

Proposta de metodologia a seguir per la presa de decisions davant les diferents alternatives de millora en l'accessibilitat d'una estació

Axel Anglada Galan - Fernando Blasco Romeu - Alex Lacayo Vidal
Rosa Murcia Comas - Marc Piqué Miserachs - Eva Raventós Ramon
Beatriz Amante García – Neus Fradera Tejedor

Resum

En la presa de decisió d'execució de projectes d'accessibilitat cal que intervinguin, a més dels aspectes clàssics de minimització de cost, nous criteris com la maximització del benefici social.

Així, aquest article proposa a partir de l'avaluació individual de nivell d'accessibilitat de cada estació, un mecanisme de presa de decisions per tal d'obtenir un millor benefici social amb menys cost. Amb aquest sistema es pretén aconseguir una avaluació de les diferents alternatives objectiva i quantitativa en un món de característiques qualitatives, assegurant una correcta relació cost/benefici social.

1. Introducció

El metro de Barcelona disposa de 125 estacions, més de 85 quilòmetres de via, 618 cotxes motors disponibles i quasi 3500 empleats treballant en ell. Però, fins a quin punt tothom pot accedir en aquest transport públic?

Cal tenir en compte que els últims estudis [1] apunten que un 25% de la població de l'àrea de Barcelona forma el conjunt de persones amb mobilitat reduïda (PMR). Es consideraran totes aquelles persones que tenen problemes amb la seva mobilitat i comunicació, com minusvàlids o persones amb algun tipus de discapacitat física, sensorial o psíquica. També s'engloben les persones que a causa d'una malaltia o accident veuen les seves capacitats disminuïdes, les dones embarassades, les famílies amb cotxet i les persones majors d'edat, les quals tenen els reflexes i capacitat de resposta insuficients. A més, també es

tenen en compte aquelles persones amb problemes per captar missatges informatius i de senyalització com analfabets o estrangers [1].

Per aquest motiu, dia a dia es busca millorar les infraestructures i els mitjans de comunicació i senyalització de les xarxes per tal d'assegurar l'accés també a aquest col·lectiu de persones i poder-lo utilitzar sense cap mena de perill, aconseguint així un millor benefici social en aquest servei al ciutadà. En definitiva cal apostar en la millora de l'accessibilitat de la xarxa de transport públic urbà, com és el metro, a les PMR.

Per aquest fet, l'objecte del treball realitzat és analitzar i parametritzar l'estat actual de les estacions del metro de Barcelona, tant d'infraestructures com de mobilitat, per tal de detectar el nivell d'accessibilitat de cada una de dites estacions, tot comparant-lo amb dades anteriors [2]. Presentarem el anàlisi i la parametrització de la L5 per veure el nivell de millora de dita línia en termes de mobilitat ciutadana. Posteriorment es proposa un mètode de presa de decisió per seleccionar objectivament les millors opcions de realització d'obra a menor cost i major accessibilitat, per tal de millorar les Línies. Finalment presentarem aquest mètode per millorar i transformar la L5 del metro en una línia totalment accessible.

2. Metodologia

En dita proposta cal diferenciar la metodologia seguida en la valoració i parametrització de les estacions, així com la

metodologia proposada per tal de valorar les diferents propostes de millora de les estacions, utilitzant l'avaluació de diferents criteris mitjançant el VTP.

2.1 Sistema d'avaluació de les estacions

Per avaluar l'estat actual i l'estat posterior de les estacions utilitzem la tesi doctoral que Montse Ferre Avellaneda, presentada al 2007 [2].

A més es realitza un breu resum cronològic de les millores realitzades en quant a l'accessibilitat de les diferents línies.

L'estudi esmentat [2] es basa en la calibració de les estacions segons els següents paràmetres principals que es classifiquen en 4 grups: infraestructura, material mòbil, prestació de serveis, i la senyalització o els sistemes de comunicació.

El que es tracta com a infraestructures són tots aquells elements que formen part de l'estructura d'una estació de metro. Aquí hi estan inclosos l'accés, el vestíbul, els ascensors o el mobiliari. L'avaluació de tota infraestructura s'ha de realitzar de forma sistemàtica, seguint el recorregut de l'usuari de metro, des de l'accés fins a l'andana.

A continuació es defineixen les diferents tipologies que cal tenir en compte en l'avaluació de les infraestructures en una línia de metro:

- Definició de la tipologia de barreres en l'accés. S'hi inclou entre d'altres: l'accés exterior, escales fixes, escales mecàniques i els ascensors.
- Definició de la tipologia de barreres en el vestíbul. S'hi inclou entre d'altres: L'amplitud i la distribució del vestíbul, manca de franges de paviment rugós especial (encaminaments), adaptació gradual entre la llum natural exterior i l'artificial interior. Panells informatius (dimensions i situació).
- Definició de la tipologia de barreres en els passadissos. S'hi inclou entre d'altres: Il·luminació general, elements d'encaminament com passamans, zones de descans en els corredors llargs, senyalització en les interseccions o distribucions, visibilitat en els encreuaments amb altres

passadissos, en els canvis de direcció o en la incorporació als recintes de distribució per la manca de cantonades aixamfranades, tipus de paviment, escales fixes i escales mecàniques.

- Definició de la tipologia de barreres en les andanes. S'hi inclou entre d'altres: Existència de rampes per accedir als cotxes, banda senyalitzadora de final i límit d'andana, mobiliari adequat, paviment antilliscant, encaminaments, escales fixes, escales mecàniques i existència d'ascensors vestibul-andana.

El sistema utilitzat per la puntuació de les barreres en la infraestructura del metro es basa en analitzar els elements de l'estructura d'una estació que en major mesura influeixen en l'accessibilitat. L'objectiu és donar-li a cada element una puntuació segons el pes que tingui dintre del conjunt.

A més a més dels elements estructurals, es valora també:

- El sistema de puntuació material mòbil on es considera la situació actual de l'accessibilitat als cotxes del metro. A més s'estudia el concepte de l'accessibilitat en els cotxes i també la relació amb el conjunt de la infraestructura.
- El sistema de puntuació del servei prestat. (Sistemes de seguretat i alarma, serveis de manteniment, serveis de neteja).
- Els sistemes d'informació on l'objectiu principal consisteix en la millora de l'orientació dels usuaris en general, i això s'aconsegueix adoptant un seguit de mesures per reforçar la informació i la senyalització.

2.2 Proposta del sistema d'avaluació de les diferents propostes de millora d'accessibilitat

En aquest article definim una proposta per establir una metodologia a seguir per la presa de decisions davant les diferents alternatives de propostes de millora d'una estació.

En la millora de l'accessibilitat, com a tota obra pública, cal justificar la despesa ocasionada però sense seguir les clàssiques metodologies establertes de mínim cost. Proposem introduir en aquestes preses de decisions el factor "benefici social", establint així una correcta relació cost/benefici social per la justificació de la despesa.

De nou, la complexitat de la mesura del benefici social en millora de l'accessibilitat s'interposa en el camí de la presa de decisions. Cal establir metodologies empíriques per arribar a mesurar quantitativament les millores qualitatives de les estacions. Per aquest fet, el projecte proposa un sistema d'avaluació sistemàtica de les alternatives realitzades per escollir-ne una, maximitzant sempre el benefici social aportat, minimitzant alhora, a la mesura del possible, el pressupost d'execució de l'obra.

Així, el mètode d'avaluació aplicat és el "Valor Tècnic Ponderat (VTP)" [2,4]. Per a cada estació es compararan la situació actual d'aquesta amb el conjunt d'alternatives de possibles millores de l'accessibilitat de cada estació, és a dir les diferents actuacions que es poden dur a terme. Aquestes diferents alternatives seran avaluades segons 3 criteris:

- Puntuació d'accessibilitat obtinguda: Aquest criteri correspon a la puntuació que obtindrien segons la metodologia exposada anteriorment [2] les estacions un cop les obres proposades estiguessin realitzades. Així, i com que la puntuació està orientada a mesura l'accessibilitat de l'estació, obtenim un paràmetre que ens indica la millora d'aquesta, i per tant, ens indica el benefici social que les obres aporten a l'estació determinada. Serà un criteri de maximització.
- Cost pressupostat: Aquest criteri correspon al cost que tindria per 'administració dur a terme cada una de les alternatives. Així, el criteri del pressupost serà criteri de minimització.

- Valoració d'experts: Aquest criteri és per tal de donar una visió dels professionals respecte la mobilitat dels PMR's per les estacions de metro de Barcelona. Es puntuarà amb una escala de 0 a 3, on 0 és l'alternativa menys aconsellada i 3 és aquella que ens aporta una millor accessibilitat i menys problemes cara a la mobilitat de les PMR's. Així, PMR's de les diferents tipologies identificades a l'objecte d'aquets treball estudien les diferents propostes, puntuant cada una d'elles. Criteri de maximització.

A partir d'aquí, seguim el procediment de normalització i reescalament. Un cop fet aquest, ja podem aplicar, pròpiament dit, la fórmula del VTP [3,4]. Per tal de desenvolupar-la, cal tenir en compte els pesos donats a cada un dels criteris seleccionats.

En aquest treball, s'ha seleccionat uns pesos de 50 al criteri 1 (puntuació), 50 al criteri 2 (pressupost) i 25 al criteri 3 (experts). El motiu d'aquesta distribució és que cal fer la selecció segons la relació cost/benefici social, relació que ens ve donada pel criteri 2, en cas del cost, i del criteri 1 en el cas del benefici social, ja que ambdós casos estem comparant la situació actual amb les alternatives de millora. En canvi, el criteri d'experts té la meitat de la puntuació respecte les altres, ja que és un criteri més subjectiu i que la seva finalitat és desempatar, cara a maximitzar el benefici social, aquelles estacions on la relació entre el cost i el benefici social aportat està molt igualada entre les diferents alternatives de millora dissenyades.

Un cop aplicada el VTP a cada una de les alternatives, es selecciona aquella amb una puntuació màxima, ja que ens porta la millor relació entre la maximització del benefici social i l'opinió dels experts amb la minimització del pressupost d'execució.

3. Resultats i discussió

A continuació s'exposen els resultats obtinguts en l'aplicació del sistema d'avaluació de les estacions i la comparació amb dades anteriors [2]. Posteriorment es

desenvolupa un exemple d'aplicació del mètode proposat per l'avaluació de les diferents propostes de millora d'accessibilitat.

3.1 Aplicació del sistema d'avaluació d'estacions

En la figura 1 podem veure la situació actual de les estacions que conformen la L5 de metro de Barcelona en quant a l'accessibilitat. Si analitzem tota la línia, tenint en compte totes les estacions, veiem que un 13% de les estacions, és a dir 3 de les 23, obtenen puntuacions que les consideren mal adaptades. Per un altre banda un 9% de les estacions, és a dir 2 de les 23, obtenen puntuacions que les consideren regularment adaptades. Un 65% de les estacions, 15 de 23 d'aquestes, es consideren parcialment adaptades. La resta de les estacions es consideren ben adaptades, un total de 3 que conformen el 13% restant fins a completar la totalitat de la línia.

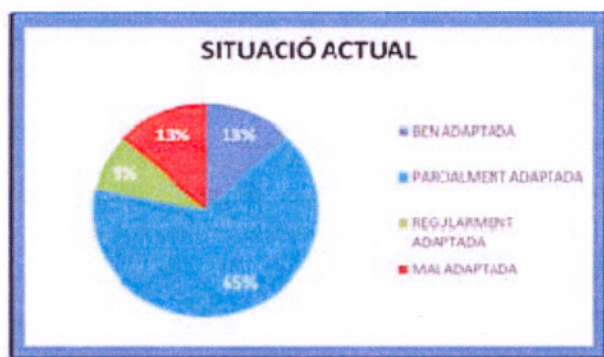


Fig. 1. Situació actual de la L5 en accessibilitat

Com per fer l'anàlisi de la Línia 5 s'ha utilitzat el sistema de parametrització ja exposat [1] desenvolupat al 2007, els nostres resultats es poden comparar 2 anys més tard (2009) amb les seves dades. D'aquesta forma es podrà garantir la fidelitat de l'anàlisi realitzat, així com també, les possibles millores que ha realitzat Transports Metropolitans de Barcelona des del 2007.

Així, es pot determinar que 6 estacions de la L5 han sigut millorades en els últims dos anys, millorant la seva situació de

regularment adaptada a parcialment adaptada. La resta d'estacions han obtinguts valoracions iguals o semblants amb diferències màximes en la puntuació d'un 2%. Veure taula 1.

Estacions	Puntuació 2007	Puntuació 2009
Horta	37,56	67,26
Vilapicina	-	60,98
Virrei Amat	35,66	39,67
Maragall	49,67	48,08
Congrés	63,74	62,39
Sagrera	71,82	78,67
Camp de l'Arpa	66,37	69,67
Hospital de Sant Pau	66,97	68,67
Sagrada Família	49,29	66,49
Verdaguer	46,23	40,76
Diagonal	45,94	69,35
Hospital Clinic	72,77	70,66
Entença	72,03	69,69
Barcelona Sants	63,18	65,67
Plaça de Sants	38,12	40,61
Badal	74,37	74,29
Collblanc	51,44	65,74
Pubilla Cases	66,87	76,00
Can Vidalet	49,08	49,63
Can Boixeres	71,96	68,63
Sant Ildefons	70,68	68,27
Gavarrà	66,03	69,41
Cornellà	78,15	78,76

Taula 1. Comparació de resultats 2007/2009

3.2 Exemple d'aplicació del mètode proposat per l'avaluació de les propostes de millora

Centrarem aquest exemple en l'estació "Plaça de Sants" de la L5 del metro de Barcelona.

3.2.1 Situació actual

L'estació "Plaça de Sants" va obrir-se l'any 1969, amb l'entrada en servei del tram entre Collblanc i Diagonal.

La parada està situada sota la plaça de Sants, entre el carrer de Sants i el carrer Galileu. L'estació té un sol vestíbul a la part

central. Aquest, que disposa de màquines de venda de bitlletes, torniquets de control d'accés, despatx de cap d'estació i un local comercial, té accessos des del carrer de Sants i des del carrer Galileu.

D'aquest primer vestíbul s'accedeix, mitjançant escalinates i escales mecàniques a un nivell intermig, que actua de distribuïdor a les dues andanes, a més de ser el punt de partida del llarg passadís d'enllaç (més de 210 metres de longitud) amb l'estació Plaça de Sants de la línia L1.

Els combois de la línia L5 circulen pel nivell més profund de l'estació, format per dues vies amb andanes laterals de 94 metres de llarg separades per un mur central, donant lloc a una de les característiques estacions de doble volta. L'enllaç entre el nivell intermedi i l'inferior es fa mitjançant dos conjunts d'escalinates i escales mecàniques a cada andana.

En aquesta estació, com en la gran majoria de les que no estan adaptades, calen unes millores per tal d'obtenir uns nivells d'accessibilitat adequats i es puguin considerar estacions adaptades a PMR's, ja que actualment no està adaptada donat que no existeixen ascensors que comuniquin els diferents nivells de l'estació. També manca en tota l'estació la senyalització adequada d'encaminaments.

A l'accés exterior, ens trobem amb un graó inicial que dificulta l'accés a persones amb alguna deficiència física, persones grans, persones cegues o simplement persones que no tenen cap problema de mobilitat però que els dificulta l'accés, per exemple una persona amb el carret de la compra o cotxet infantil.

Al vestíbul d'aquesta estació està equipat amb màquines de validació tipus torn, que impossibiliten l'accés a qualsevol PMR a demès de dificultar l'accés a persones que es desplacen amb algun tipus de càrrega, siguin maletes, carrets, etc., al igual que les portes de sortida. Tampoc disposa d'encaminaments per tal de facilitar l'orientació a les diferents tipologies d'usuaris.

En els accessos des de l'exterior no existeix cap escala mecànica ni ascensor per accedir fins al vestíbul.

Per accedir del vestíbul a un vestíbul entremig si que disposem d'escales mecàniques tant de pujada com de baixada.

Per desplaçar-se del vestíbul entremig fins a les dues andanes es disposa d'escales mecàniques únicament en sentit ascendent.

L'estructura d'aquesta estació és de dues andanes independents, una per a cada sentit, Horta i Cornellà. Aquestes no disposen d'encaminaments i existeix una folgança entre l'andana i els vagons. Aquest gran desnivell entre l'accés al vagó del metro i l'andana dificulta l'accés al entrar i al sortir del vagó

3.2.2 Alternatives de millora

A continuació es plantegen 3 possibles alternatives, a mode d'exemple, d'actuacions a realitzar a l'estació plantejada per tal de millorar-ne la seva accessibilitat. Naturalment es poden proposar tantes alternatives com es cregui necessari.

Existeixen elements, com senyalització, serveis de neteja, trens, seguretat, etc. que es consideren comuns en tota les estacions de la línia, puntuant per igual en totes les alternatives.

En la opció de millora 1 es proposa la instal·lació de 4 ascensors en el costat Joan Güell. Un comunicarà el carrer amb el vestíbul, un altre comunicarà el vestíbul amb el vestíbul intermig i els altres dos aquest amb les andanes, un per cada sentit. Per solucionar el problema de l'accés exterior, reduïm el desnivell del graó i mitjançant una rampa facilitem l'accés.

Una altre de les deficiències comentades anteriorment, eren les màquines validadores de bitllets. Per solucionar el problema, canviarem totalment el sistema de validació col·locant màquines validadores que permeten l'accés a totes les persones amb mobilitat reduïda.

Per solucionar el problema de la folgança vertical (GAP) que hi ha actualment entre l'andana i el vagó, es procedeix a l'aixecament total de l'andana, per tal de que estigui igualat amb la boca d'entrada del vagó.

Aprofitant les obres en el vestíbul i a les andanes, realitzarem la col·locació dels encaminaments per tal de facilitar els accessos a invidents. A demès, per temes de seguretat es senyalitzaran els límits de les andanes mitjançant bandes rugoses anti lliscants.

En la **opció de millora 2** consisteix en la instal·lació dels ascensors, validadores noves i els encaminaments de la mateixa forma que en la opció 1.

La diferència consisteix en que en lloc d'aixecar tota l'andana per evitar la folgança entre andana i vago, s'instal·larien unes rampes ubicades a l'extrem davanter de les dues andanes per permetre l'accés a nivell. Aquest obliga a les persones amb mobilitat reduïda entrar solament per el primer vagó del metro. La instal·lació d'aquestes rampes es més ràpida i econòmica que l'aixecament de tota l'andana.

En la **opció de millora 3** consisteix en la instal·lació dels ascensors, de les validadores noves, aixecar l'andana i instal·lar els encaminaments de la mateixa forma que en la alternativa 1. La diferència es que també s'instal·laran escales mecàniques a l'accés des de el carrer fins al vestíbul.

Mesures d'actuació	Opció 1	Opció 2	Opció 3
Eliminar graó inicial	X	X	X
Ascensor carrer/vestíbul	X	X	X
Ascensor vestíbul 1/ vestíbul 2	X	X	X
Ascensor vestíbul / andanes	X	X	X
Escales mecàniques vestíbul/carrer pujada	NO	NO	X
Maquines de validació	X	X	X
Aixecar andana	X	NO	X
Posar rampes metàl·liques	NO	X	NO
Encaminaments i bandes rugoses	X	X	X

Taula 2. Diferents opcions de millora

Plaça de Sants	Actual	Opció 1	Opció 2	Opció 3
Puntuació accessibilitat (P=50)	40,91	69,49	61,99	71,18
Cost pressupostat (C) (P=50)	0 €	1.388.672 €	1.016.574 €	1.732.812 €
Valoració experts (P=25)	0	3	1	3
VTP	0,40	0,66	0,51	0,60

Taula 3. Taula dels diferents criteris i alternatives per l'estació Plaça de Sants

3.2.3 Aplicació de la metodologia de selecció

La taula 3 resumeix l'aplicació de la metodologia proposada en aquest article. La puntuació s'obté a partir de l'aplicació del VTP dels tres criteris avaluats, segons pesos ja detallats.

La puntuació d'accessibilitat s'obté en funció de la situació en que quedaria l'estació i

aplicant el mètode d'avaluació ja explicat [1].

El paràmetre cost pressupostat s'obté de les dades finals dels pressupostos d'execució de cada una de les alternatives. La valoració experts es realitza considerant millores d'accessibilitat o fins i tot de comoditat que potser no puntuen en el sistema de puntuació però si que faciliten l'accés a les

persones. No es té en compte en aquesta valoració d'experts el cost econòmic ja que aquest valor ja es troba definit en el cost pressupostat.

Per tant, en aquest exemple dur a terme les actuacions de millora de l'opció 1 seria el més indicat en quan a maximitzar el benefici social i minimitzar el cost d'obra. Cal destacar que l'estació passa d'un nivell d'adequació pobre a estar adequada a les PMR, des de l'accés fins a l'interior dels vagons de qualsevol dels dos sentits.

4. Conclusions

El metrode Barcelona, que és gairebé centenari, te moltes mancances en temes de mobilitat i a vegades es difícil d'establir-hi solucions, ja que es va construir sense tenir en compte cap criteri d'accessibilitat.

A partir de les dades obtingudes podem veure que actualment la línia 5 de la xarxa de metro de Barcelona no esta totalment adaptada. Les principals mancances es troben en la no existència d'ascensors que comuniquin el carrer amb les andanes, problemes amb les validadores que no permeten l'accés a tothom, el GAP existent entre les andanes i els vagons i la falta d'encaminaments en la totalitat de l'estació.

Mitjançant l'aplicació del mètode de selecció de presa de decisions entre les diferents opcions de millora s'aconsegueix triar aquella actuació que tant quantitativament com qualitativament assegura un correcte equilibri cost/benefici social, minimitzant el primer i maximitzant l'últim. Una eina eficaç per tal de prendre les decisions objectivament.

5. Agraïments

Agrair la tasca realitzada en el departament de Projectes de la ETSEIAT de la UPC, sobretot a les tutors del treball realitzat.

Referències

- [1] www.idescat.cat. Pàgina web de l'estadística oficial de Catalunya. (abril 2009)
- [2] Montse Ferre Avellaneda. Anàlisi del sistema de metro des del punt de vista de l'accessibilitat. Aplicació al cas de la xarxa de metro de Barcelona. (25-set-2007) (UPCCommons).
- [3] M. E. Palmer Gato, J.M. Albarraín Guillem, E. Vicens Salot. Métodos quantitativos de ayuda a la toma de decisiones. Ed. UPV, 2005.
- [4] W. Ariel Sarache, Procedimiento para la evaluación de proveedores Mediante técnicas multicriterio. Scientia et Technica Año X, Nº 24, Mayo 2004 U.T. P. ISSN0122-1701