



Escola de Camins
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

Impacte econòmic de la transformació digital en el transport

Treball realitzat per:
Roger Forment Mas

Dirigit per:
Àlvar Garola Crespo

Grau en:
Enginyeria Civil

Barcelona, **setembre de 2020**

Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental (DECA)

TREBALL FINAL DE GRAU

Resum

En aquest treball s'analitza el transport públic col·lectiu de l'àrea metropolitana de Barcelona, el seu disseny i organització, així com les oportunitats i reptes que ofereix la transformació digital d'activitats i processos, amb l'objectiu d'ajustar-lo a les necessitats dels usuaris.

S'identifiquen, en primer lloc, les característiques territorials i de població de l'àrea metropolitana de Barcelona i de la seva xarxa de transports, s'expliquen, de forma resumida, alguns dels canvis tecnològics i de gestió implementats en la mobilitat (la targeta magnètica o la zonificació) i es fa una referència als principals operadors/gestors dels serveis de transport públic.

Una vegada contextualitzada la gestió del transport públic a l'àrea metropolitana, s'identifiquen les principals problemàtiques del servei, així com les principals motivacions que fan aconsellable la implementació de canvis en la planificació i la gestió de la mobilitat, mitjançant la seva digitalització.

Es presenta la T-Mobilitat, introduint dos aspectes clau en la gestió del transport: la digitalització i la mobilitat 4.0. S'exposa el Pla Director de Mobilitat 2020-2025, les bases del nou sistema tarifari integrat, la tecnologia requerida, el disseny del tractament de dades i fases de la seva implementació.

Es fa una aproximació a la definició del Big Data i dels sistemes d'anàlisi i tractament de dades, i s'estudia la seva compatibilitat amb la protecció de les dades personals, fent una proposta concreta per al model "T-Mobilitat" de Barcelona: la privacitat des del disseny i per defecte.

S'estudien els models de les ciutats de Londres i Viena, com a referents en el sector, concretament els seus sistemes de transport, els sistemes tarifaris, els sistemes integrats, les tecnologies i l'equipament, i l'ús que fan de les dades i la privacitat dels usuaris, i es comparen amb la situació de Barcelona, s'extrapolen bones pràctiques i se'n fa un anàlisi de la seva aplicabilitat per tal d'assegurar que, efectivament, els canvis proposats comporten beneficis des d'un punt de vista econòmic i/o social.

Abstract

The goal of this project is to analyse the public transportation system of the metropolitan area of Barcelona with the aim of adjusting it to the needs of users. Specifically, the main focus lies on the system's design and organization, along with the opportunities and challenges that the digital transformation of activities and processes has to offer.

In order to tackle this problem, the territorial and demographic characteristics of the metropolitan area of Barcelona and its transport network are examined. Some of the technological and management changes implemented in mobility are explained in a concise way (e.g. the magnetic card or zoning). Also, a reference is made to the main public transport operators and managers.

Once the management of public transport services in the metropolitan area has been contextualized, the project proceeds to present the main current problems and motivations that make it advisable to implement changes in mobility and management through their digitalization.

T-Mobility is then presented as a solution, introducing two key aspects in transport management: digitalization and mobility 4.0. Notably, the following aspects are presented: the Mobility Master Plan 2020-2025, the bases of the new integrated fare system, the design of the data processing and the phases of its implementation.

An approach is then made to the definition of Big Data, together with the data analysis and the processing systems involved. Furthermore, its compatibility with the personal data protection is studied, making a specific proposal for the "T-Mobility" model of Barcelona based on privacy by design and by default.

Finally, the models of the cities of London and Vienna are studied, as they are benchmarks in the sector. Specifically, this thesis analyses their transportation systems, fare systems, integrated systems, technologies and equipment and lastly, the use they make of the data and privacy of users. Then, they are compared with the situation in Barcelona. Good practices are extrapolated from them and an analysis of their applicability is made in order to ensure that, in fact, the proposed changes bring benefits from an economic and / or social point of view.

Índex

1. Introducció i objectius.....	1
1.1 Introducció	1
1.2 Objectius.....	3
2. Estat de l'art.....	4
2.1 Introducció	4
2.2 Context.....	4
2.3 Autoritat del Transport Metropolità.....	5
2.4 Tecnologia magnètica	7
2.5 Zonificació	7
2.6 Sistema tarifari	8
2.7 Empreses operadores	10
3. Problemàtiques i motivacions pel canvi	12
3.1 Introducció	12
3.2 Problemàtiques i ineficiències.....	12
3.3 Motivacions pel canvi	16
4. El futur de Barcelona: la T-Mobilitat	20
4.1 Introducció	20
4.2 Digitalització i mobilitat 4.0.....	20
4.3 Pla director de Mobilitat 2020-2025	24
4.4 Sistema tarifari.....	25
4.5 Sistema integrat.....	27
4.6 Tecnologies i equipament.....	29
4.7 Ús de dades i privacitat dels usuaris	31
4.8 Fases d'aplicació del sistema.....	32
5. Big Data vs Privacitat (protecció de dades personals)	35
5.1 Introducció	35
5.2 Big Data	35
5.3 Beneficis del Big Data	38

5.4	Reptes del Big Data	39
5.5	La protecció de dades personals en l'àmbit del Big Data	40
5.6	El Big Data i la protecció de dades	42
5.7	Big Data vs bases legitimadores pel tractament de dades	43
5.7.1	El consentiment.....	43
5.7.2	L'interès públic.....	44
5.7.3	L'interès legítim.....	45
5.7.4	El compliment d'un contracte.....	46
5.7.5	L'obligació legal	46
5.8	La seudonimització i l'anonimització de dades	47
5.8.1	La seudonimització	47
5.8.2	L'anonimització	47
5.9	Compatibilitat del Big Data i la privacitat – aplicació a Barcelona	48
5.10	Anàlisi cost-benefici de la privacitat	49
6.	Casos d'èxit: Londres i Viena.....	52
6.1	Introducció	52
6.2	El cas de Londres	52
6.2.1	Introducció.....	52
6.2.2	Xarxa de transports a Londres	53
6.2.3	Sistema tarifari	56
6.2.4	Sistema integrat.....	59
6.2.5	Tecnologies i equipament.....	61
6.2.6	Ús de dades, privacitat dels usuaris	63
6.2.7	Fases d'aplicació del sistema.....	68
6.2.8	Londres vs Barcelona	69
6.3	El cas de Viena.....	71
6.3.1	Introducció.....	71
6.3.2	Xarxa de transports a Viena.....	72
6.3.3	Sistema tarifari	74
6.3.4	Sistema integrat.....	78
6.3.5	Tecnologies i equipament.....	78
6.3.6	Ús de dades, privacitat dels usuaris	80
6.3.7	Fases d'aplicació del sistema.....	82
6.3.8	Implementació del servei	83

6.3.9 Viena vs Barcelona.....	84
6.4 Bones pràctiques importables al model de Barcelona.....	86
7. Aplicació de bones pràctiques	88
7.1 Introducció	88
7.2 Escenari 1: implantació d'una tarifa anual	88
7.2.1 Càlcul de les variables i supòsits.....	90
7.2.2 Càlcul dels usuaris	92
7.2.3 Conseqüències.....	96
7.3 Escenari 2: implementació de la digitalització del servei.....	102
7.3.1 Plantejament	102
7.3.2 Conseqüències.....	103
8. Conclusions.....	107
8.1 Oportunitats de la digitalització.....	108
8.2 Reptes de la digitalització	110
8.3 Barcelona. Propostes concretes	110
Referències i bibliografia	112
Referències	112
Bibliografia.....	120
Agraïments.....	121

Índex d'il·lustracions i taules

Il·lustració 1	Mapa de la zona tarifària metropolitana de Barcelona	8
Il·lustració 2	Evolució de la satisfacció global del Bus i Metro 2007 - 2017	12
Il·lustració 3	Objectius de desenvolupament sostenible	17
Il·lustració 4	Targeta amb xip T-Mobilitat	20
Il·lustració 5	Servei de “ <i>bike-sharing</i> ” Bicing	21
Il·lustració 6	Esquema del sistema MaaS	22
Il·lustració 7	Relació entre els preus per viatge amb el nombre de viatges	26
Il·lustració 8	Sistema integrat de la T-Mobilitat	28
Il·lustració 9	Validació mitjançant la tecnologia “ <i>contactless</i> ”	29
Il·lustració 10	App T-Mobilitat	30
Il·lustració 11	Esquema de les fases de l’aplicació del sistema	33
Il·lustració 12	Relació d’aeroports de la ciutat de Londres	54
Il·lustració 13	Esquema del metro de Londres	56
Il·lustració 14	Targeta Oyster	61
Il·lustració 15	Barreres per entrar a les xarxes de metro i tren de la ciutat amb lectors de targetes <i>contactless</i>	62
Il·lustració 16	Aplicació (CityMapper) Targeta de viatge (CityMapper PAAS)	63
Il·lustració 17	Esquema de l’intercanvi de dades de transport (altres indústries també) a la ciutat de Londres	67
Il·lustració 18	Esquema de les fases d’aplicació del sistema	69
Il·lustració 19	Esquema dels trens de Viena	73
Il·lustració 20	Trens locals de la ciutat de Viena	74

II-lustració 21	Targeta corresponent al abonament anual del transport de la ciutat de Viena	75
II-lustració 22	Targeta corresponent al abonament mensual del transport de la ciutat de Viena	76
II-lustració 23	Distribució modal de la mobilitat a Viena	77
II-lustració 24	Interfase principal de l'usuari de l'aplicació WienMobilApp	80
II-lustració 25	Esquema de l'intercanvi de dades de transport (altres indústries també) a la ciutat de Viena	82
II-lustració 26	Esquema de fases d'aplicació del sistema	83
II-lustració 27	Distribució modal de la mobilitat a Barcelona	89
II-lustració 28	Cobertura del sistema de finançament del transport públic	99
II-lustració 29	Esquema de la metodologia empresa per SENER per calcular el valor del temps (€/h)	104
Taula 1	Temps permès entre la primera i darrera validació	9
Taula 2	Amortització dels títols de l'ATM l'any 2018	14
Taula 3	Amortització dels títols de l'ATM l'any 2020	14
Taula 4	Preus d'una <i>travelcard</i>	57
Taula 5	Tarifes de pagament per ús al metro, DLR i rodalies	58
Taula 6	Tarifes de pagament per ús al bus i tramvies	59
Taula 7	Bitllets diaris i el seu cost	77
Taula 8	Percentatge i nombre de validacions per tipologia de títol a la zona 1	90
Taula 9	Distribució modal dels viatges del transport públic de la zona 1	91

Taula 10	Nombre de viatges realitzats per tipologia de títol a la zona 1	91
Taula 11	Cost del títol i recaptació per tipologia de títol en la zona 1	92
Taula 12	Total de T-10 venudes per any i per mes	92
Taula 13	Total de T-10 venudes en un mes i total d'usuaris per tipologia d'usuari	93
Taula 14	Total de 50/30 venudes en un mes i total d'usuaris per tipologia d'usuari	94
Taula 15	Total de 70/30 venudes en un mes i total d'usuaris per tipologia d'usuari	94
Taula 16	Total de T-Mes venudes i total d'usuaris	95
Taula 17	Total de T-Trimestre venudes i total d'usuaris	96
Taula 18	Ocupació calculada i declarada per vehicle a l'àrea metropolitana de Barcelona	100
Taula 19	Valors de l'elasticitat de la demanda del transport públic de l'àrea metropolitana de Barcelona	102
Taula 20	Valors de l'elasticitat de la demanda del transport privat de l'àrea metropolitana de Barcelona	103
Taula 21	Valor del temps mitjà en euros/hora i segons el motiu del desplaçament, SAIT 2015 i 2020	105

1. Introducció i objectius

1.1 Introducció

Les persones tenen la necessitat de moure's per un espai concret en un temps determinat. Una de les possibles definicions de "mobilitat" podria ser la suma dels desplaçaments individuals que fan possible l'accés al mercat de treball, béns i serveis (Miralles-Guasch, 2009).

Per definir el transport públic podem fer-ho, intentant simplificar al màxim, contraposant allò públic a allò privat, i el definiríem com aquell mitjà de transport que utilitzen els passatgers que no en són els propietaris.

Si parlem de transport públic col·lectiu, es podria afirmar que és aquell en què els viatgers comparteixen els mitjans de transport, que es posen a disposició de tots els públics. El transport públic col·lectiu constitueix una xarxa de modes diferents (ferrocarril, metro, tramvia, autobús) que connecta els espais urbans i d'activitat humana per garantir el dret universal de les persones a la mobilitat, resultant un pilar fonamental per al funcionament de les comunitats i de l'anomenat "estat del benestar".

Generalment, el servei de transport públic col·lectiu es troba regulat per les administracions i governs, podent ser prestat per empreses públiques o privades, mitjançant el cobrament directe als passatgers, tot i que, per a determinats col·lectius o comunitats, pot esdevenir gratuït.

Tanmateix, encara avui, la major part de la població opta per utilitzar, preferentment, el transport privat, i recorre al transport públic només quan no disposa de cap altra opció. Aquests hàbits d'ús comporten una sèrie de conseqüències, tant a nivell col·lectiu com individual: (Facua, 2007)

- **Econòmiques:** per a la societat, per l'elevat cost energètic que suposa sobre el medi, el cost de la xarxa d'infraestructures que cal desenvolupar, els costos de les campanyes de trànsit, els costos sanitaris (pel mal ús del vehicle privat i els accidents de trànsit, més freqüents en l'ús del transport privat). Per als particulars, el preu cada cop més elevat dels carburants, el valor de compra i manteniment d'un vehicle (un dels actius amb menor ràtio cost/rendiment), etc.
- **Mediambientals:** el transport motoritzat representa una de les taxes més altes del conjunt d'emissions de gasos CO₂ mundials, amb les repercussions sobre el canvi climàtic, a banda de la contaminació provocada per la construcció i manteniment

d'infraestructures, o la contaminació ambiental i acústica, per posar alguns exemples.

- Geo-estratègiques: derivats de la dependència entre els països que són productors d'hidrocarburs i els que no, amb les conseqüents tensions socio-polítiques.
- Humanes: entre d'altres, en la salut dels éssers humans (afeccions bronco-pulmonars, al·lèrgies, propensió al càncer, l'estrès, la sordesa per contaminació acústica o altres problemes associats que provoca l'ús del vehicle privat i les emissions contaminants).

Per altra banda, s'introdueix també el significat de *digitalització*, entesa com l'evolució i la reorganització de les activitats i els processos de les empreses, institucions, sistemes o, en definitiva, de la societat en general, com a conseqüència de l'aprofitament màxim de la tecnologia. La transformació digital ve a ser la fase final d'un procés evolutiu en què prèviament s'ha digitalitzat la informació disponible per a, posteriorment, digitalitzar els processos; és a dir, passar d'un conjunt de dades en brut a un coneixement específic sobre una matèria concreta.

Tenint en compte, com ja s'ha apuntat, que la mobilitat és una qüestió complexa que implica diferents interessats: usuaris, proveïdors, infraestructures o reguladors dels serveis, entre d'altres, i que l'objectiu final d'un sistema de transport no és altre que desplaçar o traslladar l'usuari des d'un punt a un altre del territori, utilitzant un o diversos mitjans, sense (o amb les mínimes) interrupcions, i sense (o amb els mínims) riscos, l'explotació analítica i predictiva dels patrons de mobilitat, i en general de les dades generades pels usuaris esdevenen eines molt útils a l'hora de prestar els serveis i millorar-ne els processos de planificació i la seva eficiència.

El present estudi pretén analitzar el transport públic col·lectiu, el seu disseny i organització, en concret el transport públic de l'àrea metropolitana de Barcelona, analitzant també les possibilitats que ofereix la transformació digital d'activitats i processos (amb aprofitament de la tecnologia), per fer-lo més atractiu als usuaris i adaptar-lo a les seves necessitats reals.

En els diferents apartats, es farà una radiografia de l' "estat de l'art" del servei de transport públic de viatgers a l'àrea metropolitana de Barcelona, quines són les principals problemàtiques i motivacions pel canvi del sistema, es descriurà el projecte T-mobilitat, s'analitzaran les possibilitats que ofereix el Big Data per escometre la transformació digital, dedicant un apartat específic al risc que suposa el tractament massiu de dades sobre la privacitat de les persones i la invasió dels drets individuals sobre les dades personals, i s'explicaran quines han estat les experiències -exitoses- de digitalització del transport urbà a les ciutats de Londres i Viena. Finalment,

s'abordarà un resum / conclusions sobre els reptes i les oportunitats que pot aportar la digitalització del transport, per acabar amb unes propostes concretes a implementar a la ciutat de Barcelona.

1.2 Objectius

Els objectius del present estudi són:

- Contextualitzar la xarxa de transport públic de l'àrea metropolitana de Barcelona, així com la gestió d'aquest servei.
- Identificar les principals problemàtiques de transport públic i els elements que motiven les propostes de canvi en la planificació i gestió mitjançant la digitalització del servei.
- Indagar en el projecte de la T-Mobilitat per conèixer les bases del nou sistema tarifari integrat, la tecnologia requerida, el disseny del tractament de dades i fases de la seva implementació.
- Definir el concepte Big Data, com a sistema d'anàlisi i tractament de dades, i analitzar les dificultats i solucions per fer-lo compatible amb la privacitat de les persones.
- Conèixer els sistemes de transport públic de les ciutats de Londres i Viena, com a models d'èxit, identificant bones pràctiques exportables al model de transport de Barcelona.

Finalment, identificar els reptes a afrontar i les oportunitats que reportarà la transformació o aprofundiment digital en l'àmbit del transport, per concloure amb diverses propostes per millorar la implementació del projecte T-Mobilitat a la capital catalana i la seva àrea metropolitana.

2. Estat de l'art

2.1 Introducció

En el present capítol s'identificaran, a grans traces, les característiques territorials i de població de l'àrea metropolitana de Barcelona i de la seva xarxa de transports; s'explicarà què és l'Autoritat del Transport Metropolità, amb breu referència als seus òrgans de govern, gestió i consultius, i quines són les seves finalitats i funcions. S'explicaran succintament alguns dels canvis tecnològics i de gestió que s'han implementat en la mobilitat en l'àmbit de l'àrea metropolitana de Barcelona, com ara la targeta magnètica o la zonificació territorial, així com les tipologies de targetes existents que busquen donar resposta, entre d'altres, a la realitat social i personal dels usuaris. Finalment, es farà una referència als principals operadors/gestors dels serveis de transport públic.

2.2 Context

Per tal de realitzar una diagnosi completa de l'estat de l'art del transport de l'àrea metropolitana de Barcelona, en primer lloc, cal conèixer les característiques del territori. Considerant les darreres dades disponibles, l'àrea metropolitana de Barcelona té 3.239.337 habitants, amb una extensió de 636 km² i per tant una densitat de 5.039 habitants/km². Si obrim l'objectiu, el que representa la regió metropolitana de Barcelona, que engloba a 164 municipis, té una superfície d'uns 3.255 km². (AMB, n.d.)

Tenint en compte la quantitat de població resident i la seva extensió, es pot afirmar que la ciutat de Barcelona i la seva àrea metropolitana és una de les zones de negoci més importants d'Europa, on hi tenen la seva seu social o sucursals un elevat nombre de multinacionals, amb celebracions de grans fires i congressos (*Mobile World Congress*, etc.). Barcelona, a més, es troba situada en el número 33 del ranking mundial de ciutats més visitades (Yasmeen, 2019). En aquest context, és evident, resulta completament imprescindible disposar d'una bona xarxa de transport que garanteixi i doni resposta a les necessitats de mobilitat.

Actualment, la regió metropolitana de Barcelona compta amb la següent xarxa de comunicacions: l'aeroport Josep Tarradellas Barcelona – el Prat, que consta de dues terminals i registra un trànsit d'uns 52,6 milions de passatgers (AENA, 2020), una xarxa d'autobusos, una xarxa de metro, de tramvia, servei de taxi, de ferrocarrils, de trens de rodalies, entre d'altres (més endavant se'n donarà més detall). Aquests diferents mitjans de transport públic sumaven un total anual de 1.025.400.000 viatgers. (TMB, 2019)

La majoria d'aquestes xarxes de transport, en les que ens centrarem en aquest estudi, estan operades per diferents empreses i administracions públiques. Per tal de centralitzar la gestió del transport públic col·lectiu i per agrupar representants de les diferents empreses operadores i institucions, l'any 1997 es va crear l'Autoritat del Transport Metropolità.

2.3 Autoritat del Transport Metropolità

L'Autoritat del Transport Metropolità (en endavant, ATM) és un consorci interadministratiu de caràcter voluntari format per la Generalitat de Catalunya (51%) i d'un conjunt d'administracions locals (49% restant), com són l'Ajuntament de Barcelona, l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) i l'Associació de Municipis per la Mobilitat i el Transport Urbà (AMTU). A més, l'Administració General de l'Estat (AGE) destina representants en els òrgans de govern de l'ATM, amb caràcter observador. (ATM, 2020)

Els òrgans de govern, gestió i consulta de l'ATM són els següents:

- El Consell d'Administració és l'òrgan rector de l'ATM. Està compost per divuit membres, repartits entre representants de la Generalitat de Catalunya, de l'Ajuntament de Barcelona i l'Àrea Metropolitana de Barcelona, de l'Associació de Municipis per la Mobilitat i el Transport Urbà (AMTU), així com de l'Administració General de l'Estat amb caràcter d'observadors.
- El Comitè Executiu està format per sis membres, representant la Generalitat de Catalunya, l'Ajuntament de Barcelona i l'Àrea Metropolitana de Barcelona i l'AMTU. Té la funció d'examinar i elevar al Consell d'Administració les propostes sobre instruments de planificació del Sistema Metropolità de Transport Públic Col·lectiu, els convenis de finançament i els contractes de serveis amb administracions i operadors, el sistema tarifari i els pressupostos anuals, entre d'altres.
- Pel que fa el Consell de la Mobilitat de l'ATM, els seus estatuts (aprovats el juny del 2005) el defineixen com un òrgan de consulta i participació cívica i social pel que fa al funcionament del sistema de transport públic col·lectiu i de la mobilitat.

L'ATM té la finalitat de coordinar, de manera centralitzada, les administracions públiques titulars dels serveis i de les infraestructures del transport públic col·lectiu de l'àrea de Barcelona. A més, existeix una col·laboració amb altres administracions, com ara l'AGE, que estan compromeses des d'un punt de vista financer o que són titulars de serveis propis o no traspassats a d'altres administracions.

Per donar resposta a aquesta gestió centralitzada, i per assegurar l'òptim funcionament de la xarxa de transports que engloba aquesta organització, se li han encarregat una sèrie de funcions:

1. Planificació d'infraestructures i serveis: planificació de les infraestructures de transport públic col·lectiu i la seva programació, a deu anys vista, definint les característiques i les inversions corresponents, així com l'establiment de programes d'explotació coordinada per a totes les empreses prestadores.
2. Relacions amb operadors de transport col·lectiu: gestió de les concessions del transport amb empreses privades (creació de programes o convenis amb altres empreses prestadores dels serveis de transport públic, elaboració dels contractes, seguiment de l'evolució i compliment d'aquests amb les empreses implicades, etc.).
3. Finançament del sistema per les administracions: control de les finances de les diferents empreses i punt d'unió entre aquestes i les administracions, per tal d'elaborar i assegurar el compliment dels diferents convenis de finançament.
4. Ordenació de tarifes: elaboració i decisió dels preus de les diferents tarifes, així com la distribució dels ingressos a les empreses operadores que ofereixen els serveis.
5. Comunicació: difusió de la imatge corporativa del sistema metropolità de transport públic col·lectiu i de la mateixa ATM, promoció de la utilització del sistema entre la població, així com publicitat, informació i relacions amb els usuaris.
6. Marc normatiu futur: estudi i elaboració de les propostes a les administracions consorciades sobre diferents lleis, per tal d'adaptar el marc normatiu i fer possible l'exercici del consorci.
7. Altres funcions relacionades amb la mobilitat: elaboració, tramitació i avaluació dels plans directors de mobilitat, emissió d'informes i elaboració i finançament d'iniciatives relacionades amb temes de mobilitat, fomentar la mobilitat sostenible entre els ciutadans, etc.
8. Qualsevol altra funció que li sigui encomanada pels ens consorciats, conforme a la normativa vigent, en les matèries que constitueixen funcions de l'ATM.

Tot aquest conjunt de funcions i encàrrecs venen donats perquè l'any 2001, fruit d'un acord entre les diferents administracions i organismes competents del transport en el que s'adoptava un model de gestió innovador i referent en l'època, es pretenia implementar un sistema tarifari integrat. Això va comportar la necessitat d'una nova planificació de les infraestructures i una òptima coordinació dels serveis en un sistema tarifari comú per a totes les empreses operadores de transport. Aquest acord suposava la 'despenalització' dels transbordaments (fins a un màxim de tres) i permetia que el viatger realitzés un trajecte, des d'un origen fins a una destinació, amb un únic bitllet que resultaria vàlid per als diferents modes de transport: metro, tramvia, autobusos urbans, metropolitans i interurbans, Ferrocarrils de la Generalitat i Rodalies de Catalunya. L'objectiu era fomentar l'ús del transport públic, simplificant i augmentant l'eficàcia dels seus serveis. (ATM, 2002)

2.4 Tecnologia magnètica

La posada en marxa d'aquesta iniciativa requeria l'adaptació del sistema de validació dels bitllets. Aquesta adaptació del sistema seria possible gràcies a la implementació de bitllets electrònics amb banda magnètica, amb capacitat suficient per recollir la informació essencial que permetria la distribució dels ingressos entre els diferents operadors.

Cal destacar que, en l'àmbit de Barcelona, alguns dels principals operadors (FGC, TMB i Renfe) ja utilitzaven aquest tipus de tecnologia, cosa que facilitava la seva implementació.

Per altra banda, algunes d'aquestes targetes incorporaven bits de seguiment, que permetia realitzar el control de les cadenes modals, tot i que a causa del seu cost no es podien incloure en tots els títols.

Per tant, doncs, aquesta nova tecnologia implementada (i que encara segueix vigent, a l'espera de la implementació del nou sistema que vindrà acompanyat de la T-Mobilitat, que s'explicarà en els següents apartats), permet realitzar les següents accions:

- Viatjar, utilitzant diferents mitjans de transport, que pertanyen a diferents empreses operadores, amb un únic títol i pagant una sola vegada ('despenalització' del transbordament).
- Integrar nous operadors, títols i tarifes, ja que es tracta d'un sistema obert i evolutiu.
- Incorporar bits de seguiment, que permet realitzar control de cadenes modals.
- Compatibilitzar els títols integrats amb els monomodals.

Tot i que en el seu moment va resultar revolucionari, aquest sistema està quedant obsolet i s'ha de modernitzar, per tal d'optimitzar-lo i fer-lo més eficient. Aquesta modernització es vehicularà a través de la digitalització del sistema, segons s'explicarà més endavant. (Ventura, 2002)

2.5 Zonificació

Un dels principals esculls, a l'hora d'implementar el nou model, va ser englobar tot el territori en què es volia fer efectiu aquest tipus de tarifa, classificant-lo en diferents zones, per tal de poder calcular les tarifes dels viatges en base a aquesta divisió.

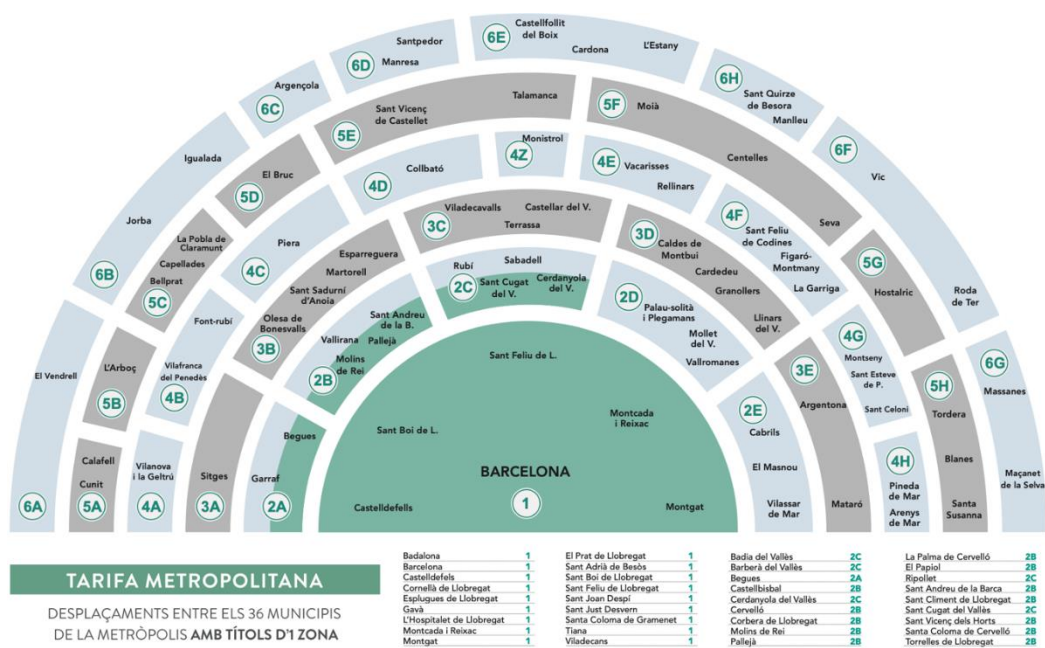
Per fer aquesta divisió territorial, es van plantejar les següents premisses (Ventura, 2002):

- El territori es dividiria en sis corones concèntriques establertes a partir d'una distància quilomètrica, fixant Barcelona com a punt central de la corona.

- Tenint en compte les preferències de mobilitat, segons els estudis de la Diagnosi i Directrius del Pla Director d'Infraestructures i del Pla de Serveis de Transports, es dividirien les corones en vuit sectors radials.
- La intersecció d'ambdues premisses esmentades constituïrien la zona tarifària.

D'aquesta manera, es podien classificar i valorar els viatges tenint en compte els punts d'origen i destí de cada desplaçament, variant així el preu del viatge. El model pretén, en la mesura del possible, que els municipis no quedin dividits en diferents zones, a més d'agrupar en una mateixa zona els municipis més propers a una capital de comarca o ciutats més influents, evitant així l'exclusió i les dificultats de mobilitat dels habitants d'aquests.

Actualment, aquest sistema tarifari està constituït per un total de 296 municipis (ATM, 2020), dividits en sis corones i diferents sectors tarifaris, segons s'indica en la il·lustració 1:



Il·lustració 1: Mapa de la zona tarifària metropolitana de Barcelona

Font: ATM (<https://www.atm.cat/web/assets/img/mapa-zonificacio.jpg>)

2.6 Sistema tarifari

El sistema tarifari integrat es va crear amb la premissa d'un sistema de transport públic de tarifació zonal (6 zones i 8 corones), disposant d'una varietat de títols en funció de les necessitats i situació social i personal de cada viatger. Aquest sistema de tarifes ha anat variant durant els anys. L'última gran actualització ha tingut lloc a primers de 2020, en què les targetes es distingeixen en dues grans modalitats (ATM, 2020):

➤ **Targetes multiviatge** (T-casual, T-grup, T-familiar i T-70/90 FM/FN):

El nombre de zones a tenir en compte a l'hora d'adquirir la targeta variarà en funció del nombre de zones tarifàries que es pretén recórrer en el desplaçament. Aquests tipus de targetes es poden fer servir en qualsevol desplaçament a tot l'àmbit del sistema tarifari integrant (amb un pagament màxim de 6 zones), sempre i quan es tingui en compte el nombre de zones que es requereixen, i les consideracions següents:

- Pels autobusos que realitzen serveis entre municipis limítrofs ubicats en diferents zones tarifàries, es pot fer servir la targeta multiviatge d'una sola zona, deshabilitant l'opció per fer transbordament.
- Pel servei ferroviari entre municipis limítrofs ubicats en diferents zones tarifàries, es pot utilitzar una targeta multiviatge d'una sola zona, sense poder fer transbordaments, sempre que no es tracti de la zona 1. A més s'ha de considerar que aquesta norma val únicament per viatges entre aquests dos municipis limítrofs. El mateix criteri s'aplica per estacions contigües.

Aquestes normes i consideracions apliquen a qualsevol de les tipologies de targetes multiviatges. Per altra banda, cadascuna d'aquestes té unes característiques particulars, diferenciant-se pel nombre de viatges, si és unipersonal o multipersonal, o si té caducitat en un temps concret des de la data de la primera validació. Cal destacar que aquests títols no són vàlids en les estacions de metro d'Aeroport T1 ni T2 de la línia L9 Sud.

Respecte als transbordaments permesos, en cada viatge es poden realitzar un màxim de 4 etapes (considerant la primera validació i tres validacions de transbordaments posteriors), sempre que la primera i la darrera validació no superi un determinat interval de temps, en funció del nombre de zones per a les quals és vàlida la targeta. Si es tracta d'una sola zona, aquest interval és d'1h i 15 minuts, augmentant en 15 minuts per cada zona de més (veure taula 1).

Zones Tarifàries	1 Zona	2 Zones	3 Zones	4 Zones	5 Zones	6 Zones
Temps permès						
Temps màxim entre la 1a i la darrera validació	1 h i 15 min	1 h i 30 min	1 h i 45 min	2 h	2 h i 15 min	2 h i 30 min

Taula 1: Temps permès entre primera i darrera validació

Font: elaboració pròpia en base a l'ATM

➤ **Abonaments o Targetes amb un nombre il·limitat de viatges** (T-usual, T-jove, T-16):

El nombre de zones a adquirir, com s'ha comentat en el cas anterior, varia en funció del nombre de sectors tarifaris per on es pretén transitar durant els desplaçaments. L'àmbit de validesa de la targeta quedarà determinat per la zona on s'efectuï la primera validació de l'abonament.

La tecnologia de banda magnètica limita la possibilitat de viatjar, amb abonaments d'una zona, entre municipis adjacents o estacions contigües que s'ubiquen en zones tarifàries diferents.

Aquests títols són personals i intransferibles i inclouen un número il·limitat de viatges en un temps determinat. Es pot efectuar un pagament màxim de 6 zones. Han d'anar acompanyats d'un document oficial acreditatiu i en vigor del seu titular, per demostrar la identitat, l'edat o pertànyer a una família nombrosa o monoparental (requisits necessaris per comprar alguns dels títols esmentats). També existeix un títol especial bonificat per a persones que es troben en situació d'atur i que compleixin uns requisits concrets.

Pel que fa el nombre de transbordaments, al ser una tipologia de targetes amb viatges il·limitats no hi ha limitació en modes de transport a l'hora d'utilitzar-la (sempre i quan es respecti el període de validesa de la targeta i de les zones delimitades per la primera validació).

2.7 Empreses operadores

Tal i com s'ha esmentat, els serveis de transport públic de la regió metropolitana de Barcelona es duen a terme a través de diferents companyies gestores de transport, tant públiques com privades. Aquestes formen part del sistema tarifari integrat i operen sota la concessió administrativa de l'ATM. El llistat de les empreses esmentades és extens, però se'n destaquen les següents:

- **Transports Metropolitans de Barcelona (TMB)** és la principal empresa gestora del transport públic de l'àrea metropolitana de Barcelona. Aquesta empresa engloba Ferrocarril Metropolità de Barcelona, SA i Transports de Barcelona, SA, que tenen la principal missió de gestionar la xarxa de Metro (formada per 8 línies, 161 estacions i 156 trens funcionant en hores punta de dies feiners, a més d'un Funicular) i Autobús (1.140 vehicles, 101 línies i un recorregut de més de 800 km entre Barcelona i les deu ciutats metropolitanes que l'envolten). A part, ofereixen altres serveis com ara el telefèric, busos turístics, etc. (TMB, 2020)
- **TRAM** és un dels principals grups empresarials del consorci, format per Tramvia Metropolità, SA, Tramvia Metropolità del Besòs, SA, Trambaix UTE i Trambesòs UTE. S'encarreguen de l'explotació dels sistemes Trambaix i Trambesòs fins l'any 2032. (Tram, 2020)

- **Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya** és un operador ferroviari, encarregat d'operar 3 línies de la xarxa de metro de Barcelona, a més del ferrocarril suburbà de l'àrea metropolitana de Barcelona i una línia regional de l'àrea Lleida-Pirineus. També s'encarrega de trens cremallera i línies de funicular. (FGC, 2020)
- **Rodalies de Catalunya** són els serveis ferroviaris que transcorren únicament al territori català sobre la xarxa ferroviària d'interès general de l'Estat. Dos reials decrets regulen els traspassos de funcions de l'Estat a la Generalitat de Catalunya. Actualment, el servei de rodalies es compon d'un total de 17 línies, diferenciades entre regionals (6 línies) i de rodalies (11 línies). (Rodalies, 2020)

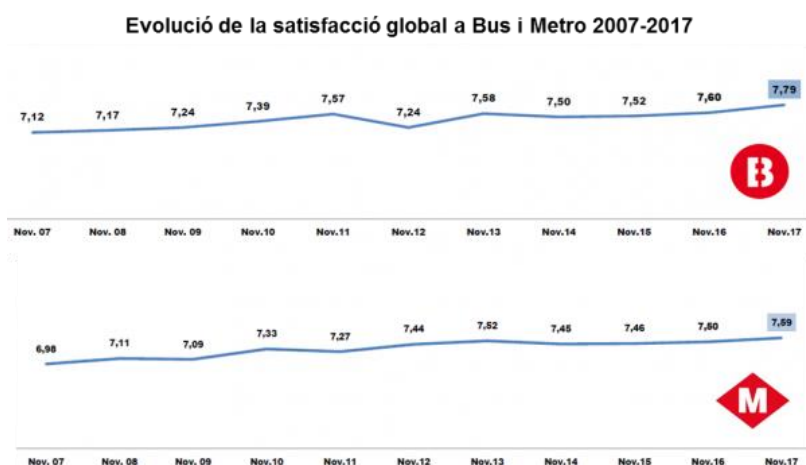
3. Problemàtiques i motivacions pel canvi

3.1 Introducció

Una vegada contextualitzada la gestió del transport públic en l'àmbit de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, en el present capítol s'identificaran algunes de les principals problemàtiques que presenta el servei de transport actual, així com les principals motivacions que fan aconsellable la implementació de canvis en la planificació i la gestió de la mobilitat, mitjançant la seva digitalització.

3.2 Problemàtiques i ineficiències

Com ja s'ha dit, el sistema tarifari integrat va ser un sistema molt nou i pioner, en el moment de la seva creació, i sobre el qual s'han implementat millores al llarg dels anys. De fet, en l'últim estudi de *Percepció del Client de Transports Metropolitans de Barcelona* (TMB, 2018) destaca per haver aconseguit la valoració més alta per part dels usuaris del servei en els últims onze anys, des que es va començar a implementar, al 2007. Les dades de valoració, que provenen de 4.031 entrevistats, han atorgat una puntuació global de 7,59/10 al servei del Metro de Barcelona, i 7,79/10 al servei d'Autobús.



Il·lustració 2: Evolució de la satisfacció global del Bus i Metro 2007 - 2017

Font: TMB (https://noticies.tmb.cat/sites/default/files/styles/news_preview/public/isc_2007_2017.png?itok=WobtQPNj)

Tot i així, es detecten una sèrie de mancances i ineficiències en el sistema actual, tant en l'àmbit tecnològic com en l'àmbit funcional.

L'entitat de Promoció de Transport Públic, una institució creada el 1993 que vetlla per aconseguir un país més sostenible, així com una societat més cohesionada i amb més oportunitats a través del foment del transport públic, va presentar un estudi anomenat *Criteris per avançar en un sistema tarifari més social i ambiental a la Regió*

Metropolitana de Barcelona (Promoció del Transport Públic, 2016), encarregat per l'Ajuntament de Barcelona. En aquest estudi, que gira entorn d'una crítica principal del sistema actual de transport, s'afirma que afavoreix la recurrència sobre un mateix recorregut, però no la fidelització dels usuaris.

- S'entén recurrència sobre un mateix recorregut, la repetició d'un mateix viatge, travessant el mateix número de zones, fent que el preu s'abarateixi proporcionalment a l'ús.
- S'entén per fidelització, aconseguir que els ciutadans utilitzin, preferentment, el transport públic front altres opcions de mobilitat, amb independència del tipus de trajecte.

L'estudi fa una comparació del sistema de transport amb un sistema de tarifa plana que solen utilitzar les companyies de telecomunicacions, consistent en cobrar una quantitat mensual fixa adaptada al client. La tarifa plana permet que es mitigui la percepció de pèrdua de crèdit cada cop que es fa ús del servei. De fet, l'usuari, amb l'objectiu d'amortitzar la tarifa que ja ha pagat, tendeix a fer-ne un ús més intensiu.

Aquest fet, si s'adapta al context de la mobilitat i del transport públic, provocaria un seguit d'estímuls que farien que els usuaris tendissin a fer ús del transport públic per davant d'altres opcions, perquè intentarien amortitzar la despesa (sempre que vagi acompanyat d'un bon servei).

Per tal de concretar la problemàtica, l'estudi identifica una sèrie de fets que perjudiquen la fidelització de l'usuari amb el transport públic. Tot i així, cal destacar que a l'inici d'aquest any 2020 ha entrat en vigor un canvi de títols mitjançant els quals es pretén premiar o afavorir a l'usuari habitual i recurrent del transport públic, i fomentar aquesta fidelització. A continuació, se'n poden veure un seguit d'exemples:

1. Segons l'estudi, els títols més utilitzats eren els multiviatge (T-10 i la T-50/30), que representaven gairebé el 65% del total de validacions dins del sistema tarifari integrat. Això significava que la majoria d'usuaris del transport públic els utilitzaven per aquells viatges de caire "obligatori" (com ara anar a la feina, a la universitat, etc.).

Amb l'aparició dels nous títols i tarifes, caldrà veure si els usuaris canvien aquesta tendència i augmenta la compra de títols amb viatges il·limitats. Aquest fet es podria veure afavorit gràcies a que el títol equivalent a la T-10, la T-Casual, ha sofert un augment de l'11% del preu i, per altra banda, la T-50/30 ha estat suprimida, a canvi de la T-Usual, que permet viatges il·limitats durant el termini d'un mes amb una reducció del 25% del preu respecte la T-Mes (que seria el seu títol equivalent).

Aquests canvis representen una rebaixa del preu dels títols per als usuaris habituals del transport públic, en contrapartida amb un petit encariment per als

qui l'utilitzen de manera eventual o per als visitants ocasionals de la ciutat. (Ara, 2019)

2. Es constata l'existència d'un conjunt de títols que mai eren amortitzables, i els que oferien viatges il·limitats i podien fomentar-ne la fidelització, resultaven poc atractius i rentables.

A continuació, es presenten dues taules (la taula 2 està basada en els títols i tarifes del 2018 i la taula 3 en els del 2020) que representen el número de viatges que s'han de realitzar en el termini d'un mes per a que surti rendible cada títol:

Zones Tarifàries Títols (2018)	Zones Tarifàries					
	1 Zona	2 Zones	3 Zones	4 Zones	5 Zones	6 Zones
	< 43	< 33	< 34	< 32	< 32	< 33
	43 – 56					
	> 30					
	-	-	-	-	-	-
	> 56	> 32	> 33	> 31	> 31	> 32
	> 34	> 23	> 24	> 23	> 23	> 23

Taula 2: Amortització dels títols de l'ATM l'any 2018

Font: elaboració pròpia basat en Sabata, 2016

Zones Tarifàries Títols (2020)	Zones Tarifàries					
	1 Zona	2 Zones	3 Zones	4 Zones	5 Zones	6 Zones
	≤ 35	≤ 24	< 25	< 24	< 24	< 24
	> 35	> 24	≥ 25	≥ 24	≥ 24	≥ 24
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	> 9	> 7	> 6	> 5	> 5	> 5
	> 23	> 15	> 16	> 15	> 15	> 15

Taula 3: Amortització dels títols de l'ATM l'any 2020

Font: elaboració pròpia basat en l'ATM

Si s'observa la taula 3, es pot constatar com amb la nova tarifació hi ha un notable descens, respecte les tarifes de l'any 2018, del nombre de viatges que s'han de realitzar mensualment per 'amortitzar' les targetes amb viatges il·limitats. Aquest fet afavoreix que els usuaris habituals paguin menys per l'ús del transport públic i es fomenti la compra de títols de viatges il·limitats, la qual cosa acabarà repercutint en l'ús recurrent del transport públic, atès que ja s'hauran satisfet els viatges per a tot el mes (de manera similar amb l'exemple de la tarifa plana referit a l'inici de l'apartat). A més, la T-Usual és un títol que es paga de forma mensual, per tant els usuaris poden satisfer mes a mes aquests títols, sense necessitat d'efectuar el pagament d'una quantitat més elevada cada tres mesos com requeria la T-Trimestre.

Com es pot observar, no s'ha analitzat el cas de la T-grup o la T-familiar ja que no són títols de transport pensats per a l'ús del dia a dia. A més, per obtenir unes xifres concretes i conèixer l'amortització d'aquests títols s'haurien de considerar i fer suposicions de diferents variables (p. ex. quantes persones en faran ús?; totes les persones gastaran el mateix nombre de viatges?, etc.).

3. Una altra circumstància que es constata, i que no afavoreix la fidelització de l'usuari, es concreta en el fet que, per tal que els usuaris es vegin afavorits per l'ús recurrent del títol i que el preu de cada viatge disminueixi a mesura que es fan més viatges, els viatges s'han de realitzar sempre a la mateixa zona tarifària.

En el cas que l'usuari necessités realitzar un viatge puntual dins d'una altra zona tarifària, hauria d'adquirir un títol a part pel qual pagarà un preu "elevat", el mateix que un viatger que no és usuari habitual del transport públic.

4. Analitzant la taula de preus de les diferents tarifes es pot observar com, quan hi ha un canvi de zona tarifària, es produeix un gran increment de cost del títol. Per exemple, amb la T-Casual, la diferència de cost entre la zona 1 i la zona 2 representa un increment del 97 % del preu del títol. Així mateix, sense que representi un increment tant elevat, es pot observar com per a la T-Usual es produeix un increment del 35-40 % en els canvis entre cadascuna de les diferents zones. Aquestes circumstàncies fan augmentar el "risc" que els viatgers que necessiten recórrer llargues distàncies segueixin optant per l'ús del vehicle privat.
5. El sistema de tarifació zonal crea punts de conflicte en els municipis que fan frontera entre una zona tarifària i una altra, ja que uns pocs quilòmetres de distància suposen un important increment de preu.

6. Analitzant el cas de Renfe (Rodalies, 2020), una empresa que no està inclosa en el sistema tarifari integrat però que comparteix línies i recorreguts, es constata com amb aquest operador es podrien realitzar alguns dels trajectes inclosos en el sistema, així com en les diferents corones que delimiten les zones tarifàries. Al mateix temps, si s'analitzen les tarifes mensuals de Renfe s'aprecia com aquestes resulten més econòmiques que les del sistema tarifari integrat.

Així doncs, i com ja s'ha apuntat, el sistema tarifari integrat recull un gran ventall d'avantatges per al desenvolupament del transport públic, però encara té marge de millora. Aquesta millora es podrà implementar, entre d'altres, amb mesures de digitalització del transport.

3.3 Motivacions pel canvi

Resulta indiscutible que el nombre de desplaçaments diaris dins dels nuclis urbans no deixa d'incrementar-se, i que la congestió i la contaminació generada pels vehicles privats a les ciutats són problemes creixents que necessiten una solució eficient.

Una correcta planificació i gestió de la mobilitat podria ser (sí més no, en bona part) la solució a molts dels problemes dels grans nuclis urbans. Incorporar els avantatges de la digitalització en la planificació i gestió de la mobilitat sembla ser el camí a seguir per aconseguir aquest objectiu. La digitalització permetrà optimitzar els serveis existents i millorar i adaptar el servei a la demanda dels usuaris. La digitalització permetrà la recopilació de dades en temps real per crear solucions intel·ligents dinàmiques, és a dir, amb capacitat d'adaptació.

En aquest sentit, s'indiquen a continuació alguns dels aspectes clau que aborden la influència i capacitat de canvi que pot aportar la transformació digital (TLE, 2019):

- En els darrers anys s'ha produït un gran increment de recopilació de dades i d'informació provinent, en bona part, d'un ús més intens i intensiu de dispositius connectats a internet o interconnectats amb altres tipus de dispositius (tant de telèfons mòbils personals dels usuaris del transport que es troben connectats a internet, com d'elements que formen part de la pròpia infraestructura del món del transport -màquines de validació, sensors, etc.- i dels mateixos vehicles).

Tot aquest conjunt d'elements afavoreixen no només una major recopilació de dades, sinó que aquesta es produeixi de forma instantània, en temps real. Aquesta circumstància es troba íntimament relacionada amb el concepte identificat com "Internet de les Coses", i suposa la interconnexió digital de molts dels elements que componen un sistema (en aquest cas, el sistema del transport públic).

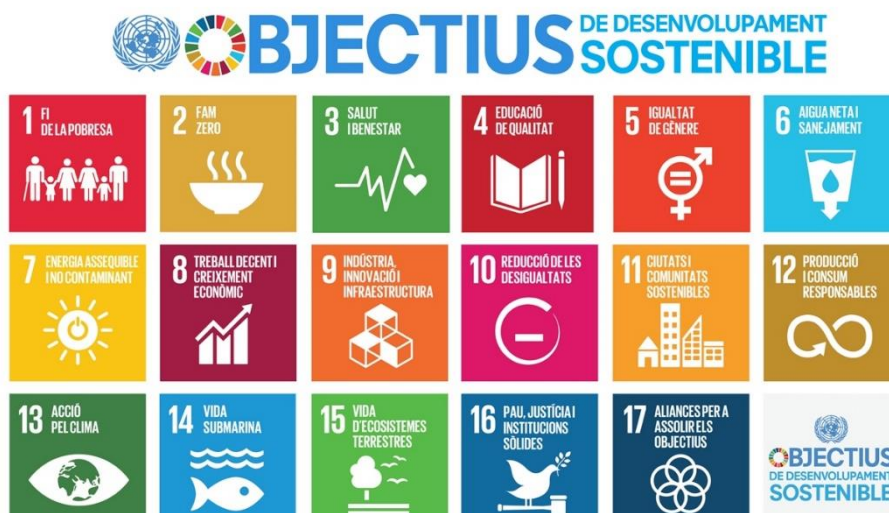
- Per altra banda, a l'hora d'analitzar aquesta enorme quantitat de dades, cal tenir en compte la georeferenciació d'aquestes dades. La georeferenciació permet conèixer, amb una major precisió i a temps real, la posició dels viatgers (sempre respectant les seves llibertats i protecció de les dades, de la que se'n parlarà més endavant) i permet definir patrons de mobilitat.

L'anàlisi d'aquestes dades i patrons faciliten la presa de decisions dels operadors per ajustar l'oferta del servei a la demanda, fent que hi hagi més marge de maniobra cada cop que es produeixen canvis, i habiliten també el retorn d'informació a cada un dels viatgers per a què puguin escollir, per exemple, la millor modalitat de desplaçament en cada moment.

- Finalment, i en relació amb els dos punts anteriors analitzats, s'habilitarà la personalització del transport per a cada usuari, adaptant les necessitats d'aquest a un model més just, òptim i eficient.

En aquest sentit, el procés de transformació digital en el món del transport públic permetrà recopilar una sèrie d'eines que serviran de palanca de millora per a un nou model de gestió i desenvolupament més sostenible, englobant l'eficiència mediambiental, l'econòmica, la financera i la social en el sistema del transport públic, objectius que, a més, representen alguns dels principals punts de les agendes polítiques i dels plans de govern de les diferents institucions públiques catalanes.

Com és sabut, l'any 2015 l'Organització de les Nacions Unides van elaborar l'Agenda 2030 per al Desenvolupament Sostenible que van adoptar els països que la conformen (entre ells, Espanya). Aquesta agenda té la finalitat de crear uns objectius comuns per al conjunt de la societat, que pretenen donar resposta l'any 2030 a una sèrie de reptes i desafiaments globals (pobresa, desigualtat, medi ambient, etc.). (Nacions Unides, 2015)



Il·lustració 3: Objectius de desenvolupament sostenible

Font: Aigua blog Gencat (<https://i0.wp.com/aigua.blog.gencat.cat/wp-content/uploads/2019/05/bona-ods.jpg?fit=810%2C475&ssl=1>)

El transport públic és un eix que va implícitament relacionat, directa o indirectament, amb la majoria d'aquests objectius. Pot ser relacionat amb gairebé qualsevol dels objectius que es fixen, atès que tots ells estan interrelacionats. A continuació, es destaquen els que tenen una major relació amb el transport:

- **Energia assequible i no contaminant:** la transformació cap a un transport públic que utilitzi energies netes, amb el suport de la tecnologia més avançada que facilitarà la consecució d'una major eficiència energètica i una disminució de la dependència dels combustibles fòssils.

Per tant, la digitalització del transport jugarà un paper clau en la consolidació d'un model de sistema multimodal interconnectat, permetent crear i aportar solucions de mobilitat de porta a porta cada cop més sostenibles.

- **Indústria, innovació i infraestructura:** si es mira des del punt de vista del transport públic i el seu desenvolupament, aquest hi participa en els següents aspectes:
 - Per una banda, aconseguint que les infraestructures de transport siguin fiables, resilents i de qualitat, de tal manera que participen en el desenvolupament econòmic i social, promovent un accés assequible i equitatiu que permet assegurar la sostenibilitat del sistema.

La digitalització del transport permetrà avaluar la qualitat i el nivell dels serveis que suporta una determinada infraestructura (en termes d'intensitat del trànsit en temps real, de gestió més eficient de les incidències, etc.), així com preveure amb una major precisió el comportament estructural que tindran determinats esdeveniments (per exemple, preveure amb exactitud el transport que s'ha de proporcionar en la celebració de fires, per un partit del Barça, etc.).

A més, es podrà fer una millor planificació de les necessitats de manteniment, tant de forma preventiva com correctiva.

- Per altra banda, es pretén incrementar i potenciar l'accés a les noves tecnologies de la informació i les comunicacions, de tal manera que es pugui accedir als serveis de transport a través d'un accés universal i assequible a Internet.

Per poder optimitzar al màxim aquesta transformació digital del transport, i tenint en compte que gran part d'aquest potencial es centra amb la possibilitat d'accedir a Internet, s'ha de promocionar l'accés

universal per configurar la xarxa com a element d'interconnexió entre els agents i els col·lectius implicats en el transport.

- **Ciutats i comunitats sostenibles:** pel que fa aquest objectiu, el transport pot ser una de les peces clau per aconseguir-lo gràcies a les iniciatives següents:
 - Proporcionar un sistema de transport públic segur, assequible i sostenible per a tots els col·lectius, especialment per a aquells col·lectius amb dificultats d'accés (persones amb mobilitat reduïda, d'avançada edat, etc.).

En aquest sentit, la transformació digital pot servir com a eina de suport per a tots aquests conjunts de persones, aportant una major flexibilitat al sistema.

- Reduir l'impacte ambiental, ja que la combustió de combustibles fòssils suposa una de les principals fonts d'emissió de CO₂, el principal gas que està comportant el canvi climàtic.

Aquest aspecte es pot promoure mitjançant la integració dels modes de transport, que ajudaran a les administracions responsables a planificar i potenciar aquelles opcions que minimitzin l'impacte climàtic negatiu, així com a fomentar l'ús del transport públic gràcies a la seva major eficiència i optimització.

- **Acció pel clima:** molt relacionat amb el punt anterior, es pretén combatre un dels sectors més contaminants a través de tecnologies digitals, amb la implementació de sensors de mesurament d'emissions, així com altres dispositius clau que actuaran a favor d'una òptima planificació i seguiment de les estratègies implementades.

En resum, el transport públic es troba en un moment on la transformació digital pot convertir-se en un factor clau de prosperitat, de mitigació de les principals deficiències constatades, i d'assoliment dels esmentats objectius; i Barcelona, en particular, amb el nou escenari que representarà l'arribada de la T-Mobilitat, es troba en una òptima situació per implementar l'explotació del valor de la informació: les dades, considerades el "nou or" del segle XXI.

4. El futur de Barcelona: la T-Mobilitat

4.1 Introducció

Posats en context i apuntades les principals problemàtiques i motivacions pel canvi en la planificació i gestió de la mobilitat a l'àrea metropolitana de Barcelona, en el present capítol es presentarà la T-Mobilitat. Per fer-ho, en primer lloc, s'introdueixen dos aspectes clau en la gestió del transport: la digitalització i la mobilitat 4.0, qüestions fonamentals per entendre què és la T-Mobilitat. A continuació, s'exposarà el Pla Director de Mobilitat 2020-2025, actualment vigent i que preveu la implantació d'aquest nou sistema, les bases del nou sistema tarifari integrat, la tecnologia requerida, com està dissenyat el tractament de dades dels usuaris, per acabar presentant, d'acord amb la seva planificació, les fases d'implementació del nou sistema.



Il·lustració 4: Targeta amb xip T-Mobilitat

Font: ATM (https://doc.atm.cat/ca/_dir_t-mobilitat/ATM_T-Mobilitat_MWC%202017_CAT.pdf)

4.2 Digitalització i mobilitat 4.0

La digitalització i la mobilitat 4.0 són les 'bases ideològiques' de la T-Mobilitat, sistema amb què es pretén donar resposta a les necessitats de la mobilitat actual. Per aquest motiu es considera indispensable desenvolupar breument el contingut d'aquests dos conceptes.

L'evolució actual de la mobilitat ens porta a afirmar que el sector viu una revolució: la Mobilitat 4.0. Apareixen nous conceptes de servei relacionats amb la mobilitat de les persones: el car-sharing (ús temporal del vehicle privat), bike-sharing (ús temporal de bicicletes), ride-sharing (compartir vehicle privat),... que s'escampen per diferents ciutats del món.

Barcelona no és aliena a aquests canvis i nous serveis: un exemple de bike-sharing a la capital catalana és el servei del *bicing*, però trobem molts altres exemples d'aquests nous mitjans o serveis de mobilitat: *eCooltra*, *Acciona Motosharing*, etc.



Il·lustració 5: Servei de "bike-sharing" Bicing

Font: elPeriodico (<https://www.elperiodico.com/es/barcelona/20190403/nuevo-bicing-electrico-estaciones-vacias-barrrios-montana-7389103>)

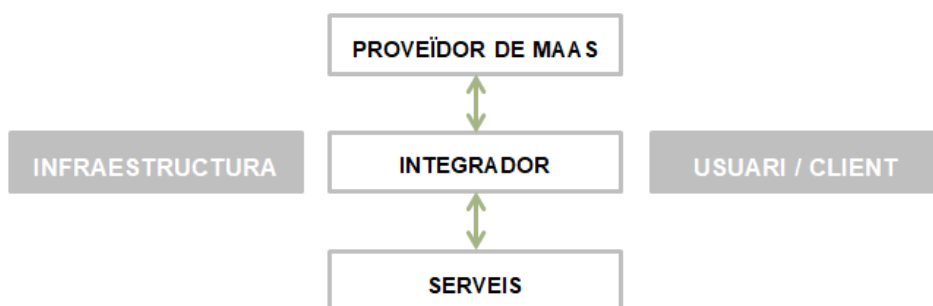
Els usuaris es troben amb noves ofertes i formes de desplaçar-se, nous sistemes basats en l'economia circular i en mesures respectuoses amb el medi ambient, fet que els fa atractius a la població. Al mateix temps, però, es troben amb dificultats. Cada servei té el seu propi sistema, la seva pròpia gestió i funciona de forma completament individual o aïllada respecte dels altres serveis. Un clar exemple d'aquestes dificultats el trobem amb el servei de *bicing*, un servei públic que ofereix l'Ajuntament de Barcelona però que no es troba integrat dins de les tarifes del servei públic gestionat per l'ATM; és a dir, un usuari que pretengui utilitzar el servei de "bike-sharing" del *bicing* combinat amb un dels serveis de transport públic ofert amb les tarifes de mobilitat de l'ATM, com per exemple el metro, ha de disposar dels corresponents (diferents) títols per poder utilitzar cada servei. Aquest fet comporta que la mobilitat es torni complicada i que els usuaris optin per no utilitzar tots els serveis de transport existents, en què cada un és gestionat pel respectiu proveïdor. Resulta evident que en l'era de la digitalització, on la tecnologia forma part de les nostres vides, aquest conjunt de serveis de mobilitat hauria de quedar integrat, de la mateixa manera que en el seu moment va succeir amb els serveis 'clàssics' de transport (autobusos, metro, tram, etc.).

La mobilitat del futur ha de ser fàcil, ha de fomentar l'ús dels serveis de mobilitat sostenible, respectuosos amb el medi ambient, i, sobretot, ha d'influenciar en la societat per doblar la tendència a l'ús del vehicle privat. Dins del Sistema Integrat de Mobilitat Metropolitana de Barcelona (SIMMB), segons l'ATM, l'any 2017 el vehicle privat representava el 36,1% dels desplaçaments realitzats, únicament superat pels desplaçaments realitzats a peu (44,8%), mentre que només el 17,6% dels viatges realitzats dins del SIMMB són en transport públic (ATM, 2019). Com es pot apreciar, les dades sobre l'ús del vehicle privat són extremadament elevades en comparació amb els viatges efectuats amb transport públic. És per aquest motiu que s'han de crear i aplicar estratègies de foment i de fidelització de l'usuari del transport públic, evitant que l'ús dels vehicles privats incrementi o es mantingui en els nivells actuals. Aquest és un dels principals reptes identificats.

El concepte de “Mobilitat com a Servei” (MaaS) ha derivat de la Mobilitat 4.0. L’objectiu d’aquell és crear un sistema, un servei, que resulti atractiu front al vehicle privat. La Unió Internacional de Transport Públic (UITP) defineix el concepte de MaaS com “la integració i l’accés a diferents serveis de transport en una única oferta digital de mobilitat, en el qual la mobilitat activa i un sistema de transport públic eficient en formen la base” (Comité de Movilidad Combinada de la UITP, 2019). És a dir, la mobilitat com a servei és un concepte que es basa en unificar totes les alternatives del transport existents, ja siguin xarxes de transport públic, serveis compartits de bicicletes, motocicletes o vehicles, vehicles de transport privat (VTP) o taxis. Totes les opcions disponibles per a l’usuari unides en un mateix (únic) sistema. La idea del MaaS és donar i aportar flexibilitat i llibertat a l’usuari.

Els serveis Maas no només han d’estar integrats digitalment sinó que hi han d’estar també físicament. És a dir, s’ha de fer possible la continuïtat de trajectes entre diferents mitjans o modalitats de transport, per exemple, creant intercanviadors entre els diferents mitjans de transport, on l’element bàsic de la xarxa sigui el sistema de transport públic.

Per fer viable aquest model de mobilitat és necessària una actuació conjunta i col·laborativa d’agents públics i privats (il·lustració 6). Un aspecte clau en aquest sistema és la infraestructura de que es disposa: places d’aparcament, carreteres, estacions, etc. A partir d’aquesta infraestructura, cal crear l’oferta del conjunt de serveis de mobilitat, que poden ser públics (tramvia, autobús, metro, etc.) o privats (servei de “car-sharing”, de moto-sharing, VTP, etc.). L’ “integrador” juga un dels papers clau per al correcte funcionament del sistema, aquest és l’encarregat de gestionar i integrar les dades de tots els serveis; és a dir, tenir informació de les places d’aparcament disponibles, de quantes motocicletes es troben disponibles en cada zona, de quina freqüència de pas té el servei de transport públic, de quants vehicles VTP es troben propers de la ubicació de l’usuari, etc. Finalment, el proveïdor MaaS és el que subministra el servei als clients/usuaris, per mitjà d’aplicacions mòbils o punts de venda de mobilitat.



Il·lustració 6: Esquema del sistema MaaS

Font: elaboració pròpia basat en el Comité de Movilidad Combinada de la UITP

Una de les principals dificultats d'aquest sistema és la distribució dels rols entre els diferents agents implicats. És a dir, quins agents són els que desenvolupen la funció d'integrador i de proveïdor MaaS. Existeixen tres possibles models: privat, de col·laboració público-privada, i el model públic. Cada un dels escenaris té avantatges i inconvenients.

En primer lloc, el model privat, on tant l'integrador com el proveïdor pertanyen al sector privat, en una situació de lliure mercat no regulat. Es tracta d'un model orientat al client però que, possiblement, presenti dificultats d'inclusió social pels usuaris. El fet que el rol principal sigui privat pot atreure grans inversions i implementar alternatives atractives al vehicle privat pels usuaris, que és l'objectiu bàsic del model MaaS. Tanmateix, aquest model podria presentar problemes d'integració dels serveis de transport públic, que podrien quedar en un segon pla, fet pel qual els usuaris podrien percebre el transport públic com una alternativa poc atractiva respecte a les opcions de serveis privats, arribant a una situació no desitjada d'abandonament del transport públic que podria derivar en la congestió de la ciutat. Per altra banda, les dades que s'obtinguessin mitjançant la gestió d'aquest model molt probablement no es compartissin amb l'administració pública, el que comportaria, a la pràctica, que el servei de transport públic no disposaria d'eines per a una òptima i eficient gestió, ni per a la seva millora.

La segona opció del model MaaS és una col·laboració público-privada. Aquesta opció pivota, bàsicament, en el fet que l'administració pública realitza el rol d'integrador i el sector privat el rol de proveïdor del servei MaaS. Aquest model presenta com a avantatges que l'administració determina les normes que els agents privats han de seguir i, per tant, evita que el sector privat es converteixi en dominant del mercat. Per això, el servei de transport públic disposaria de més facilitats d'integrar-se i d'esdevenir una opció atractiva pels usuaris. Es crea una competència real entre els diferents serveis. Aquest tipus de model es presenta als usuaris com un servei orientat al client, i, al mateix temps, com un servei públic.

Per acabar, el model on el lideratge és del sector públic. En primer lloc, la normativa la marca l'administració pública, que s'assegura el compliment del Pla Director de Mobilitat. Aquest sistema presenta certs avantatges, ja que és l'administració pública l'agent que disposa de més dades sobre la mobilitat per facilitar la integració dels diferents serveis. En aquest model, el transport públic és l'eix principal, socialment respectuós i inclusiu, com a principal competència al vehicle privat. Com a contrapartida, és un model que pot presentar problemes amb els agents privats, que busquen crear un model MaaS més competitiu i àgil, que compleixi de forma més atractiva les expectatives dels clients, motiu pel qual, el model de gestió pública es pot percebre com a poc innovador i poc orientat a l'usuari, fet que podria comportar que una part dels potencials usuaris no se sentin atrets pel servei i continuïn utilitzant el vehicle privat.

4.3 Pla director de Mobilitat 2020-2025

La T-Mobilitat és una de les propostes del Pla director de Mobilitat 2020-2025. Les mesures del Pla es van publicar el novembre del 2019.

El Pla director de Mobilitat (pdM) està format per 10 eixos de treball que contenen, en total, 86 mesures a desenvolupar.

En concret, la T-Mobilitat forma part de l'eix de treball 00: governança, planificació i digitalització de la mobilitat. L'objecte principal d'aquest eix de treball és crear una base ferma del sistema perquè la resta d'eixos i propostes es puguin desenvolupar correctament i de forma eficient. És per aquest motiu que la T-Mobilitat és una proposta que afecta moltes altres actuacions, ja que no només es basa en un sistema tarifari sinó en un canvi en el sistema de gestió de la mobilitat.

En primer lloc, el sistema de la T-Mobilitat es troba directament relacionat amb els conceptes de la digitalització i del MaaS.

Un dels eixos de treball del pdM és digitalitzar el sistema de mobilitat. El pla defineix els objectius d'aquest eix de treball i les actuacions a dur a terme per aconseguir-ho. En primer lloc, garantint que els usuaris disposin d'informació veraç, acurada i personalitzada que ajudi a prendre les decisions de mobilitat òptimes en temps real. A més, el sistema ha d'afavorir la intermodalitat del transport, fomentant l'ús de diversos mètodes i deixant de banda l'ús del vehicle privat, basant-se en serveis de mobilitat més eficient inspirats en el MaaS. També es proposa donar suport als agents dels serveis de mobilitat, donant accés a les dades de mobilitat, i impulsant, d'aquesta forma, la creació de nous negocis. Pel que respecta a les actuacions que es preveuen, s'espera crear polítiques per compartir les dades entre els diferents agents, promoure la creació d'una plataforma generalitzada única i determinar qui hi té accés, controlar l'ús d'aquestes dades, i establir un grup de treball per coordinar-ne la gestió. Finalment, realitzar proves pilot on s'incloguin tant aspectes tècnics com de finançament i analitzar-ne el seu impacte.

Pel que fa a l'aplicació del servei MaaS, el pdM estableix també diversos objectius i accions a dur a terme. En primer lloc, l'objectiu principal de l'aplicació dels serveis MaaS està emmarcat en crear una oferta competitiva al vehicle privat. Aquest objectiu és comú tant pels agents privats com pels agents públics ja que els serveis que s'ofereixen són serveis de mobilitat alternativa a l'ús del vehicle privat. Així mateix, el servei ha de ser viable i atractiu, tecnològicament, econòmicament i legalment. Es determina que el model MaaS ha d'estar liderat pel sector públic, aconseguint la participació i col·laboració dels agents privats. En definitiva, els rols d'integrador i proveïdor MaaS seran per a l'administració pública, però la funció de proveïdor, per comercialitzar els serveis de mobilitat, es durà a terme conjuntament amb agents

privats. Es busca maximitzar els beneficis de tots els actors, la inversió requerida ha de ser pública i privada. A més, el pla determina que el pressupost per posar en marxa aquest projecte és de 2,1 milions d'euros, on 2 milions seran destinats a les proves pilot i 0,1 milions a la redacció del full de ruta. Per altra banda, es presenten les actuacions principals que s'han de dur a terme: definir el tipus de model MaaS i concretar la figura de l'integrador i les seves funcions, elaborar un codi de conducta mentre el model no s'aprovi, per marcar les pautes i el rol de cada un dels agents; crear la plataforma de dades i l'app, i, finalment, realitzar proves pilot amb subvenció i supervisió pública per poder presentar als agents privats.

L'eix del pdM dedicat a la T-Mobilitat anuncia, inicialment, que es pretén realitzar un estudi preliminar de l'impacte econòmic de la nova estructura tarifària. A partir d'aquesta anàlisi, el pla descriu quins seran els següents passos: la concreció de les característiques de la T-Mobilitat. En altres paraules, determinar de forma exacta i precisa la proposta tarifària, la definició de les polítiques sobre els diferents tipus de pagament, la possibilitat d'incorporar nous serveis de mobilitat, entre altres aspectes. Les actuacions que marca el pdM són, principalment, l'adaptació del maquinari i les instal·lacions requerides per la posada en funcionament d'aquest model, el desenvolupament dels elements necessaris per crear la plataforma que faci possible el model MaaS, i la informació i difusió als usuaris dels canvis previstos. En definitiva, realitzar les actuacions necessàries perquè aquest sistema deixi de ser un projecte i es converteixi en un sistema de mobilitat real.

En previsió de l'augment massiu de dades relacionades amb la mobilitat gràcies a la implementació de la T-Mobilitat, el pdM també preveu que el seu tractament es vehiculi mitjançant el nou Observatori de Mobilitat de l'ATM (OMA). L'OMA servirà de suport per a l'Observatori Català de la Mobilitat i Sostenibilitat de la Generalitat (OMC). Bàsicament l'OMA serà una eina de gestió de les dades, per recollir i difondre informació, integrar les dades en una plataforma única i esdevenir una eina d'anàlisi dels patrons de mobilitat.

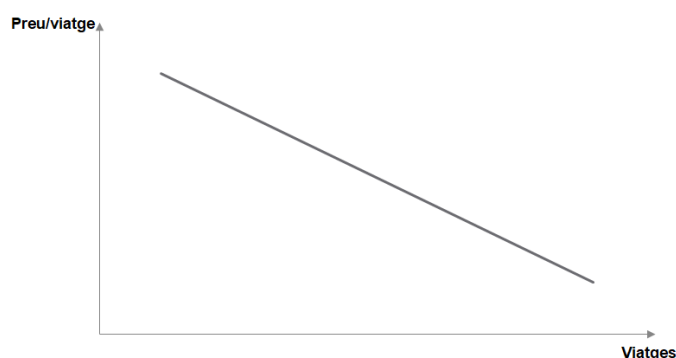
Altrament, en el pdM també es preveu la creació del Centre de Gestió i d'Informació del Transport (CGIT), que s'encarregarà de recopilar totes les dades de mobilitat de la xarxa de transport públic i oferir als usuaris informació d'alta qualitat. L'objectiu principal del CGIT serà proporcionar informació en temps real sobre l'estat del transport públic, i, per fer-ho, es crearà un canal on els usuaris podran informar sobre alteracions en la xarxa. D'aquesta forma es pretenen oferir solucions ràpides i coordinades als incidents del servei.

4.4 Sistema tarifari

El sistema tarifari que es proposa és intel·ligent i personal. La idea principal del sistema tarifari de la T-Mobilitat és que l'usuari pagui pels quilometres que es

desplaça. En conseqüència s'elimina el concepte de les corones tarifàries, és a dir, desapareix el concepte de zones. Aquest mètode tarifari esdevindrà possible perquè el títol es validarà a l'entrada i a la sortida del trajecte. D'aquesta forma s'aconseguirà identificar quin és el recorregut exacte que realitza de cada usuari.

A més, es bonificarà als usuaris que utilitzin el transport públic de forma habitual, tal i com es pot observar en la il·lustració 7. Com més trajectes realitzi l'usuari més econòmic serà el preu per quilòmetre. D'aquesta manera, el preu del transport públic s'adapta a les necessitats de cada usuari, aconseguint una tarifa única i personal per a cada usuari.



Il·lustració 7: Relació entre els preus per viatge amb el nombre de viatges

Font: elaboració pròpia basat en OECD

Actualment, el sistema tarifari integrat de l'AMB es basa en títols temporals, és a dir, en abonaments amb viatges il·limitats per un termini de temps, en títols amb un cert nombre de viatges integrats, i en títols amb descompte social, a més de comptar amb la possibilitat de compra de bitllets senzills, entre d'altres. El preu de cadascun d'ells depèn de les zones per les quals es viatgi. Com més zones es recorren, més incrementa el preu del títol.

Els sistemes tarifaris basats en bitllets senzills i en títols d'abonaments mensuals, com els actuals, són títols que, normalment, són considerats favorables per a l'operador del sistema, mentre que els sistemes tarifaris que depenen de la distància recorreguda són considerats més beneficiosos pels usuaris. Aquest tipus de sistema tarifari suposa un alt cost tècnic pels operadors, però, en contrapartida, l'operador obté informació de qualitat sobre la mobilitat real, s'obtenen dades en temps real sobre el nombre de viatges per ruta, en un determinat període de temps, la distància mitjana recorreguda pels usuaris, etc. (OECD, 2017)

Els sistemes tarifaris dependents de la distància del trajecte faciliten la gestió dels títols per part l'operador, reduint de forma dràstica l'oferta de bitllets. Les polítiques tarifàries són molt més simples, simplement es calcula el preu de cada viatge aplicant un coeficient monetari a la distància recorreguda. Així mateix, aquest sistema sembla més just pels usuaris del transport públic perquè, en el sistema actual, es crea una desigualtat força elevada entre els usuaris que només utilitzen una zona respecte als

que utilitzen dues zones. Per exemple, un trajecte dins d'una única zona, entre els punts A i B, respecte d'un altre trajecte que transcorri en dues zones, entre un punt inicial C i un punt final D, malgrat que la longitud d'aquest segon pugui ser inferior, tindrà un cost més elevat. Per tant, resulta clar que la supressió de zones mitigaria un dels principals problemes que es detecten en el sistema actual del transport.

Pel que respecta als beneficis de l'operador mitjançant aquest sistema tarifari, resulta una qüestió complexa d'analitzar, ja que cal determinar quins son els objectius de l'operador i determinar una funció de demanda. Si l'operador té com a objectius maximitzar els beneficis propis però també optimitzar el servei des del punt de vista de l'usuari, llavors un increment en el preu per quilòmetre viatjat serà igual al cost marginal¹ de realitzar el trajecte i és indiferent de la demanda que se suposi. Per altra banda, si es decideix maximitzar únicament els beneficis de l'operador resulta que el cost generalitzat² augmenta amb la distància recorreguda (Jorgensen, 2007). El cost generalitzat és un paràmetre decisiu que afecta a la demanda del servei, ja que aquests dos paràmetres estan relacionats per l'elasticitat entre preu i la demanda. És important remarcar que incrementar el preu del servei pot suposar una pèrdua de demanda.

Pel que fa al mètode de pagament, el sistema constarà de diversos mètodes. En primer lloc es podrà realitzar mitjançant un sistema de prepagament, on es podran utilitzar dos tipus de targeta, una en suport paper que tindrà un preu fix per viatge (pensada per usuaris ocasionals) i una altra en suport PVC. Cal destacar, que el mètode de pagament al qual s'aplicaran els descomptes per ús serà la targeta de PVC. A més, també es podran utilitzar targetes d'entitats bancàries per validar un bitllet senzill.

D'altra banda, s'establirà un sistema de postpagament, en el qual la targeta (de PVC) esdevé personal i intransferible. El pagament d'aquest sistema es realitzarà, amb caràcter mensual, mitjançant domiciliació bancària, trametent amb aquella periodicitat la factura corresponent en la que s'indicarà el cost del transport i dels viatges realitzats. (ATM, 2012)

4.5 Sistema integrat

La T-Mobilitat és una nova eina que donarà suport el servei MaaS. Com s'ha explicat, el concepte de Mobilitat com a Servei es basa en unificar tots els serveis de transport en una mateixa plataforma per facilitar la mobilitat dels usuaris i aconseguir que els agents públics i privats treballin de forma coordinada i en cooperació. Aquesta tasca d'integració es facilitarà, entre d'altres, mitjançant la T-Mobilitat.

¹ El cost marginal és l'extracost generat degut a consumir una unitat extra

² El cost generalitzat és igual al cost degut a la tarifa més el cost associat al temps de viatge

Un dels objectius de la T-Mobilitat serà oferir un servei integrat entre els diferents tipus de serveis. Partint de la base que el servei actual de transport públic de l'AMB ja disposa d'un sistema integrat, format per diversos serveis de transport públic: el metro, el tramvia, els autobusos, Rodalies i FGC, amb un mateix sistema tarifari (com ja s'ha explicat en l'anàlisi de la situació actual), el projecte preveu la creació d'un sistema integrat molt més ampli en què podem diferenciar dos escenaris.

En primer lloc, dins del SIMMB, s'espera integrar altres tipus de serveis, com per exemple el servei de "bike-sharing" *bicing* o la possibilitat de pagar els aparcaments públics, entre d'altres. No es coneix amb certesa el nombre de serveis que es podran integrar en el sistema, però el sistema tarifari de la T-Mobilitat està pensat per poder adaptar-se al MaaS i crear un sistema integrat entre els agents públics i privats.

I en segon lloc, amb una perspectiva més sòlida i definida, trobem la integració de serveis públics d'autobusos no urbans i de ferrocarrils de mitjana distància, configurant el servei de mobilitat públic interurbà. Malgrat tot, sembla que aquest tipus de servei serà el que s'aplicarà en l'última fase, on es pretén expandir la T-Mobilitat per tot el territori català.



Il·lustració 8: Sistema integrat de la T-Mobilitat

Font: elaboració pròpia basat en l'ATM

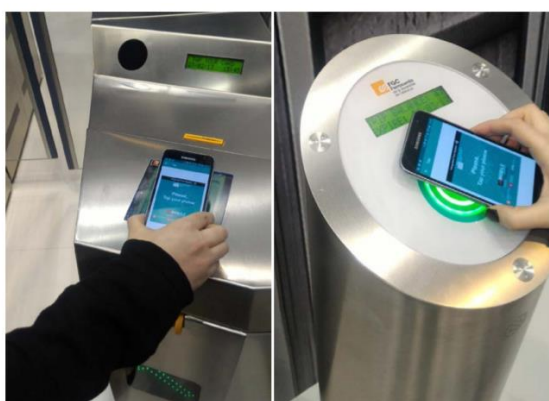
La correcta integració entre els diferents serveis de mobilitat suposa un repte en molts sentits. Inicialment, s'ha de realitzar una integració de la informació de què disposa cada agent, la informació s'ha d'unir i integrar en una mateixa app. A més, s'ha de disposar d'un sistema de pagament integrat: des d'una mateixa app s'han de poder realitzar els pagaments per a tots els serveis que es troben integrats en el servei MaaS, i no només això sinó que s'han de crear tarifes que incloguin tots els serveis que es troben disponibles, crear un producte integrat de mobilitat. Finalment, també és necessari implementar polítiques de mobilitat en un marc tècnic de regulació, que obri la comercialització de títols de transport públic per part de tercers, ja que no ha de ser forçosament l'administració pública el proveïdor MaaS (ATM, 2019). Malgrat

tot, en el cas de la T-Mobilitat, sembla que el sistema s'està preparant perquè sigui l'administració pública l'encarregada d'integrar i proveir aquest servei.

4.6 Tecnologies i equipament

Tecnològicament, la T-Mobilitat comporta molts avenços. Un d'ells és l'ús de la tecnologia "*contactless*" (sense contacte, en anglès) per a la validació de títols. Aquesta tecnologia és cada dia més popular entre la població, per la seva versatilitat i comoditat. En el transport públic, a més, suposa una millora en el temps de viatge, un paràmetre clau de la mobilitat.

Per fer possible la tecnologia "*contactless*" s'han d'instal·lar els respectius taulells de validació. Els terminals d'interacció amb l'usuari (TIU) estaran dotats amb el sistema SAM (Security Acces Module), que permet realitzar les operacions de forma segura (il·lustració 9), certificades pels estàndards internacionals ISO 14443 i ISO 18092. També es disposa d'un gestor centralitzat de seguretat de les SAMs, que assegurarà l'encriptació de les dades. (ATM, 2019)



Il·lustració 9: Validació mitjançant la tecnologia "*contactless*"

Font: ATM

(https://www.atm.cat/web/pdf/np/2017/20170301%20La%20T_Mobilitat%20es%20la%20segona%20gran%20revolucio%20en%20transport%20public%20d%20aquest%20pais%20.pdf)

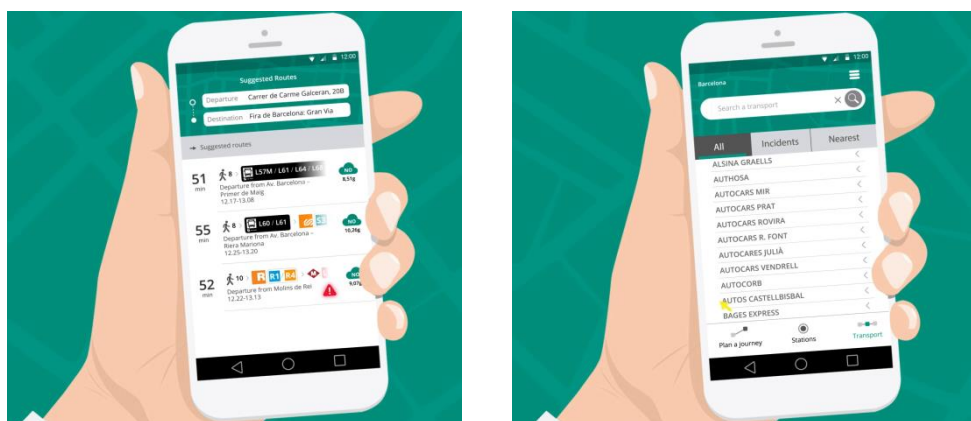
Els suports per validar els títols seran: la targeta de PVC, que incorporarà un xip d'altres prestacions per garantir la protecció de les dades, els dispositius mòbils que disposin de la tecnologia NFC i, finalment, les targetes bancàries EMV per validar bitllets senzills. Durant el període inicial d'implementació d'aquest sistema es mantindran les targetes de paper/cartró.

Pel que fa al xip d'altres prestacions de la targeta de PVC, aquest incorporarà sistemes de seguretat que garanteixi la no clonació de les dades, la confidencialitat, la integritat i autenticitat de totes les operacions realitzades. (ATM, 2019)

Un dels principals objectius del nou sistema és millorar l'atenció a l'usuari del transport públic, convertint-lo en un client i oferint-li un servei personalitzat. Per aconseguir-ho

es pretenen millorar els canals de relació entre el client i els operadors, oferint diverses opcions de contacte, presencials, en els punts d'informació, telefònics o digitals, mitjançant una web i una App. A més, el sistema de targetes personals de PVC garanteix la recuperació del títol en cas de pèrdua.

Un dels aspectes clau per a l'èxit del sistema esdevindrà la creació d'una aplicació per als dispositius mòbils intel·ligents. El projecte de l'App de la T-Mobilitat dissenyat per l'ATM posarà en mans de l'usuari/client tota la informació de les xarxes de mobilitat disponibles en la ubicació en què es trobi, o introduint un punt d'origen i un destí determinats. A més d'oferir els diferents recorreguts i opcions de viatge, es mostrarà informació de l'impacte mediambiental de cada ruta, de l'estat de cada servei, dels retards, incidents, etc.



Il·lustració 10: App T-Mobilitat

Font: ATM (<https://www.atm.cat/web/ca/jornada-atm-25feb19.php>)

Es disposarà d'informació, en temps real, del temps d'espera i la freqüència de pas dels diferents serveis de transport. A més l'usuari podrà informar d'incidents que trobi en el trajecte, mitjançant l'aplicació, per poder millorar la informació. També disposarà d'informació sobre els recorreguts adaptats per persones amb discapacitats, i existirà també l'opció d'indicar si l'usuari realitza el viatge amb bicicleta privada, oferint-li informació sobre les rutes dels carrils bici entre els diferents mitjans de transport. En aquesta aplicació s'introduirà el sistema integrat de transport, és a dir, es mostrarà informació de tots els sistemes i mitjans de transport que es troben a l'abast del client dins del sistema tarifari de la T-Mobilitat.

Finalment, s'oferirà també informació dels llocs d'interès cultural i turístic propers a la ubicació de l'usuari.

L'objectiu principal és complir les expectatives del client, fent que se senti satisfet amb servei de transport públic i n'incrementi el seu ús.

4.7 Ús de dades i privacitat dels usuaris

La implementació de la T-Mobilitat suposarà un augment massiu de dades referents a la mobilitat, gràcies a la digitalització d'aquest sistema. Les dades que es generin, degudament processades i analitzades tenen una importància vital per al correcte desenvolupament i la bona gestió de la mobilitat. Amb el model que es proposa, en què la validació dels títols es realitza a l'entrada i a la sortida de cada viatge, s'obté informació immediata de tots els viatges que realitzen tots els usuaris de la xarxa. Amb un tractament adequat d'aquestes dades es pot oferir un millor servei als usuaris, ja que les decisions es realitzen a partir del coneixement real de la demanda, podent oferir una oferta adequada.

Actualment, les dades que es recullen són molt limitades i poc representatives. Les dades que es recopilen segons el model vigent són dades de mobilitat a partir d'enquestes, com per exemple l'Enquesta de mobilitat en dia feiner (EMEF), en la qual la recollida d'informació es realitza mitjançant entrevistes telefòniques i entrevistes presencials. Les dades que es recullen permeten conèixer el nombre de viatges diaris, el motiu del desplaçament i el mètode de transport utilitzat. En aquest cas particular, les dades són molt generalistes i no s'obtenen els patrons de mobilitat exactes. Per altra banda, també s'obté informació de les dades d'operació del servei de mobilitat, els horaris, el temps de pas, les incidències en els serveis, les dades de la venda de bitllets, etc. Finalment, l'administració pública també gaudeix de dades relacionades amb la mobilitat, com per exemple les places d'aparcament, l'estat del tràfic, etc. Mitjançant l'Observatori de la Mobilitat de l'ATM s'analitzen i es realitza el seguiment de diferents dades referents a la mobilitat (ATM, 2019). En definitiva, en l'actualitat es realitza un seguiment i un tractament de les dades disponibles de la mobilitat, però en cap cas unes dades a temps real més precises sobre els desplaçaments diaris dels usuaris que permetrien optimitzar el servei i oferir-ne un d'ajustat a la demanda real.

Una de les limitacions actuals, respecte al tractament de dades, és que cada agent, públic o privat, actua únicament en el servei que ofereix per als seus usuaris, és a dir disposen de dades limitades i aïllades basades en el seu propi servei. Per aquest motiu, el tractament de dades en aquest context i amb aquestes limitacions pot qualificar-se d'ineficient. Integrar i compartir dades en aquest escenari resulta una tasca complicada. Un dels objectius de la *Mobilitat com a Servei* (MaaS) és combinar les dades de tots els agents, creant un servei generalitzat, segons s'ha exposat en l'apartat de *Digitalització i Mobilitat 4.0* del present capítol.

S'espera que en el futur l'Administració Pública desenvolupi un "Mobility Data Marketplace" públic que incorpori, de forma generalitzada, dades d'altres agents o d'altres fonts i permeti una explotació òptima de les dades, basant-se en l'aplicació del concepte de MaaS. Gràcies a l'aplicació del concepte MaaS i la globalització de

la mobilitat s'experimentarà un increment en els tipus de dades que s'emmagatzemen; un exemple podria ser la possibilitat de verificar el permís de conduir d'un usuari que pretengui utilitzar un servei de "Carsharing" (resulta evident que aquest tipus de dades requereixen un alt nivell de seguretat). A més, es disposarà de les dades d'altres proveïdors del servei, com, per exemple, el nombre de vehicles disponibles, els trajectes que es realitzen, el temps d'espera, etc., i resultarà interessant tractar dades complementàries, com, per exemple, l'estat del tràfic, les condicions climatològiques, etc. Totes aquest conjunt de dades recollides en una mateixa plataforma digital permetran oferir a l'usuari tot el ventall d'opcions i de trajectes, optimitzats en temps real, que li permeti efectuar el desplaçament "més" desitjat.

En qualsevol cas, un dels aspectes que més preocupa en el tractament massiu de dades és la privacitat dels usuaris. Caldrà donar compliment a la normativa reguladora de protecció de dades personals, essent necessari codificar les dades, per garantir l'anonimat dels usuaris i disposar de mesures de seguretat suficients i adequades que garanteixin un accés segur a les dades.

A part de la normativa, també tecnològicament s'hauran d'establir mecanismes per protegir les dades. L'estandardització de les dades, l'adquisició i el compartiment es realitzarà mitjançant APIs (Application Programming Interface), que són, bàsicament aplicacions que serveixen d'interfase entre dues altres aplicacions que comparteixen dades entre elles (MuleSoft). Aquests han de garantir la qualitat, seguretat i privacitat del tractament de dades que realitzen. Una altra de les tecnologies que s'utilitzen per garantir la privacitat és la tecnologia "blockchain", en català, cadena de blocs; aquesta tecnologia assegura poder emmagatzemar informació que no es pot perdre, eliminar o modificar. El "blockchain" està format per una xarxa de nodes, on cada node conté informació de tota la cadena; això fa que sigui un registre fiable i descentralitzat i resistent a la manipulació de dades. A més d'assegurar la integritat de les dades, permet emmagatzemar-les de forma xifrada per garantir la confidencialitat. (Pastorino, 2018)

4.8 Fases d'aplicació del sistema

L'aplicació de la T-Mobilitat es realitzarà en dues fases dins de la regió metropolitana de Barcelona.

En la primera fase els títols actuals es mantenen intactes. És a dir, el sistema tarifari integrat està format per 84 títols integrats, 100 títols socials de les administracions locals i 150 títols d'altres operadors de transports. La diferència respecte al sistema actual serà que s'incorporarà la validació en la sortida. Aquesta mesura preveu reduir considerablement els fraus. Altrament, s'incorporaran les targetes personals i

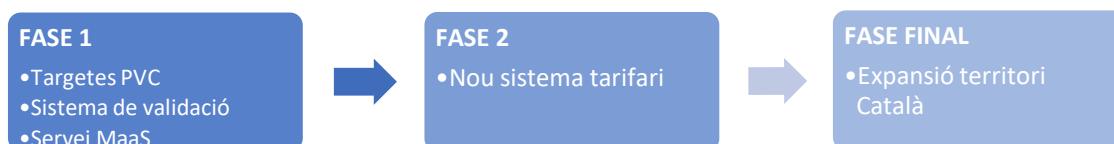
s'identificarà als usuaris, centralitzant la informació en una base de dades. D'aquesta forma es reduirà el mal ús a l'hora d'obtenir títols personals, ja que es disposarà d'un registre dels usuaris del sistema.

Aquesta primera fase incorporarà tots els elements tecnològics, com ara els dispositius de validació i les targetes amb xip. Implementada aquesta fase, el sistema es trobarà a punt per als futurs canvis del sistema tarifari.

La posada en marxa de la T-Mobilitat ha de coincidir amb la implementació de serveis MaaS, amb la incorporació de nous mètodes de transport dins del sistema tarifari integrat, permetent el canvi entre els diferents serveis de transport, i obtenint d'aquesta forma un sistema que facilitarà la mobilitat. És a dir, es podrà canviar de mitjà de transport de forma dinàmica: amb el mateix títol es podrà utilitzar el servei de transport públic (metro, autobús, tramvia, etc.) i d'altres de privats (com per exemple el *bicing*). S'espera que aquest servei pugui anar expandint-se i que es puguin incorporar nous serveis de mobilitat.

La principal diferència entre la fase 1 i la fase 2 serà el sistema tarifari. En la segona fase s'implementarà un nou sistema tarifari que, com s'ha dit, es basarà en el pagament de la mobilitat real, és a dir pel servei que l'usuari efectivament utilitzi. A més, desapareixeran les targetes de cartró, totes les validacions es realitzaran per mitjà de la targeta PVC, dispositius mòbils amb la tecnologia NFC o targetes d'entitats bancàries.

Per altra banda, la voluntat de les administracions catalanes és expandir aquest model en tot el territori català, realitzant la primera aplicació a l'àrea metropolitana de Barcelona i més endavant a Tarragona, Lleida i Girona. Per aconseguir finalment, un sistema de mobilitat únic que inclourà aproximadament 75 empreses del sector de la mobilitat (ATM, 2019), dins les quals es trobaran el servei d'autobusos i els serveis ferroviaris de mitja distància.



Il·lustració 11: Esquema de les fases de l'aplicació del sistema

Font: elaboració pròpia basat en l'ATM

La T-Mobilitat va ser presentada en roda de premsa, per primer cop, l'any 2012 per, l'aleshores conseller de Territori i Sostenibilitat, Lluís Recoder. S'esperava que l'adjudicació del contracte de col·laboració públic-privat es fes l'any 2013, i que es realitzés la primera prova pilot l'any 2014 (Aldia, 2012). Finalment, l'any 2014 SocMobilitat va resultar adjudicatària del contracte per part de l'ATM. SocMobilitat és l'empresa encarregada del desenvolupament, la implantació, el manteniment,

l'operació dels sistemes tecnològics i la gestió dels sistemes d'informació. SocMobilitat és una societat formada per Indra, CaixaBank, Moventia i Fujitsu. Aquest contracte, amb una durada de 15 anys, preveia que el sistema començaria a aplicar-se l'any 2018 a Barcelona i a estendre's a la resta de territori l'any 2019 (Moventia, s.d.). Finalment, després de diferents endarreriments, sembla que la implantació de la T-mobilitat podria ser una realitat l'any 2021. L'Autoritat Metropolitana de Transport té prevista la posada en funcionament del nou sistema l'1 de gener de 2021. Tanmateix, les expectatives d'aquesta posada en marxa, el futur de la T-Mobilitat, sembla actualment incert.

5. Big Data vs Privacitat (protecció de dades personals)

5.1 Introducció

Resulta indiscutible que el pilar fonamental de la digitalització (o transformació digital) reposa sobre l'anàlisi i el tractament de dades; en el cas de la digitalització del transport, aquest anàlisi i tractament es farà de les dades que s'obtenen (majoritàriament) dels usuaris dels serveis. En el present capítol es fa una aproximació a la definició del Big Data, i dels sistemes d'anàlisi i tractament de dades, i la seva compatibilitat amb la protecció de les dades personals, dret fonamental de les persones reconegut a la mateixa Constitució espanyola i regulat per la normativa europea i espanyola.

5.2 Big Data

El terme Big Data (dades massives) va ser utilitzat per primera vegada l'any 1998 pel científic informàtic John Mashey en un article publicat al New York Times "Big Data and de Next Wave of Infrastrass", amb la voluntat de referir-se als avenços dels sistemes de computació (Rosales, 2019).

Avui, aquest terme s'utilitza per referir-se a diferents conceptes, des de dades generades per sistemes tradicionals fins a noves formes digitals de comunicació i d'informació compartida. Un dels conceptes més utilitzats, quan es fa referència al Big Data, és al conjunt de tecnologies que faciliten el tractament de quantitats ingents de dades que provenen de fonts diferents.

Fins no fa massa temps, els valors obtinguts amb el tractament de dades estàtiques, d'un únic ús o, si eren diversos, molt específics, aportaven un valor afegit nul o molt limitat. Amb l'aparició de les noves tecnologies, el tractament d'aquestes dades (inútils a simple vista per més d'un ús), mitjançant Big Data, ha derivat en l'obtenció de coneixement sense límits.

Entre d'altres utilitats, el tractament massiu de dades ens pot facilitar informació sobre quins són els patrons de comportament de les persones. En l'àmbit de la informàtica, el Big Data són tendències d'alta complexitat, atès que les dades originals no són estructurades, habitualment provinents de xarxes socials, telèfons intel·ligents o tauletes, dispositius GPS, recerques en navegadors d'internet, etc. Aquestes dades sense estructurar no ofereixen cap valor per sí soles; mentre que els equips informàtics tradicionals no són capaços de processar un volum tan dens de dades, el Big Data es basa en un conjunt d'eines informàtiques amb capacitat per emmagatzemar i tractar la informació, per poder extreure'n valor.

Big data no és, en sí mateixa, només, una tecnologia, sinó que fa referència a grans quantitats d'informació que analitzen les empreses, organitzacions o administracions mitjançant algoritmes amb l'objectiu d'obtenir valor (i rendiment econòmic).

Si internet va suposar una revolució a nivell mundial, el Big Data està canviant novament la visió de les coses: l'eficiència o el valor afegit que pot derivar de les dades és inimaginable. Avui en dia, les dades es posen al servei d'usos abans desconeguts i mai imaginats, que ha estat possible desenvolupar gràcies a l'increment de la capacitat de memòria dels processadors, amb un abaratiment dels sistemes de recopilació i emmagatzematge de gran quantitat d'informació i el desenvolupament de sistemes d'anàlisi matemàtics i estadístics. Es tracta de transformar la informació que ens proporciona les dades en noves formes de valor. Un clar exemple són els motors de recomanacions automatitzades (per exemple, Amazon utilitza dades dels seus clients per fer recomanacions basades en compres prèvies d'altres clients), o la correlació de cerques en navegadors web, que detecten mitjançant paraules clau tendències o preocupacions de sectors concrets de població.

La idea és simple: extreure, a base de tractar grans quantitats d'informació, utilitats i beneficis que abans, amb petites bases de dades, eren inimaginables. Les possibilitats, com s'ha dit, són infinites.

Per comprendre un mica millor el Big Data i la seva dimensió, cal referir-se a les "V" característiques que l'identifiquen: (Instituto de Ingeniería del Conocimiento, 2016) (Gil, 2015)

- Volum. És la característica més obvia del Big Data. Big Data implica recollir, emmagatzemar i analitzar grans quantitats de dades, en lloc d'estudiar una mostra, com ho ha vingut fent l'estadística tradicional. Es passa de tractar magnituds de megabytes, o gibabytes, a tractar exabytes d'informació (1 exabyte = 1.000.000.000.000.000 bytes), informació que ja no pot ser tractada amb eines i processos tradicionals (Excel), essent necessària la implementació de nous sistemes com NoSQL o el software Apache Hadoop.
- Velocitat. Aquesta característica fa referència a un element de vital importància: el temps. Gairebé en temps real es reben i processen quantitats inimaginables de dades, transformant-les en informació útil i valuosa.
- Varietat. La varietat fa referència a la naturalesa de les dades. Les diferents fonts de procedència (xarxes socials, transaccions bancàries, enquestes, dades biomètriques, geolocalitzacions,...) fan que l'obtenció d'informació d'aquest conjunt de dades, normalment no estructurades, esdevingui molt complicada.

- Veracitat. Característica referida a la fiabilitat o qualitat de les dades. El fet de tractar grans quantitats de dades no estructurades, amb un alt grau d'incertesa sobre la seva veracitat, fa necessària la incorporació de processos de 'neteja', que les tecnologies Big Data garanteixen, per tal que les dades obtingudes siguin fiables.
- Visualització. Referida a la possibilitat de visualitzar les dades i el valor que ens aporten com un element en què fonamentar la presa de decisions.
- Valor. Finalment, trobem la raó de ser del Big Data. La finalitat del tractament massiu de dades és obtenir el valor que ens aporta el coneixement, habitualment en forma de valor econòmic, però també de servei o d'innovació.

Altres característiques, a banda de les identificades amb les "V", que podem destacar de la tecnologia Big Data poden ser, fruit del benefici d'analitzar grans quantitats de dades, l'optimització de les dades mitjançant la (re)utilització de dades obtingudes o destinades a una finalitat concreta a d'altres finalitats noves inicialment no previstes, o l'ús intensiu d'algoritmes que ens permeten trobar informació que, al seu torn, pot ser analitzada de nou, i així concretar noves cerques i obtenir resultats no associats als paràmetres d'anàlisi inicials.

Aquestes característiques estan suposant un canvi de paradigma en la forma d'analitzar la informació, canvis que es concreten en tres grans tendències que han estat posades de manifest pels estudiosos Kenneth Neil Cukier i Viktor Mayer-Schöenberger (Gil, 2015):

- El canvi de l' 'alguna cosa' al 'tot', en el sentit que tradicionalment s'ha fet tractament d'una petita mostra o quantitat d'informació fàcilment analitzable per explicar realitats complexes; aquest tipus d'anàlisi funcionen bé per a qüestions generals, però no quan volem obtenir conclusions de subgrups de la mostra, perquè llavors l'estadística deixa de ser fiable. Per aquest motiu les mostres aleatòries són suficients per descriure realitats globals, però no per identificar comportaments particulars.
- El canvi del 'net' al 'caòtic', que representa el cost de recollir i analitzar grans quantitats d'informació, ja que no es pot pretendre que tota la informació recollida estigui ben estructurada i neta. Tanmateix, els beneficis d'analitzar grans quantitats d'informació són sempre més grans que els inconvenients de permetre petites inexactituds (sempre que les dades no siguin completament incorrectes).
- I, finalment, el canvi de la 'causalitat' a la 'correlació', en el sentit que el que realment importa ja no és descobrir la causalitat entre dos fets sinó la seva

correlació, descobrir patrons i poder, per exemple, predir quan un esdeveniment tornarà a ocórrer.

5.3 Beneficis del Big Data

A aquestes alçades, resulta indubtable que les oportunitats que ens ofereix el Big Data són reals i il·limitades. La digitalització és un àmbit amb tendència alcista, cada vegada més present, no només perquè ens permet conèixer la demanda d'un determinat sector o producte, sinó per les possibilitats de la seva segmentació gairebé en temps real, molt més fiables i ajustades, fet que ens permetrà, evidentment, gestionar de forma més eficient, innovadora i sostenible.

Les dades que ens permetran accedir a aquests coneixements seran facilitades tant per les persones com pels objectes, mitjançant l'anomenat "internet de les coses", cada vegada més generalitzat.

Grans empreses tecnològiques fa temps que van saber veure el potencial de la tecnologia Big Data (Google, Facebook, IBM, etc.) i, de fa anys, inverteixen en l'explotació de les dades i com transformar-les en valor. I seguint l'estela d'aquestes companyies, moltes empreses i administracions estan invertint en tecnologies que els permetin innovar i generar valor de les dades i la informació de què disposen o que poden obtenir dels seus clients, proveïdors, etc., fent-los més competitius, amb l'objectiu, és clar, de generar i dissenyar nous serveis, i fer més eficients i sostenibles aquells dels que ja disposen.

Si ens centrem en les administracions públiques resulta evident que un correcte anàlisi de les dades permetrà prendre decisions de manera més ràpida i eficaç, preveure la demanda de la ciutadania, eficienciar la prestació de serveis (seguretat ciutadana, transport, sanitat, ensenyament,...), o ajustar els processos i sistemes de treball, entre molts altres avantatges de gestió pública. Avui, fruit de l'anàlisi de dades en l'àmbit, generalment, de les administracions locals, ens trobem davant del fenomen de les 'smart cities', havent constituït una xarxa a nivell mundial per tal de compartir experiències i coneixements.

A nivell empresarial, són, com s'ha dit, cada cop més les empreses que ajusten el seu model productiu a l'anàlisi de dades, destinant importants esforços i recursos a la investigació utilitzant tècniques i tecnologia Big Data, fet que els comporta, clarament, beneficis i avantatges competitius.

En qualsevol cas, tant les empreses com les administracions públiques convenen que una de les majors debilitats del Big Data i de l'anàlisi de les dades que provenen, en la seva majoria, de les persones, es la privacitat d'aquestes.

El Big Data permetrà el desenvolupament de nous negocis i nous mercats basats en la informació que ens faciliten els productes, els serveis, els proveïdors o els clients. L'incalculable valor que podrà obtenir-se de l'anàlisi de les dades és encara, en bona part, desconegut. Tanmateix, a l'altra banda de la moneda, trobem diferents qüestions, limitacions o fronteres que cal no traspassar per no envair l'esfera privada de les persones: **la protecció de les dades personals**.

5.4 Reptes del Big Data

Entre els principals reptes als que s'enfronta la tecnologia Big Data hi trobem: les dificultats tècniques d'emmagatzematge, els resultats erronis que no es revisen, les decisions automatitzades sense cap intervenció humana i la privacitat de les persones (Gil, 2015).

Causalitat / casualitat

Una de les principals característiques del Big Data és l'anàlisi massiu de dades per tal d'extreure'n patrons de comportament que facilitin la predicció futura. No obstant, és tant important trobar aquests patrons, per crear el model predictiu, com la correcta relació entre les seves variables, i, en aquest sentit, no es pot confondre la casualitat amb la causalitat. En estadística, la correlació es defineix com el grau de relació entre dues variables. Dues variables estan correlacionades quan un augment o disminució d'un valor comporta automàticament un canvi en l'altra. Així, quan dues variables presenten correlació, és possible que presentin també una relació de causalitat, això comporta que existeixi una relació causa-efecte, de manera que l'ocurrència d'un succés (causa), en provoca l'efecte. No obstant, una correlació entre dues variables no implica que sempre hi hagi causalitat, i pot ser que, de vegades, la correlació es produeixi per atzar o simple casualitat. L'estudi de les dades estadístiques pot mostrar una correlació entre variables, però és important que aquest resultat sigui objecte de revisió i estudi per constatar que aquesta correlació és fruit de la causalitat o una connexió real, i no de la casualitat o simple coincidència.

Decisions automatitzades

Continuant amb els riscos ens trobem amb la presa de decisions basades en l'anàlisi automatitzat de dades sense cap mena d'intervenció humana que les supervisi o les validi. Així, en la majoria de decisions automatitzades, l'única intervenció humana la trobem en el moment previ de l'anàlisi, a l'hora de fixar els paràmetres a analitzar, en el moment de crear els algorismes que analitzaran les dades per prendre una decisió, sense que hi hagi un control humà posterior per comprovar la decisió en concret. D'aquesta manera, la intuïció humana desapareix de la presa de decisions, de vegades transcendents, confiant cegament en els resultats obtinguts per l'anàlisi mecanitzat. Desapareix la motivació de les conclusions i el Big Data ens indica què

hem de fer sense cap mena de justificació. Un dels exemples clàssics en els que es fa patent el risc de la presa de decisions únicament automatitzades és en el sector bancari, a l'hora de qualificar la solvència dels clients, o en el sector sanitari, a l'hora de diagnosticar una malaltia i el seu tractament. Davant d'aquests fets, apareixen els defensors i els detractors de la ciència de les dades en la presa de decisions, existint partidaris de concedir als humans la possibilitat d'intervenir, i fins i tot vetar les decisions preses de forma analítica a través d'algoritmes, i els contraris a aquesta possibilitat. Davant d'aquesta dualitat, s'ha apuntat la possibilitat que, per part dels analistes, es puguin retocar els algoritmes de manera que disminueixi la possibilitat d'adoptar una decisió equivocada sobre una persona; l'objectiu no és que una persona supervisi la decisió quan ja està presa, sinó que pugui fer-ho prèviament.

5.5 La protecció de dades personals en l'àmbit del Big Data

Què és una dada personal?

D'acord amb la definició que en fa el Reglament General de Protecció de Dades de la Unió Europea (RGPD, 2016), «Dades personals»: tota informació sobre una persona física identificada o identificable («l'interessat»); es considerarà persona física identificable tota persona la identitat de la qual es pugui determinar, directament o indirectament, en particular mitjançant un identificador, com ara un nom, un número d'identificació, dades de localització, un identificador en línia o un o diversos elements propis de la identitat física, fisiològica, genètica, psíquica, econòmica, cultural o social d'aquesta persona».

Com es pot constatar de la pròpia definició, les dades de caràcter personal no es limiten a noms i cognoms, sinó que són una llista llarga i oberta que inclou dades com la nostra veu, número d'identitat (DNI o NIF), la nostra adreça, etc. Però també són dades de caràcter personal la nostra identitat digital, el nostre ADN o, fins i tot, la nostra manera de caminar. En realitat, són moltes les formes i els elements que ens fan identificables; així, per exemple, encara que no ens hàgim registrat en un lloc web, aquest pot utilitzar tècniques analítiques per rastrejar les empremtes digitals que la nostra activitat ha anat deixant fins a identificar-nos.

Cal destacar, entre les dades personals, les etiquetades com a dades especialment protegides, que són aquelles que afecten l'esfera més íntima de l'ésser humà, com ara: la ideologia, la filiació sindical, la religió, l'orientació sexual o les dades de salut. Aquestes, per la seva sensibilitat, són objecte d'un tractament normatiu especial, que, en definitiva, es tradueix en una protecció més gran.

Tant per a la normativa interna com per a l'europea, el concepte de dada personal es concep des d'una perspectiva àmplia. Des d'un punt de vista de la naturalesa de la informació, la dada personal inclou informació objectiva i apreciacions subjectives, la

clau serà que aquella informació identifiqui o faci identificable una persona en concret. Des de la vessant de contingut, a mida que la societat i la tecnologia evolucionen, el llistat d'informació que es considera dada personal va augmentant; en aquest sentit, és important destacar que, per a que sigui considerada dada personal, no és necessari que la informació estigui recollida en una base de dades o en un fitxer estructurat; la informació no estructurada pot arribar a ser qualificada, també, com a dada personal.

Quin és el marc normatiu de la protecció de dades?

A nivell europeu, l'any 2016, es va publicar al Diari Oficial de la Unió Europea el Reglament (UE) 2016/679, del Parlament Europeu i del Consell, de 27 d'abril de 2016, relatiu a la protecció de les persones físiques en allò que respecta al tractament de dades personals i a la lliure circulació d'aquestes dades i per la qual es deroga la Directiva 95/46/CE; l'anomenat i conegut Reglament general de protecció de dades (RGPD, 2016). Cal destacar, sobre aquesta norma, el fet que la Unió Europea s'hagués decidit per un Reglament (i no per una Directiva), que obliga de forma directa i homogènia a tots els països de la Unió, evitant d'aquesta manera la diversitat de criteris i de normativa entre Estats que s'havia produït amb la Directiva de l'any 1995. Aquest fet significa, a la pràctica, que qualsevol ciutadà de la Unió pot acudir als tribunals nacionals per reclamar el compliment del Reglament europeu, malgrat la inexistència de normativa nacional o bé que aquesta no reconegui drets previstos al RGPD.

A nivell de l'estat espanyol, a banda de la referència que trobem a la pròpia Constitució Espanyola, en la que es qualifica el Dret a la protecció de dades de caràcter personal com un dret fonamental, amb tot el que això implica pel que fa al desenvolupament normatiu, i, com ja s'ha dit, a l'aplicació directa del Reglament europeu, la principal norma vigent en matèria de protecció de dades de caràcter personal, és la Llei orgànica 3/2018, de 5 de desembre, de protecció de dades i garantia dels drets digitals (LOPDGDD, 2018), que ve a recollir les previsions del reglament europeu, i deroga i substitueix l'anterior LOPD de l'any 1995.

A més de les dues grans normes -RGPD i LOPDGDD-, trobem normativa sectorial, entre la que cal destacar la Llei 34/2002, d'11 de juliol, de serveis de la societat de la informació i de comerç electrònic, i la Llei 9/2014, de 9 de maig, general de telecomunicacions.

L'objectiu de tota aquesta normativa vindria a resumir-se en el fet de garantir i protegir, en allò que es refereix al tractament de dades personals, les llibertats públiques i els drets fonamentals de les persones físiques, en especial la seva intimitat i la familiar.

Entre les grans novetats, respecte de la normativa anterior, convé destacar els nous drets de privacitat inexistents fins aleshores: el dret a l'oblit i a la portabilitat de les dades. Al mateix temps, es reforcen els deures de transparència, incloent el concepte de privacitat per defecte i des del disseny (de gran importància en el camp del Big Data), i es reforça també el consentiment de l'interessat.

5.6 El Big Data i la protecció de dades

Previ a l'aparició de les tecnologies Big Data, per tal d'obtenir informació, es treballava amb mètodes de predicció mitjançant mostres representatives, amb resultats orientatius. En l'actualitat podem tractar dades i informació sense necessitat de mostres, de forma automàtica, arribant a resultats gairebé exactes. Aquesta forma d'analitzar dades i informació ens aboca a una nova realitat que representa un risc per a la privacitat i les llibertats de les persones. El fet que s'analitzin base de dades d'informació, amb dades personals, fa que sigui possible identificar persones o conèixer determinades qüestions que les facin identificables. El tractament d'informació arriba a nivells en què ja no són necessàries les mostres, ni, per altra banda, són determinables les dades d'un estudi concret. Les bases de dades han crescut tant, i s'alimenten de fonts d'informació tan diverses, que arriben a formar bases de dades noves, completes i fàcilment relacionables amb altres bases de dades (Rosales, 2019).

El mateix RGPD, en alguns dels seus considerants, fa esment al fet que la magnitud dels tractaments que es realitza en els nostres dies i les novetats tecnològiques, reclamen l'existència d'una normativa que afronti les problemàtiques esmentades, i reguli de quina manera es pot legitimar el tractament de dades personals en entorns Big Data o de quina manera convertir dades personals en informació que deixi de compartir les característiques d'aquestes. Com s'ha indicat, la normativa de protecció de dades entra en acció quan la informació de les persones físiques fa que aquestes resultin identificades o identificables; en sentit contrari, quan la informació no fa identificable una persona, la regulació normativa no resultaria d'aplicació. Aquest circumstància ens porta a parlar de les tècniques d'anonimització, enteses com aquelles que ens permeten convertir dades personals en dades no personals, protegint d'aquesta manera la privacitat de les persones, o altres tècniques que faciliten aquesta protecció, també previstes normativament, com la pseudonimització, entès com el procés de dissociació de dades que, sense ser anònimes, tenen major garantia que les dades personals en sí mateixes.

En qualsevol cas, la tecnologia Big Data amenaça la normativa de protecció de dades per diferents qüestions, entre d'altres: per la dificultat de donar compliment al principi de minimització de dades, pel qual només han de recopilar-se les dades mínimes necessàries per a la finalitat per a la que es recullen (principi clarament contrari a la

filosofia Big Data); per les limitacions de les tècniques d'anonimització, atès que en moltes ocasions esdevenen ineficaces, permetent la reidentificació de les persones de les quals es van anonimitzar les dades; per la gran facilitat que representa la presa de decisions de forma automàtica basada en la informació analitzada i obtinguda mitjançant algoritmes.

5.7 Big Data vs bases legitimadores pel tractament de dades

D'acord amb allò que es disposa al RGPD, existeixen diferents circumstàncies (bases legitimadores) que permeten un tractament de dades personals. Entre aquestes, es farà referència a les que, de forma més clara, facilitarien el tractament de dades basat en tecnologia Big Data:

5.7.1 El consentiment

El consentiment de l'interessat per al tractament de les seves dades ha estat una de les novetats en la normativa europea (RGPD, 2016) i nacional (LOPDGDD, 2018), no tant per la figura, perquè el consentiment ja era una base legitimadora per al tractament de dades previ a l'aprovació d'aquestes normes, sinó per la manera en què s'ha de produir aquest consentiment per part de l'interessat. Per entendre-ho, ens referirem a la definició que del consentiment es fa a les esmentades normes, així com als considerants del RGPD.

D'acord amb la definició que trobem en ambdues normes, el consentiment de l'interessat és tota manifestació de voluntat lliure, específica, informada i inequívoca per la qual accepta, sigui mitjançant una declaració o una clara acció afirmativa, el tractament de dades personals que el concerneixen. Al mateix temps, aquest consentiment ha de ser específic per a cada tractament de dades, fet que xoca frontalment amb la fórmula de tractament Big Data, tecnologia que es fonamenta justament en la reutilització o reaprofitament de dades i en nous tractaments, fet que, com és de suposar, dificulta recollir els consentiments oportuns del/s interessat/s. Cal tenir en compte, així mateix, que, per tal de donar compliment a la normativa de protecció de dades, quan el tractament es fa amb el consentiment de l'interessat, el responsable del tractament ha de ser capaç d'acreditar que l'interessat ha donat el seu consentiment a l'operació de tractament; i, encara més, es presumirà que el consentiment no ha estat atorgat lliurement quan no permeti autoritzar per separat les diferents operacions de tractament de dades personals malgrat resultar adequat en el cas concret, o quan el compliment d'un contracte, inclosa la prestació d'un servei, depengui del consentiment, encara que aquest no sigui necessari per a l'indicat compliment.

Com es pot constatar, en els casos de tractament massiu de dades, acreditar el consentiment per a totes i cadascuna de les operacions pot representar un veritable maldecap, o esdevenir simplement impossible, si, com aconsella la normativa, el disseny de com es protegiran les dades no es fa per defecte i per disseny des del començament mateix del cicle de vida de les dades, és a dir, abans fins i tot de demanar el consentiment als interessats.

Cal insistir en el fet que el consentiment, com a base que legitima el tractament de dades, ha de ser informat, inequívoc i exprés. Vol dir això que el consentiment ja no pot ser tàcit, sinó que requereix d'un acte positiu de l'interessat en què manifesti no només que autoritza al responsable a tractar les seves dades personals i amb quina finalitat, sinó que ha rebut d'aquest la informació sobre els drets de què disposa, per exemple, per retirar el consentiment donat en qualsevol moment. Com ja s'ha dit, aquesta circumstància es contradiu amb l'essència del Big Data, que busca la reutilització de les dades i usos secundaris. En aquest sentit, insistim, resulta clar que els responsables haurien de poder acreditar cada vegada que es tracten dades amb una finalitat diferent, que disposen del consentiment exprés de l'interessat, lliure i informat. L'art. 6 de la LOPDGDD és clar al respecte: quan es pretengui fundar el tractament de les dades en el consentiment de l'afectat per a una pluralitat de finalitats serà precís que consti de manera específica i inequívoca que l'esmentat consentiment s'atorga per a totes elles.

Algunes empreses, per tal de salvar aquests inconvenients, informen en la seva política de privacitat que utilitzen el consentiment exprés per tractar dades personals per enviaments massius de publicitat o per tractar dades de clients, productes o serveis per crear perfils comercials per a proveïdors; una fórmula tan ambigua com útil per donar sortida al compliment de la normativa.

5.7.2 L'interès públic

D'acord amb l'art. 6.e del RGPD, l'interès públic o l'exercici de poders públics, és una base legitimadora per al tractament de dades, fet que, clarament, faculta les administracions públiques per tal de desenvolupar els tractaments massius de les dades personals de què disposen. Facultat que els ens públics poden sumar a la licitud del tractament en base a una obligació legal aplicable al responsable (art 6.c RGPD). No obstant, resultar clar que les administracions públiques no podran fer indiscriminadament tractament de dades massiu (Big Data), sinó simplement aquells en què exerceix un tractament favorable als ciutadans, analitzant les seves dades per aportar-los valor. Un clar exemple el trobem en els anomenats projectes de ciutats intel·ligents (*smart cities*), en què s'analitzen dades personals, i no personals, dels serveis de transport urbà, càmeres de vídeo vigilància, cultura, medi ambient, residus, etc.

Tenint en compte que les dades no personals no són objecte de la normativa de protecció de dades, cal no perdre de vista el risc que aquestes dades no personals es relacionin, de forma més o menys directa, amb dades personals, fet que obligaria a les administracions que les analitzen a adoptar les mesures de seguretat per assegurar que el tractament de les dades personals que es faci estigui degudament legitimat per l'interès públic (almenys), i que aquests tractaments es fan amb finalitats concretes i específiques, minimitzant els riscos i defensant, alhora, la intimitat de les persones.

Un exemple de com tractar les dades de forma massiva (mitjançant tecnologia Big Data) de forma correcta el trobem a l'empresa de transport de Londres (Transport for London, TfL). Amb les dades proporcionades per milions de persones que utilitzen el transport públic (autobusos, trens, metro, bicicletes, Ferrys, etc.) en una de les ciutats més importants del món, analitzen l'ús que en fan i les necessitats dels consumidors d'aquests serveis, amb dos objectius prioritaris: planificar millor i retornar informació útil als usuaris.

La utilització del Big Data per part de l'empresa de transport de Londres es basa en primer lloc en enregistrar el trajecte programat per cada usuari, en gestionar esdeveniments imprevistos (accidents, embussos de trànsit, fenòmens meteorològics,...), i en segon lloc, finalment, facilitar informació personalitzada a cada usuari. I tot això sense necessitat de fer ús de les dades personals dels interessats, gràcies a la utilització de targetes amb una numeració concreta i específica (*Oyster smartcard tickeking System*), de manera que les dades dels ciutadans queden anonimitzades. Aquestes targetes aboquen una quantitat ingent d'informació a l'empresa de transport, informació que és analitzada i que permet conèixer quines són les parades de transport més utilitzades pels residents i pels turistes, en quina època de l'any hi ha més afluència de turistes, com i quan, en temps real, s'ha de redireccionar el transport en cas d'embussos de trànsit; o, fins i tot, gestionar de forma automàtica possibles reclamacions dels usuaris per demora horària.

Així doncs, tal com s'ha pogut constatar amb l'exemple de l'empresa de transport londinenca, la gestió responsable i anonimitzada de dades de les que pot disposar l'administració per obtenir informació valuosa que li permetrà gestionar eficaçment i eficientment els serveis públics es possible i compatible amb el Big Data, acreditant la base legitimadora de l'interès públic.

5.7.3 L'interès legítim

Si l'interès públic o l'obligació legal, com s'ha vist, és la base legitimadora de les administracions públiques pel tractament de dades en entorns Big Data, les grans empreses utilitzen l'interès legítim com una solució que els permetrà, d'acord amb la

normativa reguladora de protecció de dades, analitzar i tractar dades sense un consentiment exprés de l'interessat per a cada nou tractament de dades.

En aquest sentit, l'art. 6.f del RGPD estableix que com a base legitimadora el tractament de dades personals quan aquest "és necessari per a la satisfacció d'interessos legítims perseguits pel responsable del tractament o per un tercer, sempre que sobre aquests interessos no prevalguin els interessos o els drets i llibertats fonamentals de l'interessat que requereixin la protecció de dades personals". Sobre aquesta base legitimadora, doncs, les empreses argumenten el tractament massiu de dades, en entorns Big Data, per tal de cercar i oferir un millor servei pels seus clients (és el cas, entre d'altres, de les plataformes de serveis Amazon o Airbnb).

El problema, en realitat, és on queda la frontera entre l'interès legítim i la protecció de les dades personals. La informació facilitada per les grans empreses, en molts casos, és confusa i enrevesada i gens clara sobre els tractaments de dades que es faran, per tal que els interessats la puguin comprendre.

5.7.4 El compliment d'un contracte

La base legitimadora del compliment d'un contracte (art. 6.b RGPD) podria servir també als tractaments de dades en entorn Big Data si la finalitat del contracte fos compatible amb aquells tractaments. Tanmateix, en el moment en què les dades són tractades amb finalitats diferents a les de l'objecte contractual, els nous tractaments queden fora de l'emparedament legitimadora del compliment del contracte i, en molts casos, les empreses hi fan "jugar" altres bases que els legitimen, com poden ser el consentiment (que ja hem dit que és complicat per al Big Data) o l'interès legítim, amb l'excusa de facilitar al client una millora en la prestació dels serveis, sense deixar clar en les seves polítiques de privacitat sobre quina base legitimadora sustentaran els tractaments de dades.

En qualsevol cas, tenint en compte que el principi de minimització és un dels que inspiren la normativa de protecció de dades, resulta complicat visualitzar que el compliment d'un contracte resulti prou sòlid com a base legitimadora en entorns Big Data, ja que, esgotat l'objecte del contracte, no cabrien tractaments amb altres finalitats.

5.7.5 L'obligació legal

Conforme a l'art. 6.c RGPD els tractaments de dades seran lícits si són necessaris per al compliment d'una obligació legal. Sota aquest paraigua, l'anàlisi massiu de dades, en entorns Big Data, aconsegueix cobertura legal, especialment en l'anàlisi de les dades publicades per entitats públiques en les seves obligacions de transparència:

els “Open Data” de les administracions serveixen en moltes ocasions com a font, tant per a les mateixes administracions com per als ciutadans o empreses que en fan ús.

Generalment, aquestes dades es publiquen i, en conseqüència, s’analitzen de forma anonimitzada; no obstant, en determinats tractaments que en fa l’administració no només no són dades anonimitzades, sinó que es fan sobre dades de les anomenades de categoria especial, especialment en l’àmbit de la salut, àmbit en el que les possibilitats del Big Data són molt importants i encoratjadores, en concret per a la diagnosi i el tractament de malalties, o en moments d’extrema necessitat, com s’ha pogut constatar, per exemple, en la present crisi sanitària de pandèmia mundial causada pel Covid-19, en el que la legitimació per al tractament de les dades ha estat, no només l’obligació legal, sinó la protecció dels interessos vitals dels interessats i de la humanitat en general (art. 6.d RGPD).

5.8 La seudonimització i l’anonimització de dades

5.8.1 La seudonimització

D’acord amb la definició que se’n fa al RGPD, per seudonimització cal entendre: “el tractament de dades personals de tal manera que ja no es puguin atribuir a un interessat sense utilitzar informació addicional, sempre que aquesta informació addicional figuri per separat i estigui subjecta a mesures tècniques i organitzatives destinades a garantir que les dades personals no s’atribueixin a una persona física identificada o identificable”.

Així doncs, ens trobem davant d’una tècnica per “assegurar” les dades canviant-ne determinats atributs representatius de la persona per dades seudònimes, creant les dades extretes per separat, i, en conseqüència, dificultant-ne una possible vinculació. La complexitat de reidentificar una persona partint de les dades seudonimitzades dependrà només del mètode utilitzat i dels valors o atributs substituïts, i les mesures de protecció que s’estableixin. Cal tenir en compte que seudonimitzar no és anonimitzar.

5.8.2 L’anonimització

L’anonimització consisteix en un procés en què, després de suprimir dels conjunts de dades tots els trets identificadors personals (nom, cognoms, adreça, etc.), es modifiquen o eliminen altres categories de dades que podrien actuar com trets identificadors en un context concret (per exemple, un banc eliminaria els números de targeta de crèdit, i una universitat eliminaria els números d’identificació dels seus estudiants). D’aquesta manera, les dades continuen sent útils i poden ser analitzades, i, al mateix temps, els interessats no poden ser identificats, i per tant es protegeix la seva privacitat. La anonimització assegura la privacitat.

No obstant el Big Data, a l'incrementar la quantitat i diversitat d'anàlisi de la informació, facilita la reidentificació d'individus, fins i tot després d'haver anonimitzat les seves dades.

L'Agencia Española de Protección de Datos ha establert una sèrie d'orientacions en el procediment d'anonimització i diu, en concret, que "la finalitat del procés d'anonimització és eliminar o reduir al mínim els riscos de reidentificació de les dades anonimitzades mantenint la veracitat dels resultats del tractament dels mateixos, és a dir, a més d'evitar la identificació de les persones, les dades anonimitzades han de garantir que qualsevol operació o tractament que pugui ser realitzat amb posterioritat a l'anonimització no comporta una distorsió de les dades reals". (AEPD, 2016)

En qualsevol cas, cal tenir en consideració que les dades personals a anonimitzar han d'haver-se obtingut donant compliment a la normativa de protecció de dades, si no provenen directament de bases de dades que ja són anònimes.

En el procés d'anonimització, per tant, caldrà que es trenqui la cadena d'identificació de les persones, tant directament com indirectament, de manera que no sigui possible una reidentificació ni tan sols com a conseqüència d'informació d'una o diverses fonts, ni en combinació amb d'altres factors. En el disseny del procés d'anonimització caldrà preveure els riscos d'una reidentificació de les persones i els perjudicis que aquest fet podria comportar-los, així com els riscos d'una eventual pèrdua de la informació. Aquesta és la principal garantia pel tractament de dades personals en l'àmbit Big Data, en la que es tracta de cercar un equilibri entre la tecnologia i la normativa que asseguri la defensa de la intimitat de les persones i el benefici per a aquestes en l'anàlisi de les seves dades.

5.9 Compatibilitat del Big Data i la privacitat – aplicació a Barcelona

Com ja s'ha anat dient, la definitiva generalització i expansió de les tècniques Big Data porta aparellat un risc per a la privacitat de les persones, fins al punt que, en moltes ocasions i en nom dels avantatges per a l'interessat, es transgredeix la norma, amb l'objectiu d'aconseguir els beneficis de l'anàlisi massiu de dades: com s'ha apuntat, el consentiment exprés resulta utòpic i xoca frontalment amb la filosofia Big Data; i l'interès legítim o el compliment d'un contracte tenen també fronteres que sovint es traspassen.

Per aquests motius, i a títol, també, de proposta a aplicar al model "T-Mobilitat" de Barcelona, una de les solucions per compatibilitzar la privacitat de les persones i les tècniques Big Data, a més de l'anonimització ja estudiada, i d'acord amb la 'nova' reglamentació europea, és avançar-se i, ja abans de fer realitat els procediments operatius, dissenyar la tecnologia i els sistemes posant al centre d'aquesta tasca el

respecte de la privacitat: **la privacitat des del disseny i per defecte**. Això implica que el nostre objectiu no ha de ser, només, complir la normativa de protecció de dades, sinó que la seguretat de les dades i la seva privacitat han d'estar presents des del primer moment en el disseny de la tecnologia que les analitzarà. Si es té en compte aquest principi, les tècniques d'anàlisi de dades que es creïn comptaran en el seu "adn" amb la necessitat de protegir la privacitat dels individus, com un element més (i principal) de les seves utilitats.

5.10 Anàlisi cost-benefici de la privacitat

Resulta evident que, a l'hora de plantejar la implementació de determinades propostes de millora, en qualsevol àmbit de negoci, en el cas concret del present estudi, la digitalització en el transport públic, requereix d'una anàlisi previ del cost-benefici que aquestes poden representar. La valoració i avaluació de projectes (propostes), com una eina per prendre decisions, permet preveure conseqüències no desitjades, i quantificar i prioritzar diferents alternatives.

Centrant-nos en l'objecte del present estudi, una de les qüestions que caldrà analitzar, des d'un punt de vista del cost-benefici, és l'efecte que un increment de les tecnologies d'anàlisi i tractament de dades (personals) pot suposar sobre la pèrdua de privacitat dels usuaris, amb el perill de conculcar els drets de protecció de les dades personals. Un anàlisi clàssic de cost-benefici ens portarà a una valoració, en termes monetaris, de quins són els costos i quins els beneficis d'un increment de les tècniques de digitalització en el transport. El seu càlcul, entre d'altres, representarà:

- En primer lloc, una especificació i una avaluació d'alternatives; és a dir, una definició del projecte i de les diverses alternatives existents per assolir els objectius desitjats, identificació del marc regulador (normativa de protecció dades), responsabilitats, durada de la iniciativa, costos, etc.
- En segon lloc, la identificació de l'impacte: les conseqüències de l'acció que s'ha d'avaluar, amb detall dels efectes destacats sobre els agents que representarà el projecte al llarg de la seva vida, dels costos i rendiments, dels impactes visibles i dels socials (entesos, aquests, com els no directament relacionats; per exemple, en el cas del present estudi, l'impacte sobre la privacitat dels usuaris que representarà un increment de l'anàlisi de les dades personals).
- La quantificació dels costos i dels beneficis. Una tasca que pot esdevenir realment complexa per la quantitat de variables que porta implícites qualsevol projecte, i que caldrà definir, per la periodificació dels valors (els fluxos), etc. Aquesta quantificació haurà d'anar acompanyada de la identificació del preu de mercat dels indicats costos i beneficis: en el cas de la privacitat (drets sobre les dades

personals) representarà els valors que assignen els mateixos interessats, els usuaris dels serveis i els ciutadans en general.

- La identificació del valor social actual i la taxa de rendiment social de la iniciativa. Cal posar de manifest que la valoració dels costos socials en el cas de la privacitat (protecció de dades personals) representa un àmbit realment controvertit, atès que, malgrat que en els darrers anys diferents empreses privades posen preu a les dades, no existeix una metodologia concreta per identificar el seu valor
- Identificació dels grups d'interès. En el nostre cas:
 - o Les dades: dels usuaris dels serveis.
 - o Els processadors: les empreses i entitats que gestionen els serveis i la infraestructura que processarà les dades.
 - o Els destinataris: els mateixos usuaris, tant directes com potencials.
 - o Els controladors: les administracions titulars dels serveis i les autoritats de control.

Així doncs, pel que fa referència a l'objecte del present treball, un dels costos a avaluar, a més de les inversions en sistemes i infraestructura per recollir dades i els costos operacionals del seu tractament, serà el referit a la privacitat dels usuaris, que, en la pràctica, resultarà del que s'anomena la "voluntat de pagament" i la "voluntat d'acceptació". D'acord amb la teoria econòmica, el preu d'un bé reflecteix el valor que els consumidors estan disposats a pagar per aquell. Per a la privacitat, que no té cap preu de mercat definit, la voluntat de pagar vindria a resultar una bona aproximació. El seu càlcul podria resultar d'enquestes per calcular la voluntat de pagament: quant, el processador de les dades, està disposat a pagar per disposar d'aquestes. També resultaria un bon indicador conèixer quina compensació voldria rebre l'usuari per la pèrdua de la privacitat (voluntat d'acceptació). En termes de privacitat, sempre serà més alt el valor de la voluntat d'acceptació que el de la voluntat de pagament.

Un exemple pràctic sobre l'anàlisi de cost-benefici d'una iniciativa relacionada amb la privacitat de les persones (usuaris d'un servei), concebut no com una proposta tancada sinó com un estímul al debat, el trobem a l'estudi "*The economics of surveillance and privacy*" (Garola, 2014). Aquest estudi, que pretén facilitar eines referides a l'economia de la vigilància i l'avaluació de l'impacte de les polítiques de seguretat (el cas analitza la col·locació de càmeres per a la vigilància de l'ocupació dels vehicles), es planteja com una combinació de l'anàlisi clàssica cost-benefici i la integració dels procediments utilitzats en l'avaluació dels costos ambientals dels grans projectes d'infraestructura (les anomenades avaluacions d'impacte ambiental) i l'esmentada voluntat de pagar/acceptar. En l'article es motiva perquè, per obtenir una anàlisi completa d'una iniciativa o política determinada, a més de disposar dels costos d'inversió i manteniment d'una infraestructura i d'uns serveis concrets, cal atorgar un valor econòmic a les externalitats socials (impacte ambiental), i atorgar un valor

econòmic a l'impacte sobre la privacitat ("voluntat de pagar" i "voluntat d'acceptar"). Als resultats de l'anàlisi cost-benefici de l'estudi, en el que s'ha calculat el valor econòmic que representa per a la concessionària i per a l'administració la variació d'ingressos per l'ús del servei (nova demanda i nous peatges), el valor econòmic que representa l'estalvi del temps de viatge pels usuaris, els costos operatius i les inversions necessàries per a la implementació del nou sistema tarifari (VAO), els costos de manteniment i gestió dels equips, i el valor econòmic de les externalitats ambientals (disminució de la contaminació), es posa de manifest que el cost de la privacitat, malgrat ser significatiu (s'estima un valor econòmic equivalent a la forquilla que va entre el 5'8 i 10% del producte obtingut), té un pes específic baix respecte del resultat global.

En conseqüència, i d'acord amb les dades obtingudes en aquest estudi, podria afirmar-se que els usuaris del transport públic estarien disposats a facilitar dades personals (normalment relacionades amb patrons de viatge) sempre que n'obtingués un retorn via aplicació de gestió del servei, informació, etc., que representés un valor equivalent a la indicada forquilla percentual.

6. Casos d'èxit: Londres i Viena

6.1 Introducció

Per tal d'aprofundir en un estudi com aquest i conèixer de primera mà cap a on van les tendències tant del present com del futur, és clau disposar de la referència de diferents casos d'èxit on la transformació digital del transport ja és una realitat i, a més, són exemples seguits a nivell mundial.

És per això que, en aquest capítol, s'ha fet un estudi i una posterior comparació amb el model digital de transport de Barcelona, de les ciutats de Londres i Viena com a referents en el sector, per tal de comprovar si el projecte de la T-Mobilitat, exposat en apartats anteriors, es troba alineat amb models ja implementats exitosament. A més, es poden extrapolar exemples, modalitats i bones pràctiques que resultin adaptables a les característiques de Barcelona, que serviran per elaborar el full de ruta de la transformació digital del transport que s'ha de seguir a la ciutat, i que s'anirà expandint arreu de Catalunya.

Per fer-ho, s'analitzaran primerament les característiques de les pròpies ciutat i el sistema de transport de què disposen, els sistemes tarifaris, els sistemes integrats, les tecnologies i l'equipament, i l'ús que fan de les dades i la privacitat dels usuaris, i es compararan amb la situació de Barcelona.

6.2 El cas de Londres

6.2.1 Introducció

Aquest apartat té com a finalitat estudiar el cas contrastat del transport a la ciutat de Londres, on el sistema tarifari integrat i, especialment, la digitalització dels models de transport, amb exemples consolidats com ara les targetes de pagament o les aplicacions mòbils, situen la ciutat com un exemple de bones pràctiques i cas d'èxit.

Londres és la capital i la ciutat més gran d'Anglaterra i del Regne Unit. Travessada pel riu Tàmesi, el seu nucli antic, la *city* de Londres, conserva el que era el seu perímetre en època medieval, d'una milla quadrada.

Des del segle XIX, el nom de la ciutat també fa referència a tota la metròpoli desenvolupada al voltant del nucli medieval. Tota aquesta extensió d'urbs forma la regió de Londres i l'àrea administrativa del Gran Londres, governada per l'alcalde de la ciutat i l'assemblea de Londres.

La ciutat és un gran centre d'activitat civil en tots els àmbits. Considerada un dels principals centres financers del món i una de les àrees metropolitanes amb el PIB més elevat, Londres és la ciutat més visitada en l'àmbit mundial i el seu sistema aeroportuari és el més gran del món, considerant el tràfic de passatgers. A tot això, se li suma que aquesta ciutat ha gaudit de l'oportunitat d'acollir tres vegades uns Jocs Olímpics d'estiu. (National Geographic, 2020)

Aquesta introducció ens serveix per posar en context la rellevància i robustesa que ha de tenir la xarxa de transports de la ciutat per poder suportar la demanda diària exigida pel flux de viatgers. La qualitat del servei no només resideix en la qualitat de la infraestructura física, sinó que es complementa amb la qualitat del tractament de dades. Una bona infraestructura de dades, contínua i ben estructurada, en la que es recullen les dades de l'usuari, per després retornar-li en forma de servei òptim i eficient.

Per últim, cal destacar les últimes dades demogràfiques del 2019. El Gran Londres compta amb una població total de 10 milions, l'àrea metropolitana de 14 milions d'habitants, amb una densitat de 5.590 hab/km². (Expansión, s.d.)

6.2.2 Xarxa de transports a Londres

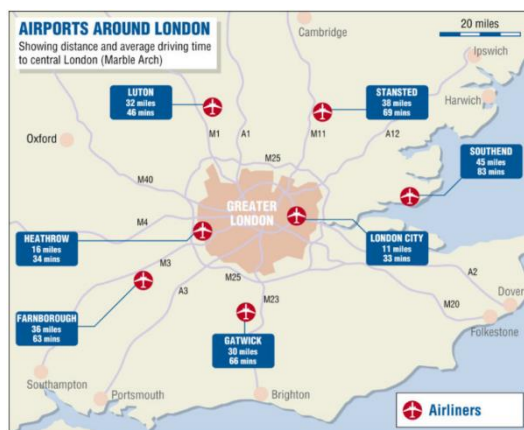
Des del 1933, les línies que formen el metro de Londres, els tramvies i autobusos es van convertir en part d'un sistema integrat, amb la creació de l'organització *London Passenger Transport Board*. Actualment és *Transport for London (TfL)* l'entitat de govern local responsable del sistema de transport del Gran Londres i està dirigida per una Junta i una Comissió designada per l'alcalde de la ciutat.

- **Aeroports**

Els (sis) principals aeroports de la ciutat són: (World Airport Codes, 2016)

- 1- **Londres-Heathrow**: Està situat a la localitat de Hillingdon, a l'oest de la ciutat i és l'aeroport amb més trànsit aeri internacional del món. A més, es tracta de l'aeroport base de la principal aerolínia del Regne Unit, British Airways. Actualment, consta de 5 terminals.
- 2- **Londres-Gatwick**: És un aeroport ubicat al sud de la ciutat, al comtat de Sussex Occidental. La quantitat de transit és semblant a Heathrow i es particularitza pels viatges de companyies *low cost* de vols de curta distància.
- 3- **Londres-Stansted**: Ubicat al nord-oest de la ciutat, a la ciutat d'Essex, és l'aeroport principal de la companyia Ryanair al Regne Unit.

- 4- **Londres-Luton:** Situat al nord, a la ciutat de Bedfordshire, serveix d'aeroport de companyies de *Low Cost* i curta distància.
- 5- **Ciutat de Londres (London City):** És el més petit i cèntric, el seu servei es centra en vols de negocis i té un alt trànsit de jets privats.
- 6- **Londres-Southend:** a la ciutat d'Essex, és un petit aeroport regional per vols de *Low Cost* i curta distància.



Il·lustració 12: Relació d'aeroports a la ciutat de Londres

Font: muero por viajar (<https://www.mueroporviajar.com/llegar-a-los-cotswolds/>)

- **Autobús**

Londres compta amb una de les xarxes d'autobús més grans del món, per donar resposta a la gran demanda de la zona. Funciona les 24 hores del dia i disposa d'una flota de 9.000 autobusos i 700 línies. S'estimen uns 6 milions d'usuaris diaris.

- **Tramvia**

La xarxa de tramvies coneguda com *Tramlink*, amb seu a Croydon, al sud de la ciutat, és una xarxa moderna de tramvies. Té un total de 39 parades distribuïdes en tres línies.

- **Telefèric**

Des del 2012, existeix una línia de telefèric anomenada *Emirates Airlines* (fent referència a l'aerolínia que la patrocina). Aquesta línia uneix la península de Greenwich amb els Royal Docks, a l'est de la ciutat.

- **Bicicleta**

Londres disposa d'un gran desplegament de servei de bicicletes públiques, des del 2010, que, fins hi tot, sol resultar el mètode de transport més ràpid i eficaç en funció de la ruta, passant per davant del transport públic o el privat.

- **Metro**

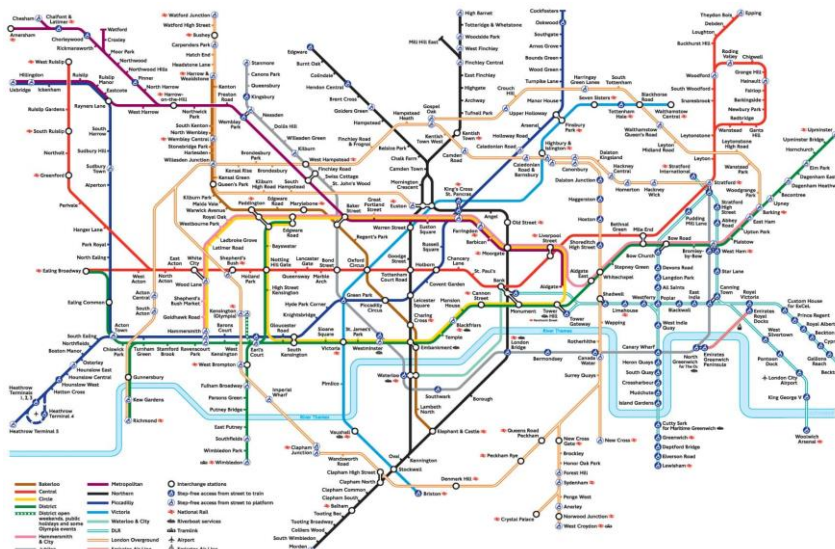
El metro de Londres gaudeix de la distinció de ser el més antic del món i el segon amb major extensió. Es va inaugurar al 1863 i disposa actualment de 270 estacions. La demanda diària de la xarxa de metro és d'uns 5 milions de passatgers. A més, des de 1987 existeix una segona xarxa de tren lleuger anomenat *Docklands Light Railway*. El sistema utilitza trens més lleugers per trajectes entre *London Docklands* y *Greenwich*.

- **Tren de rodalies (*London Overground*)**

La xarxa de trens de rodalies està composta per 366 estacions de ferrocarril. Aquestes línies complementen les de metro al sud de la ciutat, on hi ha menys infraestructura de metro. La majoria de línies de ferrocarril acaben al centre de la ciutat, amb l'excepció del trens de *Thameslink* que connecten Bedford, al nord de la ciutat, amb Brighton, una ciutat al sud d'Anglaterra. Aquesta línia passa pels aeroports de Luton i Gatwick.

- **Llanxes col·lectives**

La ciutat disposa d'un servei regular de llanxes col·lectives al riu Tàmesi, que el creuen cada 20 minuts, entre el moll *Embankment Pier* i *Greenwich Pier*. Aquest transport de passatgers el gestiona *London River Services*, una divisió de *Transport for London*.



Il·lustració 13: Esquema del metro de Londres

Font: Londres.es (<https://www.londres.es/metro>)

6.2.3 Sistema tarifari

Abans de definir el funcionament del sistema tarifari a la ciutat anglesa, és necessari presentar les opcions de targeta de viatge existents, perquè en funció de la targeta que s'utilitzi el sistema tarifari varia. Actualment, a la ciutat es pot fer ús de dos tipus de targetes de viatge: *Travelcard* i *Oyster* (TfL, 2020)

Travelcard:

TfL ofereix la possibilitat de comprar targetes de viatge de 24 hores, 7 dies, mensuals i anuals. Aquestes dues últimes estan destinades exclusivament als residents de Londres. Aquest tipus de targetes permeten viatjar il·limitadament, en nombre de viatges, amb els diferents mitjans de transport públic de Londres (autobús, metro, tram, *London Overground*, etc.).

La targeta de 24 hores té la particular característica que permet dues opcions: *Peak* (permet viatjar abans de les 9:30 hores) i *Off Peak* (només es pot viatjar a partir de les 9:30). Aquesta modalitat està destinada als usuaris que no són habituals, principalment turistes.

A continuació, es presenten les diferents tarifes en l'any 2020 que es poden adquirir a través de la bonificació d'una *travelcard*:

Zones	Restricció horària (diària)		Vàlida per a qualsevol hora		
	Peak	Off Peak	Setmanal	Mensual	Anual
Zones 1 – 2	n/a	n/a	36,10	138,70	1444
Zones 1 – 3	n/a	n/a	42,40	162,90	1696
Zones 1 – 4	13,50	13,50	51,90	199,30	2076
Zones 1 – 5	19,10	13,50	61,70	237,00	2468
Zones 1 – 6	19,10	13,50	66,00	253,50	2640

Taula 4: Preus d'una *travelcard*

Font: elaboració pròpia en base a TfL

Nota: les tarifes es mostren en lliures esterlines

Aquests tipus de targetes i tarifes permeten la possibilitat d'abaratir cada trajecte individual en funció de la durada de la validesa del títol (a major durada del títol, més econòmic resulta el viatge). Per exemple, si ens fixem en els preus de les zones 1 – 2, podem observar com la *travelcard* setmanal suposa un cost diari de 5,15 lliures, la mensual 4,62 lliures al dia i finalment l'annual 3,95 lliures al dia.

TfL també ofereix una sèrie de tarifes en funció de la condició social/personal de cada usuari. Per exemple, els pensionistes residents Londres tenen dret a la targeta *Freedom pass* que permet viatjar de forma gratuïta; si es disposa d'un *English National Concessionary bus pass* es pot fer ús dels autobusos vermells de Londres de forma gratuïta; o les persones que disposen d'un *Senior Railcard* poden beneficiar-se de diferents descomptes.

També es disposa d'una sèrie de condicions especials per als nens/joves, amb un complex sistema en funció del mitjà de transport que es tracti i si resulta necessària, o no, la identificació:

- Si es tracta d'un nen/a de menys de 5 anys, pot viatjar de forma gratuïta sense la necessitat de bitllet i acompanyat d'un adult.
- Entre 5 i 10 anys, poden viatjar gratuïtament als autobusos i trams, però als trens i metros necessiten anar acompanyats d'un adult que hagi comprat un bitllet.
- Els/Les nens/es d'entre 11 i 15 anys necessiten disposar d'una targeta identificació per tal de viatjar gratuïtament.

- Per a 16/17 anys, han de tenir una targeta que els identifiqui per poder viatjar amb tarifa infantil, i només quan es tracta de targetes d'una durada igual o superior a les tarifes setmanals
- Els estudiants majors de 18 anys, que ho acreditin, poden beneficiar-se d'un 30% de descompte sobre el preu d'un bitllet d'adult

Oyster:

Aquesta targeta (de la que se'n donarà detall en els següents apartats) presenta dues modalitats: pagament en funció de l'ús (*pay as you go*) o com a abonament de transport (*travelcard*). Això significa que, amb una mateixa targeta, es disposa de la possibilitat de pagar per un viatge concret (per exemple, moure's entre dues zones per anar a l'aeroport) i al mateix temps disposar d'una *travelcard* per a les zones que a l'usuari pugui interessar.

- **Pay as you go:**

Com s'ha dit, aquesta modalitat de pagament permet el pagament per cada viatge individual que un usuari realitzi. A la taula 5 es resumeixen les tarifes disponibles en funció de la franja horària, depenent de si es disposa de la targeta Oyster o no, i de la zona tarifària. El preu de la tarifa en efectiu representa el pagament sense targeta Oyster.

La tarifa *Peak* (hora punta) és aplicable de dilluns a divendres no festius de 6:30 a les 9:30 hores. Es pot observar com un viatge dins del centre no té variació entre *Peak* i *Off Peak*, però en la resta de zones resulta més car desplaçar-se en la franja d'hora punta.

Validesa	Peak	Off Peak	Efectiu
Zona 1	2,4	2,4	4,9
Zones 1-2	2,9	2,4	4,9
Zones 1-3	3,3	2,8	4,9
Zones 1-4	3,9	2,8	5,9
Zones 1-5	4,7	3,1	5,9
Zones 1-6	5,1	3,1	6

Taula 5: Tarifes de pagament per ús al metro, DLR i rodalies

Font: elaboració pròpia en base a TfL

Nota: les tarifes es mostren en lliures esterlines

En el cas dels autobusos i tramvies, els bitllets senzills de pagament per ús estan resumits en la següent taula 6:

Bitllet senzill	Bitllet senzill amb Oyster	Efectiu
2,4	1,4	4,4

Taula 6: Tarifes de pagament per ús al bus i tramvies

Font: elaboració pròpia en base a TfL

Nota: les tarifes es mostren en lliures esterlines

A més, a aquestes condicions s'afegeixen polítiques per a famílies, nens i gent jove. Per exemple:

- Amb cada adult poden viatjar, de forma gratuïta, fins a 4 nens entre 5 i 10 anys. No hi ha límit pels menors de 4 anys.
- Nens/es entre 11 i 15 anys amb la targeta Oyster paguen 0,7£ en *peak* i 0,65£ en *off peak*.

- **Tarifes d'ús il·limitat (*travelcard*):**

L'altra modalitat d'ús de la targeta *Oyster* funciona mitjançant la integració d'una tarifa plana, com la que s'ha explicat en l'apartat de la *travelcard*, que es pot combinar amb la resta de viatges utilitzant el mètode *pay as you go*, sent els dos mètodes totalment compatibles. Aquestes tarifes, doncs, variaran en funció de les franges horàries i les zones en les que el viatger decideixi contractar el servei.

És interessant analitzar i relacionar el PIB per càpita de Londres i el preu del transport. (Financial Times, 2018). Tenint en compte que, l'any 2018, el PIB per càpita va ser de 54.700 lliures, i prenent com a referència el preu d'una tarifa anual de les zones 1-4 (que vindria a representar una tarifa mitja), constatem com el ciutadà londinenc vindria a gastar un 3,78% dels seus ingressos anuals en transport. Tanmateix, en aquesta anàlisi cal tenir en compte diferents qüestions: Londres és un dels centres financers més importants del món amb residència d'un alt nombre de multi-milionaris que fan que el PIB incrementi i no s'ajusti del tot a la realitat; a aquest fet cal afegir-hi que els lloguers de Londres són dels més cars del món, el que motiva que molts treballadors que tenen el seu lloc de treball al centre visquin fora de Londres i, per tant, no disposin d'un PIB tant elevat com l'indicat.

6.2.4 Sistema integrat

Coneguts els diferents mètodes de transport de que disposa la ciutat de Londres, així com els seus mètodes de pagament i tarifaris, s'entra amb el detall de quines opcions inclouen. Cal tenir en compte que totes les modalitats de transport que poden utilitzar-se mitjançant una targeta *Oyster* també estan inclosos amb les *travelcard* i amb el pagament mitjançant targetes bancàries. (TfL, 2020)

Els mitjans de transport que poden utilitzar-se amb aquests sistemes són:

Autobusos i Tram

Per part dels autobusos, la targeta està habilitada pel seu ús sense restricció de zones. Per altra banda, en el cas del tram, es pot utilitzar en el cas que les zones de validesa siguin la 3,4,5,6.

Metro (*London Underground*), DLR, Rodalies (*London Oberground*), Tren TFL (*TFL Rail*) i Trens Nacionals (*National Rail*).

Les limitacions de validació que tenen aquests mitjans de transport varien en funció del que s'hagi abonat en concepte de *travelcard*. En el cas de necessitar desplaçar-se fins una zona per a la qual no s'ha pagat prèviament com a "tarifa plana", s'haurà de pagar amb el mètode *pay as you go*.

Finalment, esmentar que hi ha serveis que gaudeixen de descomptes del bitllet fent ús de la *travelcard*. La línia de telefèric ofereix descomptes si es disposa d'una targeta de viatge, i els serveis regulars de creuament del riu Tàmesi gaudeixen de uns descompte del 33% en alguns dels seus serveis.

En resum es pot afirmar que, de forma general i amb determinades condicions, la targeta *Oyster* de pagament de viatges té validesa per les següents infraestructures:

- Metro (*London Underground*)
- Autobusos (*London Buses*)
- Rodalies (*London Overground*)
- *Tfl Rail*
- Metro lleuger (*Docklands Light Railway*)
- Tramvia (*London TramsK*)
- Llantxes col·lectives (*London River Services*)
- Tel·lefèric (*Emirates Air Line*)
- Trens nacionals (*National Rail*)

El sistema de bicicletes es pot satisfer amb targeta bancària, en funció de l'ús, o mitjançant un abonament anual. El preu per l'ús de la bicicleta es satisfà per períodes de 24h, amb un pagament inicial de 2 lliures per disponibilitat del servei, on els primers 30 minuts de viatge són gratuïts, i un cost de 2 lliures per cada 30 minuts de viatge addicional.

El transport de Londres és un sistema complex en el que entren en joc moltes variables, com ara descomptes per estudiants o gent gran, a més de petites normatives i variacions respecte les zones i els horaris en què es realitza el viatge.

La informació detallada es troba a la pàgina web oficial de l'empresa gestora del transport públic de Londres, *TfL (Transport for London)*.

6.2.5 Tecnologies i equipament

A continuació, es presenten els principals equipaments i tecnologies de les que disposa la xarxa de transport públic integrada de Londres. La innovació i la qualitat del servei que ofereixen la targeta *Oyster* i els sistemes de pagament amb targeta bancària, així com les aplicacions mòbils disponibles a la ciutat, conceptualitzen el sistema de transport com una xarxa i no com a modalitats aïllades. Aquest és el gran repte de les administracions: oferir el servei de transport públic com una xarxa intermodal unificada.

Targeta *Oyster* i tecnologia *contactless*

La targeta *Oyster* estàndard és una targeta de color blau, de la mida d'una targeta bancària, amb tecnologia *contactless* (sense contacte) i *smart card*. Té un cost inicial d'adquisició de 5 lliures, que poden ser reemborsats en el cas de devolució. La targeta és proporcionada per l'entitat encarregada del transport de la ciutat, *Transport for London*.

La targeta *Oyster* només s'ha d'aproximar al lector de targetes de la barrera de la modalitat de transport escollida. D'aquesta manera el temps necessari per passar les barreres o pujar al transport es redueix. Aquest avantatge es fa evident, principalment, a les estacions molt concorregudes, on abans, quan resultava necessària la introducció de la targeta, es produïen aglomeracions a l'entrada i la sortida.

Una de les principals possibilitats que ofereix la tecnologia *contactless*, incorporada a les màquines de validació, és la de complementar l'ús de la targeta *Oyster* amb les targetes bancàries que disposen d'aquesta tecnologia, així com amb les aplicacions bancàries per al telèfon mòbil que permetin l'ús de les targetes del client. Així, actualment, existeix la possibilitat de viatjar únicament amb telèfon mòbil.



Il·lustració 14: Targeta *Oyster*

Font: Diari de un londinense (<http://www.diariodeunlondinense.com/transporte/oyster-card/como-funciona-oyster>)

Barreres i lectors de targetes

Amb la introducció de les targetes *Oyster* es va adaptar la infraestructura d'accés a les xarxes de metro i tren, afegint un lector de targetes *contactless* a cada porta. D'altra banda les xarxes d'autobús i de tramvia també van adaptar els seus dispositius per validar bitllets i fer possible el pagament amb la nova modalitat.



Il·lustració 15: Barreres per entrar a les xarxes de metro i tren de la ciutat amb lectors de targetes *contactless*

Font: Alamy (<https://www.alamy.com/stock-photo-oyster-travel-card-reader-at-london-bridge-underground-station-featuring-175914735.html>)

Aplicacions Mòbil

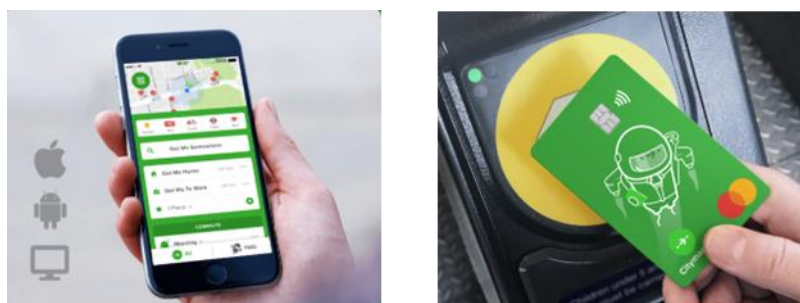
Com s'ha comentat, existeix també la possibilitat d'abonar el transport mitjançant la utilització del telèfon mòbil i les aplicacions de pagament connectades als serveis bancaris de que disposi l'usuari (entre d'altres, *Apple Pay*, *Android Pay*, *Google Pay*, o *Samsung Pay*). Les tarifes que s'apliquen pagant amb aquest mètode són les mateixes que si s'abona el servei mitjançant la targeta física.

Des del 2017 existeix una aplicació mòbil, propietat de TfL que facilita la recàrrega de la targeta *Oyster* sense necessitat d'accedir a la pàgina web o fer-ho en un dels punts de recàrrega com es feia antigament. Aquesta aplicació permet afegir crèdit a la targeta, consultar l'historial de viatges, adquirir targetes de viatges (*travelcards*), rebre notifikacions sobre l'estat de la targeta o de la seva expiració. A més, segons s'indica a la pàgina web oficial, s'estan desenvolupant altres opcions d'ús. (TfL, 2020)

A part de la l'aplicació mòbil que ofereix el TfL per recarregar la targeta *Oyster*, a Londres es poden trobar infinitat d'aplicacions mòbil que ordenen i presenten de forma senzilla les dades obertes (*open data*) del transport de Londres als usuaris. Les dades obertes són dades d'interès relacionades amb l'àmbit del transport, com poden ser horaris, incidències a temps real, ocupació dels vehicles, etc. que ofereix el TfL als desenvolupadors d'aplicacions mòbil per poder crear la seva pròpia aplicació.

La principal aplicació mòbil, que destaca sobre la resta i ja consolidada a la ciutat, és *Citymapper*, que no només ofereix informació sobre els serveis de transport, tan públic

com privat, de la ciutat de Londres, sinó que també disposa d'ofertes de targetes de viatges d'ús transversal entre els diferents mitjans de transport de què disposa la ciutat: taxi, bus, metro, bicicletes... D'acord amb el que s'informa a la pàgina web, s'espera comptar amb més proveïdors de transport en el futur. A dia d'avui, aquesta empresa ofereix l'aplicació per guiar als usuaris del transport públic i targetes de transport que substitueixen l'*Oyster*, tant de forma física com al mòbil, il·lustració 16.



Il·lustració 16: Aplicació (CityMapper) i targeta de viatge (CityMapper PASS)
Font: Citymapper (<https://citymapper.com/london>)

Entre les funcionalitats que ofereix el *CityMapper*, l'usuari pot definir la ruta entre dos punts, consultar la informació i l'estat de cada línia, guardar com a favorites les principals destinacions, descarregar els mapes dels serveis de transport públic, i, fins i tot, conèixer el número de calories consumides durant el viatge. (Citymapper)

6.2.6 Ús de dades, privacitat dels usuaris

Londres és una ciutat en continu creixement. A la ciutat s'efectuen un 23% més de desplaçaments amb el serveis del TfL que fa 15 anys. Els trens d'una de les línies de metro més transitades, la línia Victoria, transporta milers de viatgers, a un ritme, durant les hores punta del matí, de mil viatgers per cada 100 segons. Aquesta dada fa patent la importància i la quantitat de dades de què disposa el sistema de transport de Londres.

Dades d'operacions de *Transport for London*

Cada dia es registren 20 milions d'entrades a través del sistema de validació dels bitllets; el sistema de localització *iBus* proporciona informació precisa de la localització i predicció dels 9.200 vehicles de la flota i ajuda a mantenir el tràfic de Londres, gestionant el flux de tràfic, amb 6.000 senyals de tràfic i 1.400 càmeres. En resum, el sistema registra una gran quantitat de dades operatives.

Al tractar-se d'una magnitud tan gran de dades, és fonamental tractar-les, fer-ne neteja i seleccionar aquelles que es poden transformar en informació útil per als usuaris, així com en eines i recursos per planificar i executar els serveis. El personal encarregat de l'anàlisi de dades experimenta activament per poder aprendre de les dades i millorar el servei ofert als clients.

Amb les dades dels bitllets es pot obtenir una visió global dels patrons de viatge que es segueixen i s'executen a la ciutat a través de les xarxes de trens i autobusos. L'ús de la targeta *Oyster* i dels pagaments amb targetes bancàries aporten dades de l'entrada i la sortida de les estacions de tren i metro, ja que els clients han de validar el seu títol a l'entrada i sortida dels seus viatges. Els viatges en autobús són més complicats d'analitzar, ja que els clients només han de marcar el viatge al pujar al vehicle, i no al baixar. Malgrat això, TfL pot saber quan els usuaris estan baixant de l'autobús utilitzant una eina *Big Data*, anomenada *ODX*, que analitza l'origen, el destí, la informació d'intercanvi de l'autobús i les dades del bitllets, per tractar de connectar l'origen i destí, i obtenir un conjunt de dades de viatge multimodal.

TfL utilitza tota aquesta informació per millorar la planificació de xarxes i intercanvis. Per exemple, l'*ODX* es va utilitzar per reestructurar la xarxa d'autobusos a l'àrea de New Addington, amb l'objectiu de proporcionar millors serveis als residents, adaptant-los a les seves necessitats reals.

Un altre exemple d'ús de dades obtingudes de l'anàlisi dels patrons de viatge es va produir l'estiu de 2015, amb motiu de les obres a la línia Victòria. L'impacte d'aquelles obres de manteniment es va estudiar, analitzar i preveure, i per, tal de pal·liar-lo, es van elaborar una sèrie de solucions i consells adreçats als usuaris, informant-los de les afectacions i de les rutes alternatives, abans de realitzar els trajectes. Tot i resultar obvi que els usuaris podien fer ús de rutes d'autobús o línies de metro que ja coneixien, TfL elaborava alternatives de trajecte menys òbvies que podrien utilitzar els usuaris per estalviar-se col·lapses o cues.

Un altre ús del *Big Data* el trobem en les millores que es poden implementar relacionades amb la seguretat. TfL ha analitzat les dades dels accidents amb persones mortes o amb lesions greus a les carreteres i ha identificat els principals factors que contribueixen als accidents, fet que li ha permès difondre orientacions sobre les mesures preventives. El 2015 es va llançar el primer mapa digital interactiu de col·lisions de la capital, el que significa que qualsevol usuari pot veure on s'han produït col·lisions, en un període de més de 10 anys. Aquesta eina ha estat possible gràcies al tractament de grans quantitats de dades i constitueix una fórmula de presa de decisions per reduir el nombre de víctimes a les carreteres.

A més d'utilitzar les dades pròpies, TfL també col·labora amb altres organitzacions per tal de combinar altres conjunts de dades. L'operador de Londres ha participat en diversos *hackathons*, on les dades de TfL són compartides. TfL compta també amb un programa actiu de treball amb universitats i escoles per explorar noves fórmules que donin resposta als reptes del transport metropolità amb l'ús de dades.

L'estiu del 2016, es van publicar per primer cop les dades d'aglomeracions que ocorren en un dia feiner a la xarxa del metro de Londres. En els darrers anys, TfL ha

continuat innovant en aquest camp, analitzant i facilitant dades en temps real, oferint als usuaris la informació que cerquen o necessiten, per millorar la seva experiència de viatge. (Intelligent Transport, 2016)

Dades Obertes (*Open data*)

A Londres es segueix la política d'oferir les dades més importants de les operacions de transport lliurement, per fomentar la creació de noves aplicacions que facilitin els desplaçaments als seus clients i aconseguir que més persones i organitzacions treballin per resoldre els reptes del transport a la ciutat.

Al 2007 es van començar a compartir *web widgets*, una mena d'aplicacions de les pàgines web, per tal d'oferir una visió més clara del funcionament dels serveis. Posteriorment, davant l'evidència de demanda real de desenvolupadors de nous serveis, es va passar a compartir dades en brut.

Al 2014 el TfL va crear una API (*Application Programming Interface*, Interfase de programació d'aplicacions) unificada que presenta totes les dades de cada modalitat de transport: autobusos, metro, trens, bicicletes i vaixells en el mateix format. Aquesta API permet als desenvolupadors d'aplicacions accedir ràpidament a les mateixes dades per a tots els mitjans de transport, i que les seves creacions siguin més senzilles i ràpides.

Segons Phil Young, el cap online del TfL, oferir les dades en un format reutilitzable i gratuït està estimulant la innovació en el subministrament d'informació. Tot això permet als desenvolupadors pensar de forma creativa i posar a prova les aptituds analítiques i, al mateix temps, proporcionar a la població informació actualitzada sobre el transport públic i les xarxes de carreteres. Actualment hi ha més de 8.200 usuaris de dades obertes registrats a la API unificada de TfL, des de desenvolupadors d'aplicacions fins a institucions acadèmiques i proveïdors de navegació per satèl·lit.

Estudis independents han determinat que les dades obertes ofertes pel TfL estalvien als passatger 58 milions de lliures l'any en temps, contra una inversió anual d'1 milió de lliures per assegurar que les fonts disponibles siguin fiables. Al mateix temps, l'operador de la ciutat constata l'estalvi de recursos perquè no han hagut de desenvolupar i mantenir els productes. Per concloure, això ha permès un pròsper mercat d'aplicacions per al transport públic i la creació de nous negocis i llocs de treball en el sector tecnològic de Londres. (Deloitte, 2017)

Tot i així, el paper de TfL no és únicament el d'oferir dades i que estiguin disponibles, sent un operador passiu en aquest aspecte, sinó que també treballa amb diferents organitzacions per experimentar amb les dades i millorar-les. Per exemple, abans de la Marató de Londres de 2016, va col·laborar amb el fabricant de navegadors

satel·litzats *TomTom* per provar una alimentació de dades a mesura que es produïen els tancaments de carreteres planejats per l'esdeveniment, utilitzant *DATEXII*, una aplicació de la indústria per a la planificació d'esdeveniments de trànsit. Aquestes col·laboracions serveixen per avaluar el format de dades que permet millorar la informació dels usuaris de les carreteres.

Altres projectes en desenvolupament són els *Hack Days*. Aquests esdeveniments reuneixen els desenvolupadors per experimentar en l'ús de dades per millorar-les. Per exemple, al 2016, gairebé 50 desenvolupadors van experimentar amb tractament de les dades de trànsit de TfL provinents de petits sensors soterrats a la carretera.

Aquestes polítiques de TfL entorn a les dades obertes, es poden resumir en una frase de Phil Young: "En una era d'innovació digital, les oportunitats que pot presentar el subministrament de dades gratuïtes, és increïblement emocionant i aparentment infinit". (Intelligent Transport, 2016)

Privacitat dels usuaris i col·laboració amb la policia

La informació personal que s'obté dels usuaris provinent de la targeta *Oyster* inclou:

- Nom complet
- Adreça
- Número de telèfon
- Adreça de correu electrònic i contrasenya
- Dades bancàries encriptades dels usuaris que comprin els productes utilitzant targeta bancària

El sistema, a més, també emmagatzema la localització, data i hora en què s'ha usat la targeta *Oyster* per validar un viatge. Les dades dels usuaris es guarden un període de 2 anys, després de l'últim ús de la targeta o compra de un producte *Oyster*. Les dades bancàries, en canvi, es poden emmagatzemar durant un màxim de 18 mesos.

TfL es reserva el dret de compartir la informació amb les empreses que formen part del servei i els operadors de trens del Regne Unit que accepten l'ús de les targetes.

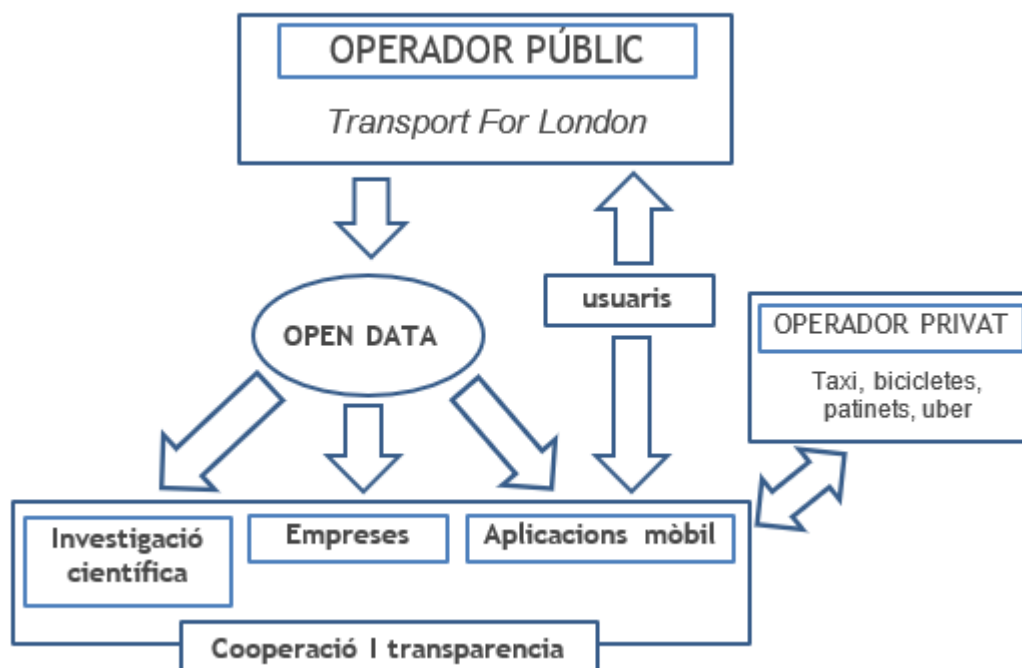
La normativa de protecció de dades permet a TfL revelar dades personals en resposta a les sol·licituds policials o requeriment judicials. L'any 2006, la policia havia demanat accés a informació personal dels usuaris d'*Oyster* 243 cops, i l'accés es va concedir 229 vegades (The Guardian, 2006). Al 2008, *London's Evening Standard* va informar que ja s'havien fet més de 3.000 sol·licituds en menys de un any. (Lydall, 2008)

A l'informe anual d'auditoria de TfL del 2017, amb referència a les dades personals facilitades a la policia i altres organismes executius, es destaca a les conclusions que, donat el valor que aporten les seves dades, es segueix treballant per la millora del

servei, participant en el processament de totes les entrades electròniques i les sol·licituds de dades de CCTV (*closed-circuit television*, circuit tancat de televisió) necessàries per a la policia i altres cossos de seguretat (TfL, MPS i BTP), i es decideix crear i treballar conjuntament en una unitat, la Unitat de Divulgació de Dades (*DUU, Data Disclosures Unit*). La funció de la unitat és assegurar que totes les sol·licituds de dades puguin ser ateses pels processadors dels tres organismes i seguir millorant i treballant per una major eficiència el servei. (TfL, 2017)

TfL constata que les dades facilitades a la policia i altres cossos de seguretat per a la prevenció i detecció de delictes a la xarxa de TfL i amenaces a nivell nacional són vitals. És per això, que continuen contribuint de manera significativa a la seguretat i protecció de la ciutat, i que els exemples posen de manifest que les dades facilitades per TfL han estat un factor clau en la identificació, seguiment i detenció dels delinqüents que cometen delictes en la xarxa TfL.

A la il·lustració següent es resumeix com es produeix l'ús i intercanvi de dades de l'usuari i de l'operador de transport públic. En primer lloc, l'operador de transport públic TfL posa a disposició dades obertes del seu servei, de la mateixa manera que l'Ajuntament i altres administracions també ho fan. Les dades obertes, que afavoreixen la cooperació entre entitats i la transparència de les institucions públiques, s'utilitzen per a la recerca científica, per les empreses, i per desenvolupadors d'aplicacions mòbil. Els usuaris, per la seva part, posen les seves dades a disposició de l'operador públic, i també d'empreses privades en cas d'utilitzar alguna de les seves aplicacions. Finalment, els operadors privats, a canvi de participar d'aquest flux d'informació, també intercanvien les dades de les seves aplicacions.



Il·lustració 17: Esquema de l'intercanvi de dades de transport (altres indústries també) a la ciutat de Londres

Font: elaboració pròpia en base a TfL

6.2.7 Fases d'aplicació del sistema

Abans de la introducció progressiva de la targeta *Oyster* es van dur a terme diferents proves. La primera targeta intel·ligent (*smart card*) va ser provada pel transport de Londres a línia de bus 212, l'any 1992. Les conclusions d'aquella experiència van resultar satisfactòries i es va acreditar que la implementació de la tecnologia testada era possible i que reduiria el temps d'accés a l'autobús.

Al 1994 es va desenvolupar la targeta intel·ligent i es va provar a la ciutat de Hallow, als afores de l'àrea metropolitana. En aquell moment va representar la prova més gran que s'havia fet al món; amb un cost de 2 milions de lliures, es van emetre 18.000 targetes. La prova, que va durar fins el desembre de 1995, va suposar tot un èxit, ja que, de nou, es va tornar a constatar l'ús de la targeta disminuïa el temps d'accés, que era fàcil d'utilitzar i era capaç d'enregistrar l'entrada i la sortida per calcular l'import corresponent del viatge. Tot i això, la targeta intel·ligent *Upass* de la capital de Corea del Sud, Seül, va ser la primera a sortir oficialment, a finals de 1995, 8 anys abans que la targeta *Oyster*.

La història de la targeta *Oyster* comença el juny de 2003 i des d'aleshores se n'han utilitzat més de 86 milions. En aquell moment va començar a implementar-se i a normalitzar-se'n l'ús, tot i que encara no disposava de les funcionalitats de què disposa actualment. El juny de 2012 s'havien emès més de 43 milions de targetes *Oyster* i més del 80% dels viatges de transport públic s'havien realitzat amb aquesta. Des del 2014 l'ús de les targetes *Oyster* es complementa amb el de les targetes bancàries amb *contactless*, com a conseqüència de la implementació de *Transport for London* d'un programa de pagaments, fet que va representar que es convertís en el primer servei de transport públic al món en acceptar el pagament directe amb targetes bancàries *contactless*, opció que ha acabat estenent-se a altres ciutats del món (metro de Nova York, el 2018). En l'actualitat, el transport de Londres és un dels comerços amb un major nombre de transaccions d'Europa amb tecnologia *contactless*. Al Regne Unit, per exemple, una de cada deu transaccions amb *contactless* es produeix a la xarxa de transport de Londres. (Marcellin, 2019); (Elvin, 2020)

Actualment, la ciutat de Londres es troba immersa en una nova fase de transformació del transport, tenint en compte que el sistema de la targeta *Oyster* està totalment integrat en la societat londinenca. El nou pla anomenat *Mayor's Transport Strategy 2018*, és, literalment, l'estratègia de transport del seu alcalde. Els tres punts principals d'aquest pla són: (TfL, 2019)

1. Carrers sans i persones sanes

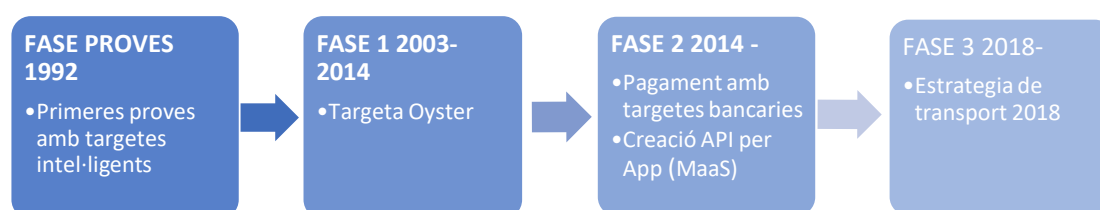
La creació de carrers i xarxes de carrers que fomentin l'ús de caminar, utilitzar la bicicleta o el transport públic, amb l'objectiu de reduir la dependència en l'ús de l'automòbil privat i els problemes de salut que porta associats.

2. Una bona experiència de transport públic

Es vol aconseguir que el transport públic acabi sent la forma més eficient per als viatgers que necessitin efectuar viatges en distàncies que són massa llargues per fer-les amb bicicleta o a peu, i així reduir la quantitat de vehicles privats als carrers de Londres.

3. Noves cases i llocs de treball

Cada cop són més les persones que opten per viure i treballar a Londres. La planificació de la ciutat en torn a l'ús del transport públic, a peu i en bicicleta desbloquejarà el creixement de noves àrees i assegurarà que Londres creixi d'una manera que beneficiï tothom.



Il·lustració 18: Esquema de les fases d'aplicació del sistema

Font: elaboració pròpia en base a TfL

6.2.8 Londres vs Barcelona

Un cop analitzada la situació del transport a la ciutat de Londres, focalitzant els aspectes de la digitalització i del sistema tarifari i integrat, es realitza una comparació de les principals característiques amb les que disposa o disposarà (una vegada s'hagi implementat de la T-Mobilitat) la ciutat de Barcelona, per tal de valorar si segueixen un model similar i, en el cas que es consideri un millor funcionament el cas d'èxit, destacar la conveniència d'importar la bona pràctica.

- **Sistema tarifari:** el sistema tarifari de Londres disposa de dos tipus de targetes: per un costat, la *travelcard*, en la que es poden contractar diferents tarifes en funció la temporalitat desitjada; a destacar que, per a les targetes de 24 hores orientades als turistes i visitants, existeix la possibilitat de discriminació de preus entre les hores punta i la resta del dia, fet que contribueix a descongestionar el transport londinenc en horari punta. I, per altra

banda, la targeta estrella *Oyster*, que disposa del sistema *pay as you go*, mitjançant el qual es permet el pagament per cada viatge individual que un usuari realitzi, i del sistema *travelcard* o de tarifa plana, essent ambdós sistemes compatibles.

Si comparem el cost del transport a la ciutat de Londres, prenent com a referència el preu d'una *travelcard* de durada anual, respecte del seu PIB anual per càpita, constatarem que l'índex resultant supera el 2'5%, molt per sobre del de Barcelona, lleugerament superior a l'1%, tenint en compte el cost anual de la nova T-Uusual. (IDESCAT, 2018)

- **Sistema integrat:** Londres disposa un sistema tarifari en el què, en el cas del metro, s'apliquen diferents preus/tarifes en funció de les distàncies i les zones recorregudes; no així en el cas de l'autobús o el tramvia, on la tarifa és la mateixa per a tota la ciutat. El pagament d'aquests complements de preu pel fet de viatjar, dins la mateixa ciutat, per diferents zones tarifàries, es realitza mitjançant el sistema *pay as you go* (targeta *Oyster*).

En aquest sentit, un sistema com és el *pay as you go* (targeta *Oyster*) resulta interessant ja que permet a un usuari, sense la necessitat de planificar els trajectes per les diferents zones tarifàries, viatjar a zones no contractades prèviament, satisfent només la distància efectivament recorreguda.

- **Equipament (sistema d'accés):** La ciutat de Londres, a l'igual que Barcelona, té implementat un sistema de validació de bitllets o títols de viatge per accedir al transport públic, complementat, en el cas del metro de Londres, amb el sistema "*Touch out*" a la finalització del recorregut. Tanmateix, el que diferencia les dues ciutats és la tecnologia *contactless* de la que disposen els equipaments londinencs, un sistema molt més àgil i ràpid que estalvia temps als usuaris i evita cues, especialment als punts de major concurrència i en hores punta. La implementació d'aquesta tecnologia ha permès que el pagament del transport a Londres pugui fer-se també, de forma directa, mitjançant targetes bancàries o aplicacions de pagament mitjançant telèfon mòbil.
- **Tecnologia, ús de dades i privacitat:** A Londres, es segueix la política d'oferir les dades més importants de les operacions de transport de forma lliure (*Open Data*). L'objectiu que persegueix l'administració londinenca amb aquesta política és fomentar la creació de noves aplicacions que facilitin la gestió del transport públic als clients, malgrat que la mateixa administració ja en posa una a disposició dels usuaris.

El fet que a Londres resulti necessari validar els títols de transport, permet a l'administració disposar d'una quantitat molt important de dades facilitades pels mateixos usuaris. En aquest sentit, cal destacar que Londres ha esdevingut un referent en la utilització de la tecnologia Big Data a l'hora d'establir patrons sobre els que gestionar la mobilitat de la ciutat, compatibilitzant aquest tractament amb un sistema d'anonimització i encriptació de dades que facilita el compliment de la normativa sobre privacitat.

6.3 El cas de Viena

6.3.1 Introducció

Continuant amb l'estudi de casos d'èxit en la digitalització dels sistemes de transport, en aquest apartat s'estudiarà el de la capital austríaca, Viena. Malgrat que en qüestions concretes, el model de Viena té semblances amb el model londinenc, constatarem com, en general, la filosofia, la política i l'orientació del servei és diferent de la implementada a Londres, el que ens portarà a concloure que no hi ha un únic model d'èxit, i que cada ciutat, cada territori, ha d'adaptar el servei a les seves característiques, tenint en compte la demanda del usuari i, fins i tot, la història del servei a la ciutat per tal de desenvolupar el seu particular full de ruta. Com s'ha fet amb el cas de Londres, s'introduiran les característiques de la ciutat, en especial les de la seva xarxa de transport públic, per tal de comparar-les amb les de la ciutat de Barcelona.

Viena és la capital d'Àustria, situada a la bora del riu Danubi. Es tracta de la ciutat més poblada del país i la sisena de la Unió Europea. La seva població és d'1,8 milions d'habitants i la seva àrea metropolitana suma en total 2,4 milions d'habitants, similar a la població que ja tenia el 1914. La densitat de la població és de 4.546 hab/km².

La ciutat està ubicada al centre d'Europa, a uns 40 kilòmetres de la frontera amb Eslovàquia, a només 60 kilòmetres d'Hongria i a 90 kilòmetres de la República Txeca. La serralada dels Alps, Alps orientals, s'inicia als afores de la mateixa ciutat.

Viena compta amb l'aeroport internacional de Viena; localitzat al sud-est de la ciutat i, amb el tràfic més gran d'Àustria, serveix de centre d'operacions de l'aerolínia bandera d'Àustria, *Austrian Airlines*. També disposa, a tan sols 90 km, de l'aeroport de Bratislava, on aterren companyies de baix cost.

Viena destaca per la seva història i cultura. A finals del XIX i principis del XX era la capital de l'Imperi Austro-húngar i un centre cultural, artístic, polític, industrial i financer de primer ordre mundial. Per tradició, Viena es una ciutat d'un fort debat d'idees polítiques, on s'origina la socialdemocràcia de la mà d'*Otto Bauer*. Després de

la Segona Guerra Mundial, la preferència de la població va tendir cap al centreesquerra del Partit Socialdemòcrata d'Àustria (SPÖ). (National Geographic, 2020)

6.3.2 Xarxa de transports a Viena

Viena té una xarxa de transports extensa, amb un sistema integral de transport municipal, regional i xarxa de ferrocarril gestionat per *Verkehrsverbund Ost-Region* (VOR). Les opcions de transport públic a la capital austríaca són:

Rodalíes (Vienna S-Bahn)

És una xarxa de trens suburbana que s'estén més enllà dels límits de la ciutat de Viena, donant servei a la regió. És una xarxa operada per ÖBB (Österreichische Bundesbahnen), l'empresa de ferrocarrils federals.

La xarxa està distribuïda en diverses branques que s'estenen pel territori que convergeixen a la ruta central. Les línies de les branques ofereixen serveis espaiats en el temps amb intervals de 30 minuts o d'1 hora, mentre que a la ruta central hi ha intervals de pocs minuts entre trens. Només una línia (S45) opera dins dels límits de la ciutat.

Un aspecte curiós d'aquesta xarxa és que les vies també estan integrades dins de la xarxa de ferrocarrils nacionals. Alguns trams de la xarxa nacional fins i tot travessen la frontera amb països veïns. (ÖBB, 2020)

Metro (U-Bahn, Wiener Linien)

Aquest sistema de transport públic disposa d'unes característiques similars a les de la ciutat de Barcelona. Els serveis funcionen entre les 05:00 i la 01:00, amb intervals entre un i cinc minuts durant el dia, i fins a vuit minuts a partir de les 20:00. Durant les nits del cap de setmana, divendres i dissabte, hi circulen trens cada quinze minuts, tota la nit. En total, a la xarxa operen 98 estacions distribuïdes en cinc línies: U1;U2,U3,U4,U6; la línia U5 estava planificada als anys seixanta, quan es dissenyava la xarxa de transport de Viena, però es va desestimar perquè es va considerar innecessària. (Wiener Linien, 2020)



Il·lustració 19: Esquema dels trens de Viena

Font: Vienna Map 360 (<https://viennamap360.com/vienna-metro-map>)

Trens locals (*Wiener Lokbahnen, WLBK*)

El *Wiener Lokbahnen* és una empresa de transports de l'àrea metropolitana de Viena. És una de les subsidiàries de l'empresa de la ciutat, *Wiener Stadtwerk*. Aquesta empresa opera una xarxa de trens locals curts, així com diverses línies de bus.

Curiosament, aquests trens també circulen en certs trams per vies de tramvia i, per tant, han de disminuir la velocitat, tot i que la majoria del trajecte opera per vies convencionals com un tren pesat. (*Wiener Lokbahnen*, 2020)

Tramvia (*Wiener Straßenbahn, Wiener Linien*)

Les línies de tramvia estan operades per la mateixa companyia que la majoria de busos i el metro, *Wiener Linien*. Els tramvies existeixen a Viena des de 1865, amb el primer tramvia tirat per cavalls, i una primera línia electrificada l'any 1897. La xarxa de tramvies té una història molt dilatada i, avui en dia, després de diferents modificacions, canvis, línies abandonades per l'aparició del cotxe i del metro, continua sent una de les més extenses del món, amb 28 línies que operen actualment 227,3 km de vies. (*Wiener Linien*, 2020)

Autobusos

Hi ha diferents empreses dins de la xarxa d'autobusos de la ciutat, la més extensa és la de l'empresa *Wiener Linien*, que, com s'ha dit, és la mateixa que opera el metro i tramvia. Altres companyies, com la WLB, l'empresa que gestiona els trens locals, operen també algunes línies a la ciutat.

La xarxa de transport de Viena d'autobús i trens és molt popular a la ciutat, ja que el 53% dels habitants utilitzen aquest mitjà de transport públic per accedir als seus llocs

de treball. En xifres generals, al 2016, l'ús del transport públic era d'un 39% i el transport privat d'un 27%, que es pot comparar amb el 29% i 40%, respectivament, al 1993. (Wiener Linien, 2020)



Il·lustració 20: Trens locals de la ciutat de Viena

Font: World Railways (<https://www.world-railways.co.uk/railway-photo-23328>)

6.3.3 Sistema tarifari

Les targetes de viatge de la ciutat estan organitzades per períodes d'ús, i se'n poden trobar d'annuals, semestrals, mensuals, setmanals, i de curt termini. Aquestes darreres s'esmentaran, però estan pensades especialment per turistes o persones que estaran a la ciutat únicament uns dies. (Wien info, 2020); (Wien Mobile app, 2020)

Abonament Anual

Els abonaments anuals es poden comprar a les oficines de venda o a les botigues en línia. Són vàlids per 365 dies, començant el primer dia del mes següent al de la seva compra. Pot ser utilitzada a tots els transports públics dins de la zona 100 de Viena. El preu d'aquest abonament total és de 365 euros; per tant, en termes de cost diari, 1 euro al dia, molt més econòmic que el preu d'un bitllet senzill (2,40 euros).

El pagament es pot fer mitjançant una autorització directa de dèbit a un compte bancari que permetrà pagar prèviament, tant mensualment com anualment. Alternativament, es pot pagar íntegrament en una oficina de venda de bitllets o a la botiga online. Les targetes anuals són unipersonals. Es tracta de l'abonament més utilitzat pels ciutadans adults de Viena que no disposen de descomptes addicionals (l'any 2018 es van comprar un total de 822.174 abonaments anuals, que suposa el nombre més elevat de la història del transport públic de Viena). (Wien Government, 2019)

La targeta *Jahreskarte* es el producte estrella del transport de la ciutat, es pot tenir de manera física i té l'aspecte de la il·lustració 21. A la targeta s'identifica el titular d'aquesta amb una fotografia, el nom, número d'identificació i el període de validesa, que, com s'ha dit, és d'un any.



Il·lustració 21: Targeta corresponent al abonament anual del transport de la ciutat de Viena

Font: Metropole (<https://metropole.at/vienna-transport/jahreskarte-neu/>)

Abonament jove i semestral

Els abonaments joves i semestral són vàlids per un any escolar complet o un sol semestre. Per poder optar a una targeta semestral, els estudiants d'educació superior han d'acreditar que són estudiants amb el carnet universitari o a través d'una autorització emesa per l'empresa de *Winer Linien*. En cas dels abonaments amb durada semestral, per als estudiants menors de 26 anys, té un cost de 75 euros (de l'1 de setembre al 31 de gener; o de l'1 de febrer fins al 30 de juny) i, si són estudiants majors de 26 anys, el cost és de 150 euros.

Aquestes targetes es poden comprar a les taquilles o les botigues en línia. En cas de pèrdua, la targeta comprada a la botiga online pot ser emesa de nou fàcilment imprimint el document de compra. Els abonaments joves i semestral també són de caràcter unipersonal.

Bitllets temporals curts

En aquesta categoria estan inclosos els abonaments per a 24, 48 i 72 hores, els setmanals i els mensuals. Es poden comprar a la botiga en línia, a través de l'aplicació per mòbil (de la que se'n parla més endavant) i diferents llocs convencionals, com ara les màquines expenedores de tiquets de les estacions, oficines de informació o els estancs de la ciutat de Viena.

És important destacar el fet que els abonaments adquirits a través de les botigues online o de l'aplicació mòbil adquireixen caràcter unipersonal, ja que tenen registrat l'usuari que està adquirint l'abonament. En canvi, els bitllets físics, que es compren a la resta de punts de venda esmentats, en els que no apareix cap identificació, són transferibles i poden ser utilitzats per qualsevol persona.



Il·lustració 22: Targeta corresponent al abonament mensual del transport de la ciutat de Viena

Font: Univie (<https://homepage.univie.ac.at/horst.prillinger/ubahn/english/fares.html>)

Abonaments setmanals i mensuals

Els abonaments setmanals i mensuals són vàlids per a una setmana natural o per a un mes natural, respectivament. Es pot utilitzar un abonament setmanal per a viatges il·limitats a la xarxa de transport públic de Viena durant la setmana seleccionada, des de les 12:00 a.m. del dilluns fins a les 9:00 a.m. del dilluns següent. Un abonament mensual és vàlid des del primer dia del mes natural escollit fins al segon dia del mes següent. El preu d'un abonament setmanal és de 17,10 euros i l'abonament mensual de 51,00 euros.

Els abonaments setmanals i mensuals es poden comprar a les taquilles o botigues en línia. Si es perden, es pot substituir un bitllet adquirit a la botiga en línia simplement imprimint-lo de nou. Els abonaments setmanals i mensuals que no siguin "personalitzats" són transferibles, perquè no s'emeten a nom d'una persona en concret. Per contra, un abonament personalitzat, comprat a la botiga en línia o emmagatzemat al telèfon mòbil, serà intransferible.

Abonaments temporals diaris

Aquest tipus d'abonament també permet viatges il·limitats amb tramvia, autobús i ferrocarril a la zona principal de Viena. Abans d'utilitzar-se, el bitllet s'ha de validar en una màquina validadora situada a les estacions de metro, bus o tramvia. Aquests bitllets són transferibles, però només poden ser utilitzat per un passatger a cada viatge. Els títols poden ser de 24h, 48h, 72h i 8 dies. Cal destacar, que aquesta tipologia de tarifa disposa de la opció de compra a través de la "Vienna City Card", amb la que es satisfà un import "extra" respecte de si només s'adquirís la targeta de viatge, però que inclou una gran varietat de descomptes en museus, restaurants i diferents activitats i visites arreu de la ciutat. Aquesta modalitat sol ser força atractiva en el cas que s'estigui de visita a la ciutat. A continuació, es presenten els diferents preus:

Tarifa \ Tipus de bitllet	Bitllet normal	Vienna City Card
24 hores	8,00	17,00
48 hores	14,10	25,00
72 hores	17,10	29,00
8 dies	17,10	n/a

Taula 7: Bitllets diaris i el seu cost

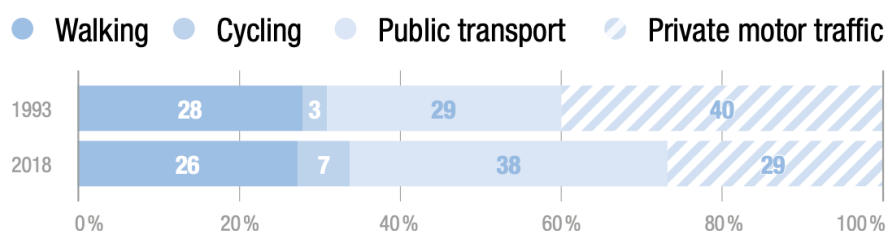
Font: elaboració pròpia en base a *Introducing Vienna*

Bitllets senzills

Els bitllets senzills es poden fer servir en un únic viatge i són vàlids des del moment de perforar-lo en una màquina validadora. Es poden fer transbords entre tramvia, autobús i metro, però dins del mateix trajecte de viatge. El preu del bitllet senzill és de 2,40 euros en el cas d'un adult, 1,20 euros per a nens/es d'entre 6 i 15 anys i 1,50 euros per a ciutadans de Viena de 63 anys en endavant.

Comparant els preus de les tarifes de transport a Viena amb el PIB de la ciutat, veiem com el transport de Viena és molt econòmic i suposa un cost molt baix en comparació a la renda mitjana de la ciutat. Tenint en compte que el bitllet més utilitzat és l'abonament anual, amb un cost de 365 euros, i que el PIB per càpita a la ciutat de Viena (al 2017) era de 50.000 euros, el ciutadà de Viena té una despesa en transport pública inferior a l'1%. (CEIC data, 2018). Aquest fet, sumat a la seva òptima gestió i organització, representa un dels principals motius pels quals el transport públic és tant utilitzat a la ciutat de Viena, que comptabilitza un total de 966,2 milions de passatgers l'any. (Wien Government, 2019)

Com es pot observar en la il·lustració que es mostra a continuació, l'any 2018 l'opció del transport públic era la més utilitzada pels ciutadans de Viena, amb un 38%, respecte el 29% que es seguien decantant per l'opció del transport privat:



Il·lustració 23: Distribució modal de la mobilitat a Viena

Font: Wien Government (<https://www.wien.gv.at/statistik/pdf/viennainfigures-2019.pdf>)

6.3.4 Sistema integrat

El sistema integrat de Viena té un funcionament similar al de Barcelona: amb un mateix títol pots accedir a tots els modes de transport. El que el diferencia de Barcelona, és el “mètode d'ús”. Aquest, funciona amb un sistema d'auto responsabilitat o d'honestedat, ja que no n'hi ha barreres per validar els bitllets. Simplement, s'accedeix al servei sense necessitat de validar el títol de transport; el que no significa que sigui gratuït. Les formes de control són diverses, des de controladors uniformats a les estacions o al mateix vehicle, o personal vestit de carrer que s'identifica com a representant de l'autoritat de transports, que poden sol·licitar el títol de transport.

La ciutat de Viena està “tramificada” dins d'una mateixa zona, anomenada zona 100. Perquè hi hagi un canvi de zona, el recorregut s'ha de fer amb un tren de rodalies: sortir de la zona 100 significa sortir de Viena. A l'aeroport, fora de la zona 100, s'hi pot accedir, per exemple, mitjançant el *S-Bahn*.

Finalment, el sistema de transport públic de Viena està incorporat dins un gran sistema concèntric de transport per zones. El *VOR* (*Verkehrsverbund Ostregion*), que és l'associació del transport de la regió est, inclou vies de tren i línies de bus, operant fins a 50 kilòmetres a les àrees que rodegen la ciutat. El preu dels bitllets es calcula en funció de les àrees que es creuen. (Vienna info, 2020)

6.3.5 Tecnologies i equipament

Com ja s'ha comentat, la ciutat de Viena, a diferència de la ciutat de Londres i Barcelona, no disposa de barreres ni controls a l'entrada del transport públic, per tant tampoc té dispositius per validar els abonaments. Només hi ha un aparell clàssic per marcar tiquets senzills o amb durada curta.

Tot i així, sempre s'ha de disposar de títol de transport en una de les dues modalitats que ofereix el transport de Viena: de forma física, amb la targeta comprada ja sigui a la oficina de bitllets de les estacions o al botiga en línia, o d'abonament descarregat al mòbil amb la aplicació *WienMobil* o *Wiener Linien*.

Aplicacions Mòbil

L'administració pública del transport de la ciutat ha facilitat l'ús de dades obertes (*open data*) pel desenvolupament d'aplicacions mòbil al servei dels usuaris, de la mateixa manera que es va fer a Londres, però, a diferència d'aquesta, l'administració vienesa ha treballat en la concentració de serveis en la seva pròpia aplicació.

Inicialment es va posar en marxa l'aplicació web *Qando* al 2009 (retirada de les botigues d'aplicacions al març de 2020) que va representar un servei d'informació horària per a tot el transport públic de Viena (Futurezone, 2020). A l'aplicació es podia consultar la millor ruta entre dos punts segons l'hora de consulta. Amb el desenvolupament dels telèfons intel·ligents, l'aplicació es va adaptar a aquests dispositius, i els passatgers podien sol·licitar informació a temps real, comprar bitllets i planificar la seva ruta de viatge. Les rutes de tramvia també estaven dins del sistema i indicaven, per exemple, les interrupcions del servei o, fins i tot, quin tipus de vehicle faria el següent viatge, o si aquest seria o no accessible per a persones amb dificultats de mobilitat.

L'estiu de 2017 es presentava *WienMobil*. Aquesta és la nova aplicació de mobilitat de Wiener Linien, que combina les funcions de l'aplicació ruta *Qando* i l'aplicació de bitllets de *Wiener Linien*. També es pot utilitzar per obtenir més informació de serveis de mobilitat addicionals, com pot ser compartir cotxe, bicicletes o taxis, o simplement per reservar-los. No es requereix que l'usuari es registri per a l'ús de funcions bàsiques, com informació als passatgers, però es necessita registre per utilitzar funcions avançades com la compra de bitllets o la reserva de serveis.

WienMobil combina les ofertes de diferents proveïdors de mobilitat en una sola aplicació, permetent a l'usuari planificar, reservar i pagar diferents mitjans de transport i gestionar la facturació del transport públic. Els usuaris de *WienMobil*, a més de la facturació dels bitllets de transport públic i la informació de les diferents rutes que ofereix el servei, tindran accés a suggeriments de rutes per a bicicletes, per a cotxes compartits o una combinació dels diferents mitjans de transport. Compta, a més, amb diferents opcions de filtratge per preu, per durada del trajecte, per la qualitat ambiental del sistema de transport, etc.

La funció més destacable i novedosa és l'opció de concentrar tots els comptes dels proveïdors de transports en una sola aplicació, a la funció de *MyMobility*, que unifica i fa més còmode el seu pagament. Entre moltes altres aplicacions, la funció de favorits permet, per exemple, guardar parades, localitzacions o línies de transport. A la pàgina web s'ofereix com: "*La ciutat al teu abast amb una sola aplicació...*". (Wiener Linien)

Els operadors de mobilitat que inclou aquesta aplicació són:

- *Citybike Wien Bikesharing*
- *Europcar Car Rental*
- *Nextbike Bikesharing*
- *ÖAMTC easy way E-Moped Sharing*
- *ÖBB Rail&Drive: Stationäres Carsharing*
- *SHARE NOW Carsharing*
- *Sixt Car Rental*
- *Taxi 31300*

- *Taxi 40100*
- *TIER E-Scooter Sharing*
- *Westbahn*
- *WiPark*



Il·lustració 24: Interfase principal de l'usuari de l'aplicació WienMobilApp
 Font: Wiener Linien (https://www.wienerlinien.at/media/img/2018/image_246119_w800.jpg)

6.3.6 Ús de dades, privacitat dels usuaris

La ciutat de Viena va ser la primera ciutat (de parla alemanya) en publicar dades obertes al 2011 i una de les pioneres a tot Europa. L'administració de la ciutat ha estat sempre compromesa amb la transparència, la participació i la cooperació de la població, les empreses i la ciència. A través del Open Government Data o simplement Open Data (dades obertes), la ciutat posa les dades públiques i els serveis de l'administració de la ciutat a disposició de la ciutadania.

Segons l'Ajuntament de la ciutat, amb aquesta cultura de dades obertes, les dades i els serveis públics, que no estan subjectes a la protecció de dades i no estan classificats com a crítics, es posen a disposició de la població de forma gratuïta. Aquestes dades inclouen dades geogràfiques, de tràfic, ambientals, pressupostos o dades estadístiques. Totes les dades es troben disponibles al Portal de Govern Obert. (Smart City Wien, 2020)

El plantejament de l'operador de transport públic de la ciutat de Viena no contempla el control d'accés, com es fa en altres ciutats quan es fa passar la targeta per les portes de control o als dispositius de validació als autobusos o tramvies. La idea és obtenir les dades de les persones que utilitzen el transport de la ciutat, tan públic com privat, gràcies a que els passatgers utilitzen l'aplicació mòbil de l'operador de transport públic *Wiener Linien* que engloba l'opció de viatjar amb tots els serveis de transport mitjançant una sola aplicació.

L'ús de l'aplicació mòbil *WienMobil* està subjecte al consentiment explícit de les dades de posició de l'usuari, d'assignació d'una categoria d'edat, les metadades dels mòbils,

consultes de rutes i reserves, dades que son anonimitzades i processades. El consentiment de l'usuari pot ser revocat en qualsevol moment.

Les dades de servei d'un proveïdor de transport cooperador amb el sistema de transport públic de la ciutat, per mitjà de *WienMobil*, seran administrades i emmagatzemades directament pel proveïdor corresponent i no per cap altre, encara que formi part del conveni de cooperació de la ciutat. El mateix succeeix si l'usuari es registra per contractar els serveis d'un proveïdor determinat mitjançant *WienMobil*, la informació de registre serà transmesa directament i emmagatzemada per aquell mateix proveïdor, i cap altre proveïdor hi tindrà accés si l'usuari no contracta algun servei amb aquest.

D'altra banda, per consentiment explícit, en el moment de contractar algun servei, *Wiener Linien* pot utilitzar les dades utilitzades durant la durada del contracte per tal d'informar d'innovacions utilitzant el correu postal, email, telèfon, missatges de text, canals de mitjans socials o aplicacions, tot amb finalitats de *marketing*.

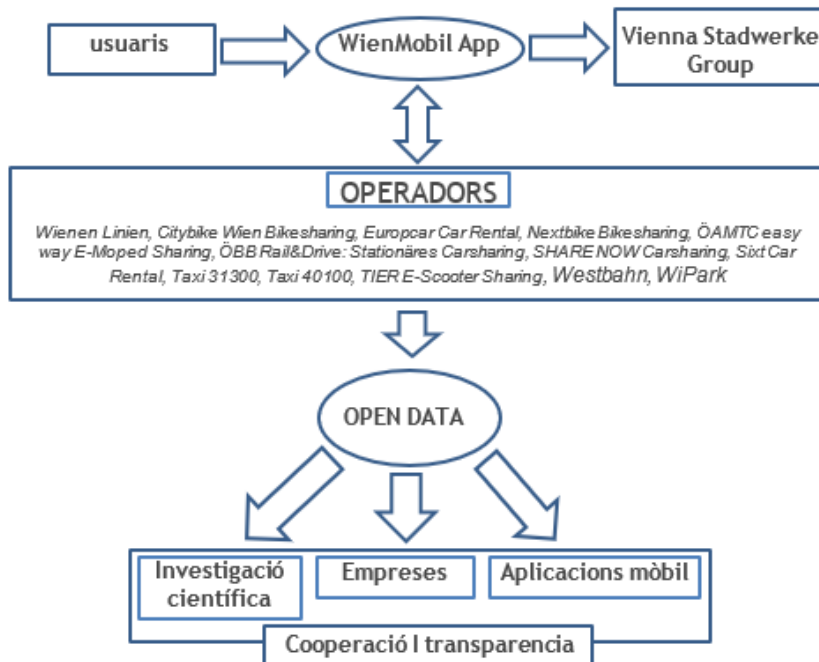
Finalment, també sota el consentiment directe de l'usuari, la informació privada personal, com dades de facturació, consum de dades, indicadors de negoci, o el comportament de l'usuari, serà transmesa exclusivament a empreses del *Vienna Stadwerke Group* (proveïdor de serveis d'infraestructura de la ciutat), per assegurar la qualitat de les dades, possibilitar el desenvolupament de nous productes, la classificació d'usuaris en grups, i, en conseqüència, l'aprovisionament de serveis en el sector d'energia, telecomunicacions, gestió d'edificis, tecnologies informàtiques, i sectors de mobilitat. Tot això serà vigent durant i després de la validesa del contracte. (Wiener linien, 2018)

A l'aplicació per al mòbil regulada per l'operador públic *Wiener Linien* hi col·laboren proveïdors de la ciutat oferint les seves dades obertes i posant-les a disposició dels usuaris. No obstant, quan un usuari decideix utilitzar un operador concret de l'aplicació i hi facilita les seves dades personals, només l'operador en qüestió obté aquestes dades. La majoria d'aquestes dades, no aniran a cap altre dels operadors, ni tan sols a l'administració; d'aquesta manera les dades bancaries, per exemple, només es transmeten entre les parts interessades. L'administració, a través de l'empresa pública que gestiona les infraestructures de la ciutat *Vienna Stadtwerke Group*, disposa de la informació introduïda a l'aplicació com la posició del usuari i algunes dades personals de l'usuari, però no dades bancaries, ni de transaccions entre l'usuari i l'operador.

La il·lustració següent representa un esquema de com es gestionen les dades i les interaccions entre les diferents entitats, com per exemple com es produeix l'ús i intercanvi de dades de l'usuari i de l'operador de transport públic. El model que

planteja la ciutat passa per l'ús de l'aplicació desenvolupada per l'operador públic i engloba els principals proveïdors de transport de la ciutat, tan públics com privats.

Per últim, les dades que no estan restringides per polítiques de privacitat i per tant poden ser dades obertes, són compartides en un portal de dades obertes, tant d'entitat públiques com privades. Aquest és l'aspecte diferenciador de les dades obertes de Viena i, en general, d'Àustria. En aquesta política de dades obertes per la cooperació, transparència i desenvolupament no només hi participa Viena, sinó que



Il·lustració 25: Esquema de l'intercanvi de dades de transport (altres indústries també) a la ciutat de Viena

Font: elaboració pròpia en base a Wiener Linien

hi participen diferents ciutats en el que es coneix com *Cooperation OGD (Cooperation Government Data) Austria*. (Urban Development Vienna, 2015)

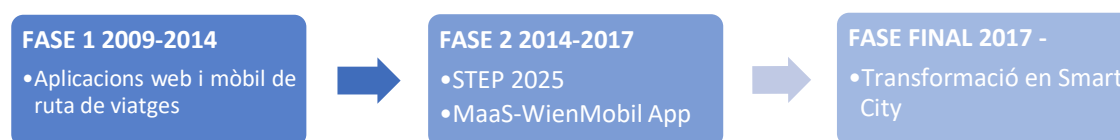
6.3.7 Fases d'aplicació del sistema

El 2009, com s'ha dit, va aparèixer l'aplicació *Qando* per la programació de viatges per part dels usuaris. Uns anys més tard, al 2012, *Wiener Linien* va oferir una aplicació de pagament dels bitllets del transport públic mitjançant el telèfon mòbil.

Al 2013, la Comissió Europea va definir, a l'*Urban Mobility Package*, els requeriments que devien complir els planificadors urbans per assegurar la mobilitat sostenible, sota l'eslògan "*Planificació per la gent*", on la Comissió defensa el *SUMP (Sustainable Urban Mobility Plans, Plans de Sostenibilitat de Mobilitat Urbana)* en l'àmbit europeu. D'aquesta manera es fomentava el canvi urbà de mobilitat centrat en el cotxe i el trànsit planificat cap a l'equilibri entre tots les modalitats de transport, amb l'objectiu d'afavorir una millor qualitat de vida.

Més tard, al 2015, la ciutat de Viena presenta el pla de mobilitat urbana de la ciutat anomenat STEP2025. Per a l'execució del projecte es va contractar un equip d'experts externs que va realitzar l'anàlisi previ del pla i la qualificació d'aquest respecte el *SUMP*, publicat l'any anterior. El resultat van atorgar al pla de millora una puntuació de 82 punts sobre 100, amb el que s'acreditava el compliment dels requeriments imposats per la Comissió Europea, convertint la ciutat de Viena en un centre referència en la planificació de la mobilitat urbana sostenible, amb un ambiciós pla de desenvolupament. (Urban Development Vienna, 2015)

Finalment, al 2017, el projecte de *WienerMobil* es fa realitat i es posa a disposició dels usuaris, integrant les principals funcions de les dues aplicacions anteriors (planificació i pagament), afegint-ne de noves, i plantejant per primer cop el concepte de *MaaS (Mobility as a Service)* impulsat des de l'administració pública i orientat a unificar totes les modalitats de transport de la ciutat. (UITP, 2018)



Il·lustració 26: Esquema de fases d'aplicació del sistema
Font: elaboració pròpia en base a Urban Development Vienna

6.3.8 Implementació del servei

Viena està considerada com una ciutat amb una excel·lent qualitat de vida. Per tal de mantenir els seus estàndards es considera imprescindible preveure quines seran les demandes dels ciutadans en una ciutat en creixement. Per això, l'administració ha fixat com a prioritari disposar de sistemes que permetin tenir una ciutat intel·ligent (*smart city*).

Mantenir la qualitat de vida i els recursos comporta, necessàriament, tenir un desenvolupament sostenible, definint la ciutat intel·ligent com el màxim exponent de ciutat sostenible. Birgit Ginzler, de la *Urban Innovation Vienna*, va argumentar que una de les claus per una 'ciutat sociable' és l'ús del transport públic. El transport públic a la ciutat té un elevat prestigi i és el mitjà de transport més utilitzat per la població, i només el 29% utilitza el transport privat. Això és possible, entre altres factors, gràcies a l'establiment d'abonaments per l'ús del transport públic atractius, com l'abonament anual per 365 euros, 1 euro al dia.

Cal afegir, que Viena, tot i que el cotxe elèctric a efectes pràctics és considerat com un recurs per reduir emissions de contaminants, no en fomenta l'ús, ni n'ofereix avantatges, com podria ser l'aparcament gratuït. El vehicle elèctric és tractat com un

vehicle privat de combustió, sense cap diferència. La ciutat busca evitar el tràfic de vehicles privats en general (Energy News, 2019). No obstant, tot i no donar suport al vehicle elèctric, s'estan instal·lant estacions de recàrrega elèctrica a la ciutat, especialment perquè el sector dels taxis es reconverteixi en elèctric. Aquesta és una de les iniciatives, entre moltes d'altres, que forma part d'un pla de mobilitat urbana que té la ciutat de Viena, l'STEP 2025, sota l'eslògan, *Viena ahead! Designing the future* (Viena endavant!, dissenyant el futur). En general es pot dir que es tracta d'un pla molt extens, que inclou múltiples accions que persegueixen l'objectiu de transformació de la ciutat per convertir-la en una *smart city*. En aquest pla de mobilitat urbana es defineixen també els principals objectius: una nova cultura de mobilitat, més espai per a vianants i ciclistes, expansió del transport públic, compartir en lloc de posseir, transport multimodal de porta a porta, mobilitat segura pels joves i cooperació entre operadors de mobilitat.

És un pla ambiciós, fixat pel 2025, que l'administració de la ciutat considera com a directiu del que serà la planificació de l'urbanisme i el transport fins al 2050, data (2025) fixada per assolir la consideració d'*smart city*, tot i que encara no s'ha definit amb prou detall quin haurà de ser el nivell de digitalització per obtenir-la. Uns dels camps d'acció de l'STEP 2025, és la necessitat d'innovar en l'àmbit del transport. En el pla es deixa clar que aquesta innovació en el transport no es centrarà en l'àmbit dels automòbils (cotxes), perquè es considera que aquest es finançarà i recolzarà des d'iniciatives europees. El que busca la ciutat amb la innovació del transport, és, simple i directament, millorar la mobilitat. Aquest objectiu ha convertit Viena en centre d'innovació internacional on han destacat projectes com els portals pels usuaris *Qando* i el *AnachB / VOR*, incentivant el transport a través del *marketing* amb l'abonament anual, o convertint el tramvia ULF (*ultra-low floor*), fent-lo accessible a les persones amb dificultat de mobilitat. (Urban Development Vienna, 2015)

6.3.9 Viena vs Barcelona

Tal com s'ha fet en el cas d'èxit del model de transport a la ciutat de Londres, a continuació es presenta una comparativa entre els models de Viena i el de Barcelona:

- **Sistema tarifari:** com s'ha explicat, el sistema tarifari de la ciutat de Viena està basat en títols temporals, un model similar al de Barcelona. Dels títols de transport més utilitzats pels vienesos, en destaca l'abonament anual, amb un preu de 365 euros (equivalent a 1 euro al dia), el que suposa una despesa, respecte del PIB anual per càpita, inferior a l'1%. Un fet que sumat, com s'ha dit, a l'eficient organització del servei ha comportat que el transport públic sigui el mitjà més usat pels habitants de la ciutat, considerablement per davant del vehicle privat.

Si es fa el càlcul de l'esmentada ràtio (cost del transport / PIB per càpita) prenent com a referència la targeta T-Usual de la ciutat de Barcelona, que,

després de la recent modificació tarifària implementada, representa un cost de 480 euros anuals, s'observa com aquesta relació queda molt poc per damunt de l'1%. Un fet que, si s'analitza, pot representar una excel·lent "prova" per constatar si la rebaixa en el preu del transport es tradueix en un increment efectiu del nombre d'usuaris i en la seva fidelització. (IDESCAT, 2018)

- **Sistema integrat:** pel que fa a la divisió tarifària per zones de transport, Viena compta també amb un sistema semblant al de Barcelona; la ciutat i el territori més proper que l'envolta conformen una única zona (l'anomenada a zona 100), amb integració tarifària multimodal, havent de fer ús d'un mode de transport (i títol) diferent, un tren rodalies, per sortir de la indicada zona 100.
- **Equipament (sistema d'accés):** el sistema d'accés als diferents mitjans de transport (tramvia, metro, etc.) del sistema vienès és el que més diferencia els models d'ambdues ciutats. Viena basa l'ús dels serveis amb l'honestedat dels usuaris i no disposa de cap sistema de barrera o de validació prèvia per accedir al transport públic, tot i que hi ha revisors que poden comprovar que els viatgers ho facin amb el títol corresponent. Barcelona, per contra, i com és sabut, disposa d'un sistema de validació de títols per accedir a diferents mitjans.

En aquest sentit, qüestions culturals a banda, caldria plantejar-se si Barcelona i els usuaris del transport públic es troben preparats per la implementació d'un sistema sense barreres. Per arribar a una conclusió sobre aquest aspecte hauran d'analitzar-se diferents paràmetres, entre els que destacarien el cost que representaria l'eliminació de tots els equipaments de validació de títols (i barreres, en el cas del metro), la quantificació dels viatges que els usuaris farien sense títol (frau), o, a l'altre costat de la balança, per exemple, la quantificació, en termes de temps i/o d'experiència de l'usuari, que suposaria l'estalvi de temps en els seus desplaçaments.

- **Tecnologia, ús de dades i privacitat:** Viena es distingeix, entre altres qüestions, pel compromís de la seva administració amb la transparència, la participació i la cooperació de la població, les empreses i la ciència; i, en aquesta línia de dades obertes, la ciutat posa a disposició de la població, de forma gratuïta, les dades i els serveis públics que no estan subjectes a la protecció de dades i no estan classificats com a crítics. Tanmateix, malgrat la cultura de dades obertes, l'administració concentra l'oferta de transport públic mitjançant el desenvolupament d'una aplicació pròpia (la *WienMobil*) que permet, des d'una mateixa app, obtenir informació horària, les millors rutes a temps real, la compra de bitllets de diferents mitjans de transport (bus, metro, bici, taxi, *carsharing*, etc.), rebre informació d'incidències, planificar el viatge segons el preu, la durada o la qualitat ambiental, guardar preferits, etc. Com a contrapartida de les prestacions ofertes, l'aplicació té accés a les dades

facilitades pels seus usuaris (localització, rutes, preferències, perfil personal, etc.), mitjançant un sistema anonimitzat que dona compliment a la normativa de privacitat.

Pel que fa al sistema de targeta acreditativa del títol de transport, el sistema utilitzat a Viena (la *Jahreskarte*) es considera poc apropiat per a la seva implementació a Barcelona, atès que, en no haver-se de validar en els accessos als mitjans de transport, no aportaria cap millora significativa al sistema de la futura T-mobilitat, ni en termes de control d'accessos, ni tampoc en termes d'accés i tractament de dades que permeti l'obtenció de patrons de mobilitat.

6.4 Bones pràctiques importables al model de Barcelona

Una vegada analitzats els models de les ciutats catalogats com a “casos d'èxit”, per disposar de sistemes de transport públic innovadors, digitals i punters, i haver-los comparat amb el model de Barcelona, a continuació, es presenten les bones pràctiques que, des d'un punt de vista personal, millor podrien encaixar al model de transport públic barceloní per tal de millorar-lo:

1. El model de sistema tarifari integrat que ha comportat que el transport públic sigui el mitjà de transport més usat pels habitants de la ciutat, és el vigent a Viena (bona gestió, a banda). L'establiment d'una tarifa anual, que ve a representar una tarifa plana (terme introduït en el capítol 3 d'aquest estudi), es traduiria en un possible increment d'usuaris (major demanda) i en una possible fidelització dels usuaris, qüestió aquesta que representa un dels grans reptes del transport públic de Barcelona. Alhora, resultaria molt interessant trobar un mètode per a què els usuaris que disposen d'un títol anual, per una o diferents zones tarifàries, poguessin disposar d'un sistema similar al londinenc com és el *pay as you go*. Aquest sistema permetria compensar als usuaris habituals del transport públic que viatgessin de manera puntual a alguna de les zones no incloses a la seva tarifa anual, gaudint d'un preu més econòmic que els usuaris eventuals.
2. Pel que fa al sistema d'accés al transport públic, el model londinenc és el que millor s'adapta a les condicions de Barcelona. Aplicar la tecnologia d'accés de que disposa Londres, amb *contactless*, representaria un considerable avenç tant en comoditat com en estalvi de temps, a més d'incrementar el nombre de mitjans de pagament (targetes de debit o credit, o dispositius mòbils, que disposin de *contactless*). Aquest sistema permetria, al mateix temps, la captació de dades que facilitarien la millora en la gestió del servei. Com ja s'ha dit, Londres ha esdevingut un referent en la utilització de la tecnologia Big Data

a l'hora d'establir patrons sobre els que gestionar la mobilitat de la ciutat. Així doncs, un sistema de validació similar al de la targeta *Oyster* encaixaria amb el funcionament del model barceloní. En qualsevol cas, per les característiques de la T-Mobilitat, analitzades al capítol 4 d'aquest estudi, es pot afirmar que ambdós models segueixen una línia de funcionament similar.

3. En allò referent a la implementació d'una aplicació de transport, el model vienès resultaria fàcilment importable, facilitant la unificació dels diferents operadors en una mateixa aplicació, simplificant la gestió dels usuaris, i permetent que l'administració (o qui es designés gestor de la mateixa) disposés de les dades, per tractar-les, analitzar-les i retornar-les als mateixos usuaris i gestors dels diferents modes de transport que operen a la ciutat, transformades en un servei més eficient i de qualitat.

Com s'ha dit, aquestes són, de forma resumida, les bones pràctiques que millor encaixarien en el model Barcelona. En qualsevol cas, per constatar que, efectivament, aquestes mesures esdevenen positives pel servei, caldria desenvolupar una anàlisi cost-benefici per a cadascuna, determinant una aproximació dels costos que suposaria la implementació de cada iniciativa i els beneficis (tant des d'un punt de vista purament econòmic com també ambiental i social) que reportarien.

Per tal d'acotar l'abast de l'estudi, s'ha realitzat una anàlisi d'algunes de les bones pràctiques al model de Barcelona, en concret de la implementació d'una nova tarifa plana (T-Anual) i de la implementació d'alguns aspectes relacionats amb la digitalització del servei.

7. Aplicació de bones pràctiques

7.1 Introducció

Una de les qüestions a tenir en compte en l'estudi de la digitalització del transport a Barcelona és l'impacte de les bones pràctiques identificades, per tal d'assegurar que els canvis que es projectin porten aparellat un benefici econòmic i/o social respecte de l'escenari existent.

Així, en el present capítol s'analitzaran els possible escenaris resultants de la implementació de dues de les bones pràctiques identificades al capítol anterior. Com es constatarà, els resultats d'aquestes bones pràctiques, malgrat resultar exitoses en les respectives ciutats de Viena i Londres, no esdevenen idènticament favorables en la seva implementació a Barcelona.

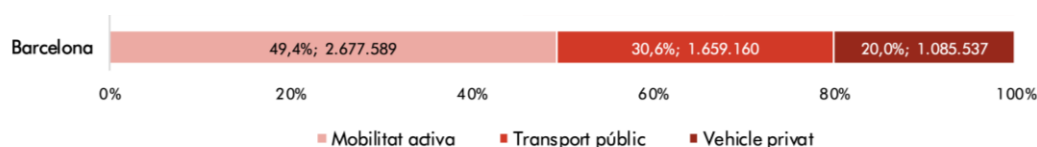
Aquesta circumstància ens porta a reiterar que, davant el plantejament de qualsevol iniciativa d'inversió pública, especialment rellevants per les seves magnituds en l'àmbit del transport, resulta no només aconsellable sinó imprescindible, a més dels estudis de rendibilitat financera, disposar d'anàlisi de cost-benefici que facilitin "obtenir uns indicadors de rendibilitat que permetin estimar l'eficiència de la inversió i comparar-la amb d'altres o simplement establir si satisfà unes condicions prèviament establertes". (Turró, 2016)

7.2 Escenari 1: implantació d'una tarifa anual

Com s'ha indicat a l'inici d'aquest estudi, un dels principals reptes del transport públic de Barcelona és la fidelització dels seus usuaris, a més de captar-ne de nous.

Per aconseguir aquesta fita es proposa analitzar quin impacte suposaria implementar una tarifa anual en la zona 1 de l'ATM, similar a la que s'ha analitzat a Viena (equivalent a la seva zona 100) en la que s'ha constatat que la mobilitat mitjançant transport públic dins la mateixa ciutat, l'any 2018, representa un 38% dels desplaçaments, sent aquest el mitjà de transport més utilitzat (Wien Government, 2019). S'entén per desplaçament un únic motiu de viatge, que pot tenir una o més etapes dutes a terme amb modes de transport diferents. (ATM, 2019)

Per la seva part, de les dades (2018) que es disposa de la ciutat de Barcelona, es constata que, en un dia feiner, es realitzaven un 30,6% dels desplaçaments mitjançant transport públic. (ATM, 2019)



Il·lustració 27: Distribució modal de la mobilitat a Barcelona

Font: ATM (https://observatori.atm.cat/enquestes-de-mobilitat/Enquestes_ambit_ATM/EMEF/2018/Informe_publicacio_EMEF_2018.pdf)

Com s'ha explicat en el capítol 3 d'aquest estudi, per tal de fidelitzar l'usuari pot resultar clau disposar d'un sistema tarifari similar al d'una tarifa plana, que creï la sensació a l'usuari que ja ha pagat per aquest servei i, així, com més l'utilitzi més l'amortitzarà.

Per tal d'establir un preu per aquest títol anual s'ha pres com a referència el "preu popular" del bitllet a Viena d'1 euro al dia, per tant de 365 euros. Per al desenvolupament de l'estudi es pren com a referència aquest preu, atès que el preu d'un bitllet senzill tant a Barcelona com a Viena és el mateix (2,40 euros un bitllet d'una sola direcció), disposant d'un PIB per càpita, a les dues ciutats, força similar; de la mateixa manera que succeeix per als usuaris joves, pels que, en ambdues ciutats, es disposa de preus més econòmics (a Barcelona, per exemple, els abonaments de la T-Jove suposen un cost anual de 320 euros).

A l'hora de plantejar el preu del títol anual s'ha tingut en compte que resultés més econòmic que el de la nova T-Usual, que, al tenir un preu de 40 euros al mes, representa un cost total anual de 480 euros. Aquest fet és important per fer front als possibles següents desavantatges:

1. El fet de pagar un títol anual representa haver de fer un únic pagament i no un de fraccionat i, per tant, suposa una bestreta elevada en un únic moment de l'any.
2. El fet de satisfer un títol anual, i no fer-ho per títols mensuals, requereix planificar millor, per si se'n podrà fer un ús complet i amortitzar la despesa.

Així, per tal que a l'usuari li resulti atractiva la despesa, s'ha plantejat un preu anual més econòmic que el de la T-Usual, fins i tot si es considera que durant dos mesos no fa ús del servei (ja sigui per vacances o per altres motius), pel que no s'ha de preocupar per fer una planificació molt acurada de l'ús que en farà. Per tant, s'està proposant un model econòmicament més atractiu que el de la T-Usual.

Adicionalment, des d'una perspectiva de màrqueting, resulta un preu molt fàcil d'associar al cost que suposarà desplaçar-se per tota la zona 1: un euro al dia. Aquesta és una qüestió que capta l'atenció de l'usuari i que fa que tingui la percepció que el preu del bitllet és molt econòmic i que, en conseqüència, li resulta avantatjós adquirir-lo.

Així doncs, s'analitzarà com funcionaria i quin impacte suposaria la implementació de la que anomenarem "T-Anual".

7.2.1 Càlcul de les variables i supòsits

Vist el plantejament del preu d'aquest nou títol, s'analitzen a continuació quins serien els seus potencials usuaris. Per fer-ho, s'han tingut en compte les darreres dades publicades sobre el transport públic de Barcelona, en el benentès que aquestes dades no recullen els nous títols apareguts aquest any (2020).

Així, de l'any 2017, el total de validacions a tot el Sistema Tarifari Integrat va ser de 725.481.845. El percentatge de validacions a la zona 1 (objecte d'aquesta anàlisi) suposa el 83,11% del total, o sigui, 602.972.810 validacions. (ATM, 2018)

A continuació, s'indiquen el nombre de validacions per cada tipologia de títol. Donat que les dades de que es disposa són limitades, es considera que el percentatge de validacions realitzat per cada tipologia de títol a tot el Sistema Tarifari Integrat es manté per la zona 1:

Títol	% de validacions	# de validacions
T-10	56,66%	341.644.394
T-50/30	7,69%	46.368.609
T-70/30	0,67%	4.039.918
T-Mes	14,32%	86.345.706
T-Trimestre	1,85%	11.154.997
Resta de títols	0,23%	1.386.838
T-Jove	8,19%	49.383.473
T-16	5,15%	31.053.099
T-FM/FN	4,00%	24.118.912
T-Mes (bonificació especial)	1,24%	7.476.863

Taula 8: Percentatge i nombre de validacions per tipologia de títol a la zona 1

Font: elaboració pròpia en base a l'ATM

Conegut el nombre de validacions per cada tipologia de títol, es volen conèixer els viatges que s'han realitzat en cada cas. Per al càlcul, es considera el terme viatge com un desplaçament amb un únic motiu, que pot tenir una o més etapes dutes a terme amb un o diferents mitjans de transport. Per exemple, suposant el cas d'un estudiant de la UPC del Campus Nord que es desplaça a la Universitat fent ús del transport públic, i necessita combinar el metro i l'autobús per arribar-hi, entendrem com a viatge el desplaçament que farà l'interessat des de casa seva fins a la Universitat, encara que aquest suposi més d'una validació del títol de què disposi (una pel metro i una altra per l'autobús).

Per tant, s'han de tenir en compte que existeixen diferents tipus de viatges: unimodals, bimodals, trimodals i quatrimerals. Per saber quants viatges es realitzen de cada tipus, es prenen com a referència les dades disponibles (ATM, 2016) que es mostren a la taula següent:

Títol	Unimodal	Bimodal	Trimodal	Quatrimodal
T-10	81,78%	16,67%	1,46%	0,09%
T-50/30	76,55%	21,15%	2,15%	0,15%
T-70/30	81,89%	16,42%	1,56%	0,13%
T-Mes	75,89%	21,32%	2,54%	0,25%
T-Trimestre	75,66%	21,29%	2,73%	0,31%
Resta de títols	93,42%	5,61%	0,87%	0,10%
T-Jove	81,23%	17,11%	1,57%	0,09%
T-16	81,23%	17,11%	1,57%	0,09%
T-FM/FN	74,43%	22,14%	3,06%	0,37%
T-Mes (bonificació especial)	72,73%	23,74%	3,16%	0,37%

Taula 9: Distribució modal dels viatges del transport públic de la zona 1

Font: elaboració pròpia en base a l'ATM

Es considera la categoria "Resta de títols" com a bitllets senzills o T-Dia, motiu pel qual la majoria dels viatges són unimodals ja que, amb un bitllet senzill, no està permès el transbord. Per altra banda, en no disposar tampoc de les dades de la T-16 s'han considerat els mateixos percentatges que per a la T-Jove.

Per tant, coneguts els percentatges de cada tipologia de viatges, podem conèixer els viatges realitzats de cada tipologia de títol en funció de número de validacions:

$$\# \text{ de viatges realitzats per cada títol} = \# \text{ de validacions} \cdot \left(\% \text{ viatges unimodals} + \frac{\% \text{ viatges bimodals}}{2} + \frac{\% \text{ viatges trimodals}}{3} + \frac{\% \text{ viatges quatrimodals}}{4} \right)$$

Títol	# de viatges realitzats
T-10	332.186.538
T-50/30	40.748.347
T-70/30	3.662.287
T-Mes	75.517.235
T-Trimestre	9.737.476
Resta de títols	1.338.853
T-Jove	44.608.503
T-16	28.050.523
T-FM/FN	20.889.993
T-Mes (bonificació especial)	6.411.099

Taula 10: Nombre de viatges realitzats per tipologia de títol a la zona 1

Font: elaboració pròpia en base a l'ATM

Per poder fer la relació entre la recaptació (ATM, 2018) i el nombre de viatges que s'han realitzat per cada tipologia de títol, és necessari conèixer el preu (sense IVA) dels diferents títols (Montferri, 2017), així com la recaptació (sense IVA) corresponent a cada títol. Per calcular la recaptació de cada títol corresponent a la zona 1, multipliquem la recaptació total que ens ofereix l'informe per cada tipologia de títol per 0,7427, ja que la zona 1 recapta el 74,27% del total:

Títol	Cost del títol	Recaptació zona 1
T-10	9,045	252.597.105,40
T-50/30	38,636	2.516.292,04
T-70/30	54,090	2.311.156,51
T-Mes	47,954	50.259.387,57
T-Trimestre	129,090	6.148.136,09
Resta de títols (<i>bitllet senzill o T-Dia</i>)	1,954 7,636	1.976.230,93
T-Jove	95,454	28.314.259,17
T-16	N/A	N/A
T-FM/FN	50,636	10.238.345,65
T-Mes (bonificació especial)	38,363	735.943,22

Taula 11: Cost del títol i recaptació per tipologia de títol en la zona 1

Font: elaboració pròpia en base a l'ATM / Nota: imports en euros

Tot i que la demanda és elàstica i, per tant, no tots els mesos es registra el mateix nombre de viatges, ni es recapta el mateix, per tal de simplificar els càlculs es considerarà un repartiment uniforme tant dels viatges com de la recaptació.

7.2.2 Càlcul dels usuaris

Un cop conegudes totes les dades, ja es pot calcular el nombre d'usuaris per a cada cas.

En funció de cada tipologia de títol, les variables a tenir en compte varien:

- **T-10**

En el cas de la T-10, s'han de realitzar diferents hipòtesis per arribar a conèixer el nombre d'usuaris d'aquest títol. En primer lloc, com que no es disposa de dades suficients per saber si tots els títols T-10 esgoten tots els viatges, es suposa que els usuaris esgotaran tots els títols fins que quedin 0 viatges. Per tant, per saber la quantitat de títols venuts es divideix la recaptació total pel preu d'un títol, i considerant, com s'ha dit, que tots els mesos s'han venut el mateix nombre de títols:

Total dels títols anuals	27.926.712
Títols venuts per mes	2.327.226

Taula 12: Total de T-10 venudes per any i per mes

Font: elaboració pròpia en base a l'ATM

Per conèixer el nombre d'usuaris que fan ús d'aquestes T-10 mensuals venudes, es plantegen un seguit d'hipòtesis. Prenent com a referència una anàlisi de sensibilitat realitzat per al cas dels usuaris del transport públic de Barcelona (Sabata, 2016), es considera que:

- El 20% dels títols són venuts a usuaris que realitzen d'1 a 14 viatges cada mes. Per tant, es suposa que aquests usuaris compren, de mitjana, 1 títol al mes.
- Un altre 20 % dels títols T-10 són venuts a usuaris que realitzen entre 15 i 24 viatges al mes. Aquests, es suposa que compren 2 títols mensuals, de mitjana.
- Un 30% dels títols es consideren destinats a usuaris que realitzen de 25 a 34 viatges al mes, i per tant compren 3 títols mensuals.
- Finalment, el 30% restant dels títols venuts són per aquells usuaris que realitzen entre 35 i 42 viatges al mes, que adquiriran, de mitjana, 4 títols mensuals.

Per tant, tenint en compte aquesta relació entre viatges mensuals i títols que es compren cada mes, obtindrem els següents nombres d'usuaris:

Viatges mensuals	Títols venuts en un mes	Usuaris
1-14 viatges	465.445	465.445
15-24 viatges	465.445	232.722
25-34 viatges	698.168	232.723
35-42 viatges	698.168	174.542
Total	2.327.226	1.105.432

Taula 13: Total de T-10 venudes en un mes i total d'usuaris per tipologia d'usuari

Font: elaboració pròpia en base a l'ATM

○ T-50/30

D'acord amb les suposicions tingudes en compte per al càlcul d'usuaris de la T-10, es fa una estimació per als usuaris de la T-50/30, en la qual es presenten les següents hipòtesis (en aquest cas, s'hauran de fer suposicions anuals, enlloc de mensuals):

- El 60% dels títols es venen a usuaris que realitzen de 43 a 50 viatges cada mes. Per tant, es suposarà que aquests usuaris compren 12 títols l'any.
- Un 5% dels títols venuts van destinats a usuaris que realitzen entre 51 i 52 viatges cada mes, pel que s'estimarà que aquests compren 13 títols l'any.
- El 30% dels títols venuts són d'usuaris que realitzen entre 53 i 58 viatges mensuals, suposant una compra de 14 títols cada any.
- El 5% restant dels títols que s'han venut són per aquells usuaris que realitzen de 59 a 62 viatges cada mes, al que es suposa una compra de 15 títols a l'any.

Per calcular el nombre de títols que s'han venut en un any, es divideix la recaptació total (2.516.292,04 EUR) pel cost unitari del títol (38,636 EUR), resultant un total de 65.128 títols l'any.

Per tant, tenint en compte aquesta relació entre viatges mensuals i títols adquirits en un any, obtenim el nombre d'usuaris següent:

Viatges mensuals	Total títols venuts	Usuaris
43-50 viatges	39.077	3.256
51-52 viatges	3.256	251
53-58 viatges	19.539	1.396
59-62 viatges	3.256	217
Total	65.128	5.120

Taula 14: Total de 50/30 venudes en un mes i total d'usuaris per tipologia d'usuari

Font: elaboració pròpia en base a l'ATM

○ T-70/30

Com que d'aquesta tipologia de títols no es disposa d'una anàlisi de sensibilitat, s'aplicarà la mateixa lògica que al cas anterior (T-50/30):

- El 60% dels títols es venen a usuaris que realitzen de 63 a 70 viatges cada mes: 12 títols l'any.
- Un 5% dels títols venuts van destinats a usuaris que realitzen entre 71 i 72 viatges cada mes: 13 títols l'any.
- El 30% dels títols venuts són d'usuaris que realitzen entre 73 i 78 viatges mensuals: 14 títols cada any.
- El 5% restant dels títols que s'han venut són per aquells usuaris que realitzen de 79 a 82 viatges cada mes: 15 títols a l'any.

Com s'ha fet en el cas anterior també per calcular els títols que s'han venut en un any, es divideix la recaptació total (2.311.156,51 EUR) pel cost unitari del títol (54,090 EUR), resultant un total de 42.728 títols l'any.

Per tant, tenint en compte aquesta relació entre viatges mensuals i títols totals que compren en un any, obtindrem el nombre d'usuaris següent:

Viatges mensuals	Total títols venuts	Usuaris
63-70 viatges	25.637	2.136
71-72 viatges	2.136	164
73-78 viatges	12.819	916
79-82 viatges	2.136	142
Total	42.728	3.358

Taula 15: Total de 70/30 venudes en un mes i total d'usuaris per tipologia d'usuari

Font: elaboració pròpia en base a l'ATM

○ T-Mes

Per obtenir els usuaris de la T-Mes es seguirà un plantejament diferent dels anteriors casos, atès que a la recaptació total no es pot aplicar una relació directa amb el preu del títol, doncs es tracta d'un títol de viatges il·limitats. En conseqüència, en primer lloc, cal obtenir el valor del preu mitjà de cada viatge:

$$\begin{aligned} \text{Preu mitjà de cada viatge} &= \frac{\text{recaptació anual de la } T - \text{Mes}}{\# \text{ viatges anuals amb la } T - \text{Mes}} \\ &= 0,666 \text{ € cada viatge} \end{aligned}$$

Un cop conegut el preu mitjà de cada viatge, dividirem el preu del títol pel valor del preu mitjà de cada viatge, de manera que obtindrem el nombre mitjà de viatges que es realitzen amb cada T-Mes:

$$\begin{aligned} \text{Viatges realitzats de mitjana per cada } T - \text{Mes} &= \frac{\text{Preu de la } T - \text{Mes}}{\text{Preu mitjà de cada viatge}} \\ &= 72 \text{ viatges} \end{aligned}$$

Amb aquest valor, podem obtenir el nombre total de títols anuals que s'han adquirit:

$$\begin{aligned} \text{Títols totals adquirits} &= \frac{\# \text{ viatges anuals amb la } T - \text{Mes}}{\text{Viatges realitzats de mitjana per cada } T - \text{Mes}} \\ &= 1.048.851 \text{ títols} \end{aligned}$$

Finalment, per conèixer el nombre d'usuaris només cal tenir en compte que la T-Mes s'ha d'adquirir cada mes per a renovar-la, i com que suposem que tots els mesos s'adquirien el mateix nombre de títols:

Total títols venuts	Usuaris
1.048.851	87.405

Taula 16: Total de T-Mes venudes i total d'usuaris

Font: elaboració pròpia en base a l'ATM

○ T-Trimestre

Per calcular el nombre d'usuaris, en el cas de la T-Trimestre, es segueix la mateixa metodologia que per la T-Mes, ja que es tracta també d'un títol en el que es disposa de viatges il·limitats, però en aquest cas amb una validesa de tres mesos:

$$\begin{aligned} \text{Preu mitjà de cada viatge} &= \frac{\text{recaptació anual de la } T - \text{Trimestre}}{\# \text{ viatges anuals amb la } T - \text{Trimestre}} \\ &= 0,631 \text{ € cada viatge} \end{aligned}$$

Tot seguit, es calcula el total de viatges realitzats per cada títol:

$$\begin{aligned} \text{Viatges realitzats de mitjana per cada } T - \text{Trimestre} &= \frac{\text{Preu de la } T - \text{Trimestre}}{\text{Preu mitjà de cada viatge}} \\ &= 204,58 \text{ viatges} \end{aligned}$$

Un cop obtingut aquest valor, ja es pot calcular el nombre total de títols adquirits emprant la mateixa fórmula que el cas anterior:

$$\begin{aligned} \text{Títols totals adquirits} &= \frac{\# \text{ viatges anuals amb la T} - \text{Trimestre}}{\text{Viatges realitzats de mitjana per cada T} - \text{Trimestre}} \\ &= 47.597 \text{ títols} \end{aligned}$$

I finalment, per conèixer el nombre d'usuaris només cal tenir en compte que la T-Trimestre és un títol que cal renovar cada tres mesos:

Total títols venuts	Usuaris
47.597	11.899

Taula 17: Total de T-Trimestre venudes i total d'usuaris

Font: elaboració pròpia en base a l'ATM

Tenint en compte que les persones que viatgen amb el conjunt anomenat “resta de títols” (bitllet senzill o t-dia) són usuaris que utilitzen el transport públic molt puntualment, o simplement estan de visita a la ciutat, i, per altra banda, que els usuaris de les tarifes i títols amb descomptes socials seguiran utilitzant la mateixa tipologia, perquè resulten més econòmiques que les “tarifes comunes”, una vegada conegut el nombre d'usuaris de la T-10, la T-50/30, la T-70/30, la T-Mes i la T-Trimestre podem afirmar que ja disposaríem de les dades per conèixer quin seria el nombre de potencials consumidors de la T-Anual.

7.2.3 Conseqüències

○ Increment de la demanda

Com ja s'ha dit, la T-Anual tindria un preu de 365 euros pel que, prenent com a referència el preu de l'actual T-Casual (11,35 euros), el nombre d'usos mensual de mitjana necessaris per a que el títol resulti econòmicament més favorable, és de 27 (front als 35 usos mensuals que, com s'ha vist al capítol 3, són necessaris per amortitzar la T-Usual).

Conegut el nombre de viatges mensual necessari per ‘amortitzar’ el títol, a continuació s'analitzarà, d'acord amb els càlculs anteriors, quins són els usuaris als que resultarà més favorable la nova tarifa (T-Anual), d'acord amb el nombre mensual de viatges que acostumen a realitzar. Es calcularà també l'import (sense IVA) que representa la venda dels títols, d'acord amb els preus de les tarifes amb que s'han realitzat els càlculs anteriors:

- En primer lloc, si s'observen les 4 tipologies d'usuaris de les que disposa la T-10, comprovarem com el tercer i quart grup d'usuaris d'aquest títol, que realitzen entre 25 i 42 viatges mensuals, els resultarà més avantatjós aquest nou títol. Aquests grups representen un total de 407.264 usuaris, i un ingrés de 12.629.859,12 euros mensuals.

- En el cas de la T-50/30, els usuaris viatgen entre 43 i 62 viatges, per tant tots resultarien potencials consumidors. Aquests representen un total de 5.120 usuaris, i un ingrés de 209.691,00 euros mensuals.
- Els usuaris de T-70/30 realitzen una mitjana d'entre 63 i 82 viatges mensuals, i, per tant, els seus 3.358 usuaris resultarien també potencials usuaris de la T-Anual. Suposen un ingrés total de 192.596,40 euros mensuals.
- Pel que fa als 87.405 usuaris de la T-Mes que, com s'ha vist es realitzen una mitjana de 72 viatges, també resultarien usuaris de la T-Anual. S'ingressen 4.188.282,30 euros mensuals per la venda d'aquests títols.
- Per últim, la T-Trimestre també disposa d'una mitja de 204,58 viatges al trimestre (uns 68 viatges al mes) i per tant els seus 11.899 usuaris esdevindrien consumidors de la T-Anual. Mensualment, s'ingressen 512.344,67 euros per la venda d'aquests títols.

Així doncs, constatem que un total de **515.046 usuaris habituals** del transport públic seria el nombre de potencials consumidors de la T-Anual. L'import total anual que representa l'ingrés per la venda de títols d'aquests usuaris és de **212.793.281,90 euros**; import que representa més d'un 56 % del total d'ingressos anuals de la zona 1 (379.191.002,24 euros). (ATM, 2018)

Obtingudes aquestes dades, es pretén comprovar si aquest nou títol, més econòmic que els que vindria a substituir, provocaria un increment de la demanda al transport públic, i si aquest increment de demanda compensaria, en termes econòmics, el descens d'ingressos.

Per calcular l'increment de la demanda tindrem en compte que es tracta d'una variació elàstica. L'elasticitat de la demanda en el transport públic modela el comportament dels usuaris, al representar la quantitat de viatges o usuaris durant un determinat període, en funció d'un conjunt de variables (per exemple, el cost monetari del viatge, els diferents temps que componen el viatge: temps d'espera, temps per accedir a la parada, temps a bord del/s vehicle/s, etc.).

En el cas d'estudi, com s'ha dit, es pretén obtenir la variació del nombre d'usuaris en cas d'implementar el preu de la nova tarifa T-Anual. Per fer-ho, s'aplica la fórmula més comuna de l'elasticitat:

$$\varepsilon = \frac{\Delta Q}{\Delta P}$$

sent ΔQ la variació percentual de la quantitat del producte (en el nostre cas, la variació d'usuaris) i ΔP la variació percentual del preu. (Urbiztondo, 2015)

Per desenvolupar aquest càlcul es pren com a referència un estudi sobre l'ús del transport públic i el vehicle privat a l'àrea metropolitana de Barcelona (Matas, 1991) en que es feia una estimació de l'elasticitat, considerant que, a més de les esmentades, no es disposava de cap altra alternativa de transport.

El resultat que s'obtenia d'aquest estudi per determinar l'elasticitat de la demanda del transport públic en funció de la variació del preu era de $\varepsilon = -0,15$.

Per altra banda, cal conèixer el preu inicial i final que pagaran els usuaris per l'ús del transport:

- En primer lloc, el preu inicial l'obtenim de dividir la recaptació total anual pel nombre d'usuaris (212.793.281,90 euros / 515.046 usuaris), el que representa una mitjana 413,15 euros anuals (sense IVA) per usuari.
- Per altra banda, el preu que suposaria a l'usuari la compra de la T-Anual seria de 331,82 euros (preu sense IVA).

La diferència entre ambdós imports representa una disminució del cost anual equivalent al 19,69%.

Així doncs, la fórmula per conèixer l'increment de demanda seria:

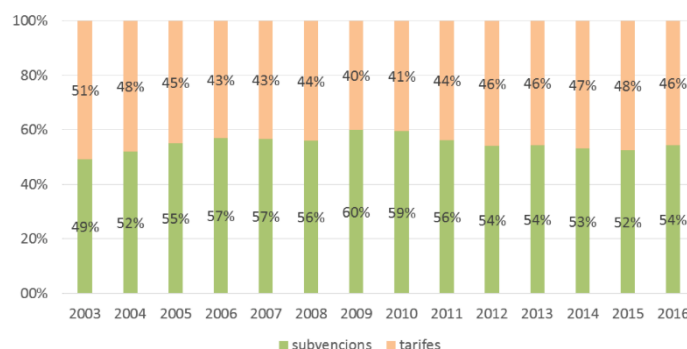
$$-0,15 = \frac{\Delta Q}{-19,69} \rightarrow \Delta Q \approx 2,954\%$$

En conseqüència, el nombre d'usuaris nous seria de **15.214**, el que representaria un total de **530.260 usuaris anuals**.

Pel que fa als ingressos, la venda d'aquest nou títol representaria un import total de **175.950.873,20 euros anuals**, el que suposa un **descens del 17,31%** respecte dels ingressos obtinguts amb el sistema tarifari vigent al 2017.

Al gràfic següent es poden observar les dades (%) de cobertura dels ingressos tarifaris respecte dels costos d'exploració als darrers anys.

$$cobertura = \frac{\uparrow \text{ingressos tarifaris}}{\downarrow \text{costos d'exploració}}$$



Il·lustració 28: Cobertura del sistema de finançament del transport públic

Font: Ajuntament de Barcelona (https://www.barcelona.cat/mobilitat/sites/default/files/170620_TarifasdebatPACTE.pdf)

En aquestes dades es constata que la mitjana de cobertura dels costos d'exploració del servei mitjançant subvenció, en els darrers 10 anys, representa el **55,5%** d'aquests. Per tant, considerant que l'any 2017 els ingressos tarifaris totals de la zona 1 sumaven 379.191.002,24 euros (el 45,5%), **l'import de la subvenció equivalia a 472.923.608,13 euros**, import que representa una subvenció de **0,8398 euros per viatge** (total subvenció / total viatges). (Ajuntament de Barcelona, 2017)

Tenint en compte que, amb l'aplicació de la nova tarifa T-Anual, el **total d'ingressos tarifaris anuals**, que es **reduïrien** en un **9,72%**, sumarien **342.348.593,6 euros** (el que representaria una **cobertura del 40,18%** dels costos d'exploració), **l'import a subvencionar** hauria de ser de **509.766.017,46 euros**, un **7,79% d'increment**.

Tanmateix, aquest increment en l'import de la subvenció per viatge es veuria amortit pel fet que un nombre d'usuaris de la T-Anual, abans titulars de la T-10, T-50/30 i T-70/30, probablement faran un major ús del servei per l'efecte tarifa plana, el que es tradueix en un dels objectius perseguits: la **fidelització dels usuaris**.

- **Altres beneficis socials**

Es considera que els 15.214 nous usuaris del transport públic que utilitzarien la T-Anual provenen tots del vehicle privat.

Tenint en compte que aquest nombre de nous usuaris, que, com ja s'ha dit, representaria un increment aproximat del 3% dels que efectuarian més de 25 viatges al mes, esdevé pràcticament residual comparant-lo amb el nombre total d'usuaris del transport públic de la zona 1, tenint en compte, per exemple, que el nombre d'usuaris de la T-10 que no s'ha contemplat per aquest càlcul és de 698.167, al que encara caldria sumar els usuaris de les tipologies de títols com "Resta de títols", T-Jove, T-

16 i la resta de títols de bonificació especial, resultant un nombre molt superior al total d'usuaris que faran ús de la T-Anual, podem concloure que l'increment d'usuaris no demandarà un increment d'infraestructura, ni de recursos humans, ni materials, pel que la nova demanda es podrà atendre amb els recursos de que disposa la zona 1 actualment.

Així, si centrem l'estudi des d'un prisma purament financer, on l'objectiu és determinar el rendiment econòmic del projecte en qüestió, analitzant les despeses i ingressos obtinguts, es catalogaria com un canvi tarifari deficitari. Ara bé, en els projectes duts a terme per l'administració pública, és important considerar l'anàlisi cost-benefici introduint o tenint en compte, també, elements de benefici social o ambiental que puguin portar aparellats el projecte en el seu conjunt.

A continuació, es realitza una estimació de quin representaria l'estalvi en contaminació (a efectes del canvi climàtic i a efectes de pol·lució) que es produiria gràcies al traspàs d'aquests 15.214 usuaris del vehicle privat al transport públic.

Primerament, es fa una estimació de quina seria la quantitat de cotxes i quina la quantitat de motos els usuaris de les quals passarien del transport privat al transport públic (es considera que del transport privat només es canviarien els d'aquestes dues tipologies de vehicles). Així, tenint en compte les darreres dades publicades (IDESCAT, 2019), considerarem que el 79,13% són cotxes i el 20,73% restant són motos.

Per altra banda, cal veure quina és l'ocupació mitjana de persones (entre l'ocupació calculada i l'ocupació declarada) de cadascuna de les tipologies:

Ocupació	Vehicle	2017	2018	2019
Ocupació calculada	Cotxe	1,15	1,19	1,20
	Moto	1,04	1,04	1,07
Ocupació declarada	Cotxe	1,58	1,64	1,68
	Moto	1,12	1,12	1,16

Taula 18: Ocupació calculada i declarada per vehicle a l'àrea metropolitana de Barcelona

Font: Institut d'estudis regionals i metropolitans de Barcelona
(https://iermbdb.uab.cat/index.php?ap=0&id_ind=1845&id_cat=229)

Per tant, per fer l'estimació de la quantitat de cotxes i de motos que deixaran de circular per la zona 1 com a conseqüència d'aquest increment de 15.214 nous usuaris de transport públic s'aplica el següent càlcul:

$$Total\ de\ cotxes = \frac{(\% \text{ cotxes a Barcelona} \cdot \text{nous usuaris})}{mitja\ ocupacional\ del\ cotxe}$$

$$Total\ de\ motos = \frac{(\% \text{ motos a Barcelona} \cdot \text{nous usuaris})}{mitja\ ocupacional\ de\ la\ moto}$$

Així doncs, s'estima que el total de vehicles que **deixaran de circular** serà de **8.360 cotxes**, i el total de **motos** de **2.816**.

Segons unes dades compartides sobre l'"Informe Moovit Global de Transporte Público 2019" (ABC, 2020), l'usuari del transport públic de Barcelona recorre una distància mitjana de **9,3 km per viatge**. Es considera que l'usuari provinent del transport privat recorria aquesta mateixa distància per viatge amb el seu vehicle. Es considerarà que l'usuari realitza una mitjana de **2 viatges al dia** durant tot l'any.

Per determinar el cost marginal del canvi climàtic i de la pol·lució, s'ha consultat l'informe publicat pel Departament de Territori i Sostenibilitat, "Manual del Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (d'ara en endavant, SAIT). El SAIT és un sistema de valoració de projectes relacionats amb l'àmbit del transport comú que vetlla per garantir una correcta utilització dels recursos públics en determinar les possibles inversions, per tal que aquestes permetin obtenir els majors beneficis socials. Aquest és el sistema utilitzat per l'ATM a l'hora de valorar els seus projectes.

Així doncs, el SAIT estableix que el cost marginal del canvi climàtic en €/veh-km per als turismes (cotxes) en territori urbà és de 0,026; i per a motocicletes de 0,011.

$$Valor\ econòmic = mitja\ viatges\ diaris \cdot distància\ mitjana \cdot 365 \cdot [(\# \text{ cotxes} \cdot 0,026) + (\# \text{ motos} \cdot 0,011)] = 1.685.953,10 \text{ €}$$

Per altra banda, els valors de pol·lució que el SAIT estableix per la Zona de Qualitat de l'Aire 1 (Barcelona i la seva àrea metropolitana) en €/veh-km és de 0,017 per als turismes i 0,018 per a les motocicletes:

$$Valor\ econòmic = mitja\ viatges\ diaris \cdot distància\ mitjana \cdot 365 \cdot [(\# \text{ cotxes} \cdot 0,184) + (\# \text{ motos} \cdot 0,251)] = 1.308.973,51 \text{ €}$$

Per tant, el **valor econòmic** d'aquestes **externalitats ambientals** és d'**2.994.926,61 euros anuals**, import **equivalent al 8,13 % del valor econòmic de l'increment de la subvenció necessària per equilibrar l'explotació del servei**.

Així mateix, cal considerar que, com s'ha dit, en no resultar necessari per a la implementació del projecte l'increment de recursos per part de l'ATM, el cost marginal del canvi climàtic ni de la pol·lució en el transport públic no variarà.

- **Balanç**

A títol de resum, constatar que, amb les dades analitzades, s'obté el balanç següent: increment d'usuaris i de viatges, fidelització dels usuaris, menor ús del vehicle privat amb l'estalvi ambiental i de pol·lució, la repercussió en seguretat viària (que no s'ha calculat per considerar-la de molt baix impacte), descongestió del trànsit (en aquest cas, el temps d'estalvi individual és molt baix), assumptió del projecte sense necessitat de noves inversions, increment de l'import de subvenció destinada a l'equilibri de l'explotació del servei, etc.

Amb aquestes dades, l'administració pública haurà d'avaluar si els beneficis socials i ambientals que el projecte porta aparellats són de prou entitat per assumir valor econòmic que suposarà l'esmentat increment de subvenció.

7.3 Escenari 2: implementació de la digitalització del servei

L'escenari 2 pretén plantejar i analitzar com afectaria als usuaris una hipotètica digitalització del servei de transport públic de Barcelona. Per fer-ho (i tot i que es puguin extrapolar bones pràctiques identificades als models de Viena i Londres), s'agafa com a base el projecte analitzat en el capítol 4 d'aquest estudi de la T-Mobilitat.

Un dels aspectes importants a tenir en compte és el cost (aproximat) que comporta la implementació aquest projecte. El cost total del projecte serà superior a 82 milions d'euros, un 41% més respecte del preu d'adjudicació inicial, que va ser de 58 milions (ara.cat, 2018). En conseqüència, es pren aquest valor com a base de la inversió que farà l'administració pública per dur a terme aquesta digitalització.

7.3.1 Plantejament

Per continuar l'anàlisi, és important observar la taula presentada a continuació en la que es detallen la resta de valors d'elasticitat de la demanda del transport públic, extrets de l'estudi de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Matas, 1991):

Elasticitat del temps de viatge	-0,35
Elasticitat del temps d'espera	-0,25
Elasticitat del segon temps d'espera	-0,69
Elasticitat del temps a peu	-0,08
Elasticitat creuada del preu amb el vehicle privat	0,23
Elasticitat creuada del temps amb el vehicle privat	0,16

Taula 19: Valors de l'elasticitat de la demanda del transport públic de l'àrea metropolitana de Barcelona

Font: elaboració pròpia en base a Matas 1991

Elasticitat del preu	-0,11
Elasticitat del temps de viatge	-0,08
Elasticitat creuada del preu amb el transport públic	-0,07
Elasticitat creuada del preu amb el transport públic	-0,18

Taula 20: Valors de l'elasticitat de la demanda del transport privat de l'àrea metropolitana de Barcelona

Font: elaboració pròpia en base a Matas 1991

Analitzant els diferents valors es pot observar com, per als usuaris del transport públic de l'àrea metropolitana de Barcelona, resulta més rellevant el temps de viatge, el temps d'espera, i sobretot el segon temps d'espera, que no pas el preu. És a dir, els usuaris valoren més la qualitat del transport i del servei, i el seu temps, que el del cost del bitllet (sent el valor del temps un valor monetari).

Per altra banda, la resta de valors indicats posen de manifest el perquè a les persones que viatgen amb transport privat no els importa pagar més si disposen d'una millor qualitat de desplaçament i redueixen els temps d'espera i de viatge.

Com ja s'ha exposat en aquest estudi, una digitalització del servei, amb la conseqüent recollida i tractament de dades en massa (Big Data), implicaria disposar d'una millor planificació i, en conseqüència, gestió del servei, permetent oferir molta més informació a l'usuari (a través d'una aplicació similar a la de Viena, per exemple) i que aquest pugui controlar molt millor els seus temps de viatge.

Així doncs, en aquest escenari s'avalua com afectaria a l'usuari el fet de poder planificar millor els seus desplaçaments en transport públic i, per exemple, reduir el seu temps d'espera.

7.3.2 Conseqüències

○ Temps d'espera

Segons dades d'un estudi realitzat per l'empresa Moovit, "Informe Moovit Global de Transporte Público 2019" (El Mundo, 2020), a la ciutat de Barcelona el temps mig per trajecte en transport públic és de 36 minuts, i el temps mig d'espera en parades és de 9,04 minuts.

Cal destacar que Barcelona té un dels menors temps d'espera (de mitjana) de les grans ciutats europees; això fa que, malgrat que s'apliqui aquesta millora en digitalització, i que l'usuari disposi, en temps real, de molta més informació que li permeti planificar millor, qualsevol estimació d'estalvi de temps por resultar ser molt agosarada. Tanmateix, es suposa un **estalvi de temps d'espera d'un 15%** (pel que el temps d'espera total seria **7,68 minuts**).

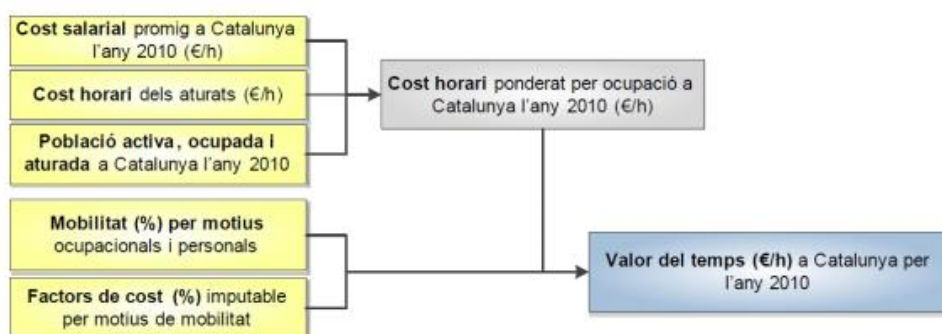
D'acord amb la fórmula de l'elasticitat anteriorment indicada, i en base a l'estalvi de temps d'espera estimat, es calcula l'increment de demanda que representaria:

$$-0,25 = \frac{\Delta Q}{-15} \rightarrow \Delta Q \approx 3,75\%$$

Com es pot constatar, tot i que en percentatge la rebaixa del preu del títol anual estudiada fos superior al de la reducció estimada del temps, com que els usuaris valoren més el temps d'espera que no pas el cost del bitllet, l'increment percentual de nova demanda d'usuaris resulta superior amb l'estalvi del temps d'espera. A més, cal destacar que aquesta variació de la demanda afectarà totes les "categories" d'usuaris, i, per tant, l'increment total en nombre d'usuaris que suposaria aquesta disminució del temps d'espera serà superior que l'aconseguida amb la reducció del preu.

Lògicament, aquest increment de demanda de transport públic restaria usuaris del transport privat, fet que comportaria també, com s'ha evidenciat a l'apartat 7.2 (escenari 1) un benefici social en forma de disminució de la contaminació ambiental, i una major seguretat viària.

Un altre des aspectes a tenir en compte en l'anàlisi seria el valor del temps estalviat per l'usuari. A nivell teòric, per obtenir un valor fiable del temps caldria realitzar estudis específics per a cada projecte i cada anàlisi cost-benefici que es dugui a terme, entrant en un alt nivell de detall i de costos d'estudi. Per això, una de les alternatives més habituals és prendre valors de referència d'estudis ja fets, pel que, per al present escenari, es calcularà el valor del temps seguint la metodologia publicada per l'empresa SENER al 2014. (Departament de Territori i Sostenibilitat, 2020)



Il·lustració 29: Esquema de la metodologia emprada per SENER per calcular el valor del temps (€/h)

Font: Departament de Territori i Sostenibilitat

(https://territori.gencat.cat/web/.content/home/01_departament/documentacio/territori_mobilitat/carreteres/documentacio_tecnica/01_pdf_documents/manual-SAIT-v2020-01.pdf)

A continuació, es presenta la taula dels diferents valors del temps publicats al SAIT 2015 i al SAIT 2020, obtinguts seguint la metodologia esmentada:

	SAIT 2015	SAIT 2020
Valor del temps mitjà	9,0	10,0
Treball i estudi	9,2	10,2
Compres	7,9	8,8
Lleure	6,3	7,0
Gestions	13,4	14,8

Taula 21: Valor del temps mitjà en euros/hora i segons el motiu del desplaçament, SAIT 2015 i 2020

Font: Departament de Territori i Sostenibilitat

(https://territori.gencat.cat/web/.content/home/01_departament/documentacio/territori_mobilitat/carreteres/documentacio_tecnica/01_pdf_documents/manual-SAIT-v2020-01.pdf)

Així, prenent com a referència el valor del temps mitjà “SAIT 2020”, obtindrem el valor total del temps estalviat anualment, d’acord amb la fórmula següent:

$$\text{Valor del temps estalviat} = \text{viatges anuals totals} \cdot \text{valor del temps mitjà} \\ \cdot \text{temps estalviat (en hores)} = \mathbf{127.643.772,6 \text{ euros}}$$

Cal destacar, a més, que l’elasticitat de la demanda creix quan el temps estalviat és més gran; és a dir que, en funció del valor de l’estalvi, els usuaris el valoren de forma diferent: com major és el temps estalviat (de molts minuts o, fins i tot, hores), més alta és la valoració.

- **Contactless**

Una altra de les bones pràctiques identificades en el model londinenc, com és l’accés al transport públic mitjançant tecnologia *contactless*, comportarà un estalvi molt curt de temps (de pocs segons) que, en conseqüència, no es veurà traduït en un increment de la demanda. No obstant, aquest estalvi de temps podria ser més significatiu en el cas dels autobusos, que no poden iniciar el seu trajecte mentre els usuaris encara fan cua al carrer, fet especialment destacable en les parades més concorregudes i, sobretot, en horari punta, quan es produeixen llargues cues d’usuaris que han de validar o pagar el seu bitllet. Accelerar aquest procés permetrà, no només que l’usuari perdi menys temps, sinó que el servei d’autobús es converteixi en un servei més àgil i eficient.

En qualsevol cas, amb independència del poc o molt estalvi de temps, **el sistema de validació i pagament mitjançant *contactless***, com ja ha quedat dit, **habilita la possibilitat d’accedir i recollir milers de dades en temps real**, que, degudament tractades i gestionades, **retornaran en forma d’informació útil** a l’usuari i que li ha de permetre planificar millor els seus viatges, evitar cues i esperes innecessàries, utilitzar rutes alternatives en cas d’incidències o embussos, etc.

- **Balanç**

Per tant, a mode de resum, es pot afirmar que **un dels punts forts de la digitalització el representarà la millora de la qualitat i la fiabilitat del servei**, que comportarà un **increment exponencial en la valoració de l'experiència per part de l'usuari** del transport públic de Barcelona i, conseqüentment, de la seva **satisfacció**, fet que sumat al sistema tarifari proposat per la T-Mobilitat (que, segons s'ha explicat al capítol 4, beneficia també als usuaris recurrents) n'incantarà **la fidelització**.

Tot un conjunt de millores que farà fàcilment amortitzable la inversió realitzada en la implementació de la T-Mobilitat (tinguem només en compte la valoració monetària de l'estalvi de temps) i que dotarà Barcelona d'un model de transport que pugui esdevenir referent.

8. Conclusions

La mobilitat és un fenomen complex i dinàmic, per la seva composició, en el que intervenen diversos actors (usuaris, proveïdors de serveis, administracions, etc.).

L'objectiu principal d'un sistema de transport digitalitzat, en el que intervingui la intermodalitat i la multimodalitat, ha de ser permetre que un usuari es desplaci, entre dos punts, sense interrupcions, ni barreres, ni obstacles, podent utilitzar diferents mitjans de transport.

L'explotació analítica i predictiva de dades, que generen els mateixos usuaris, es tradueix en patrons de mobilitat que han de permetre obtenir eines que millorin els processos de planificació, l'eficiència i la competitivitat dels serveis a oferir als mateixos usuaris. Els patrons de mobilitat resulten imprescindibles per a que les entitats o empreses gestores puguin definir els sistemes de transport més apropiats i ajustats a la demanda, en forma de personalització de serveis.

Les tecnologies Big Data permeten emmagatzemar diferents dades en diferents ubicacions per, posteriorment, connectar-les mitjançant eines (intel·ligència artificial, entre d'altres) que les gestionaran i permetran associar-les per crear patrons, mitjançant, per exemple, la utilització de tècniques predictives que permetin preveure demandes en temps real, establir hàbits d'ús del sistema, crear perfils d'usuaris, preveure incidències, etc., i que, al seu torn, facilitaran l'aparició de noves aplicacions pràctiques. Amb la incorporació d'aquestes tècniques, els objectius de l'anàlisi de patrons són cada vegada més ambiciosos i el seu potencial fa que els serveis "porta a porta", entès com un transport a demanda amb rutes alternatives o dinàmiques, siguin més fàcils d'oferir.

El sistema de mobilitat com a servei (MaaS), que, com s'ha explicat en aquest treball, consisteix en la integració de diferents formes de serveis de transport sota una mateixa aplicació de mobilitat, o, fins i tot, sota un mateix títol -integració tarifària-, ofereix tot un seguit de noves possibilitats que superen l'àmbit exclusiu d'actuació de les administracions públiques, generant un nombre molt elevat de solucions i serveis de mobilitat que poden posar-se a l'abast dels usuaris (car-sharing, bike-sharing, vehicle compartit, etc., a més dels serveis tradicionals de taxi, bus, ferrocarril, tramvia o metro). Aconseguir aquesta integració de serveis requereix de la col·laboració del sector públic i del sector privat, amb gran protagonisme de l'usuari, doncs és aquest qui genera i produeix les dades, i, a la vegada, el demandant i consumidor dels serveis que s'oferiran.

A banda dels casos d'èxit en la digitalització del transport que s'han explicat amb detall al present estudi, un cas particular d'implementació mitjançant aplicacions en

serveis “porta a porta”, el trobem a la ciutat d’Helsinki. Resumidament, el servei facilitava als usuaris demanar la seva recollida i trasllat entre una llarga llista d’adreces de la ciutat. Aquesta petició, que es feia des del mòbil, indicava la forma més ràpida per arribar a peu al lloc de recollida més proper. A l’arribar al bus, el trajecte podia pagar-se directament amb el mòbil. Aquest servei, una mica més car que el servei de bus convencional, i més econòmic que el servei de taxi, utilitzava un sistema d’anàlisi de dades en temps real per calcular la ruta més ràpida per deixar, al seu punt de destinació, a tots els usuaris que en aquell moment viatjaven al bus, bàsicament mitjançant la gestió de les peticions de serveis per crear rutes i distribuir als usuaris a cada bus. Malgrat que el sistema va gaudir d’acceptació, el desenvolupament dels serveis, que va requerir d’una elevada quantitat de capital per finançar-lo, unit a la complexa situació econòmica del moment en que es va desenvolupar aquesta iniciativa, va fer que, tres anys després de posar-se en marxa, el servei deixés de prestar-se (2012-2015).

Un any més tard, al 2016, a la mateixa ciutat d’Helsinki, sorgeix la que és considerada com la primera App MaaS: l’anomenada WHIM. Whim ofereix la possibilitat que els usuaris tinguin accés instantani a diferents tipus de transport (taxi, bus, trens i bicicletes compartides), encarregant-se de trobar la millor ruta i del pagament dels diferents bitllets, tant amb paquets mensuals de mobilitat, com de viatges pagats a mesura que es realitzen. L’App es pot sincronitzar amb el calendari de l’usuari, ajudant-lo a planificar els seus viatges. Whim s’ha implantat posteriorment en diferents ciutats (Amsterdam o Amberes, per exemple). (TLE, 2019)

8.1 Oportunitats de la digitalització

Per tal de concloure aquest estudi es pot afirmar que, en un context mundial VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity), la innovació en el sector del transport públic, basada en la seva digitalització i en les noves formes d’operar els serveis, fruit dels avenços tecnològics, aportaran importants millores tant en l’àmbit particular del transport com a la societat en general. (APD, 2018)

A títol de resum, s’enumeren a continuació les oportunitats de millora més destacades que pot aportar la digitalització del transport:

- Per a l’usuari, que esdevindrà el centre de les polítiques que s’implementin. L’usuari és el protagonista, l’element principal del canvi: la possibilitat d’oferir un servei personalitzat a l’usuari, convertint-lo en el centre dels serveis i esmerçant recursos per tal que la millora en la seva experiència sigui realment percebuda com a tal. Els usuaris han de poder definir les seves preferències de viatge amb immediatesa, senzillesa i comoditat, i una bona manera d’aconseguir-ho serà mitjançant la implementació d’aplicacions basades en sistemes MaaS (mobilitat

com a serveis), en les que s'integrin les possibilitats de pagament i la definició, en temps real i amb fiabilitat, de les prioritats pels mitjans disponibles.

- Per a l'eficiència del servei, en el sentit d'un millor i major aprofitament dels recursos existents, de manera que els sistemes de transport esdevinguin sostenibles i aportin beneficis per a la societat.
 - Mitjançant Big Data, amb el que s'aconsegueix gran quantitat d'informació sobre els patrons de mobilitat dels usuaris, el que facilita una millor planificació dels serveis.
 - Mitjançant la connexió i sensorització d'elements, com ara dels sistemes de pagament, que permetrà la implantació de sistemes que faran més sostenible el servei (per exemple, el pagament per ús) o conèixer millor l'estat del sistema per tal de fer-ne una millor i més eficient gestió (per exemple, amb la planificació del manteniment o renovació de les infraestructures).
 - Mitjançant l'automatització en el funcionament dels mateixos mitjans de transport (per exemple, els vehicles autònoms o la interconnexió de mitjans per fer-los complementaris i eficients).

- Per a la sostenibilitat ambiental.

Resulta indiscutible que les noves formes i mitjans de transport, que es configuren com un mitjà alternatiu i fiable al vehicle privat, reduiran la congestió de les vies de comunicació i els accidents, i contribuiran a disminuir la contaminació ambiental i acústica, especialment si acaben implementant-se les flotes de vehicles elèctrics (o amb energies netes) compartits.

- Per a la seguretat.

La introducció d'elements relacionats amb la digitalització millorarà, sens dubte, la seguretat en totes les modalitats de transport. Les aplicacions de navegació o georeferenciació per determinar la localització dels elements de transport faran que millori la seva seguretat física i de trànsit.

- Per a la multimodalitat i la intermodalitat.

Amb la introducció d'elements de digitalització es fomentarà l'ús de diferents modes de transport i la seva interrelació i cooperació, oferint a l'usuari solucions de serveis "porta a porta".

- Per a la cohesió territorial i d'accessibilitat

L'existència d'un bon sistema de transport que, mitjançant la interconnexió de mitjans, faciliti l'accés als llocs de treball o als serveis educatius, sanitaris o comercials, o que facilitin el trasllat de persones amb necessitats de mobilitat específiques, assegura la cohesió dels territoris i les persones.

8.2 Reptes de la digitalització

Per fer realitat aquestes oportunitats, caldrà fer front i superar diferents situacions o reptes.

Per una banda, reptes de caràcter tècnic: cal que les tecnologies que han de fer possible la digitalització del sistema estiguin prou consolidades (per exemple, que els sistemes de georeferenciació siguin prou exactes i fiables per posar en marxa les flotes de vehicles autònoms, o que els sistemes de seguretat siguin prou sòlids per evitar ciberatacs), i que aquestes tecnologies siguin percebudes pels usuaris com a convenients i avantatjoses, i hi facin confiança.

Alhora, cal comptar amb els recursos econòmics necessaris per fer front als costos i inversions necessaris per implementar els nous sistemes digitalitzats. És clar que el retorn, tant a nivell econòmic, com social i ambiental, està assegurat, però també ho és que els recursos per finançar-los han d'estar garantits.

Caldrà afrontar també les conseqüències que la digitalització del sector pugui portar aparellades des del punt de vista social, com poden ser una possible pèrdua de llocs de treballs, fruit de l'automatització o l'especialització de determinades tasques (per exemple, els xofers, en el cas de vehicles autònoms) o l'exclusió que la generalització dels dispositius electrònics pugui representar per a determinats sectors de la població (normalment, la d'edat més avançada).

Per afrontar i superar amb èxit els reptes indicats, caldrà una intervenció clara i decidida del sector públic, que haurà de fer de tractor de les polítiques de foment de la transformació tecnològica i impulsar la seva regulació.

8.3 Barcelona. Propostes concretes

Resumits els reptes a afrontar i les oportunitats que reportarà la digitalització, o, dit d'una altra manera, la transformació o aprofundiment digital en l'àmbit del transport, per concloure definitivament aquest estudi, s'apuntaran de forma molt resumida, per no reiterar el que ja s'ha exposat, diverses propostes per millorar la implementació del projecte T-Mobilitat a la capital catalana i la seva àrea metropolitana, que resultin extrapolables posteriorment, amb les particularitats que calgui, a la resta de territori; entre aquestes particularitats, especialment per als municipis petits i disseminats, resultaria especialment aconsellable un estudi a fons del model "porta a porta" de la ciutat d'Helsinki, mitjançant el qual els mitjans de transport que operin en aquests municipis adaptin els seus recorreguts en funció de la demanda concreta.

En qualsevol cas, revisats i comparats els casos de les ciutats europees que han implementat sistemes de digitalització de transport amb èxit, pot afirmar-se que el projecte T-Mobilitat s'ha d'implementar-se sense més demora.

El sistema previst en el projecte T-Mobilitat de targeta física amb xip incorporat, sense necessitat de contacte físic amb el maquinari de control d'accés (*contactless*), amb el que s'haurà de validar tant l'entrada com la sortida de cada trajecte, a l'estil de la targeta Oyster de TfL (Transport for London), es considera del tot encertat. Aquest model, a banda d'evitar o, si més no, dificultar els accessos no autoritzats, facilitarà la recollida de bona part de les dades que, degudament analitzades, permetran l'obtenció de patrons de mobilitat. Tanmateix, l'ús d'aquesta targeta, configurada com una targeta personal i intransferible, s'ha de complementar amb la possibilitat d'accedir al servei mitjançant l'ús de targetes bancàries i de telèfons mòbils, especialment per a aquells usuaris no habituals del servei.

Pel que fa al pagament dels serveis, cal configurar i implementar un sistema mixt, basat en un pagament per ús, especialment, però no exclusivament, per aquells usuaris que facin un ús intensiu del servei, mitjançant l'aplicació de tarifes en les que el preu esdevingui més econòmic quan l'ús sigui més elevat. Cal posar de manifest que, en aquests moments, la ràtio d'usuaris del transport públic, ni l'increment que es produiria, no és encara suficient per fer sostenible el servei mitjançant la implementació d'una tarifa plana anual de l'estil de la ciutat de Viena (1 euro/dia), que requeriria d'una alta fidelització en nombre d'usuaris, encara molt lluny de l'actual.

Finalment, cal que des de l'administració pública (podria ser des de la mateixa ATM) s'impulsi la creació d'una aplicació informàtica que permeti la personalització dels serveis per part dels usuaris, als que s'informarà de totes les possibilitats que els ofereix la xarxa de transports, rutes, llocs d'interès, sistema tarifari, dificultats de trànsit, incidents en el servei, etc. Alhora, cal que, seguint l'exemple de les ciutats de Londres i Viena, es publiquin dades obertes, no subjectes a la normativa de protecció de dades o degudament assegurades, i es posin a disposició de forma gratuïta i oberta (Open Data) permetent la creació d'altres aplicacions d'iniciativa privada que complementin la mobilitat amb altres serveis.

El futur és digital.

Referències i bibliografia

Referències

¿Qué es el entorno VUCA y cómo afecta a las empresas?. (8 de febrer de 2018). Asociación Para el Progreso de la Dirección. Consultat per darrera vegada el setembre de 2020. Recuperat de

<https://www.apd.es/que-es-el-entorno-vuca-y-como-afecta-a-la-supervivencia-de-las-empresas/>

Adéu a la T-10: el títol substituït serà més car i el mensual més econòmic. (04 de desembre de 2019). *ara.cat*. Consultat per darrera vegada l'abril de 2020. Recuperat de

https://www.ara.cat/societat/Adeu-T-10-substitut-mes-economic_0_2355964501.html

Agencia Española de Protección de Datos. (Setembre de 2019). Orientaciones y garantías en los procedimientos de ANONIMIZACIÓN de datos personales. Recuperat de

<https://www.aepd.es/sites/default/files/2019-09/guia-orientaciones-procedimientos-anonimizacion.pdf>

Ajuntament de Barcelona. (Octubre de 2017). Sistema tarifari i finançament del transport públic. Recuperat de

https://www.barcelona.cat/mobilitat/sites/default/files/170620_TarifasdebatPACTE.pdf

Àrea Metropolitana de Catalunya. (s.d.). Localització i usos del sòl - Àrea Metropolitana de Barcelona. Consultat per darrera vegada el març de 2020. Recuperat de

<https://www.amb.cat/s/web/area-metropolitana/coneixer-l-area-metropolitana/localitzacio-i-usos-del-sol.html>

Austria GPD per Capita: Vienna. (2018). Consultat per darrera vegada el juny de 2020. Recuperat de

<https://www.ceicdata.com/en/austria/esa-2010-gdp-per-capita-by-regions/gdp-per-capita-vienna>

Autoritat del Transport Metropolità i Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya. (06 de juliol de 2012). *Comunicat de premsa. Territori i Sostenibilitat i l'ATM de Barcelona impulsen la implantació d'un nou sistema tarifari amb validació sense contacte*. Recuperat de

<https://www.atm.cat/web/pdf/np/2012/NP%20TARGETA%20SENSE%20CONTACTE.pdf>

- Autoritat del Transport Metropolità, Ajuntament de Barcelona, Àrea Metropolitana de Barcelona, Associació de municipis per la Mobilitat i el Transport Urbà, Institut d'Estadística de Catalunya. (Abril de 2019). Enquesta de Mobilitat en dia feiner 2018 (EMEF 2018). Recuperat de https://observatori.atm.cat/enquestes-de-mobilitat/Enquestes_ambit_ATM/EMEF/2018/Informe_publicacio_EMEF_2018.pdf
- Autoritat del Transport Metropolità, Generalitat de Catalunya, Ajuntament de Barcelona i Àrea Metropolitana de Barcelona. (2017). T-Mobilitat. Un sistema intel·ligent de billetatge i informació per l'Àrea de Barcelona. Recuperat de https://doc.atm.cat/ca/dir_t-mobilitat/ATM_T-Mobilitat_MWC%202017_CAT.pdf
- Autoritat del Transport Metropolità. (2001). *Activitat 2001*. Autoritat del Transport Metropolità. Recuperat de https://doc.atm.cat/ca/dir_memories/memoria2001.pdf
- Autoritat del Transport Metropolità. (25 de gener de 2018). Seguiment Sistema Tarifari Integrat 2017. Recuperat de https://observatori.atm.cat/seguiment-de-la-demanda/2017/Seguiment_demanda_tancament_2017.pdf
- Autoritat del Transport Metropolità. (Novembre de 2016). *Memòria 2015*. Autoritat del Transport Metropolità. Recuperat de https://territori.gencat.cat/web/.content/home/01_departament/documentacio/documentacio/general/memories/memoria_del_departament_de_tes_2015/pdf_memoria_2015/2015_atm_bcn.pdf
- Autoritat del Transport Metropolità. (Novembre de 2019). *Estudis Instrumentals. Digitalització i economia circular*. Pla director de Mobilitat 2020 – 2025. Recuperat de https://doc.atm.cat/ca/dir_pdm_estudis/Estudi_instrumental_Digitalitzacio_i_economia_circula_pdM_2020-2025.pdf
- Benavides, L. (5 de gener de 2020). Los gestores de la T-Mobilitat, sancionados con 14 millones de euros. *eI Periódico*. Consultat per darrera vegada l'abril de 2020. Recuperat de <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20200105/penalizacion-gestores-t-mobilitat-por-retraso-7795884>
- Londres. (s.f.). Citymapper. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://citymapper.com/london>
- Comité de Movilidad Combinada de la UITP. (Maig de 2019). *¿Preparados para MAAS? Movilidad más sencilla para los ciudadanos y mejores datos para las ciudades*. UITP. Recuperat de

https://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/Policy%20Brief_MaaS-ESP-web.pdf

Data Protection Regulations for the Use of the Digital Services of and Online Purchases from Wiener Linien. (2018). Recuperat de https://www.wienerlinien.at/media/files/2018/datenschutzbestimmungen_en_246391.pdf

Deloitte. (Juliol de 2017). Assessing the value of TfL's open data and digital partnerships. Recuperat de <http://content.tfl.gov.uk/deloitte-report-tfl-open-data.pdf>

Departament de Territori i Sostenibilitat. (Juny de 2020). Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport (SAIT). Recuperat de https://territori.gencat.cat/web/.content/home/01_departament/documentacio/territori_mobilitat/carreteres/documentacio_tecnica/01_pdf_documents/manual-SAIT-v2020-01.pdf

División de Estudios y Tecnología del Transporte de la Secretaría General de Transporte. (Març de 2019). Recuperat de http://observatoriotransporte.fomento.es/NR/rdonlyres/71203DCA-E2E4-4E33-8C05-1A94DEBAB20A/151260/MONOGRAFICO_DIGITALIZACION_TRANSPORTE.pdf

El Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat registra 52,6 millones de pasajeros en 2019. (13 de gener de 2020). *Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea*. Consultat per darrera vegada el març de 2020. Recuperat de <http://www.aena.es/es/corporativa/aeropuerto-josep-tarradellas-barcelona-el-prat-registra-526-millones---pasajeros-en-2019.html?p=1237548067609>

Elvin, S. (25 de gener de 2020). *Why the London Underground travel card is called an Oyster card*. My London. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://www.mylondon.news/news/zone-1-news/london-underground-travel-card-called-16782005>

Fahrplan-App qando Wien ist nun endgültig Geschichte (04 de març de 2020). *Future Zone*. Consultat per darrera vegada el juny de 2020. Recuperat de <https://futurezone.at/apps/fahrplan-app-qando-wien-ist-nun-endgueltig-geschichte/400771725>

Federación de Asociaciones de Consumidores y Usuarios de Andalucía. (2007). Transporte público metropolitano. Derechos y deberes de los ciudadanos. Consultat per darrera vegada el febrer de 2020. Recuperat de <https://www.facua.org/es/guia.php?Id=77>

- Garola A. i Galdon G. (25 d'abril de 2014). The economics of surveillance and privacy. Treball presentat a *PARALLEL SESSION 5 – Privacy I*.
- Gil, E. (2016). *Big data, privacidad y protección de datos*. Agencia Española de Protección de Datos. Recuperat de <https://www.aepd.es/sites/default/files/2019-10/big-data.pdf>
- Iglesias, D. (22 de gener de 2020). La espera por el autobús o el metro en España: de los 18 minutos de Lanzarote a los ocho de Bilbao. *El mundo*. Consultat per darrera vegada el juliol de 2020. Recuperat de <https://www.elmundo.es/motor/2020/01/20/5e25dcaafc6c83bf798b464a.html>
- Institut d'Estadística de Catalunya. (2018). PIB, PIB per habitant. Consultat per darrera vegada el juny de 2020. Recuperat de <https://www.idescat.cat/pub/?id=pibc&n=8276&by=mun>
- Institut d'Estadística de Catalunya. (2019). Parque de vehículos. Por tipo. Provincias. Consultat per darrera vegada el setembre de 2020. Recuperat de <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=589&lang=es>
- Instituto de ingeniería del conocimiento. (28 de juny de 2016). Las 7 V del Big data: Características más importantes. Consultat per darrera vegada l'abril de 2020. Recuperat de <https://www.iic.uam.es/innovacion/big-data-caracteristicas-mas-importantes-7-v/>
- Jorgensen F. i Preston J. (2007). The Relationship Between Fare and Travel Distance. *Journal of Transport Economics and Policy*, Volum 41, Part 3, 451-468
- La nova T-Mobilitat “contactless” substituirà els 84 títols integrats de l'ATM de Barcelona. (2012). *Europa Press*. Consultat per darrera vegada l'abril de 2020. Recuperat de <https://www.aldia.cat/espanya/noticia-nova-mobilitat-contact-less-substituira-els-84-titols-integrats-latm-barcelona-20120706125754.html>
- Les valoracions dels usuaris dels autobusos i el metro sobre el servei assoleixen nous rècords. (14 de febrer de 2018). *TMB Notícies*. Consultat per darrera vegada el març de 2020. Recuperat de <https://noticies.tmb.cat/sala-de-premsa/valoracions-usuaris-autobusos-metro-sobre-servei-assoleixen-nous-records>
- Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Boletín Oficial del Estado, núm. 294, de 06 de diciembre de 2018, pp. 119788 a 119857. Recuperat de <https://www.boe.es/boe/dias/2018/12/06/pdfs/BOE-A-2018-16673.pdf>
- List of Top 20 Airports in UK. (2019). World Airport Codes. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://www.world-airport-codes.com/uk-top-20-airports.html>

- Los madrileños tardan 46 minutos de media por trayecto en transporte público. (15 de gener de 2020). *ABC*. Consultat per darrera vegada el setembre de 2020. Recuperat de https://www.abc.es/economia/abci-madrilenos-tardan-46-minutos-media-trayecto-transporte-publico-202001151400_noticia.html
- Lydall, R. (21 de febrer de 2008). *Police make 3,000 requests for data from Oyster cards*. London Evening Standard. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://www.standard.co.uk/news/police-make-3000-requests-for-data-from-oyster-cards-6632898.html>
- Marcellin, F. (03 de desembre de 2019). *Cracking open the story and future of London's Oyster Card*. Railway Technology. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://www.railway-technology.com/features/oyster-card-future/>
- Matas, A. (1991). La demanda del transporte urbano: un análisis de les elasticidades y valoraciones del tiempo. *Investigaciones Económicas*. 15 (2). Universitat Autònoma de Barcelona. Recuperat de <https://www.fundacionsepi.es/investigacion/revistas/paperArchive/May1991/v15i2a2.pdf>
- Miralles-Guasch, C. y Cebollada, À. (2009). Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación de la geografía humana. *Boletín de la Asociación Española de Geografía*, (50), 193-216. Recuperat de <http://age.ieg.csic.es/boletin/50/08%20MIRALLES.pdf>
- Montalvo, L. J. (01 de juliol de 2015). *Elasticidad-precio de la demanda del transporte público urbano: un análisis para los servicios de ómnibus y subterráneo de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires*. Universidad Nacional de La Plata. Recuperat de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/63806/Documento_completo_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Naciones Unidas (s.d.). La Agenda para el Desarrollo Sostenible. Consultat per darrera vegada el març de 2020. Recuperat de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- National Geographic. (s.d.) Londres. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://viajes.nationalgeographic.com/es/c/londres>
- National Geographic. (s.d.) Viena. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://viajes.nationalgeographic.com/es/c/viena>

- OECD. (2017). *Promoting Clean Urban Public Transportation and Green Investment in Kazakhstan, Green Finance and Investment*. Paris: OECD Publishing
- Open data users. (s.d.). Transport for London. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://tfl.gov.uk/info-for/open-data-users/>
- Open Government Data. (s.d.). Smart City Wien. Consultat per darrera vegada el juny de 2020. Recuperat de <https://smartcity.wien.gv.at/site/en/open-government-data-2/>
- Oyster cards used to track criminals. (14 de març de 2006). *The guardian*. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://www.theguardian.com/uk/2006/mar/14/transport.ukcrime>
- Pastorini, C. (04 de setembre de 2018). *Blockchain: qué es, cómo funciona y cómo se está usando en el mercado*. We Live Security. Consultat per darrera vegada l'abril de 2020. Recuperat de <https://www.welivesecurity.com/la-es/2018/09/04/blockchain-que-es-como-funciona-y-como-se-esta-usando-en-el-mercado/>
- Promoció del Transport Públic. (Desembre de 2016). *Criteris per avançar en un sistema tarifari més social i ambiental a la Regió Metropolitana de Barcelona*. Recuperat de [https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/bitstream/11703/106650/1/An%C3%A0lisi%20Sistemes%20Tarifaris%20Transport%20P%C3%ABblic_Promoci%C3%B3%20del%20Transport%20P%C3%ABblic%20\(Desembre%202016\).pdf](https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/bitstream/11703/106650/1/An%C3%A0lisi%20Sistemes%20Tarifaris%20Transport%20P%C3%ABblic_Promoci%C3%B3%20del%20Transport%20P%C3%ABblic%20(Desembre%202016).pdf)
- REGLAMENTO (UE) 2016/679 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE. Diario Oficial de la Unión Europea, de 04 de mayo de 2016. Recuperat de <https://www.boe.es/doue/2016/119/L00001-00088.pdf>
- Reino Unido: Economía y demografía. (s.d.). Expansión / Datosmacro.com. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://datosmacro.expansion.com/paises/uk>
- Rosales C. (20 de març de 2019). *La protección de datos en entornos de Big Data* (Trabajo de Fin de Máster). Universidad Internacional de La Rioja. Recuperat de https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/8204/Fe%20de%20erratas_R_OSALES%20GONZ%C3%81LEZ%20CARLOS.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Sabata, M. (Setembre de 2016). *Anàlisi econòmic del sistema de tarifació de la T-Mobilitat* (Treball de Fi de Grau). Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperat

de

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/98786/Ana%CC%80lisi%20econo%CC%80mic%20del%20sistema%20de%20tarifacio%CC%81%20de%20la%20T-Mobilitat.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez, C. (25 de març de 2019). *The transformation of Vienna towards a Smart City*. Energy News. Consultat per darrera vegada el juny de 2020. Recuperat de <https://www.energynews.es/en/viena-smart-city/>

The Mobility as a Service – MaaS success story WienMobil. Unió Internacional del Transport Públic (2018). Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://www.uitp.org/The-Mobility-as-a-Service-MaaS-success-story-WienMobile/>

Títols i tarifes 2017. (2017). Transports Públics de Catalunya. Recuperat de <https://www.montferri.com/admin/js/plugins/kcfinder/upload/files/TITOLS%20I%20TARIFES%20VERSIO%20CATALA%202017.pdf>

T-Mobilitat: Una única tarjeta para todos tus desplazamientos. (s.d.). Moventia. Consultat per darrera vegada l'abril de 2020. Recuperat de <https://moventia.es/innovaci%C3%B3n-y-tecnologia/t-mobilitat>

Transport for London, Mayor of London. (2019). Travel in London. Report 12. Recuperat de <http://content.tfl.gov.uk/travel-in-london-report-12.pdf>

Transport for London. (14 de març de 2017). Audit and Assurance Committee. Personal Data Disclosure to Police and Other Law Enforcement Agencies. Recuperat de <http://content.tfl.gov.uk/aac-20170314-part-1-item15-personal-data-disclosure.pdf>

Transport Metropolità de Barcelona. (2019). Presentació institucional 2019. Recuperat de https://www.tmb.cat/documents/20182/89788/Presentacio_institucional_2019_ES_ACC/6b3607f8-a6b1-4fb5-bc1b-4f3c7d09570e

Vienna info. (s.d.). Transporte público. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de https://www.vienna.info/es/travel-info/transport?qclid=Cj0KCQjwnqH7BRDdARIsACTSAduZDpkj06YyT8UulqEU-KU-MMWDM8idis3cM_cleJt1D-YI3kS-PPsaAr4MEALw_wcB

Turró, M. (2016). *Unes reflexions sobre l'aplicació de l'anàlisi cost-benefici*. Departament de Vicepresidència i d'Economia i Hisenda. Recuperat de <https://core.ac.uk/download/pdf/185531492.pdf>

- Urban Development Vienna. (2015). *Urban Mobility Plan Vienna. Step 2025*. Wien Government. Recuperat de <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008444.pdf>
- Ventura, F. (Novembre de 2002). El sistema tarifari integrat. *Barcelona Metròpolis Mediterrània*. Recuperat de http://www.publicacions.bcn.es/b_mm/bmm_transport/bmm_transport_24.htm
- Vienna City Administration. (Agost de 2019). Vienna in Figures 2019. Consultat per darrera vegada el juny de 2020. Recuperat de <https://www.wien.gv.at/statistik/pdf/viennainfigures-2019.pdf>
- Vila, N. (02 de novembre de 2018). El sobrecost de la T-Mobilitat pot créixer pels nous retards. *ara.cat*. Consultat per darrera vegada el juliol de 2020. Recuperat de https://www.ara.cat/societat/sobrecost-T-Mobilitat-creixer-pels-retards_0_2118388292.html
- Weinstein, L. (20 de juny de 2016). *How TfL uses 'big data' to plan transport services*. Intelligent transport. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/19635/tfl-big-data-transport-services/>
- What is an API? (Application Programming Interface). (s.d.). MuleSoft. Consultat per darrera vegada l'abril de 2020. Recuperat de <https://www.mulesoft.com/resources/api/what-is-an-api>
- WienMobil App. (s.d.). Wiener Linien. Consultat per darrera vegada el maig de 2020. Recuperat de <https://www.wienerlinien.at/eportal3/ep/channelView.do/pageTypeId/66533/channelId/-3600061>
- Yasmeen, R. (Desembre de 2019). *Top 100 City Destinations 2019 Edition*. Euromonitor International. Consultat per darrera vegada el març de 2020. Recuperat de https://go.euromonitor.com/rs/805-KOK-719/images/wpTop100Cities19.pdf?mkt_tok=eyJpIjoiWldJdD016VTFNVGhtWXpCbCIsInQiOiJnQ1VsMWtOekRMcVFKd2VZak1VNU95VE90eHRHYmxcl3pFbzIzWjQyalwvK0VcLzVQZWV6a2xNVE1zKzU4emMrRG90VVFNSWFpd3ViU085UEZLNIFja09cL0ftVDhCQnhRMVJ5S1wvcUlmWnVIUWZOTG11czdzYklja2JlVDlvQmFwVIE3In0%3D

Bibliografia

Fundación Orange. (Desembre de 2016). La transformación digital de los sectores del transporte y logística. Recuperat de <http://www.fundacionorange.es/wp-content/uploads/2017/03/eE-La-transformacion-digital-del-sector-transporte.pdf>

<http://rodalies.gencat.cat/ca/inici/>

<http://www.wlb.at/eportal3/ep/tab.do/pageTypeld/82302>

<https://apdcat.gencat.cat/ca/inici>

<https://socmobilitat.cat/>

<https://tfl.gov.uk/>

<https://www.aepd.es/es>

<https://www.amb.cat/s/home.html>

<https://www.atm.cat/web/index.php>

<https://www.fgc.cat/>

<https://www.oebb.at/en/>

<https://www.tmb.cat/ca/home>

<https://www.tram.cat/ca>

<https://www.wienerlinien.at/eportal3/ep/tab.do?tabld=0>

Indra. (2018). ITT Report 2018. Informe de tendencias del sector Transportes. Recuperat de <https://www.indracompany.com/es/ittreport2018>

Sabata, M. (23 de gener de 2019). Estratègia d'implantació de la MaaS. Una aplicació a l'àrea metropolitana de Barcelona (Treball de Fi de Màster). Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperat de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/171976/Estrate%cc%80gia%20dimplantacio%cc%81%20de%20la%20MaaS.%20Una%20aplicacio%cc%81%20a%20la%cc%80rea%20metropolitana%20de%20Barcelona.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Agraïments

Dono les gràcies al meu tutor, l'Àlvar Garola, per la seva dedicació, idees i recursos, pel seu temps i per la seva paciència, en especial per comprendre la meva situació i per adaptar-se en tot moment a les meves necessitats.

Agraeixo també als meus pares i al meu germà tot el suport i ànims per lluitar fins al final, no únicament en aquest treball, sinó en tota l'etapa universitària. Gràcies per la confiança.

Per últim, donar les gràcies a la Laura, l'he sentit sempre al meu costat, ajudant-me en les situacions més dures i compartint les alegries dels bons moments.