Prat, a més d'unir municipis com el Prat de Llobregat, l'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, Badalona i Santa Coloma de Gramenet.

El principal objectiu d'aquesta línia de metro és donar resposta a les necessitats de mobilitat d'un territori molt poblat, oferint un servei de transport públic eficient i competitiu.

La Línia 9 té especial incidència en els barris que actualment no estan dotats d'aquest transport, com la Zona Franca, Bon Pastor, Sarrià i Pedralbes (Barcelona) i àmplies àrees de

Badalona, Santa Coloma de Gramenet, l'Hospitalet de Llobregat, el Prat de Llobregat i l'aeroport del Prat.

Anàlisi de l'intercanvi modal

Un altre factor determinant d'aquesta infraestructura és l'increment de l'efecte xarxa a Barcelona i la seva conurbació. Els intercanvis amb altres mitjans de transport públic, com el metro o els ferrocarrils regionals (FGC i Renfe) i tramvia, han estat un dels aspectes més contemplats en la planificació del recorregut. Un total de 17 estacions de la línia 9 tenen correspondència amb altres línies de metro, tren i tramvia.

Tindrà correspondència amb totes les línies de metro:

- L1 a Torrassa, La Sagrera i Fondo
- L2 a Gorg
- L3 a Zona Universitària i Lesseps
- L4 a La Sagrera
- L5 a Collblanc i La Sagrera
- L6 (FGC) a Sarrià
- L7 (FGC) a El Putxet
- L8 (FGC) a Europa/Fira i Ildefons Cerdà

Amb Renfe tindrà 3 punts d'intercanvi:

- Aeroport, El Prat i La Sagrera

Amb el Tramvia també disposarà de 3 punts d'intercanvi modal:

- Camp Nou, Zona Universitària i Gorg

El recorregut de la Línia 9 inclourà un tram central i dos ramals per cada extrem que formaran una figura de dues Y unides per la base. Les estacions terminals es troben als següents punts:

- Al Besòs, per una banda a Can Zam (Santa Coloma de Gramenet) i la Línia 10 al Gorg (Badalona).
- Al Llobregat, al polígon Pratenc del Prat i a l'àrea d'ampliació del port, la Línia 10 comença a la Zona Franca i la Línia 9, a la nova terminal de l'aeroport.

Sobre aquesta infraestructura s'han definit dos serveis de metro diferenciats:

- Línia 9: Can Zam - Aeroport.
- Línia 10: Gorg - Zona Franca.

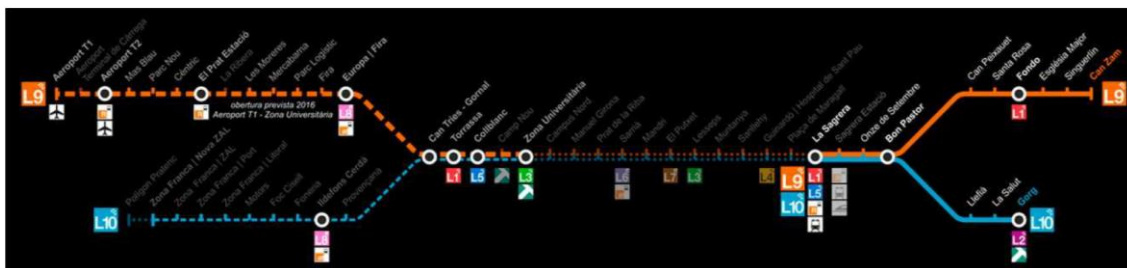


Fig. 2. Esquema de la Línia 9 i la Línia 10, amb els seus corresponents punts d'intercanvi

D'aquesta manera, les estacions situades en el tram compartit (Bon Pastor - Gornal) disposaran dels serveis de l'L9 i l'L10 i, per tant, d'una freqüència doble a les branques extremes.

Característiques principals de la línia

La línia 9, quan estigui finalitzada, tindrà un traçat de 50,2 km i un total de 52 estacions, totes adaptades a persones amb mobilitat reduïda. D'aquestes:

- 44,3 km de túnel i viaducte ja estan executats (88% del total)
- 48 estacions ja estan finalitzades o en execució (92% del total)

D'altra banda, cal destacar que la línia té les característiques següents:

- Conducció automàtica.
- Andanes tancades.
- Circulació de trens a dos nivells.
- Profunditats superiors a totes les línies actuals que assoliran fondàries de 60 m.
- Estacions planificades en forma de pou circular amb diàmetres que varien de 26 m a 32,4 m.

Posada en servei

Actualment la línia 9 ja disposa de 33 km i 27 estacions en servei, els quals van posar-se en servei d'acord amb el que s'exposa als punts següents:

- **13 de desembre de 2009:** Entrada en servei tram Santa Coloma (5 estacions, 4 km): Can Zam, Singuerlín, Església Major, Fondo i Can Peixauet

- **18 d'abril de 2010:** Entrada en servei del tram Bon Pastor – Gorg
- **26 de juny de 2010:** Entrada en servei del tram Sagrera – Bon Pastor
- **19 de setembre de 2011:** Entrada en servei de l'estació de Santa Rosa, al tram de Santa Coloma, entre les estacions de Fondo i Can Peixauet
- **12 de febrer de 2016:** Entrada en servei del tram Zona Universitària - Aeroport T1
- **8 de setembre de 2018:** Entrada en servei del tram Collblanc – Foc de l'L10 Sud, amb les noves estacions de Foneria i Foc



Fig. 3. Esquema dels trams i estacions en servei actualment

Avantatges de la Línia 9

La Línia 9 de metro, com la majoria dels sistemes metropolitans de transport ferroviari, presenta grans avantatges des del punt de vista de la mobilitat urbana:

- Gran capacitat de transport de viatgers.
- Independència respecte a la xarxa viària.
- Velocitat comercial elevada.
- Accessibilitat del sistema (en el cas de noves infraestructures).
- Contribució al transvasament modal vers el transport públic en la mobilitat de la regió metropolitana.
- Reducció de les emissions de gasos a l'atmosfera derivats del sistema de transport metropolità.

En el cas particular de la línia 9 es poden identificar aportacions específiques, tant des del punt de vista de la seva contribució al sistema de transport derivada del seu traçat com pels elements singulars derivats del seu disseny avançat i les noves tècniques constructives emprades. Així es pot destacar que:

- Augmentarà considerablement la connectivitat de la xarxa de transport públic d'alta capacitat a la RMB, ja que comptarà amb un gran nombre d'intercanviadors.
- Es dotaran de transport públic d'altres prestacions zones de la ciutat actualment desatenses —uneix l'Aeroport, el Port, els recintes firals i zones industrials i residencials—.
- Descongestionarà la part central de la xarxa de transport gràcies als nous recorreguts perimetrals.
- S'evitaran interferències amb altres infraestructures, ja que la construcció del traçat es fa a gran fondària.
- S'ha minimitzat l'afectació en superfície per a la construcció d'estacions gràcies a una secció de túnel que ha permès inserir-hi les andanes de les estacions.
- Disposarà d'una accessibilitat garantida en un 100% per a persones amb mobilitat reduïda (PMR).
- I serà una línia totalment equipada amb els sistemes més avançats de gestió de trànsit ferroviari, com ara la conducció automàtica.

La conducció automàtica

La Línia 9 funcionarà amb trens automàtics, sense conductor, que es controlaran des del centre de comandament del metro de Sagrera. Aquest control central aporta molts avantatges, com ara:

- Major regularitat i fluïdesa de la circulació de trens, així com la conseqüent reducció del temps d'espera dels passatgers. El sistema pot assolir amb una freqüència de pas de 90 segons.
- Increment dels nivells de seguretat pel fet que s'eviten els errors humans i està basat en un sistema molt exigent davant de fallides (fail-safe).
- Augment de la seguretat, garantida per les portes d'andana que evitaran els accidents en el procés d'entrada i sortida de passatgers.
- Adaptació de l'oferta de trens en circulació segons les necessitats de la demanda a cada franja horària.

- Control molt precís tant de la situació relativa dels trens com de la determinació dels punts de parada a les estacions, gràcies a un sistema de comunicació tren-terra basat en una ràdio d'altres prestacions i ordinadors situats tant a bord dels trens com a terra.
- Supervisió continuada de l'estat dels trens i de les circulacions des del centre de comandament central, la qual cosa permet solucionar qualsevol imprevist amb total immediatesa.

2 Estudi de demanda

2.1 Introducció

Per fer l'anàlisi cost-benefici s'ha utilitzat les dades de l'estudi de demanda elaborat per l'empresa MCRIT, el setembre de 2017.

Aquest estudi utilitza com a any de referència el 2016, ja que és l'últim any del qual es disposa de totes les dades de mobilitat, i preveu que la Línia 9 entri en servei el 2022. Com a reflexió, indicar que en cas que la posada en servei es retardi més enllà de 2022, els resultats que s'obtidrien de l'anàlisi cost-benefici haurien de ser més beneficiosos ja que en principi la demanda que captaria l'L9 hauria de ser major (la demanda global del sistema de transport públic porta diversos anys creixent de forma progressiva i les previsions actuals són que aquesta tendència segueixi així els propers anys).

Entrant ja a analitzar el contingut de l'estudi, aquest indica que la demanda de l'L9 provindrà de diverses fonts:

1. Demanda captada d'altres modes de transport públic, ja sigui captant el desplaçament sencer o bé una de les seves etapes.
2. Demanda captada del vehicle privat i induïda, deguda a la reducció del temps de desplaçament en transport públic produïda per la implantació de l'L9.
3. Els propers anys es produirà un increment de demanda addicional a l'L9, possibilitada per fenòmens com el creixement econòmic, polítiques d'impuls del transport públic promogudes pel Pla de Mobilitat urbana de Barcelona (PMU 2018) i el desenvolupament de noves activitats a l'àmbit d'influència de la línia.

2.2 Modelització de la demanda

Es disposa com a punt de partida d'un sistema d'informació i modelització de la xarxa de transports de Catalunya, propietat del Departament de Territori i Sostenibilitat i desenvolupat i mantingut per MCRIT (SIMCAT). El sistema inclou un model de previsió de demanda de transport públic col·lectiu (TPC) validat per al conjunt de l'RMB en general, que serà precisat i reajustat a l'àmbit més proper de l'L9 per poder preveure amb suficient detall el potencial de demanda de cada estació.

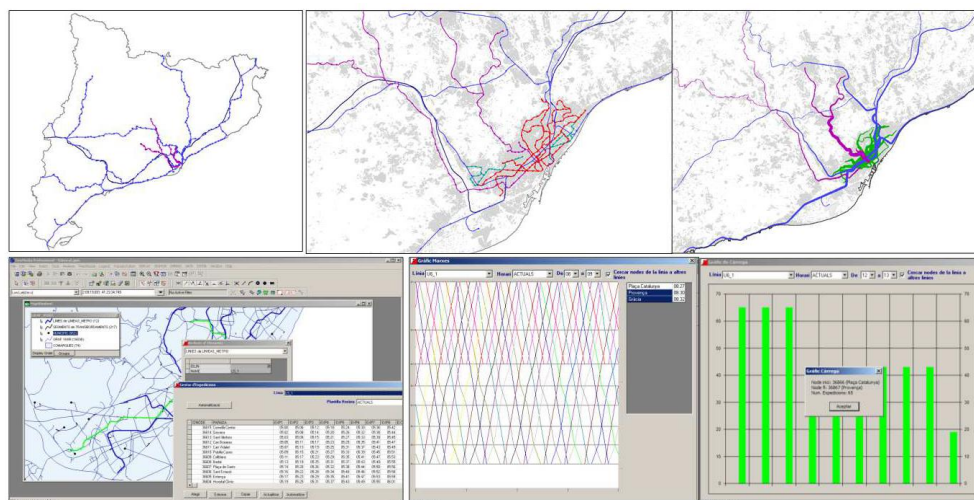


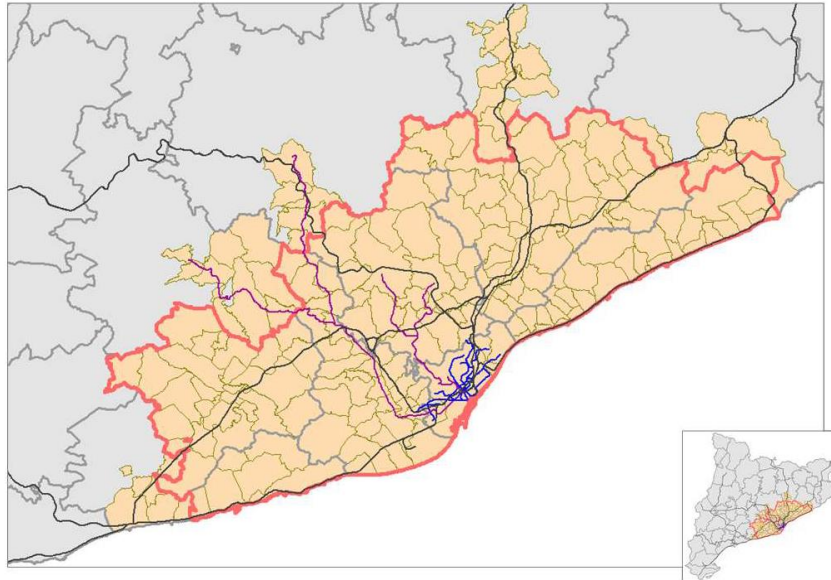
Fig. 4. Imatges del sistema SIMCAT

2.2.1 Àmbit i zonificació

L'àmbit d'estudi inclou tota l'RMB i treballa inicialment amb la zonificació corresponent a l'EMO, que té 582 zones a l'RMB (347 zones a l'àmbit EMT, de les quals 200 són a Barcelona, i 235 a la resta de l'RMB). Té 60 zones addicionals a la resta de l'àmbit del Sistema Tarifari Integrat (STI) de l'ATM: en total sumen 642 zones.

Tenint en compte el traçat actualitzat de l'L9 i la posició definitiva de les noves estacions, s'ha millorat la zonificació al voltant d'algunes estacions de la línia, de manera que es pugui analitzar amb millor precisió la demanda de cada nova estació. Finalment, el nombre de zones considerades és de 1.137.

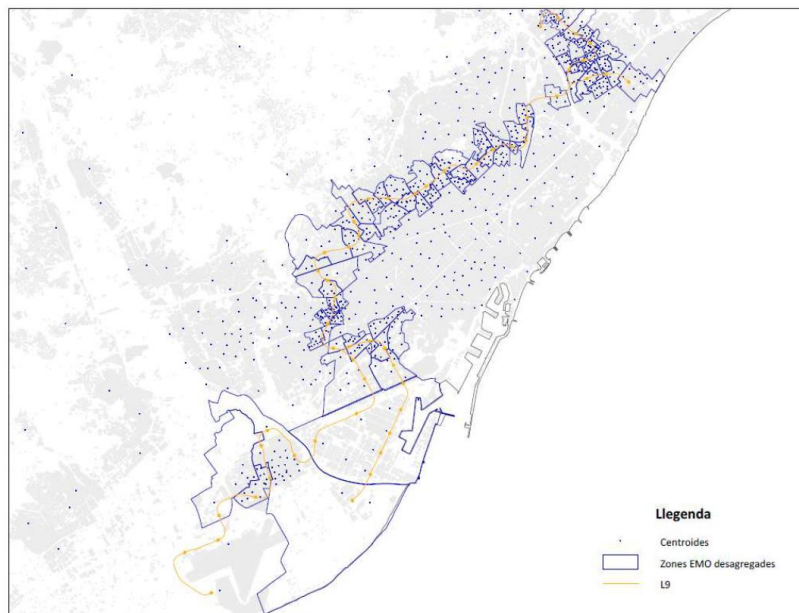
S'estableix 2016 com a any de calibratge que és l'any d'entrada en servei del tram de l'L9 Sud (branca de l'aeroport) i és l'últim any del que es disposa de dades globals.



Àmbit del model

Donat que a la matriu disponible cada centroide representa una zona EMO, cal destacar que les zones EMO ubicades al voltant de la L9 han estat desagregades a nivell de seccions censals. Així, el nombre total de zones considerades a l'RMB és de 1.137.

A continuació es pot veure un plànol amb aquestes zones EMO que han estat desagregades:



Zones EMO desagregades a nivell de seccions censals

2.2.2 Xarxa d'infraestructures i serveis de transport públic

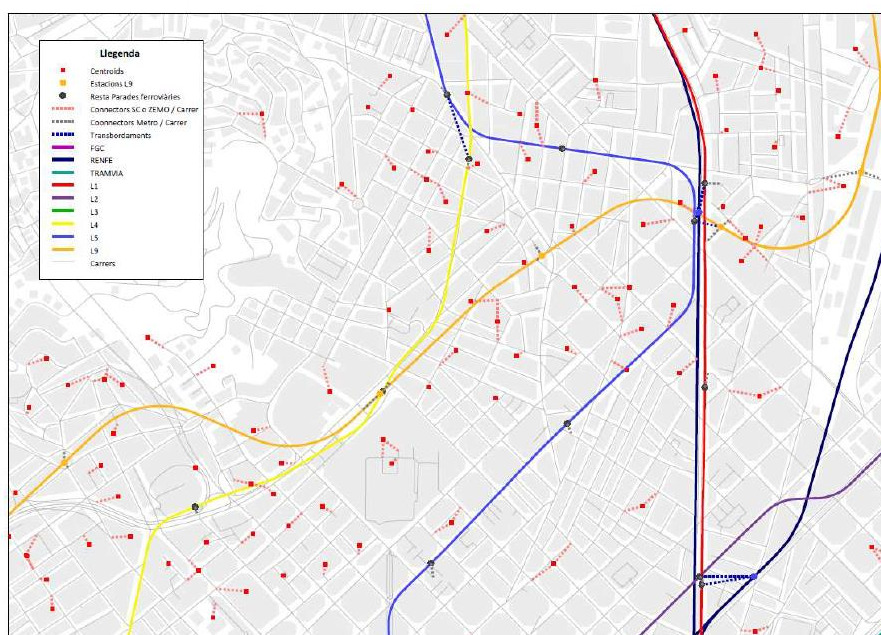
La xarxa modelitzada inclou tots els serveis de transport públic actuals i previstos (Metro, FGC, Renfe, Tramvia i autobusos de TMB i EMT) i es recolza sobre un carrerer complet de l'àmbit d'estudi. Està formada per:

- La xarxa de carrers.
- Els serveis de transport col·lectiu de modes ferroviaris dels diferents operadors: Renfe, FGC, TMB, Tramvia.
- Els serveis d'autobús: TB, autobusos de gestió indirecta d'AMB, autobusos interurbans de la DGTM.

Les estacions ferroviàries estan connectades al graf de carrers a través d'arcs connectors que les enllacen a les boques d'accés, i des d'aquestes a les interseccions de carrers més properes. Per altra banda, les estacions estan connectades entre elles directament a través d'arcs de transbordament quan s'escau. Les parades d'autobús i de tramvia estan connectades a les interseccions més properes de xarxa viària a través d'arcs connectors. Els centroides representatius de cada zona estan connectats a través d'un o diversos connectors a les interseccions més properes de la xarxa de carrers.

Els serveis de transport públic estan definits sobre la infraestructura corresponent (carrers els serveis d'autobús i infraestructura ferroviària els de ferrocarril i tramvia). Inclouen els horaris.

La xarxa modelitzada per l'any base correspon a 2016.



Detall de la modelització de la xarxa de transport públic (graf)

2.2.3 Matriu de desplaçaments en transport públic

La matriu de desplaçaments en Transport Públic va ser creada inicialment en base a les enquestes EMO i EMQ 2001 i des d'aleshores s'ha anat actualitzant en el marc de diversos estudis de demanda realitzats a l'RMB a partir d'enquestes globals més recents (EMQ 2006, EMEF de diversos anys), inclusió de nous desenvolupaments urbans i dades facilitades pels operadors. Les matrius corresponen a un dia laborable mitjà de l'any; la transformació a demanda anual s'efectua amb un factor de 280 dies/any, el mateix que utilitza l'ATM.

La matriu té 3,1 milions de desplaçaments en transport públic interns al conjunt de l'RMB, que esdevenen 3,8 milions d'etapes: 1,23 etapes/desplaçament. És a dir, en mitjana, un desplaçament en transport públic té 0,23 transbordaments.

Els factors per a la transformació de la demanda diària a anual són, en el cas de l'aeroport, de 350 dies/any per als passatgers aeris i de 225 dies/any per als treballadors.

Desagregació de la matriu

La matriu de desplaçaments en transport públic, originalment amb zonificació EMO, s'ha desagregat de manera coherent amb la zonificació adoptada, per seccions censals al voltant del traçat de l'L9.

El criteri de desagregació ha estat el nombre d'habitants de cada secció censal, excepte a la Zona Franca i Polígon Pratenc, on s'ha partit de dades de nombre de treballadors dels diversos subàmbits (Font: Pacte industrial de la Regió Metropolitana i diversos estudis de mobilitat disponibles).

S'ha modificat la matriu també a l'àmbit de la Fira, a partir del nombre de visitants. La Fira té 2,5 milions de visitants anuals (Font: Fira de Barcelona), que s'han repartit entre els dos recintes en funció de la superfície d'exposició de cadascun.

2.2.4 Mètode d'assignació

Com que l'àmbit d'estudi està integrat tarifàriament, la variable d'assignació sobre TPC és el temps de desplaçament, que inclou el temps de viatge a peu seguint els trams de connectors i carrers, el temps d'espera de cada servei de transport públic (la meitat de l'interval de pas, amb un límit superior de 10 minuts) i el temps a bord del servei de Transport públic.

$$T = T_p \cdot F_p + T_e + T_b + T_t$$

- T = temps total de desplaçament entre cada parella OD.
- T_p = temps a peu (seguint el carrer, els trams de transbordament i els connectors).
- F_p = factor de temps a peu

- T_e = temps d'espera (la meitat de l'interval de pas del servei, amb límit superior de 10')
- T_b = temps a bord dels serveis de transport públic (segons horari i velocitats comercials)
- P_t = Penalització addicional per transbordament

F_p i P_t han estat els paràmetres utilitzats per a calibrar el model d'assignació. Els valors obtinguts han estat $F_p = 1,35$ i $P_t = 6'$.

Aquest mètode d'assignació s'ha aplicat a tot l'àmbit d'estudi excepte per l'Aeroport de Barcelona, on s'hi pot accedir amb modes de transport públic no integrats tarifàriament com l'Aerobús. A més, l'accés a l'aeroport en L9 té un suplement tarifari i, per tant, en aquest cas la metodologia de modelització ha de tenir en compte la tarifa, a més del temps de desplaçament.

S'han aplicat els resultats obtinguts en un estudi específic de demanda i ingressos de l'accés ferroviari a l'aeroport de Barcelona, en el qual s'han elaborat models de repartiment modal i assignació específics per a usuaris dels modes terrestres que accedeixen a l'aeroport (passatgers, acompanyants i empleats), en base a enquestes de preferències declarades realitzades ad-hoc per a l'estudi. Per tant, es disposa de resultats de demanda específica per a l'aeroport de l'L9 a partir de 2022, en coexistència amb la nova llançadora considerant un suplement tarifari 3 €.

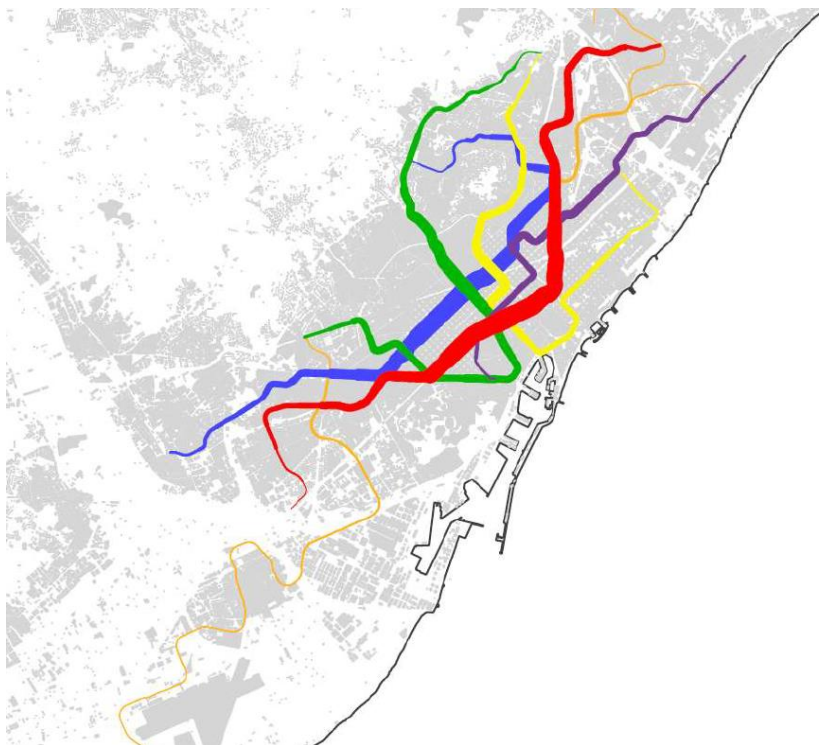
2.2.5 Calibratge del model

Per a calibrar l'estudi s'ha assignat la matriu de desplaçaments de transport públic sobre la xarxa de serveis utilitzant el mètode descrit anteriorment, i comprovant que els resultats de demanda obtinguts s'ajusten als valors de les estadístiques disponibles:

1. Validacions globals dels diversos operadors de transport públic.
2. Tenint en compte que a les estacions amb transbordament no es poden atribuir amb certesa les validacions a una línia concreta, s'ha procedit a comprovar les entrades a les estacions sense transbordament dels trams en servei de l'L9.
3. L'ATM ha procedit a estimar una matriu origen/destinació de les estacions associades a l'L9-L10 i resta de modes a partir del bit de seguiment que incorporen una part de les targetes T10. Permet determinar els beneficis globals de l'L9 i calibrar-los
4. Validacions de cada línia d'autobús de TMB i per operadors a les línies de gestió indirecta de l'AMB.

Així, el mapa següent il·lustra la càrrega de les línies de metro obtinguda amb l'assignació de la matriu de desplaçaments de 2016 sobre la xarxa de transport públic del mateix any.

Seguidament s'exposaran els resultats del calibratge del model, és a dir, la comparació dels resultats obtinguts amb les dades reals disponibles.

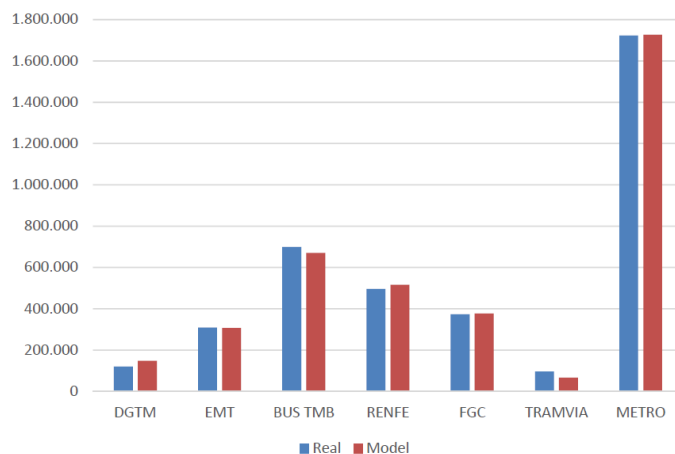


Mapa de la càrrega de les línies de metro obtinguda del model

Calibratge del model per operadors

Es disposa de les validacions globals dels diversos operadors de transport públic (Font: Transmet xifres, ATM). Cal tenir en compte que les dades de Transmet xifres fan referència a validacions mentre que al model es comptabilitzen etapes. En autobús i tramvia, validacions és equivalent a etapes però no en modes ferroviaris, especialment en metro: un desplaçament que utilitza 2 línies de metro tindria 1 validació real però serien 2 etapes al model. S'ha traduït validacions a etapes en base a altres estudis disponibles. Per exemple, se sap que un desplaçament en metro realitza 1,27 etapes en aquest mode. Globalment, les enquestes disponibles xifren en 1,23 el nombre d'etapes per desplaçament en transport públic.

A més de reproduir les etapes en transport públic tal com s'observa al gràfic, el model dona un factor d'1,23 etapes/desplaçament.



Calibratge del model per operadors (2016)

Calibratge del model per línies

A més, també s'ha comprovat el calibratge del model a

- les entrades de les estacions sense transbordament dels trams en servei de l'L9 nord, on s'ha observat un ajust molt bo pel conjunt d'estacions.
- les entrades de les estacions sense transbordament dels trams en servei de l'L9 sud, on s'ha observat un ajust molt bo pel conjunt d'estacions.
- les principals línies d'autobús de TMB, observant-se també un bon calibratge.
- les línies de gestió indirecta de l'AMB, que operen principalment al Barcelonès Nord i al Baix Llobregat, s'ha comprovat el bon calibratge del model avaluant globalment les validacions dels dos operadors que entren més directament en competència amb l'L9: TUSGSAL i Rosanbús.

2.2.6 Captació del vehicle privat

L'L9 provocarà una reducció dels costos de transport públic que comportarà un cert canvi modal cap al transport públic. S'utilitza el model de repartiment modal disponible al SIMCAT, desenvolupat en base a enquestes de preferències declarades realitzades específicament. El model està basat en una formulació lògic.

$$P_i = \exp(\Omega U_i) / (\exp(\Omega U_i) + \exp(\Omega U_k))$$

$$U_{ji} = \alpha \text{preu}_{ji} + \beta \text{temps de viatge}_{ji} + \chi \text{temps d'accés i dispersió}_{ji} + \delta \text{freqüència}_{ji}$$

$$U_{ki} = \alpha \text{cost aparcament}_{ki} + \beta \text{temps de viatge}_{ki} + \eta \text{constant}$$

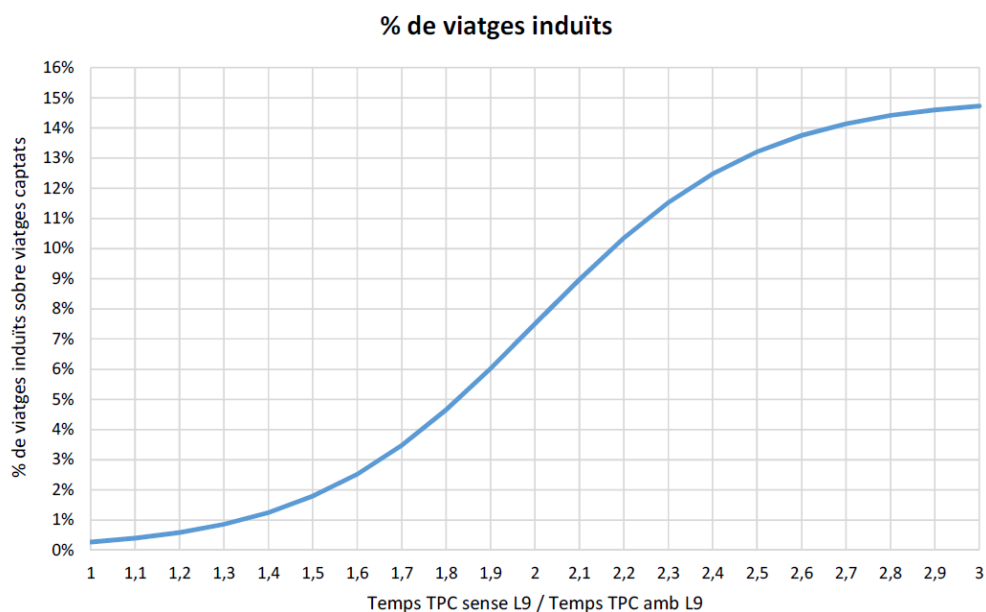
U_{ji} és la utilitat associada a cada mode de transport públic j per al parell OD i .

U_{ki} és la utilitat associada al vehicle privat per al parell OD i .

$\alpha, \beta, \chi, \delta$ són els coeficients associats a cada una de les variables i η l'associat a la constant modal.

	Cost	Temps de viatge	Temps d'espera	Temps d'accés	Constant
	1/Euros	1/minuts	1/minuts	1/minuts	
	α	β	χ	δ	η
VP-TPC	-0,3602	-0,0346	-0,0682	-0,0622	0

També comportarà una certa inducció de nous desplaçaments, en funció de l'estalvi de temps en transport públic produït per l'L9. S'adopta la següent corba teòrica utilitzada en estudis anteriors:



2.2.7 Creixement de la mobilitat

L'estudi de demanda ha previst, d'acord amb la informació de base disponible, que la mobilitat en transport públic s'incrementarà un 0,7% anual fins el 2022. Indicar que aquesta previsió és exclusivament el creixement "vegetatiu". És a dir, no inclou la captació de viatges d'altres modes ni inducció per efecte de la implantació de l'L9.

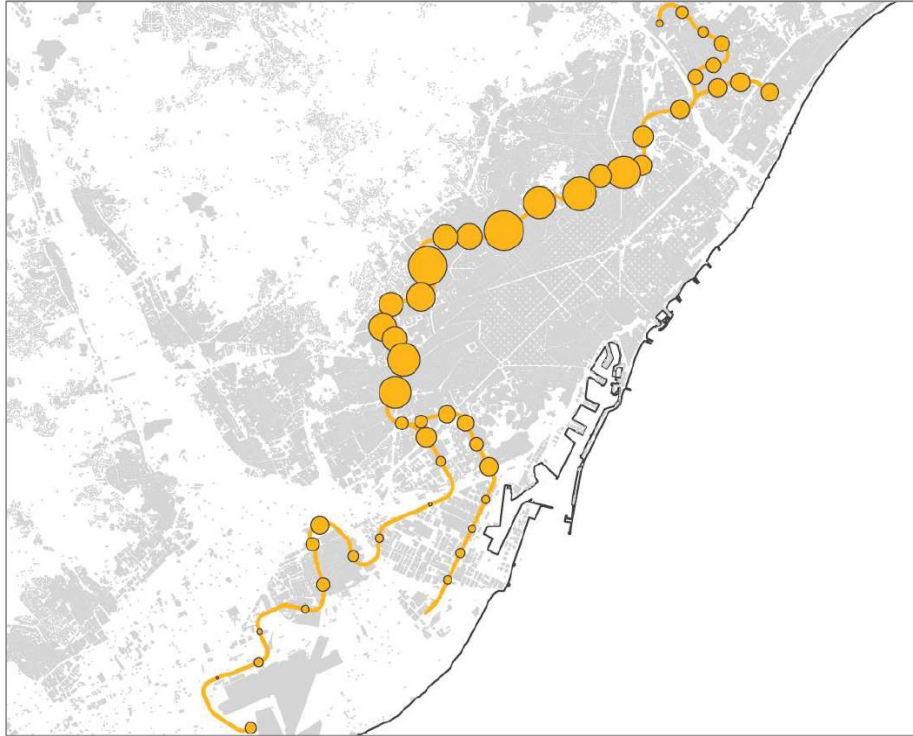
D'altra banda, pel que fa al desenvolupament de noves activitats a l'àmbit d'influència de la línia, o impuls d'activitats existents. Les més rellevants i que s'han considerat per a realitzar aquest estudi són les següents:

- Nou barri Marina del Prat Vermell. Se suposa que s'haurà desenvolupat al 50% el 2022.
- La Ribera (Eixample Nord d'El Prat). Se suposa que s'haurà desenvolupat al 50% el 2022.
- Construcció de dos nous centres penitenciaris a la Zona Franca. Estaran en servei el 2022.
- Creixement de passatgers i empleats de l'aeroport de Barcelona, tenint present però que la L9 tindrà la competència d'una nova llançadora de rodalies que estarà en servei el 2022.
- Implantació de l'estació TAV de la Sagrera, que atraurà viatgers d'Alta Velocitat i AVANT que actualment accedeixen al TAV a Sants. Per altra banda, els desplaçaments de llarg recorregut tindran un creixement superior a la resta de desplaçaments.

2.3 Resultats obtinguts

2.3.1 Viatgers previstos a la L9

Un cop feta la simulació de viatgers el 2022, s'ha analitzat tant la càrrega de la L9 com les entrades a les estacions. Pel que fa a les entrades a les estacions, a continuació s'adjunta un plànol on es poden veure els punts de major demanda:



El volum d'entrades diàries que tindran les estacions de la L9 el 2022 és la següent:

TRAM	E-2016	E-2022
Aeroport T1	3.522	2.651
Aeroport Terminal de càrrega	0	105
Aeroport T2	1.475	1.972
Mas Blau	554	696
Parc Nou	1.029	1.293
Cèntric	2.756	3.765
El Prat Estació	2.184	3.596
La Ribera	0	6.559
Les Moreres	1.952	2.461
Mercabarna	1.431	1.596
Parc Logístic	458	234
Fira	1.807	2.044
Europa / Fira	4.310	8.336
Nova Estació Polígon Pratenc	0	0
Nova estació Zona Franca	0	1.346
Zona Franca ZAL	0	1.902
Zona Franca Port	0	1.231
Zona Franca Litoral	0	1.514
Motors	0	6.944
Foc Cisell	0	3.846
Foneria	0	5.654
Ildefons Cerdà	0	6.227
Provençana	0	3.172
Can Tries / Gornal	1.517	3.494
Torrassa	5.919	20.276
Collblanc	7.293	21.507
Camp Nou	0	12.477
Zona Universitària	4.143	15.339
Campus Nord	0	11.731
Manuel Girona	0	16.271
Prat de la Riba	0	0
Sarrià	0	29.051
Mandri	0	12.617
El Putxet	0	13.443
Lesseps	0	30.748
Muntanya	0	0
Sanllehy	0	20.210
Guinardó / Hospital de Sant Pau	0	22.311
Maragall	0	10.572
La Sagrera	15.745	20.924
Sagrera-TAV	0	8.280
Onze de Setembre	3.087	8.696
Bon Pastor	4.259	7.157
Can Peixauet	2.582	4.588
Santa Rosa	2.478	4.574
Fondo	2.219	5.106
Església Major	874	2.315
Singuerlin	2.497	3.305
Can Zam	827	977
Llefià	5.104	6.907
La Salut	3.522	7.432
Gorg	2.483	6.619
TOTAL (Pax/dia)	86.028	394.072
TOTAL (pax/any)	23,7	110,1

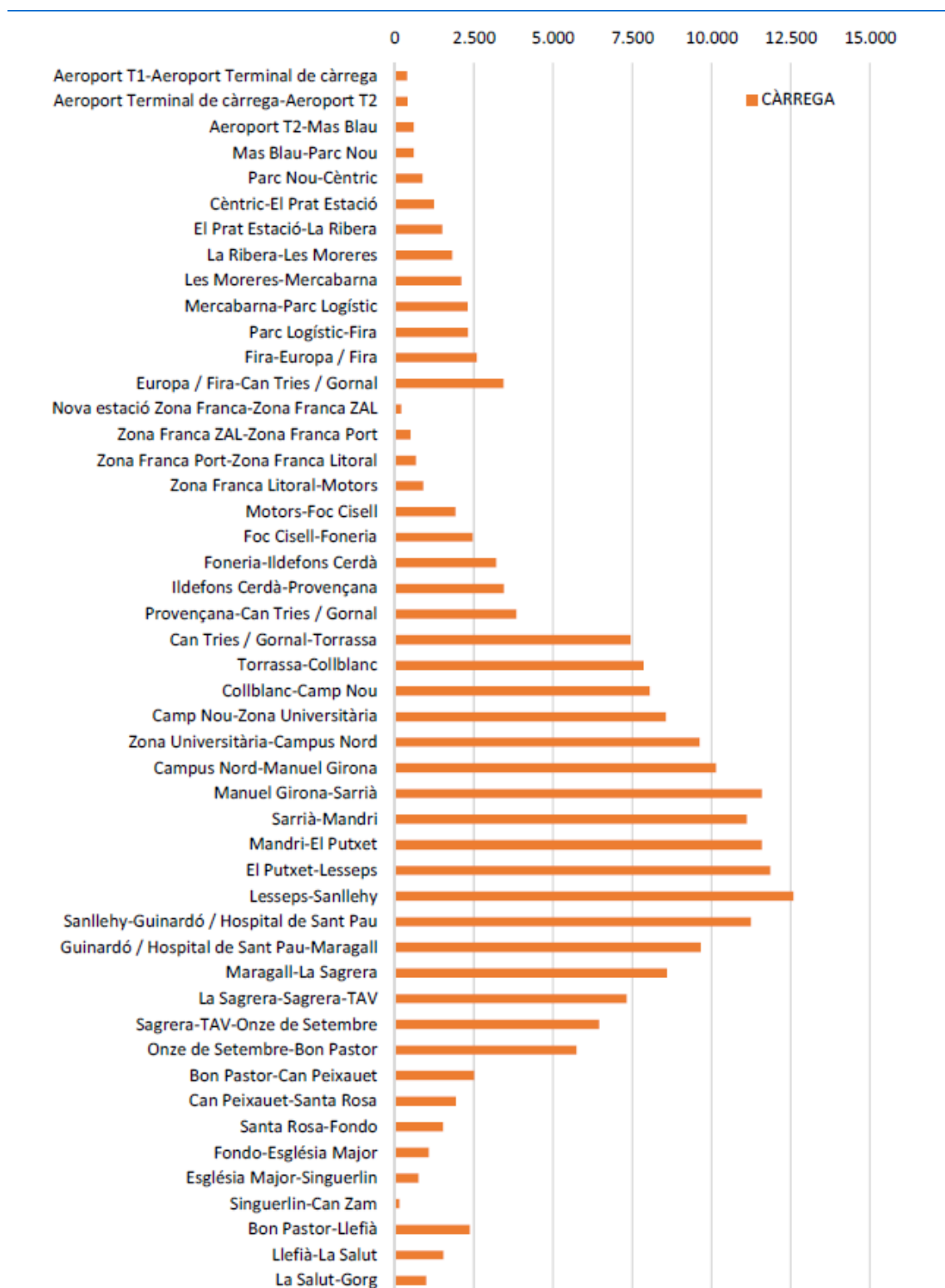
Pel que fa a la càrrega de les línies de metro, a continuació s'adjunta un plànol esquemàtic amb la càrrega que tindrà cada línia:



La taula següent mostra els resultats numèrics de la càrrega per trams obtinguda per l'L9:

TRAM	E-2016	E-2022
Aeroport T1-Aeroport Terminal de càrrega	7.045	5.303
Aeroport Terminal de càrrega-Aeroport T2	7.045	5.329
Aeroport T2-Mas Blau	8.880	7.876
Mas Blau-Parc Nou	9.249	8.342
Parc Nou-Cèntric	11.971	11.772
Cèntric-El Prat Estació	13.593	16.483
El Prat Estació-La Ribera	11.532	18.841
La Ribera-Les Moreres	11.532	21.208
Les Moreres-Mercabarna	14.646	24.540
Mercabarna-Parc Logístic	16.984	27.076
Parc Logístic-Fira	17.566	27.385
Fira-Europa / Fira	20.668	30.920
Europa / Fira-Can Tries / Gornal	24.208	43.200
Nova estació Zona Franca-Zona Franca ZAL	0	2.748
Zona Franca ZAL-Zona Franca Port	0	6.340
Zona Franca Port-Zona Franca Litoral	0	8.737
Zona Franca Litoral-Motors	0	11.231
Motors-Foc Cisell	0	25.468
Foc Cisell-Foneria	0	32.626
Foneria-Ildefons Cerdà	0	42.721
Ildefons Cerdà-Provençana	0	46.042
Provençana-Can Tries / Gornal	0	51.306
Can Tries / Gornal-Torrassa	26.453	97.019
Torrassa-Collblanc	21.795	103.256
Collblanc-Camp Nou	9.234	105.843
Camp Nou-Zona Universitària	9.234	111.905
Zona Universitària-Campus Nord	0	128.006
Campus Nord-Manuel Girona	0	135.126
Manuel Girona-Sarrià	0	154.881
Sarrià-Mandri	0	148.190
Mandri-El Putxet	0	153.794
El Putxet-Lesseps	0	158.389
Lesseps-Sanllehy	0	167.835
Sanllehy-Guinardó / Hospital de Sant Pau	0	150.618
Guinardó / Hospital de Sant Pau-Maragall	0	130.599
Maragall-La Sagrera	0	116.940
La Sagrera-Sagrera-TAV	32.407	98.913
Sagrera-TAV-Onze de Setembre	32.407	86.896
Onze de Setembre-Bon Pastor	32.366	75.981
Bon Pastor-Can Peixauet	12.944	32.365
Can Peixauet-Santa Rosa	9.330	24.623
Santa Rosa-Fondo	6.310	18.908
Fondo-Església Major	8.872	13.490
Església Major-Singuerlin	7.425	9.192
Singuerlin-Can Zam	1.684	1.961
Bon Pastor-Llefià	14.925	33.185
Llefià-La Salut	7.908	22.226
La Salut-Gorg	4.348	13.218

El següent gràfic representa una anàlisi de la càrrega en hora punta en un sentit a l'escenari 2022 analitzat (es considera un factor d'hora punta: 15%):



2.3.2 Impacte sobre la resta de modes de transport públic

Per al càlcul de l'impacte de l'entrada en servei de la L9 sobre la resta de modes de transport públic s'ha assignat la matriu de desplaçaments 2022 sense considerar el canvi modal i la inducció en un escenari amb i sense L9.

La major part de la demanda de la Línia 9 prové de la resta de modes de transport públic. Li pren demanda principalment a l'autobús de TMB, que perd un 13,7% de les seves etapes. Seguidament, FGC perd un 9,9% d'etapes. La resta de línies de metro disminueixen en mitjana un 9,5% les seves etapes, especialment les línies 2, 3 i 5, que cauen més de l'11%. La línia 4 pràcticament no varia.

OPERADOR	Etaques/any 2022 sense L9	Etaques/any 2022 amb L9	Variació etapes any	Variació
DGTM	45.570.606	45.321.767	-248.839	-0,5%
BUS AMB 1a CORONA	94.294.545	93.239.718	-1.054.828	-1,1%
BUS TMB	205.810.095	177.690.789	-28.119.306	-13,7%
RENFE	157.919.967	154.027.944	-3.892.023	-2,5%
FGC	115.681.914	104.180.432	-11.501.481	-9,9%
TRAMVIA	20.336.498	21.126.307	789.808	3,9%
RESTA LÍNIES DE METRO	502.906.422	454.977.636	-47.928.786	-9,5%

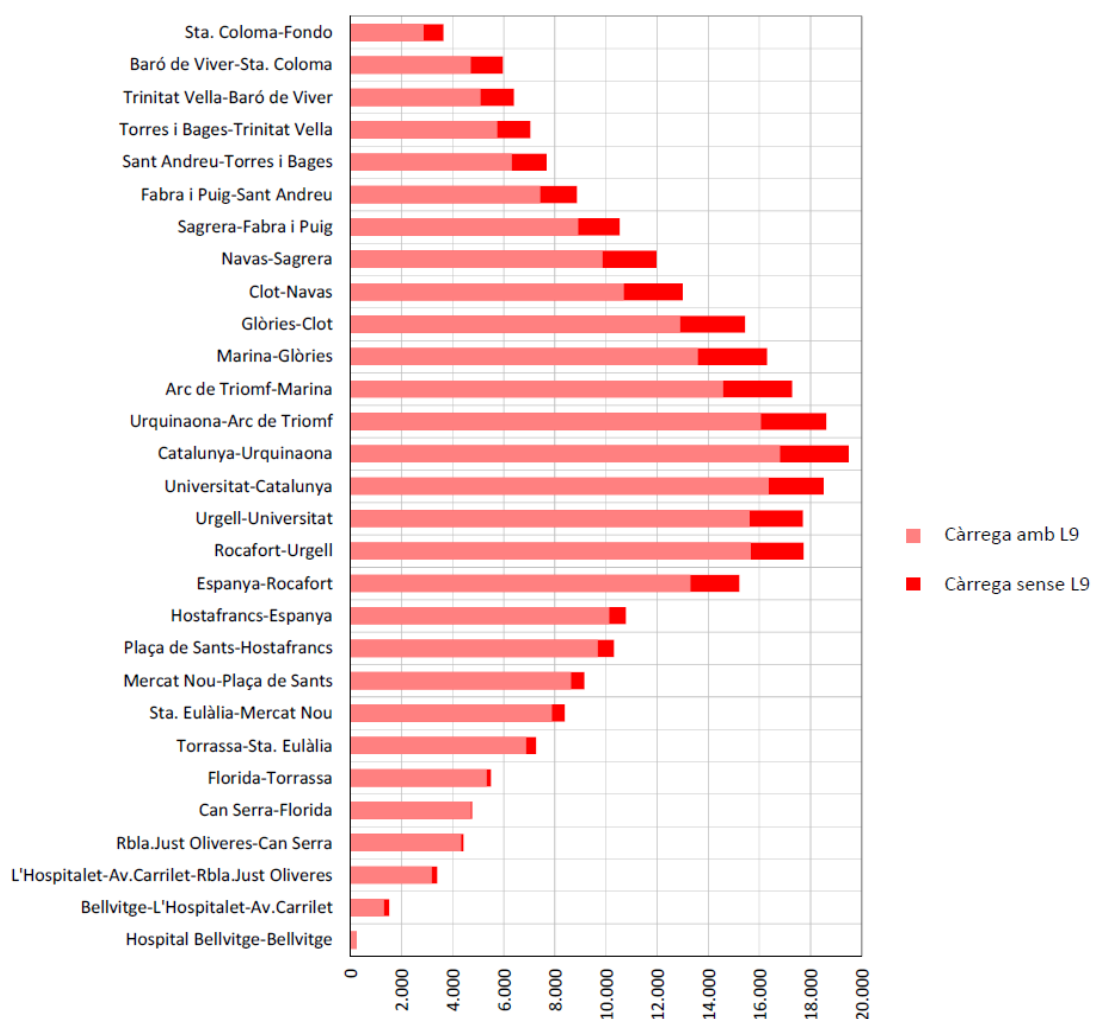
RESTA DE LÍNIES DE METRO	Etaques/any 2022 sense L9	Etaques/any 2022 amb L9	Variació etapes any	Variació
L1	142.399.179	130.583.469	-11.815.710	-8,3%
L2	50.349.806	44.467.976	-5.881.830	-11,7%
L3	104.426.932	91.885.509	-12.541.423	-12,0%
L4	64.478.075	63.991.895	-486.180	-0,8%
L5	138.907.039	121.664.780	-17.242.259	-12,4%
L11	2.345.391	2.384.006	38.615	1,6%

A continuació també s'analitza l'impacte de l'entrada en servei de la L9 en la càrrega de les línies de Metro amb més demanda en hora punta matí en el sentit més carregat.

Anàlisi de l'L1

Com es pot veure, la L1 perd el 8,3% de les seves etapes amb l'entrada en servei de la L9. El tram de màxima demanda, Catalunya-Urquinaona, es descarrega un 14%.

Impacte de l'L9 sobre l'L1 en hora punta matí en un setnit (2022)



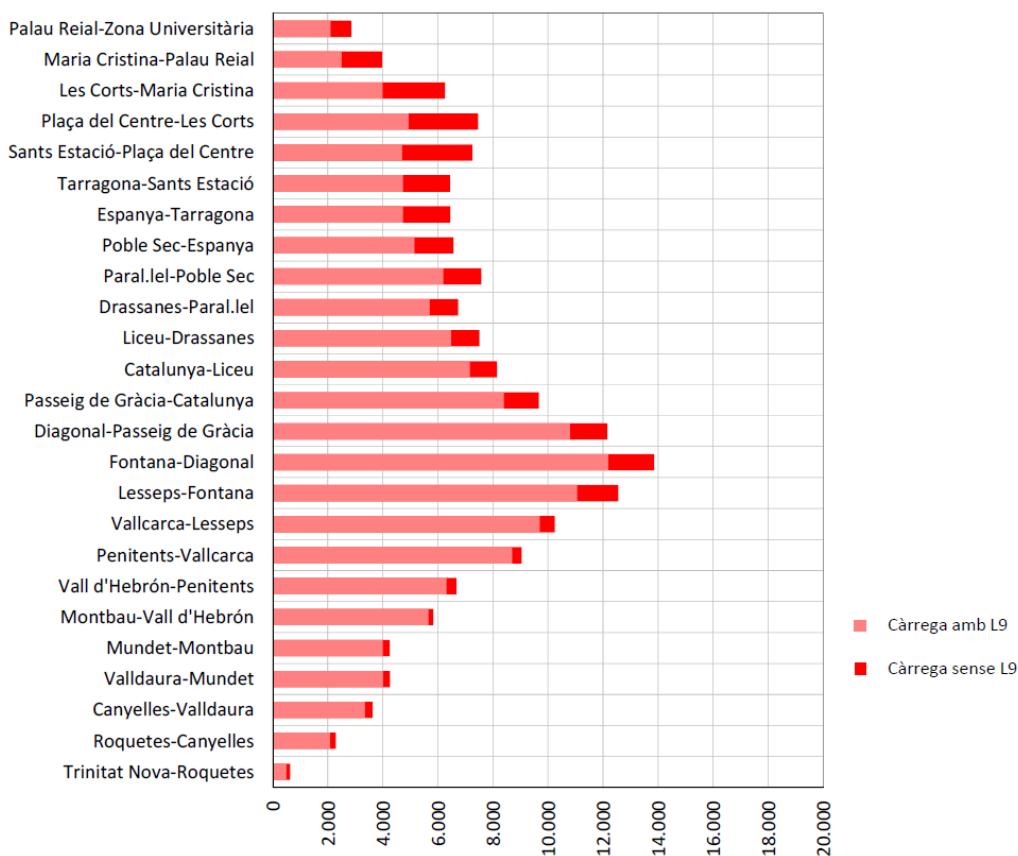
Anàlisi de l'L3

L'L3 perd el 11,7% de les seves etapes amb l'entrada en servei de l'L9.

El tram de màxima demanda, Fontana-Diagonal, es descarrega un 12%.

Els trams de l'L3 entre Sants-Estació i Palau Reial es descarreguen més d'un 30%. Es tracta de desplaçaments que bàsicament volen accedir a la zona universitària que tenen amb l'L9 una alternativa a fer transbordament a Sants Estació entre les línies L5 i L3.

Impacte de l'L9 sobre l'L3 en hora punta matí en un sentit (2022)

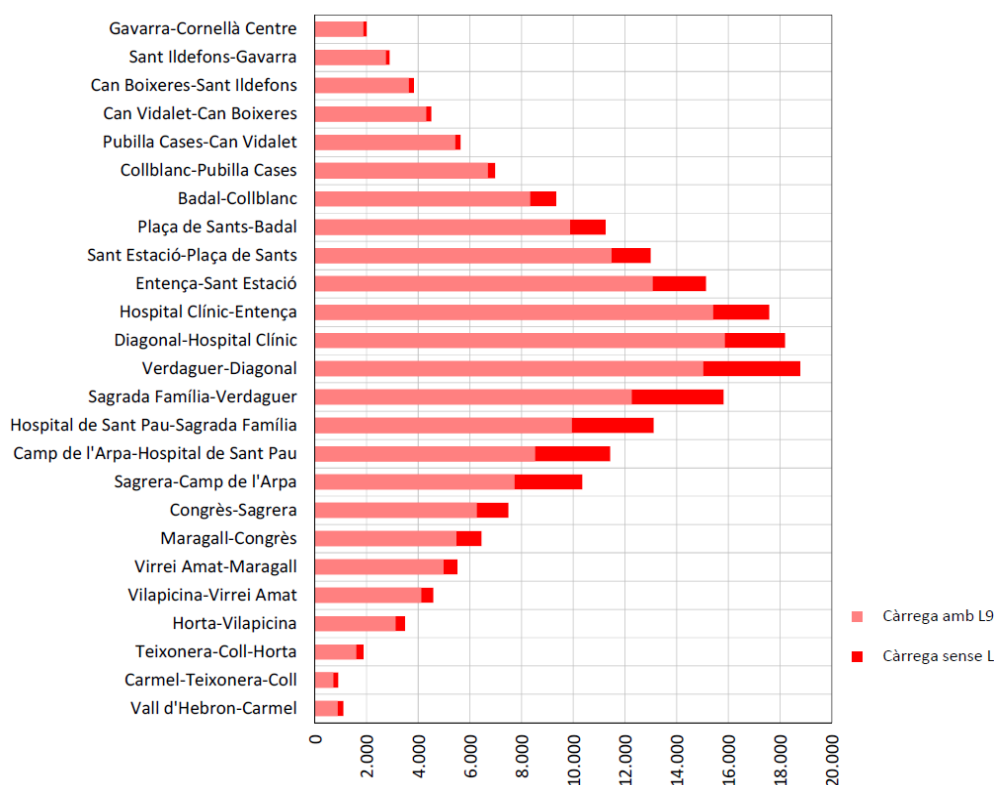


Anàlisi de l'L5

La línia L5 perd el 12,4% de les seves etapes amb l'entrada en servei de l'L9.

El tram de màxima demanda, Verdaguer-Diagonal, es descarrega un 20%

Impacte de l'L9 sobre l'L5 en hora punta matí en un sentit (2022)



2.3.3 Estalvis de temps

Per al càlcul de l'estalvi de temps l'any 2022 s'ha calculat la diferència entre els escenaris següents:

- Escenari 2022, amb la totalitat de l'L9 en servei
- Escenari 2016, que incorpora la situació de la xarxa de transport el 2016 amb els trams de la línia 9 que ja estan actualment en servei (Nord i Sud aeroport).

Els resultats obtinguts han estat els següents:

Variació hores/dia	-29.748
Variació hores/any	-8.329.412
Nombre usuaris/dia estalvien temps	224.687
Min/viatge	7,9

Com es pot veure a la taula, la posada en servei de l'L9 el 2022 suposarà que, respecte el 2016, quasi 225.000 desplaçaments diaris estalviïn globalment 8,3 milions d'hores anuals, que signifiquen un estalvi mitjà de 7,9 minuts per desplaçament.

2.3.4 Variacions de veh-km del trànsit privat

Pel que fa al trànsit privat, el canvi modal de vehicle privat a transport públic provocat per la implantació de l'L9 completa produeix una eliminació de vehicles de la xarxa viària.

Per a determinar la reducció de veh-km associats a aquests vehicles que s'eliminen s'ha calculat la diferència entre els escenaris següents:

- Escenari 2022, amb la totalitat de l'L9 en servei
- Escenari 2016, que incorpora la situació de la xarxa de transport el 2016 amb els trams de la línia 9 que ja estan actualment en servei (Nord i Sud aeroport).

Els resultats obtinguts han estat els següents:

Variable	Diaris	Anuals
Desplaçaments eliminats	15.656	4.383.740
Cotxes eliminats	13.047	3.653.116
veh-km eliminats	116.455	32.607.404
Distància mitjana (km)	8,9	8,9

Com es pot veure a la taula anterior hi haurà una eliminació de 13.047 vehicles diaris de la xarxa viària que representaran un estalvi de 32,6 milions de km anuals, suposant una ocupació del vehicle privat d'1,2 pax/vehicle.

2.4 Conclusions

1. L'any 2016, amb l'entrada en servei del tram Universitat-Aeroport (excepte les estacions Camp Nou, La Ribera i Terminal de càrrega), la demanda total de la línia 9 és de 23,7 M de viatges.
2. L'any 2022, amb l'entrada en servei dels trams pendents (central i branca Zona Franca) i de les estacions pendents de la resta de trams, l'L9 assoleix 110,1 M de viatgers, considerant la competència d'una llançadora ferroviària d'accés a l'aeroport.

3. La major part de la demanda de la Línia 9 prové de la resta de modes de transport públic. Li pren demanda principalment a l'autobús de TMB, que perd un 13,7% de les seves etapes. Seguidament, FGC perd un 9,9% d'etapes. La resta de línies de metro disminueixen en mitjana un 9,5% les seves etapes, especialment les línies 2, 3 i 5, que cauen més de l'11%. La línia 4 pràcticament no varia.
4. Amb l'entrada en servei dels trams pendents de l'L9, 225.000 desplaçaments diaris estalviaran globalment 8,3 Mhores/any el 2022, que signifiquen un estalvi mitjà de 7,9 minuts per desplaçament.
5. El canvi modal de vehicle privat a transport públic provocat per la implantació de l'L9 completa produeix una eliminació de 13.047 vehicles diaris de la xarxa viària que representen 32 Mveh·km/any el 2022 suposant una ocupació d'1,2 pax/vehicle.

Per concloure aquest apartat es vol incidir en que el sistema de transport públic de l'RMB porta uns anys creixent de forma continuada, assolint un màxim històric de 986 milions de viatgers el 2017. En aquest sentit **les previsions pel futur auguren un creixement continuat de la mobilitat**, i la xarxa de metro, que és la columna vertebral del sistema, té un escàs marge de maniobra ja que en hora punta ja s'ha assolit la capacitat del sistema, i fins i tot s'ha superat.

En concret, les línies L1 i L5 són les de màxima demanda del sistema. La seva configuració de línies passants travessant tota la ciutat per la seva zona central els hi atorga un paper de grans distribuïdores de mobilitat i en les hores punta del matí la xarxa de metro ja no es capaç de transportar més viatgers.

Per tant **calen millores estructurals en l'oferta de transport públic** si es vol disposar de capacitat de creixement i que la manca d'oferta no sigui un aturador a les polítiques sostenibles de mobilitat.

La resposta a aquest repte majúscul és l'L9 de metro de Barcelona. El seu tram central esdevindrà un tercer túnel passant que contribuirà, fonamentalment, a la descongestió de tota la xarxa de metro.

Com s'ha vist, l'entrada en servei del tram central de l'L9 tindrà una demanda de 110 milions de passatgers l'any, demanda que vindrà fonamentalment de la xarxa de metro actual i que suposarà una notable descongestió de la xarxa existent amb una baixada de demanda a les línies de metro d'un 9,5% de mitjana.

Així, l'L9 jugarà un doble paper: per un costat ofereix nova cobertura de transport públic i per altra esdevé un gran redistribuidor de la mobilitat de l'àrea metropolitana. És per tant la veritable **solució estructural per no frenar el creixement de la demanda de transport públic** i en aquest sentit és essencial i urgent posar en servei el tram central de l'L9 el més aviat possible.

3 **Avaluació cost - benefici**

3.1 **Marc normatiu**

D'acord amb l'Acord del Govern de 20 de desembre de 2011 les propostes d'inversions en polítiques públiques que tinguin un impacte estimat, sobre les finances de la Generalitat de Catalunya o sobre el seu sector públic vinculat, superior a 10 milions d'euros, han d'incorporar una anàlisi de rendibilitat socioeconòmica que ha de ser aprovada per la Direcció General de Seguiment i Avaluació de Polítiques d'Estabilitat i Creixement del Departament d'Economia i Coneixement.

Donat que el cost que queda per invertir en aquesta actuació és de 1.002 milions d'euros (IVA exclòs), aquesta inversió està subjecta al que estableix aquest Acord de Govern.

3.2 **Descripció de la metodologia**

La metodologia utilitzada per avaluar la rendibilitat socioeconòmica de l'actuació és el Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport (SAIT) del Departament de Territori i Sostenibilitat.

El SAIT és la metodologia de referència a utilitzar a l'hora d'avaluar la rendibilitat socioeconòmica d'aquelles actuacions impulsades per la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat (en endavant DGIM) i que requereixen d'aquest tipus d'anàlisi.

Indicar que aquesta eina, així com el seu manual, es poden descarregar al lloc web del Departament de Territori i Sostenibilitat:

http://territori.gencat.cat/ca/03_infraestructures_i_mobilitat/carreteres/SAIT/

3.3 **Criteris bàsics d'avaluació**

L'avaluació de la rendibilitat socioeconòmica seguint una anàlisi cost-benefici es basa en comparar dos escenaris i valorar els costos/beneficis d'un escenari respecte l'altre. Els dos escenaris a comparar són els següents:

- **Escenari 0:** L'escenari de referència és aquell que l'estudi de demanda descriu com Escenari 2016 i que representa la situació actual de la xarxa de transports, amb els trams de l'L9 que ja estan en servei actualment.

- **Escenari 1:** Execució de l'L9 completa, que es preveu que pugui entrar en servei l'any 2022.

D'altra banda, els paràmetres bàsics per a realitzar l'avaluació són els següents:

Variables	Valor
Horitzó temporal	30 anys
Taxa de descompte	3%
Valor del temps	9 €/hora

3.4 Anàlisi de costos

3.4.1 Cost d'inversió

Del cost total d'inversió de l'L9, quantificat en 5.942 milions d'euros, actualment queden per invertir 1.002 milions d'euros (Pressupost d'Execució per Contracte - IVA exclòs).

Donat que aquest estudi vol avaluar la viabilitat socioeconòmica de finalitzar aquesta actuació, per a fer el SAIT s'ha tingut en consideració l'import que cal invertir per poder posar-la en servei.

Així doncs, aquest és el valor que s'ha utilitzat per al cost d'inversió:

PEC (IVA exclòs)	1.002 M€
------------------	----------

3.4.2 Adquisició de material mòbil

Per a poder operar els trams que hi ha en servei actualment ja es disposa de 26 trens. Un cop es finalitzi l'L9 i es vulgui operar la línia la complet, caldrà adquirir 24 unitats més.

Tot i això, aquest camp s'ha deixat en blanc ja que, segons les dades facilitades per Ifercat, el cost d'adquisició del material mòbil ja està inclòs de forma anualitzada en el cost de manteniment dels nous trens.

3.4.3 **Manteniment de la infraestructura**

D'acord amb les dades d'Ifercat, el cost de manteniment dels sistemes de línia i d'estacions i seguretat de l'L9 a l'escenari 2016, un cop extret el benefici industrial, és actualment de 36,66 milions d'euros anuals, dels quals 20,81 M€ correspondrien a les estacions i 15,85 M€ al túnel (veure Annex D).

Quan s'implanti l'L9 en la seva totalitat i es vulgui operar la línia al complet aquest cost de manteniment de la infraestructura, un cop extret el benefici industrial, ascendirà a 53,82 milions d'euros anuals, dels quals 32,63 correspondran a les estacions i 21,19 M€ al túnel.

En aquest sentit, la **variació de costos de manteniment** de la infraestructura entre els dos escenaris serà de **17,16 milions d'euros anuals**.

Si calculem el VPN a 30 anys d'aquest cost obtenim el següent:

Manteniment de la infraestructura	280,2 M€
-----------------------------------	----------

3.4.4 **Manteniment del material mòbil**

D'acord amb les dades d'Ifercat, el cost de manteniment del material mòbil de l'L9 a l'escenari 2016 és actualment de 11,8 milions d'euros anuals.

Quan s'implanti l'L9 en la seva totalitat i es vulgui operar la línia la complet aquest cost de manteniment del material mòbil ascendirà a 22,75 milions d'euros anuals.

En aquest sentit, la **variació de costos de manteniment del material mòbil** entre els dos escenaris serà de **10,95 milions d'euros anuals**.

Si calculem el VPN a 30 anys d'aquest cost obtenim el següent:

Manteniment del material mòbil	214,6 M€
--------------------------------	----------

3.4.5 **Cost de personal d'operació**

D'acord amb les dades d'Ifercat, el cost de personal d'operació de l'L9 a l'escenari 2016 és actualment de 13,0 milions d'euros anuals.

Quan s'implanti l'L9 en la seva totalitat i es vulgui operar la línia la complet aquest cost de personal d'operació ascendirà a 21,7 milions d'euros anuals.

En aquest sentit, la **variació de costos de personal d'operació** entre els dos escenaris serà de **8,7 milions d'euros anuals**.

Si calculem el VPN a 30 anys d'aquest cost obtenim el següent:

Personal d'operació	119,4 M€
---------------------	----------

3.4.6 Cost d'operació de vehicles

D'acord amb les dades d'Ifercat, el cost d'operació de vehicles de l'L9 a l'escenari 2016 és actualment d'11,2 milions d'euros anuals.

Quan s'implanti l'L9 en la seva totalitat i es vulgui operar la línia la complet aquest cost d'operació de vehicles ascendirà a 20,4 milions d'euros anuals.

En aquest sentit, la **variació de costos d'operació de vehicles** entre els dos escenaris serà de **9,2 milions d'euros anuals**.

Si calculem el VPN a 30 anys d'aquest cost obtenim el següent:

Operació de vehicles	180,3 M€
----------------------	----------

3.4.7 Cost de temps

Tal i com s'ha determinat a l'estudi de demanda, quan s'implanti l'L9 en la seva totalitat i es vulgui operar la línia la complet els usuaris de la xarxa de transport tindran, en global, un estalvi de temps de 8.329.412 hores anuals, respecte l'Escenari 2016.

A partir d'aquesta reducció de d'hores i aplicant el valor de referència del SAIT, que és de 9€/h, s'ha determinat que la **variació de costos de temps** entre els dos escenaris serà de **-74,96 milions d'euros anuals**.

Si calculem el VPN a 30 anys d'aquest cost obtenim el següent:

Temps	- 1.469,3 M€
-------	--------------

3.4.8 Cost operatiu del vehicle privat

Tal i com s'ha determinat a l'estudi de demanda, quan s'implanti l'L9 en la seva totalitat i es vulgui operar la línia la complet, la captació d'usuaris del vehicle privat suposaran en global una reducció dels vehicles-km de la xarxa de 32.607.404 km anuals, respecte l'Escenari 2016.

A partir d'aquesta reducció de veh-km i aplicant el valor de referència del SAIT, que és de 0,27 €/veh-km, s'ha determinat que la **variació de costos operatius del vehicle privat** entre els dos escenaris serà de **-8,8 milions d'euros anuals**.

Si calculem el VPN a 30 anys d'aquest cost obtenim el següent:

Operació del vehicle privat	- 173,2 M€
-----------------------------	------------

3.4.9 Cost de pol·lució

El cost de la pol·lució es determinat per la pèrdua econòmica que genera l'impacte de les micro-partícules (PM), òxid de sofre (SO₂), òxids de nitrogen (NO_x), compostos orgànics volàtils (VOC) i el monòxid de carboni (CO) sobre la salut, els ecosistemes i deteriorament d'edificacions.

Tal i com s'ha determinat a l'estudi de demanda, quan s'implanti l'L9 en la seva totalitat i es vulgui operar la línia la complet, la captació d'usuaris del vehicle privat suposaran en global una reducció dels vehicles-km de la xarxa de 32.607.404 km anuals respecte l'Escenari 2016, que es traduiran en una disminució de les immissions a la ciutat de Barcelona.

A partir d'aquesta reducció de veh-km i aplicant el valor de referència del SAIT per a àmbit urbà, que és de 0,01890 €/veh-km, s'estima que la **variació del cost per pol·lució** entre els dos escenaris serà de **-0,6 milions d'euros anuals**.

Si calculem el VPN a 30 anys d'aquest cost obtenim el següent:

Pol·lució	- 12,1 M€
-----------	-----------

3.4.10 Cost pel canvi climàtic

El canvi climàtic està provocat per les emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH), com ara el diòxid de carboni (CO₂), l'òxid de nitrogen (N₂O) i el metà (CH₄).

Tal i com s'ha determinat a l'estudi de demanda, quan s'implanti l'L9 en la seva totalitat i es vulgui operar la línia la complet, la captació d'usuaris del vehicle privat suposaran en global una reducció dels vehicles-km de la xarxa de 32.607.404 km anuals respecte l'Escenari 2016, que es traduiran en una disminució de les emissions associades al vehicle privat.

A partir d'aquesta reducció de veh-km i aplicant el valor de referència del SAIT per a àmbit urbà, que és de 0,01040 €/veh-km, s'estima que la **variació del cost per canvi climàtic** entre els dos escenaris serà de **-0,3 milions d'euros anuals**.

Si calculem el VPN a 30 anys d'aquest cost obtenim el següent:

Canvi climàtic	- 6,6 M€
----------------	----------

3.4.11 Cost de soroll

Tal i com s'ha determinat a l'estudi de demanda, quan s'implanti l'L9 en la seva totalitat i es vulgui operar la línia la complet, la captació d'usuaris del vehicle privat suposaran en global una reducció dels vehicles-km de la xarxa de 32.607.404 km anuals respecte l'Escenari 2016, que es traduiran en una disminució del soroll associat al vehicle privat.

A partir d'aquesta reducció de veh-km i aplicant el valor de referència del SAIT per a àmbit urbà i un tipus de trànsit diari dens, que és de 0,00880 €/veh-km, s'estima que la **variació del cost de soroll** entre els dos escenaris serà de **-0,3 milions d'euros anuals**.

Si calculem el VPN a 30 anys d'aquest cost obtenim el següent:

Soroll	- 5,6 M€
--------	----------

3.4.12 Cost d'accidentabilitat

Les externalitats per accidents de trànsit es deriven del cost dels danys materials, despeses mèdiques, administratives i la pèrdua de productivitat .

Tal i com s'ha determinat a l'estudi de demanda, quan s'implanti l'L9 en la seva totalitat i es vulgui operar la línia la complet, la captació d'usuaris del vehicle privat suposaran en global una reducció dels vehicles-km de la xarxa de 32.607.404 km anuals respecte l'Escenari 2016, que es traduiran en una disminució dels accidents de trànsit.

A partir d'aquesta reducció de veh-km i aplicant el valor de referència del SAIT per a àmbit urbà, que és de 0,0450 €/veh-km, s'estima que la **variació del cost d'accidentabilitat** entre els dos escenaris serà de **-1,5 milions d'euros anuals**.

Si calculem el VPN a 30 anys d'aquest cost obtenim el següent:

Accidentabilitat	- 28,8 M€
------------------	-----------

3.4.13 Resum dels impactes

A continuació s'adjunta una taula que mostra, de forma sintetitzada, la quantificació econòmica de tots els impactes associats a aquesta actuació:

IMPACTES	Actius	Invers.	Planificació	0
			Obra civil	-600.983.934
			Material mòbil	0
			Expropiacions	0
		Manteniment Infr.	-280.174.197	
		Manteniment Veh.	-214.624.833	
		Operativa	Direct.	Oper.pers.
	Oper.veh.			-180.324.060
	Oper.equip.			0
	Cànon			0
	Ind.		Subvenc.	0
			Impostos	0
			Overheads	0
	Usuari	Temps	1.469.341.362	
		Tarifes	0	
		Impostos	0	
		Cost.op.veh	173.201.387	
		Fiabilitat	0	
		Confort	0	
	Externalitats	Pol·lució	12.079.359	
		Canvi climàtic	6.646.843	
		Soroll	5.624.252	
		Vibracions	0	
		Accidents	28.760.378	
		Paisatge	0	
		Efecte barrera	0	
		Ecosistemes	0	
Contam. sòl/aigua		0		

4 Resultats

4.1 Resultats obtinguts

Per analitzar la rendibilitat socioeconòmica de l'actuació s'han calculat el VAN, la TIR i el VAN/Inversió dels 30 primers anys des de la posada en servei de tota la Línia 9. Els valors obtinguts han estat els següents:

Indicador	Resultat
TIR	5,8%
VAN	300.179.868,82 €
VAN/Inversió	0,46

Com es pot veure a la taula anterior, aquesta actuació té una rendibilitat socioeconòmica favorable ja que la TIR, del 5,8%, és superior a la taxa de descompte - que com ja s'ha indicat anteriorment és del 3% - .

4.2 Anàlisi de sensibilitat

En l'avaluació d'infraestructures de transport la incertesa resulta rellevant per la presa de decisions ja que existeix una certa probabilitat de que els inputs utilitzats es desviïn del previst.

El SAIT considera com a variables crítiques aquelles que tinguin una elasticitat igual o major a 2 i, per aquestes variables, indica que cal fer una anàlisi de sensibilitat i d'escenaris.

En els càlculs realitzats s'ha vist que tant els costos d'inversió com els estalvis de temps són variables crítiques de l'anàlisi.

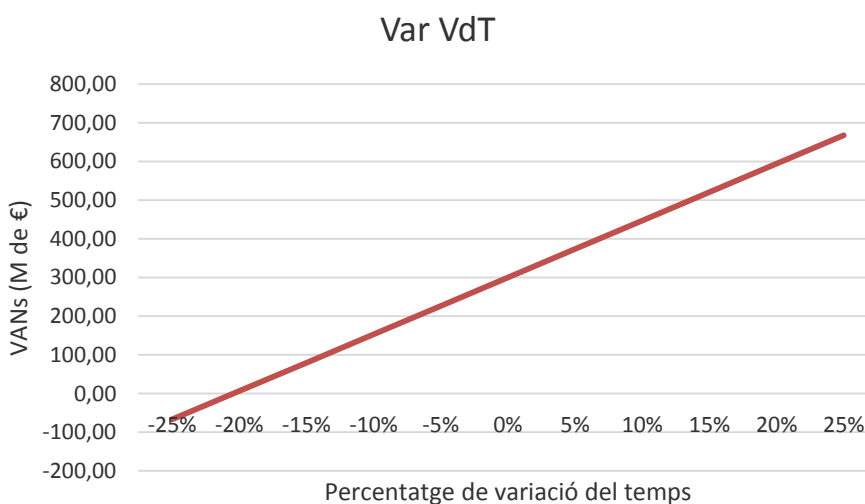
Variable	Elasticitat
Inversió	1,99
Temps	4,89

Vistos aquests resultats, segons les recomanacions del SAIT, cal fer una anàlisi d'escenaris per la variable temps, que és la que té una elasticitat superior a 2.

4.3 Anàlisi d'escenaris

S'ha realitzat una anàlisi d'escenaris per la variable temps i s'ha vist el següent:

	Valor del temps		VAN
	Passatgers	Mercaderies	
-25%	6,75	13,50	-67.155.471,79
-20%	7,20	14,40	6.311.596,33
-15%	7,65	15,30	79.778.664,45
-10%	8,10	16,20	153.245.732,57
-5%	8,55	17,10	226.712.800,69
0%	9,00	18,00	300.179.868,82
5%	9,45	18,90	373.646.936,94
10%	9,90	19,80	447.114.005,06
15%	10,35	20,70	520.581.073,18
20%	10,80	21,60	594.048.141,30
25%	11,25	22,50	667.515.209,42



En primer lloc, l'anàlisi d'escenaris realitzada indica que en cas de que hi hagi una desviació dels costos de temps, es pot veure si aquesta variació es mou en una forquilla entre -20% i +25% la rendibilitat de la inversió continuarà sent positiva. Únicament en cas que la desviació sigui del -25% s'assoliria un valor del VAN negatiu.

En segon lloc comentar que ens els casos extrems, amb desviacions del 25%, la rendibilitat es mouria entre els valors següents:

- Al cas més favorable el VAN seria de 667,5 M€.
- Al cas més desfavorable el VAN seria de -67,1 M€.

6 Annex B. Impacte en l'ocupació

6.1 Impacte durant les obres

A partir de les dades disponibles es calcula que la represa de les obres per finalitzar la Línia 9 suposarà crear durant la seva durada aproximadament **2.100 llocs de treball** directes i més d'indirectes.

6.2 Impacte per la posada en servei

A partir de les dades de l'operador s'ha calculat que per posar en marxa l'L9 es generaran un total de **260 llocs de treball**:

- 175 llocs de treball estarien associats a personal d'operació (línia, tallers i centre de control)
- 85 llocs de treball estarien associats a personal de manteniment (túnel, estacions i instal·lacions).

7 Annex C. Impacte econòmic/pressupostari

7.1 Increment de les necessitats

L'increment de les necessitats que comportarà la posada en servei de l'L9 en el seu conjunt serà el següent:

- Increment de necessitats de TMB per poder operar l'L9:
Un cop descomptats els nous ingressos que s'obtidrien de nous usuaris que passarien a utilitzar el sistema de transport públic, l'increment d'aquestes necessitats serà de 15,0 milions d'euros anuals.
- El cost associat a l'adquisició dels 24 trens (finançament amb Leasing) que caldria adquirir per operar la línia:
Aquest cost serà de 20 milions d'euros anuals.

En aquest sentit, l'increment global de les necessitats per poder operar l'L9 serà de 35,0 milions d'euros anuals.

Indicar que aquests càlculs s'han fet per l'any de referència 2027, quan tota la línia ja estigui en funcionament.

7.2 Impacte per la Generalitat

D'aquests 35 milions d'euros anuals, l'import que haurà d'assumir la Generalitat serà el següent:

- Pel que fa a l'increment de necessitats de TMB per poder operar l'L9:
Atès que es tracta d'un increment de necessitats del sistema, la Generalitat només haurà d'assumir un 51% d'aquests, és a dir, 7,7 milions d'euros anuals.
- Pel que fa al cost associat a l'adquisició dels 24 trens mitjançant Leasing financer:
En aquests moments s'està analitzant com ha de ser el repartiment d'aquest cost i la hipòtesi que s'ha adoptat és que la Generalitat haurà d'assumir un terç d'aquest, és a dir, 6,6 milions d'euros anuals (*en cas que finalment s'hagués d'assumir un 51% del cost, a la Generalitat li correspondrien 10,2 milions d'euros anuals*).

En aquest sentit, l'increment de les necessitats per part de la Generalitat seria de 14,3 milions d'euros anuals.

D'altra banda, cal indicar que s'està treballant en la possibilitat d'incrementar el recàrrec de l'aeroport, cosa que permetria reduir més aquest import. S'està treballant en els dos escenaris següents:

1. En cas que el preu del Bitllet senzill de l'aeroport s'incrementi fins els 5,00 € (actualment el preu és de 4,60 €), l'increment total de les necessitats de la Generalitat seria de 10,2 milions d'euros anuals.
2. En cas que el preu del Bitllet senzill de l'aeroport s'incrementi en 1 €, fins els 5,60 €, l'increment total de les necessitats de la Generalitat seria de 8,8 milions d'euros anuals.

Per tant es podria concloure que **l'increment de necessitats que haurà d'assumir la Generalitat per tal de poder operar l'L9 en el seu conjunt es mouria en una forquilla entre els 8,8 i els 14,3 milions d'euros anuals.** *(en cas que finalment la Generalitat hagi d'assumir un 51% del cost del material mòbil, el límit superior d'aquesta forquilla se situaria en els 17,9 milions d'euros anuals).*

Per últim, pel que fa al cànon de la infraestructura, aquest import serà el que s'estableixi en el corresponent PEF d'Ifercat.

8 Annex D. Càlcul dels costos de manteniment



	2019	PAGAMENTS REFLECTITS EN EL PEF				
		Estacions concessionades		Estacions no concessionades		Túnel
		Manteniment *	Fungibles	Manteniment	Fungibles	Manteniment
Costos Estacions Tram 1						
Manteniment	6,35					
Reposició fungibles	0,00					
Costos Estacions Tram 2						
Manteniment	9,50					
Reposició fungibles	0,00					
Costos Estacions Tram 4						
Manteniment	7,24					
Reposició fungibles	0,67					
Costos Estacions Tram 3 i Túnel (No concessionat)						
Manteniment estacions tram 3	0,00			0,00		
Reposició fungibles	0,00			0,00		
Manteniment túnel	15,85					15,85
DESPESES MANTENIMENT L9	39,60	23,08	0,67	0,00	0,00	15,85
		23,75		0,00		

Unitats	36	estacions	0	estacions	37,45	km.l.
COST UNITARI	641.058,47 €		0		423.167,90 €	

Manteniment * = inclou benefici industrial del concessionari, en el bloc de la dreta es resta el benefici industrial

COSTOS (treient el Benefici Industrial del concessionari)					
Estacions concessionades		Estacions no concessionades		Túnel	
Manteniment	Fungibles	Manteniment	Fungibles	Manteniment	
5,61	0,00				
8,12	0,00				
6,42	0,67				
		0,00		0,00	
					15,85
20,14	0,67	0,00	0,00	15,85	
20,81		0,00			

Unitats	36	estacions	0	estacions	37,45	km.l.
COST UNITARI	559.507,63 €		0		423.167,90 €	

Costos unitaris (sense benefici industrial)

Les 36 estacions en funcionament el 2019 tenen un cost de manteniment unitari (€ 2019) de 559.507,63 €/estació/any
 Tenen uns costos de reposició de fungibles (fora del manteniment ordinari, es programa segons antiguitat individual), de 0,67 M€ per totes 36 estacions

Encara no hi ha estacions no concessionades en funcionament el 2019, per això no hi ha costos ni de manteniment ni de reposició de fungibles

El manteniment de túnel, via, tallers, etc, surt a un cost unitari de 423.167,90 € per quilòmetre lineal en servei (euros 2019)

HOMOGENEÏZANT PREUS 2027 a 2019 (t=2,5%)					
Estacions concessionades		Estacions no concessionades		Túnel	
Manteniment	Fungibles	Manteniment	Fungibles	Manteniment	
5,61	0,00				
8,12	0,00				
6,42	0,67				
		0,00		0,00	
					15,85
20,14	0,67	0,00	0,00	15,85	
20,81		0,00			

Unitats	36	estacions	0	estacions	37,45	km.l.
COST UNITARI	559.507,63 €		0		423.167,90 €	

	2027	PAGAMENTS REFLECTITS EN EL PEF				
		Estacions concessionades		Estacions no concessionades		Túnel
		Manteniment *	Fungibles	Manteniment	Fungibles	Manteniment
Costos Estacions Tram 1						
Manteniment	8,74					
Reposició fungibles	6,35					
Costos Estacions Tram 2						
Manteniment	12,03					
Reposició fungibles	0,00					
Costos Estacions Tram 4						
Manteniment	9,96					
Reposició fungibles	0,51					
Costos Estacions Tram 3 i Túnel (No concessionat)						
Manteniment estacions tram 3	5,24			5,24		
Reposició fungibles	0,82			0,82		
Manteniment túnel	25,82					25,82
DESPESES MANTENIMENT L9	69,47	30,73	6,86	5,24	0,82	25,82
		37,59		6,06		

Unitats	41	estacions	8	estacions	50,08	km.l.
COST UNITARI	749.466,11 €		654.586,25 €		515.561,46 €	

Manteniment * = inclou benefici industrial del concessionari, en el bloc de la dreta es resta el benefici industrial

COSTOS (treient el Benefici Industrial del concessionari)					
Estacions concessionades		Estacions no concessionades		Túnel	
Manteniment	Fungibles	Manteniment	Fungibles	Manteniment	
7,72	6,35				
10,28	0,00				
8,83	0,51				
		5,24		5,24	
					0,82
26,84	6,86	5,24	0,82	25,82	
33,70		6,06			

Unitats	41	estacions	8	estacions	50,08	km.l.
COST UNITARI	654.586,25 €		654.586,25 €		515.561,46 €	

Costos unitaris (sense benefici industrial)

Les 41 estacions en funcionament el 2027 tenen un cost de manteniment unitari (€ 2027) de 652.586,25 €/estació/any
 Tenen uns costos de reposició de fungibles (fora del manteniment ordinari, es programa segons antiguitat individual), de 6,86 M€ per totes 41 estacions.

Les 8 estacions no concessionades en funcionament el 2027, tenen un cost de manteniment unitari (€ 2027) de 652.586,25 €/estació/any, coincident amb el de les estacions concessionades sense benefici industrial per això no hi ha costos ni de manteniment ni de reposició de fungibles
 La reposició de fungibles és de 0,82 M€ per aquestes 8 estacions no concessionades

El manteniment de túnel, via, tallers, etc, surt a un cost unitari de 515.561,46 € per quilòmetre lineal en servei (euros 2027)

Si ho comparem en termes monetaris constants (actualitzar els pagaments de 2027 a 2019 amb una inflació descomptada del 2,5% que inclou el model PEF) tenim les següents diferències:
 El manteniment de les estacions al 2019 ens costa 559.507,63 € per estació, mentre que el 2028 el cost unitari serà més econòmic (537.249,42 €/estació), això es deu a que ara mateix estem pagant manteniments per estacions tancades, un manteniment molt menor en import però que afecta al global del còmput.

Es comprova que, pel túnel, el cost de manteniment per quilòmetre lineal és el mateix.