

***Big Data* per analitzar la mobilitat de les persones i optimitzar els serveis de transport públic en entorns turístics**

Aaron Gutiérrez Palomero

Aquest document és fruit d'una recerca promoguda a partir de la subvenció a treballs de recerca sobre l'Administració pública de l'Escola d'Administració Pública de Catalunya (Resolució GAH/590/2018, de 20 de març). Es presenta tal com va ser lliurat pels autors en la seva versió definitiva.

Data de lliurament de la versió definitiva: setembre de 2020



Memòria justificativa de recerca per a la convocatòria de concessió de subvencions a treballs de recerca sobre l'Administració pública (EAPC 2018)

La memòria justificativa consta de tres parts:

- 1.- Dades bàsiques i resums
- 2.- Document de síntesi
- 3.- Memòria del treball (informe científic)

1.- Dades bàsiques i resums

Nom de la convocatòria

EAPC 2018

Títol del projecte

Big Data per analitzar la mobilitat de les persones i optimitzar els serveis de transport públic en entorn turístics

Dades de l'investigador/a responsable

Nom	Cognoms
Aaron	Gutiérrez Palomero

Adreça electrònica
aaron.gutierrez@urv.cat

Dades de la universitat / centre al qual s'està vinculat

Universitat Rovira i Virgili

Número d'expedient

EAPC 2018 00002

Paraules clau: cal que esmenteu cinc conceptes que defineixin el contingut de la vostra memòria.
transport públic, big data, mobilitat sostenible, turisme, targetes de transport intel·ligents

Data de presentació de la justificació

02/01/2020 - versió revisada 16/09/2020

Autors del treball de recerca

Aaron Gutiérrez (coord.); Antoni Domènech; Daniel Miravet; Benito Zaragoza; Joan Alberich; Òscar Saladié; Salvador Anton Clavé

Nom, cognoms i signatura
de l'/la investigador/a responsable

Altres signatures, si escau

Resum en català

L'estudi explora les diferents oportunitats generades a partir del Big Data per analitzar la mobilitat de les persones i optimitzar els serveis de transport públic a Catalunya. El treball es basa en dues fonts d'informació categoritzades com a Big Data: els registres geolocalitzats de la mobilitat de la població a partir de telefonia mòbil i els registres continus de les validacions realitzades amb les targetes intel·ligents de transport públic. Aquest estudi pilot s'ha realitzat al Camp de Tarragona amb la col·laboració entre la Universitat Rovira i Virgili i l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) al Camp de Tarragona. L'ATM de l'Àrea de Lleida també ha participat, com a observador, al projecte amb l'objectiu de validar els mètodes i poder replicar l'estudi al seu àmbit territorial en un futur immediat.

El present projecte de recerca té com objecte recollir i analitzar el potencial de la diversitat de fonts de dades que poden resultar d'utilitat en la gestió del transport públic a l'hora d'afrontar amb èxit els reptes en territoris caracteritzats per l'estacionalitat de la demanda. Les fonts tradicionals de dades han tendit a centrar-se en el comportament espacial dels residents, i han descuidat la mobilitat dels visitants. A més a més, no han adoptat la perspectiva dinàmica imprescindible per captar les oscil·lacions associades a l'estacionalitat. Aquest context de manca de dades de qualitat comença a canviar en els darrers anys amb l'adveniment del Big Data. En primer lloc, i centrat en el transport públic, pel Big Data generat a partir dels sistemes automatitzats de recollida de dades dels sistemes tarifaris integrats que utilitzen les targetes de transport intel·ligents. En segon lloc, englobant el conjunt de la mobilitat d'un territori, pel posicionament passiu mitjançant la telefonia mòbil. Aquestes fonts d'informació basades en el Big Data es complementen amb l'adaptació de fonts de dades més tradicionals, com les enquestes al context turístic i els aforaments. L'anàlisi de totes aquestes fonts permet desxifrar de forma més precisa les necessitats espacials i els comportaments dels visitants, així com la seva interacció amb la població resident.

La informació generada permet no només localitzar, caracteritzar, singularitzar i quantificar les problemàtiques existents pel que fa a la gestió de la mobilitat, sinó que també farà possible el disseny de polítiques públiques i actuacions que es podran introduir en els instruments de planificació de la mobilitat (plans directors de mobilitat, plans de mobilitat urbana a nivell local, plans de mobilitat específics per a zones que funcionen com pols generadors de mobilitat, plans de desplaçaments d'empresa), i també poden servir de base per a les eines de planejament urbanístic en l'àmbit de la mobilitat (estudis d'avaluació de la mobilitat generada associats a planejament urbanístic i equipaments singulars). Aquest coneixement també ha de ser d'utilitat per a l'avaluació del contingut dels plans i estudis d'avaluació de la mobilitat generada, competència que d'acord amb la llei 9/2003 de la mobilitat, recau sobre les diferents ATM.

Resum en anglès

The study explores the different opportunities opened up by Big Data to analyse human mobility and optimise public transport services in Catalonia. The study is based on two sources of information categorised as Big Data: geolocated records of the mobility of the population from mobile phone companies and continuous records of validations performed with public transport smart cards. This pilot study was carried out in the Camp de Tarragona with the collaboration between the Universitat Rovira i Virgili and the Territorial Mobility Authority (ATM) Camp de Tarragona. The ATM of Lleida has also participated, as an observer, in the project with the aim of validating the methods and being able to replicate the study in its territory in the immediate future.

The aim of this research project is to collect and analyse the potential of the diversity of data sources that can be useful in the management of public transport when successfully tackling the challenges in territories characterised by a seasonal demand. Traditional data sources have tended to focus on the spatial behaviour of residents, and have neglected visitor mobility. Moreover, they have not adopted a dynamic perspective, which is essential to capture the oscillations associated with seasonality. This context of lack of quality data has begun to change in recent years with the advent of Big Data. First, and focused on public transport, due to Big Data generated by smart transport cards. Secondly, encompassing the whole mobility of a territory, as a consequence of the passive positioning via mobile phone antennas. These Big Data-based sources of information are complemented by the adaptation of more traditional data sources, such as surveys to tourists and direct observation of mobility flows. The analysis of all these sources makes it possible to decipher more precisely the spatial needs and behaviours of visitors, as well as their interaction with the resident population.

The information generated allows not only to locate, characterise, singularise and quantify existing problems in terms of mobility management, but will also make possible the design of public policies and actions that can be introduced in mobility planning instruments (i.e. mobility master plans, urban mobility plans at the local level, specific mobility plans for mobility generating poles, business travel plans), and can also serve as a basis for urban planning tools (i.e. studies evaluating the mobility generated associated with urban planning and singular/special facilities). This knowledge must also be useful for evaluating the content of the plans and studies for the evaluation of the mobility generated, a competence that, in accordance with Law 9/2003 on mobility, belongs to the different ATMs.

2.- Document de síntesi. (Ha de tenir 4.500 paraules, és a dir, unes 15 pàgines)
Cal fer constar l'objecte de la recerca i els principals resultats obtinguts.

DOCUMENT DE SÍNTESI

1. Objecte de la recerca

L'estudi explora les diferents oportunitats generades a partir del Big Data per analitzar la mobilitat de les persones i optimitzar els serveis de transport públic a Catalunya. El treball es basa en dues fonts d'informació categoritzades com a Big Data: els registres geolocalitzats de la mobilitat de la població a partir de telefonia mòbil i els registres continus anonimitzats de les validacions realitzades amb les targetes intel·ligents de transport públic. Aquest estudi pilot s'ha realitzat al Camp de Tarragona amb la col·laboració entre la Universitat Rovira i Virgili i l'Autoritat Territorial de la Mobilitat al Camp de Tarragona. L'Autoritat Territorial de la Mobilitat de l'Àrea de Lleida també ha participat, com a observador, al projecte amb l'objectiu de validar els mètodes i poder replicar l'estudi al seu àmbit territorial en un futur immediat.

El projecte s'ha plantejat els següents objectius generals:

- Objectiu 1: Obtenir una imatge fidedigna de la mobilitat al Camp de Tarragona en les diferents escales territorials i temporals a partir de la combinació de les dades generades per sistema tarifari integrat i el Big Data provinent de la geolocalització a partir de dispositius de telefonia mòbil.
- Objectiu 2: Dimensionar i caracteritzar l'impacte de l'activitat turística sobre la mobilitat al Camp de Tarragona i sobre l'ús del transport públic per part dels diferents col·lectius (residents i visitants).
- Objectiu 3: Identificar els principals reptes en la gestió eficient de la mobilitat i definir orientacions i recomanacions orientades a la millora de presa de decisions i l'eficiència del sistema de transport públic.

2. Principals resultats obtinguts

La presentació dels resultats del treball s'estructura a partir dels tres estudis desenvolupats: dos (Estudi 1 i Estudi 2) vinculats amb l'explotació del Big Data derivat de la integració tarifària (targetes intel·ligents de transport) i un (Estudi 3) amb el Big Data derivat amb les traces digitals generades amb la telefonia mòbil.

Estudi 1: - Estudi 1: Anàlisi dels efectes de l'estacionalitat sobre la mobilitat a l'àmbit central del Camp de Tarragona a partir del Big Data generat per traces digitals dels usuaris de telefonia mòbil

En el primer estudi s'ha analitzat les diferències dels fluxos de mobilitat entre la temporada turística alta i la baixa mitjançant dades de telefonia mòbil proporcionades per la companyia Kineo, una unitat de negoci de Nommon Solutions and Technologies S.L. Concretament, la informació es va proporcionar com a matriu origen-destinació (OD) entre els cinc municipis de més de 25.000 habitants de la regió del Camp de

Tarragona (a Tarragona, Reus i les tres poblacions centrals de la Costa Daurada - Cambrils, Salou i Vila-seca-) i també es va incloure el volum de viatges intraurbans.

Les dades obtingudes fan referència a quatre dies diferents de dues estacions diferents. Per tant, és possible dimensionar i comparar el nombre de viatges intra- i interurbans durant diferents dies feiners i cap de setmana de la temporada turística baixa (gener) i la temporada turística alta (agost). A més, es poden analitzar els fluxos de mobilitat mitjançant quatre franges horàries diferents, i també es pot fer una segmentació dels usuaris per lloc de residència (vegeu **Taula 1 de la memòria**).

Les dades han sigut elaborades i agregades per a crear un graf acíclic dirigit (vegeu **Figures 6, 7, 8 i 9 de la memòria**). A partir d'aquest graf es poden elaborar visualitzacions on mostrar el màxim d'informació possible d'una ullada. S'han elaborat una sèrie de panells de subgrafs, comparables entre sí. En cada panell es representen els desplaçaments dels usuaris de telefonia mòbil segons el seu lloc d'origen (locals, resta de Tarragona, resta d'Espanya i estrangers). Dins de cada panell s'han distribuït els subgrafs per data (4 columnes) i franja horària (4 files). El gruix de cada eix representa el nombre de viatgers i les fletxes indiquen el sentit del desplaçament. Per altra banda, també es mostra la mobilitat intraurbana amb *auto-bucles*—que son eixos que comencen i acaben al mateix node o municipi. Finalment, el color indica el municipi on s'originen els desplaçaments. A més a més, tots aquests grafs estan representats geogràficament, de manera que els nodes mostren coordenades geogràfiques i les distàncies reals entre els municipis.

Una vegada representades, aquestes dades permeten tenir una idea bastant detallada de com es dona la mobilitat dels diferents perfils definits anteriorment. Lògicament, la mobilitat intraurbana predomina sobre la interurbana, durant tots els moments de l'any i franges horàries. El màxim de desplaçaments interns dels residents a la zona d'estudi es produí el 8 d'agost quan 75.304 habitants es mogueren durant la tarda (14:00–22:00) dins la ciutat de Tarragona. Globalment, la mobilitat en el dia representatiu de la temporada alta va ser un 34% superior a la del dia escollit per a la temporada baixa (23 de gener de 2019). Tanmateix, l'augment de la mobilitat entre els dos dies és particularment intens en algunes relacions, mentre que altres fluxos es mantenen a nivells similars o fins i tot es redueixen a causa de la reducció de la mobilitat per raons de feina o d'estudis. També es pot observar que a nivell general, la mobilitat de tots els perfils analitzats augmenta progressivament al llarg del dia i disminueix sensiblement al final del dia.

Més concretament, els ja coneguts patrons de mobilitat associats al turisme també són evidents amb aquestes dades, ja que es pot veure la diferència de les mobilitats entre estiu i hivern, especialment en la figura on es representen les mobilitats dels usuaris de telefonia residents a l'estranger (vegeu **Figura 9 de la memòria**) Es pot observar que en estiu la mobilitat d'estrangers a Cambrils o Salou pot triplicar o quadruplicar el volum de desplaçaments en ciutats més grans com Tarragona o Reus. Aquests patrons no es comporten de la mateixa manera pel que respecta als residents en altres parts de Tarragona o Espanya. Visualment es pot aproximar que la distància al lloc d'origen és inversament proporcional als volums de desplaçaments de cada grup d'usuaris de telefonia, així com a la intensificació dels patrons a l'estiu (aquesta és major entre turistes i residents fora de la província de Tarragona).

Tot i que aquestes dades permeten confirmar amb un nivell de detall important els patrons de mobilitat ja coneguts anteriorment, cal dir que la resolució temporal i espacial permeten conèixer detalls que amb altres fonts de dades no serien gens fàcils de comprovar. Per exemple, resulta interessant comprovar el baix recompte de desplaçaments interurbans d'estrangers durant els matins dels dies d'hivern, fins que hi ha combinacions d'origen-destí que no es produeixen (per exemple, Cambrils-Reus o Reus-Vilaseca). Aquest tipus de patrons poden ser d'interès per a la planificació del transport urbà, pel que caldria treballar amb dades de més dies per comprovar la seva importància.

Estudi 2: Caracterització de la mobilitat en transport públic al Camp de Tarragona a partir del Big Data generat a partir de les targetes de transport (ATM Camp de Tarragona)

Les mobilitats que es desenvolupen a les regions turístiques costaneres no són regulars ni en el temps ni en l'espai, ja que l'arribada de turistes segueix un patró clarament estacional. Aquestes alteracions afecten directament un agent clau del sector de la mobilitat, com el transport públic.

En aquest apartat es mostren els resultats obtinguts després d'haver explotat i donat sentit a les dades enregistrades per les targetes de viatge de l'Autoritat del Territorial i la Mobilitat del Camp de Tarragona, les quals han estat degudament anonimitzades. Les gràfiques i els mapes que es presenten a continuació constitueixen un primer intent per avaluar l'impacte de l'estacionalitat de les activitats turístiques en la demanda de transport públic a les regions turístiques costaneres. A més, permeten detallar grans fluctuacions espaciotemporals en l'ús del transport públic entre els períodes d'hivern i l'estiu, i també diferències significatives en les franges horàries diàries entre ambdós períodes.

El 2017 es van comptabilitzar un total de 8.002.352 passatgers d'autobús interurbà al Camp de Tarragona. Com es mostra a la **Figura 10 de la memòria**, l'ús del transport públic per a viatges interurbans en autobús és clarament irregular durant l'any. La demanda interurbana d'autobús acostuma a concentrar-se a la temporada d'estiu, quan l'arribada de turistes és més destacada i la població diària estacional augmenta considerablement.

La **Figura 13 de la memòria** compara el nombre de passatgers els mesos de gener i juliol de 2018 utilitzant les dotze línies d'autobús interurbà més concorregudes i les parades de l'àmbit central de la Costa Daurada. És evident que l'aglomeració d'activitat i població al voltant de la zona costanera central determina la demanda de serveis d'autobús. Alberich (2008) ja ha identificat la preponderància de la mobilitat dins de la zona urbana principal, tot i que la seva tasca es limitava a la mobilitat dels residents i, com a conseqüència, havia deixat de banda els viatges turístics. Així doncs, el resultat més destacat obtingut és l'evidència de l'impacte de l'estacionalitat en determinats serveis d'autobús. Són clares les diferències entre els patrons d'estiu i hivern per als serveis d'autobús que connecten les destinacions turístiques de la zona costanera central, així com per a les línies d'autobusos que connecten aquestes mateixes poblacions costaneres amb Tarragona i Reus.

Les cinc línies principals que operen a la zona costanera central van registrar un 20% del total de viatges realitzats al mes de gener de 2018, enfront del 70% del mes de juliol. La línia *Tarragona-Salou-Cambrils*, que va ser el servei d'autobús amb més demanda el 2018: va tenir 378.089 passatgers durant el juliol, però només 57.423 al gener.

La segona línia més popular va ser *Cambrils-Reus*, per la qual el nombre de passatgers va passar de 51.10 a la temporada baixa a 250.680 a la temporada alta. A la línia *Reus-Salou*, el nombre de passatgers va passar de 18.051 a la temporada baixa a 78.299 a la temporada alta. El nombre de passatgers que van utilitzar el servei nocturn *La Pineda-Salou-Cambrils* va augmentar de només 159 al gener a 24.709 de juliol.

Pel que fa a les parades, al gener només n'hi havia tres amb més de 20.000 usuaris: l'estació d'autobusos de Tarragona i les dues parades d'autobús principals de Reus. En canvi, al juliol, el número de parades amb més de 20.000 usuaris va ascendir a onze. Set d'aquestes onze parades d'autobús pertanyien als municipis de Cambrils, Salou i Vila-seca.

La variació percentual total entre gener i juliol de tot el Camp de Tarragona va ser del 171%. El creixement de la demanda de transport públic interurbà es va concentrar principalment en les parades d'autobús situades a les tres ciutats costaneres centrals. De fet, la contribució dels municipis de Cambrils, Salou i Vila-seca al creixement total dels usuaris va ser del 75,2%. No obstant això, l'impacte del turisme també es va produir des de Tarragona i Reus, dues ciutats també visitades per turistes que utilitzen transport públic i amb una connexió de la població resident amb les destinacions costaneres tant per a motius laborals com de lleure no menys destacable. Si s'hi afegeixen les aportacions de Tarragona i Reus, que van representar el 23,5%, el creixement de l'ús relacionat amb els municipis restants va ser de només l'1,3%.

La demanda de transport públic interurbà no només varia entre estacions de l'any, sinó també al llarg de les hores del dia per als dos períodes (vegeu **Figura 14 de la memòria**). Els càlculs de densitat de Kernel han permès obtenir mapes 3D del nombre de passatgers els mesos de gener i juliol de 2018 per franges horàries. Els valors estan representats en una malla conformada per cel·les de 100 metres de costat. Aquestes representacions apunten els reptes per al subministrament de modes de transport sostenibles, ja que es produeixen fluctuacions significatives en l'espai i el temps. D'una banda, la **Figura 15 de la memòria**, que representa el nombre de passatgers al mes de gener, revela que a l'hivern hi ha una associació clara entre la demanda de transport públic interurbà i les jerarquies urbanes, sent les ciutats més poblades les que generen un nombre més elevat de viatges. D'altra banda, els mapes de juliol presentats en la **Figura 16 de la memòria**, mostren com es modifiquen les jerarquies urbanes com a conseqüència de la influència del turisme en els mercats laborals, residencials i recreatius (Gutiérrez i Miravet, 2016a).

Estudi 3: Anàlisi del perfil de viatgers amb transport públic (cas d'estudi de l'ús de les T-10 a l'estiu)

El turisme i la seva estacionalitat determinen els patrons i l'evolució d'alguns elements fonamentals del funcionament del sistema públic de transport. En aquest sentit, és d'especial utilitat pels gestors públics del sistema de transport la detecció de perfils de

viatgers amb la finalitat de conèixer l'ús que es fa del sistema així com per a optimitzar-ne el servei que se'ls proporciona.

Tenint en compte la concentració d'arribades de turistes durant l'estiu, l'augment de les validacions durant aquest període (vegeu **Figura 3 de la memòria**) i la seva concentració espacial als municipis turístics (vegeu **Figura 2 de la memòria**), es va decidir concentrar la nostra anàlisi en la temporada alta (des del 21 de juny al 22 de setembre, tots dos inclosos).

Un cop definit el període d'estudi, el segon pas va ser decidir les targetes que potencialment poden utilitzar els turistes. Per fer-ho, vam seleccionar les targetes de viatge intel·ligents que van realitzar el 100% de les seves validacions a l'estiu i vam excloure les altres. Aquest grup inclou 37.393 targetes i 665.562 validacions. Les targetes T-10 suposen el 92,6% (34.641 targetes) d'aquest grup i el 90% de les validacions (599.028), el que suposa un 11% de les validacions a l'any.

El títol de transport T-10, atès que no estableix cap limitació horària de consum, i el pot fer servir més d'una persona simultàniament (permet viatjar en grup), entenem que és l'opció preferida pels turistes, visitants i usuaris menys freqüents del sistema de transport. Així, la resta de tarifes que només s'utilitzen a l'estiu (el 7,4% de les targetes i el 10% de les validacions) podrien correspondre amb altres perfils (habitants locals que viatgen durant les vacances, a l'estiu, treballadors temporals del sector turístic, entre d'altres). Les diferències entre T-10 i la resta de tarifes (multipersonal versus unipersonal) recomanen no analitzar-les conjuntament. La **Figura 3 de la memòria** mostra la distribució espacial de les validacions per parades i línies d'autobús. El patró espacial és clar. Presenta una major concentració a les zones costaneres que el patró general de validacions senceres durant l'estiu (vegeu la **Figura 2 de la memòria**).

Després del pas de preparació de dades (vegeu **secció 3.3** de la memòria), vam obtenir una base de dades conformada per 4 variables d'activitat i 4 descriptors espacials per cadascuna de les 34.641 targetes T-10 seleccionades (**Taula 2**). El mètode seleccionat per identificar perfils va ser un mètode d'agrupament anomenat anàlisi de perfils latents (LPA). El número d'agrupaments (perfils) es va determinar mitjançant l'exploració de diferents criteris estadístics de selecció.

En aquest apartat es presenten els diferents perfils obtinguts i la seva estructura. Primer, es presenten els resultats dels perfils per a les variables d'activitat temporal i els de les variables d'activitat espacial. A continuació, es descriuen les relacions entre els perfils d'activitat i els perfils espacials.

1. Agrupació de targetes a partir de variables d'activitat

L'anàlisi LPA basat en variables d'activitat es va realitzar per a 4 models diferents i fins a 10 perfils. La **Taula 3 de la memòria** presenta els valors dels diferents models i el nombre de targetes per a cada perfil. Un anàlisi jeràrquic, basat en diferents criteris d'informació estadístics, suggereix que la millor solució és el Model 1 amb 7 classes (Akogul i Erisoglu, 2017). Totes les solucions van retornar un BLRT (Bootstrap Likelihood Ratio Test: prova de la raó de versemblança) significatiu, que indica que les solucions preferides són les dels models amb un major nombre de perfils. La solució de 7 perfils tenia el criteri d'informació Bayesià (BIC) més baix, però vam triar una solució de 5 perfils ja que aquest model proporcionava la distribució més

significativa dels grups, evitant grups amb menys de l'1% del total de targetes. Les probabilitats posteriors mitjanes dels cinc perfils van ser altes, oscil·lant entre 0,88 i 0,99, indicant que els individus es classificaven amb exactitud en els seus respectius perfils i, a més, hi va haver una diferència significativa en termes d'entropia entre el perfil de 5 i el 6.

La **Figura 17 de la memòria** mostra els valors obtinguts per a les variables d'activitat de cadascun dels cinc perfils. Els detalls dels perfils obtinguts amb les variables d'activitat es mostren a la **Taula 4 de la memòria**. Aquest perfil concentra el 80,6% de totes les targetes T-10. Així, es podria interpretar com el més comú entre els turistes. Aquest perfil es caracteritza per valors inferiors a la mitjana de les quatre variables d'activitat. Inclou targetes baixes actives que concentren les seves validacions en un període curt i s'utilitzen per viatjar sols o en grups reduïts. En segon lloc, el perfil A2 (Grups; n = 372) era notable pel seu valor molt elevat en el nombre mitjà del grup i pels seus valors moderats o baixos en la resta de variables. Aquest grup està format per excursionistes que viatgen en grup mitjançant una sola o diverses targetes. El perfil A3 (ús intensiu; n = 4.283) va presentar principalment valors elevats en el nombre de validacions, però distribuïts en un nombre moderat de dies. Sembla que aquest perfil inclou els turistes que realitzen una estada més llarga que el primer grup i que viatgen més durant aquesta estada. El perfil A4 (a llarg termini; n = 1.785) inclou les puntuacions més altes en la vida útil de la targeta (dies actius) i valors alts relatius en dies actius, però el nombre inferior de validacions. Implica que s'utilitza per a individus que van passar llargues o múltiples estades a la destinació. Podria ser el cas de les persones propietàries d'una segona residència a la zona. Finalment, les targetes del perfil A5 (Continuat; n = 425) es van caracteritzar principalment pels valors més alts en nombre de validacions i dies actius, alts valors de vida de la targeta i mida petita de grups. Aquest perfil podria concentrar els treballadors estacionals que, per qualsevol motiu, van decidir utilitzar la tarifa T-10 en lloc d'altres més convenientes per ells (T-MES, T-10/30, T-50/30; vegeu **annex de la memòria** per més informació relacionada amb els títols de transport).

Podem estudiar aquests perfils i fer comparables els seus patrons d'activitat extraient les targetes més representatives de cada perfil. Això es pot aconseguir filtrant un nombre de targetes segons la probabilitat que hagin estat classificades al seu perfil. Representar aquests patrons en una visualització basada en un calendari pot ajudar a entendre millor els patrons d'activitat de cada perfil. La **Figura 18 de la memòria** mostra un conjunt de calendaris que compara els patrons d'activitat de les 100 targetes més representatives de cada perfil. Aquesta visualització mostra el patró d'activitat més baix del perfil A1 (estades curtes), un patró altament irregular del perfil A2 (Grups) i diferents nivells d'intensitat relacionats amb la resta de perfils (A3, A4 i A5).

En una visualització amb calendaris de major detall (**Figura 19 de la memòria**) posem especial atenció en el perfil A1 que inclou 27.776 targetes intel·ligents (80,6%) i 355.749 validacions (59,4%). Aquest perfil (A1; Estada de curta durada) representa el cas d'ús prototípic de la tarifa T-10. Podem veure un patró regular amb dos màxims diaris d'activitat –un al matí i un altre al vespre–, típicament relacionat amb un patró de mobilitat pendular. Es pot veure que hi ha un augment progressiu d'activitat al principi de la temporada i disminució de l'activitat al començament i al final de la temporada, respectivament. Finalment, podem distingir un patró d'activitat diferent durant els caps de setmana i festius (és a dir, el 15 d'agost o l'11 de setembre).

2. Agrupació de perfils a partir de variables espacials

En aquesta subsecció es presenta el nostre enfocament per descobrir grups de targetes que presenten patrons similars des d'un punt de vista purament espacial. També es va utilitzar LPA per crear perfils basats en variables espacials. La **Taula 5 de la memòria** presenta els valors dels diferents models i el nombre de targetes per a cada perfil. Segons l'anàlisi de diversos criteris d'informació estadístics (Akoglu & Erisoglu, 2017), la solució de sis perfils va ser la més adequada. En aquest cas, no es poden calcular models amb més de sis perfils. De nou totes les solucions van retornar un BLRT significatiu. La solució de 6 perfils tenia el BIC més baix, però vam escollir la solució de 4 perfils ja que aquest model proporcionava perfils més significatius. Les probabilitats posteriors mitjanes dels quatre perfils van ser elevades, oscil·lant entre 0,92 i 0,96, cosa que suggereix una millor classificació que en les solucions de cinc i sis perfils. A més, la solució de quatre perfils mostra el valor més alt en termes d'entropia.

Els patrons espacials de les targetes són clars: hi ha una concentració de validacions als municipis costaners (72,1%) i en algunes parades (88% de les validacions a les tres primeres parades de cada targeta). No obstant això, tal com s'observa a la **Figura 20 i la Taula 6 de la memòria**, on es mostren els valors obtinguts per a les variables espacials de cadascun dels cinc perfils, també es van distingir diferències entre els quatre perfils espacials. El perfil S1 (*dispers*; $n = 5.082$) es caracteritza per targetes amb un nombre més gran de municipis visitats i rutes utilitzades i pel menor percentatge de validacions concentrades en les tres parades més utilitzades. Això vol dir que aquest perfil d'activitat és el més dispers a la zona d'estudi. Les targetes del perfil S2 (*costaner*; $n = 10.570$) mostren generalment un patró espacial concentrat al voltant dels municipis més turístics del litoral (Cambrils, Salou i Vila-seca concentren el 94,4% de les validacions). El perfil S3 (*principals ciutats*; $n = 7.668$) es caracteritza per targetes amb major concentració espacial i menor presència als municipis turístics, cosa que significa que la majoria de les validacions es van fer a les principals ciutats de la zona d'estudi (Tarragona i Reus). Les targetes del perfil S4 (*semi-dispers*; $n = 11.324$) generalment presenten valors entorn a la mitjana en totes les variables, però presenten valors d'activitat relativament elevats concentrats als municipis turístics.

Aquests perfils de caràcter espacial es poden visualitzar fàcilment mitjançant un mapa temàtic. Així doncs, la **Figura 21 de la memòria** mostra la proporció de validacions realitzades per parada d'autobús al nucli de l'àrea d'estudi, juntament amb la proporció de validacions amb targetes intel·ligents realitzades per cada perfil. Aquest mapa evidencia tres patrons: (1) concentració espacial d'activitat molt elevada al voltant de les zones més turístiques (Cambrils, Salou i Vila-seca), (2) volum moderat de validacions a les principals ciutats i (3) molt marcada diferència entre les parades properes al mar i les més allunyades (especialment significatives entre Tarragona i Reus). La **Figura 21** també mostra que el perfil S1 (*dispers*) té una presència important en totes les parades d'autobús, però és lleugerament més important en parades amb menor activitat. En el segon cas, el perfil S2 (*costaner*) es defineix clarament, ja que aquest perfil inclou el percentatge més alt a totes les parades principals a prop del mar. Aquest segon patró no es pot apreciar directament a l'LPA, però necessita que el component espacial es faci evident. En el tercer cas, el perfil S3 (*principals ciutats*) és clarament més important a les parades principals de Tarragona i Reus. Finalment, el perfil S4 (*semi-dispers*) és similar al S1, però hi ha diferències en la naturalesa de la seva distribució espacial. Sembla que les targetes de perfil S4 utilitzen més parades,

però concentrades en menys rutes i visitant municipis menys diferents. Probablement es deu a una menor presència en parades d'autobús més aïllades.

3. Relacions entre perfils d'activitat i perfils espacials

Més enllà de l'activitat descrita anteriorment i els patrons espacials, el nostre enfocament també ens permet explorar les relacions entre perfils de diferent naturalesa. Aquest enfocament permet crear models més parsimoniosos i fàcilment interpretables. A la **Figura 22 de la memòria** utilitzem un diagrama al·luvial per mostrar les relacions entre perfils d'activitat i els perfils espacials. En aquest diagrama, les columnes (estrats) mostren el tamany dels perfils. D'altra banda, els perfils d'activitat són realment diferents, mentre que els de caràcter espacial són més proporcionats. Les línies que enllacen ambdues columnes (*alluvium*) representen targetes intel·ligents individuals i mostren com van ser classificades pels LPA. Aquestes línies es veuen colorejades per mostrar el nombre de vegades que es va recarregar la targeta—cal recordar que 10 és la càrrega mínima i 30 la màxima—i s'han ordenat per juntes les línies similars.

A la **Figura 22** podem visualitzar que les targetes dels perfils A2 (*grups*), A3 (*ús intensiu*) i A5 (*continuat*) tenen un nivell important d'activitat, els tres perfils solen aprofitar les capacitats de recàrrega de tarifes T-10. Tot i això, les targetes del perfil A2 tenen uns patrons altament irregulars en el temps, les targetes del perfil A3 solen realitzar moltes validacions en períodes curts de temps i les targetes del perfil A5 tenen una vida útil més llarga. D'altra banda, les targetes dels perfils A1 i A4 presenten un nivell d'activitat inferior, per períodes de temps curts i llargs, respectivament. És molt interessant assenyalar que la majoria de les targetes del perfil A1 ni tan sols es van recarregar una vegada durant el període d'estiu. Les relacions entre l'activitat i els perfils espacials es desprenen de la visualització a la **Figura 22**. Es pot veure que les targetes del perfil S1 (*dispers*)—que van visitar més municipis, utilitzen més rutes i més parades que les targetes d'altres perfils—són principalment targetes d'activitat alta. Les targetes amb perfil S2 (*costaner*) es caracteritzen per un nivell d'activitat lleugerament inferior, mentre que els perfils S3 (*principals ciutats*) i S4 (*semi-dispers*) inclouen majoritàriament targetes amb menys transacció.

El diagrama al·luvial també permet entendre les relacions directes entre l'activitat i els perfils de caràcter espacial. El perfil A1 (*estada curta*) té la major proporció de targetes en tots els perfils de caràcter espacial. No obstant això, es poden identificar diferències entre perfils. La S3 (*principals ciutats*) juntament amb la S4 (*semi-dispers*) són els perfils amb més presència de targetes del perfil A1 amb poques validacions. Mentre que S1 (*dispers*) i S2 (*costaner*) són els que presenten major presència de targetes A3 (*ús intensiu*) amb un elevat nombre de validacions. A més, les targetes del perfil A1 incloses als perfils S1 i S2 solen tenir una quantitat mitjana de validacions (entre 11 i 30), a diferència del que és habitual amb les targetes A1.

3.- Memòria del treball (informe científic). Ha d'estar escrit en català. Ha de tenir una extensió mínima de 18.000 paraules (o 108.000 caràcters), aproximadament unes 60 pàgines. Pot incloure altres fitxers de qualsevol mena, no més grans de 10 MB cadascun d'ells.

MEMÒRIA JUSTIFICATIVA PER A PROJECTES DE RECERCA

Índex

1. Introducció	13
2. Antecedents	17
2.1. Les fonts clàssiques per a l'estudi de la mobilitat de la població resident	18
2.1.1. Els censos de població i els padrons municipals	18
a. Els censos de població clàssics	19
b. Els canvis introduïts en el cens de 2001	20
c. El canvi metodològic del cens de 2011. Implicacions en l'estudi de la mobilitat habitual	21
d. El cens de 2021. Entre la incertesa i l'esperança	23
2.1.2 Les enquestes específiques de mobilitat	24
a. L'única enquesta de mobilitat per al conjunt del territori espanyol: Movilia	25
b. L'Enquesta de Mobilitat Quotidiana (EMQ)	27
c. L'Enquesta de Mobilitat en Dia Feiner (EMEF)	29
2.2. L'ús dels registres administratius en l'anàlisi de la mobilitat ocupacional	30
2.3. Fonts de dades de la mobilitat en l'àmbit del turisme	34
2.3.1. Fonts de dades tradicionals relatives als viatges dels visitants en transport públic	35
2.3.2. Big Data de targetes de viatge intel·ligents	35
2.3.3. Altres fonts de dades	36
3. Metodologia	39
3.1. Estudi 1: Anàlisi dels efectes de l'estacionalitat sobre la mobilitat a l'àmbit central del Camp de Tarragona a partir del Big Data generat per traces digitals dels usuaris de telefonia mòbil	40
3.2. Estudi 2: Caracterització de la mobilitat en transport públic al Camp de Tarragona a partir del Big Data generat a partir de les targetes de transport (ATM Camp de Tarragona)	42
3.3. Estudi 3: Anàlisi del perfil de viatgers amb transport públic (cas d'estudi de l'ús de les T-10 a l'estiu)	43
3.3.1. Tractament i enriquiment de les dades	43
3.3.2. Extracció i selecció de característiques	45
3.3.3. Mètodes aplicats	47
4. Seguiment i avaluació	50
5. Resultats	52
5.1. Estudi 1: Anàlisi dels efectes de l'estacionalitat sobre la mobilitat a l'àmbit central del Camp de Tarragona a partir del Big Data generat per traces digitals dels usuaris de telefonia mòbil	52

5.2. Estudi 2: Caracterització de la mobilitat en transport públic al Camp de Tarragona a partir del Big Data generat a partir de les targetes de transport (ATM Camp de Tarragona)	58
5.3. Estudi 3: Anàlisi del perfil de viatgers amb transport públic (cas d'estudi de l'ús de les T-10 a l'estiu)	66
5.3.1. Agrupació de targetes a partir de variables d'activitat	66
5.3.2. Agrupació de perfils a partir de variables espacials	71
5.3.3. Relacions entre perfils d'activitat i perfils espacials	75
6. Conclusions	78
7. Impacte previst	81
7.1. Dissenyar estratègies de col·laboració entre els gestors del transport públic i de la mobilitat amb grups de recerca per a l'explotació del big data generat a partir de targetes de transport intel·ligents	81
7.2. Dissenyar el sistema de transport públic d'un territori aprofitant la informació aportada pel Big Data	82
7.3. Identificar els colls d'ampolla	82
7.4. Millorar la velocitat comercial	83
7.4.1. Facilitar el pagament fora dels vehicles de transport per a millorar la velocitat comercial	83
7.4.2. Millorar la velocitat comercial a partir de la reducció dels problemes de congestió	83
7.5. Millorar la comunicació per tal d'incrementar la utilització del transport públic	84
7.6. Gestió global de la mobilitat	84
7.7. Difusió dels resultats	85
7.7.1. Publicacions en revistes acadèmiques	85
7.7.2. Comunicacions a congressos	86
7.7.3. Difusió orientada a administracions i públic en general	87
7.8. Continuació de la recerca	87
7.8.1. Enquesta Mobilitat Quotidiana	87
7.8.2. COVID-19 i els reptes emergents per la gestió i planificació de la mobilitat sostenible	88
Referències	89
Annex. L'ATM del Camp de Tarragona i la seva gamma de títols	96

1. Introducció

L'estudi explora les diferents oportunitats generades a partir del Big Data per analitzar la mobilitat de les persones i optimitzar els serveis de transport públic a Catalunya. El treball es basa en dues fonts d'informació categoritzades com a Big Data: els registres geolocalitzats de la mobilitat de la població a partir de telefonia mòbil i els registres continus de les validacions realitzades amb les targetes intel·ligents de transport públic. Aquest estudi pilot s'ha realitzat al Camp de Tarragona amb la col·laboració entre la Universitat Rovira i Virgili i l'Autoritat Territorial de la Mobilitat al Camp de Tarragona. L'Autoritat Territorial de la Mobilitat de l'Àrea de Lleida també ha participat, com a observador, al projecte amb l'objectiu de validar els mètodes i poder replicar l'estudi al seu àmbit territorial en un futur immediat.

La pràctica totalitat de les enquestes i estudis més recents sobre mobilitat a Catalunya se centren a l'entorn metropolità de Barcelona (Gutiérrez i Miravet, 2016a), pel que falta informació detallada sobre les pautes de mobilitat de la resta de territoris a Catalunya. Les darreres enquestes amb informació representativa de la mobilitat pel Camp de Tarragona i Lleida són de l'any 2006. Els canvis econòmics, socials i demogràfics que s'han succeït en la darrera dècada fan aquestes fonts d'informació hagin quedat ja obsoletes. D'altra banda, la seva representativitat es limita al conjunt dels àmbits territorials. Mentre que, a causa de l'increment de l'error mostral i de la disminució del nivell de confiança, per les comarques i les poblacions aquesta enquesta perd qualsevol possibilitat de ser representativa. Així, cal explorar l'ús de noves fonts d'informació detallada.

D'altra banda, cal remarcar que el Camp de Tarragona presenta unes característiques pròpies que impliquen dificultats específiques pels gestors del transport públic. L'estacionalitat és un element fonamental que determina la mobilitat urbana i interurbana. Així, l'agregat dels municipis de Cambrils, Salou i Vila-seca multipliquen per set el volum de viatgers mensuals en transport públic durant els mesos d'estiu (Gutiérrez i Miravet, 2016a i 2016b).

Aquest comportament asimètric entre els mesos de l'any, amb una forta concentració de la demanda durant els mesos d'estiu, produeix tensions en la prestació del transport públic, les concessions interurbanes del qual depenen de la Generalitat de Catalunya. Cal pensar que les necessitats de conductors i de material mòbil, es multipliquen durant un període molt curt de l'any. És més, els focus que concentren la demanda també es modifiquen, traslladant-se cap al litoral. Per tant, s'ha prestar servei a uns patrons de demanda que no guarden correspondència directa amb els que es produeixen durant els mesos d'hivern. Per tot plegat, cal atendre a les necessitats de la nova demanda generada pel turisme, sempre donant la resposta adequada a les necessitats de la població resident. És a dir, dotar al sistema del nivell d'eficiència exigible a la prestació d'un servei públic, de forma que la població resident no es vegi afectada negativament per la pressió que exerceix sobre el sistema l'arribada de turistes a l'estiu.

En aquest context, cal remarcar que l'estudi de l'impacte del turisme (i la seva estacionalitat) sobre la mobilitat regional i, concretament, sobre l'ús del transport públic és una línia de recerca encara poc explorada. Cal destacar la manca d'estudis, i no només a Catalunya, sobre la relació entre turisme i transport públic (veure següent

secció per a més detalls), malgrat tractar-se d'una qüestió cabdal per territoris turístics, com Catalunya.

En aquest sentit, en l'àmbit de la mobilitat i la utilització del transport públic no existeix discussió en relació als avantatges de transferir la demanda de mobilitat des dels modes de transport més contaminants cap als més sostenibles. Les mobilitats derivades de les activitats associades al turisme no en són una excepció. En aquest sentit, les anàlisis que s'han dut a terme durant els darrers anys s'han centrat principalment en el potencial del canvi modal cap a modes de transport més eficients per millorar la sostenibilitat en els viatges des del punt d'origen del visitant cap a la seva destinació turística, i en el de retorn (Peeters i Dubois, 2010). Més recentment, l'interès pels avantatges del canvi cap a modes de transport més sostenibles en relació a les mobilitats durant l'estada a la destinació també ha pres protagonisme (Scuttari et al., 2018). Per aquest motiu, l'ús del transport públic durant l'estada per part dels turistes esdevé un camp d'investigació rellevant, ja que té un paper clau en tres reptes que cal afrontar adequadament: la sostenibilitat ambiental del sistema de mobilitat de la zona, la millora de la competitivitat de les destinacions i la qualitat i el confort del servei de transport públic per a la població resident. Aquests reptes comporten un grau de complexitat addicional quan l'arribada de visitants es concentra durant un determinat període de l'any a causa del comportament estacional del sector.

Sostenibilitat ambiental del sistema de mobilitat

La diversitat d'implicacions ambientals associades a les decisions de transport preses pels visitants resulta innegable. En primer lloc, cal tenir en compte l'impacte negatiu causat per la utilització del vehicle privat per part dels visitants pel que fa a l'emissió de gasos d'efecte hivernacle (Guiver i Stanford, 2014), així com les repercussions negatives sobre la qualitat de l'aire (Saenz de Miera i Rossello, 2014). La utilització del vehicle privat per part dels visitants també és responsable d'altres externalitats negatives ambientals com la generació de soroll (Becken, 2006). En un context en el qual es pot atribuir una relació directa entre l'ús del vehicle privat i aquest ventall d'efectes no desitjables, el sistema de transport públic sorgeix com a solució per mitigar l'impacte ambiental derivat de les decisions de mobilitat dels visitants a la seva destinació. Els gestors de mobilitat de les destinacions han d'adoptar una combinació d'allò que Stradling et al. (2000) va anomenar push and pull actions. Mentre que el primer concepte pretén animar els visitants a utilitzar el transport públic, el segon té per objecte evitar que puguin utilitzar altres alternatives més contaminants durant la seva estada.

Millora de la competitivitat de les destinacions

La importància de la prestació d'un bon servei de transport públic durant l'estada per al desenvolupament de serveis turístics ha rebut relativament poca atenció per part de la literatura (Law, 2002). Tanmateix, les aportacions del transport públic a la competitivitat d'una destinació turística són diverses (Mandeno, 2012; Domènech i Gutiérrez, 2017; Hall i Le-Klähn et al., 2017). En primer lloc, incrementa el nombre potencial de visitants de les diverses atraccions turístiques alhora que permet als visitants eixamplar el ventall d'atraccions que els són accessibles (Leask et al., 2000; Gutiérrez et al., 2019). L'augment del ventall d'oferta d'activitats i de visites que el transport públic obre als visitants té com a conseqüència que la durada de l'estada

també es vegi incrementada (Gutiérrez i Miravet, 2016a). D'altra banda, el transport públic també ajuda a la dispersió dels visitants pel territori (Albalade i Bel, 2010), cosa que pot mitigar la concentració excessiva de visitants en determinats punts. Pel que fa a l'experiència turística, si bé només hi ha evidències d'un impacte menor sobre la satisfacció general (Thompson i Schofield, 2007), els sistemes de transport públic ineficients poden produir una erosió directa de la reputació de les destinacions (Albalade i Bel, 2010). Finalment, les externalitats negatives associades al vehicle privat com ara la congestió del trànsit i la contaminació disminueixen la satisfacció dels visitants (Alegre i Garau, 2010). A més, el transport públic es converteix en un element estratègic per promoure la configuració d'entorns més amables per a les persones que caminen, al mateix temps que menys dependents dels vehicles privats. No cal perdre de vista que avui dia l'estructura urbana ha esdevingut un factor primordial en matèria de competitivitat de les destinacions (Anton Clavé, 2019).

Garantir la qualitat i el confort dels serveis de transport públic per a la població resident

Els dos reptes anteriors posen l'accent en la importància de transferir en la mesura del possible la mobilitat dels visitants durant la seva estada des del vehicle privat cap al transport públic. No obstant això, un increment en la demanda de transport públic per part dels visitants imposa una pressió addicional sobre el sistema a l'hora de satisfer els nivells de qualitat i de confort del servei que els residents locals no només exigeixen, sinó que també mereixen. Cal tenir en consideració en primer lloc que la demanda addicional associada a l'ús del transport públic per part dels no residents produeix congestió (Albalade i Bel, 2010). A més, la incorporació d'un nombre creixent d'usuaris amb un coneixement limitat del sistema tarifari de la zona incideix negativament sobre la velocitat comercial del servei. A més, en algunes situacions, els gestors del sistema de transport públic hauran d'operar serveis que resultin atractius per als visitants, però no per als residents, cosa que pot implicar una reducció dels ingressos. Paral·lelament, els serveis utilitzats simultàniament per residents i no residents requereixen la satisfacció de necessitats que poden ser divergents entre elles.

L'estacionalitat, una de les característiques essencials del turisme a Catalunya, afegeix un grau de complexitat addicional a l'hora d'afrontar els reptes esmentats prèviament, ja que els serveis han d'adaptar-se a les oscil·lacions de la demanda. Davant d'aquestes circumstàncies, la informació per als usuaris esdevé un element clau, en el qual cal tenir present que els canals de comunicació efectius per als residents i els visitants poden ser diferents (Gronau i Kagermeier, 2007). Des d'una altra perspectiva, les oscil·lacions de la demanda és un element distorsionador dels corrents d'ingressos de l'operador, al mateix temps que condicionen la capacitat dels serveis (Gutiérrez i Miravet, 2016b). Per tot plegat, l'estreta competència entre les destinacions turístiques i el context actual d'emergència climàtica i creixent preocupació per les qüestions mediambientals, duen a un primer pla la necessitat que el transport públic s'enfronti adequadament als reptes anteriors. Aquests objectius resulten impossibles d'assolir sense les fonts d'informació adequades, sobretot quan la demanda turística no es distribueix uniformement al llarg de l'any. De fet, el nombre de treballs que avaluen les mobilitats estacionals és molt escàs a causa de la manca de dades adequades (Wang et al., 2018).

El present projecte de recerca té com objecte recollir i analitzar el potencial de la diversitat de fonts de dades que poden resultar d'utilitat en la gestió del transport públic a l'hora d'afrontar amb èxit els reptes esmentats anteriorment en destinacions turístiques caracteritzades per l'estacionalitat de la seva demanda. Cal tenir en compte que les fonts tradicionals de dades han tendit a centrar-se en el comportament espacial dels residents, i han descuidat la mobilitat dels visitants. A més a més, no han tingut adoptat la perspectiva dinàmica imprescindible per captar les oscil·lacions associades a l'estacionalitat. Aquest context de manca de dades de qualitat comença a canviar en els darrers anys amb l'adveniment del Big Data. En primer lloc, i centrat en el transport públic, el Big Data generat a partir dels sistemes automatitzats de recollida de dades dels sistemes tarifaris integrats que utilitzen les targetes de transport intel·ligents. En segon lloc, englobant el conjunt de la mobilitat d'un territori, el posicionament passiu mitjançant la telefonia mòbil. Aquestes fonts d'informació basades en el Big Data es complementen amb l'adaptació de fonts de dades més tradicionals, com les enquestes al context turístic i els aforaments. L'anàlisi de totes aquestes fonts permet desxifrar de forma més precisa les necessitats espacials i els comportaments dels visitants, així com la seva interacció amb la població resident. Així, a partir d'aquest context, el projecte s'ha plantejat els següents objectius generals:

- Objectiu 1: Obtenir una imatge fidedigna de la mobilitat al Camp de Tarragona en les diferents escales territorials i temporals a partir de la combinació de les dades generades per sistema tarifari integrat i el Big Data provinent de la geolocalització a partir de dispositius de telefonia mòbil.
- Objectiu 2: Dimensionar i caracteritzar l'impacte de l'activitat turística sobre la mobilitat al Camp de Tarragona i sobre l'ús del transport públic per part dels diferents col·lectius (residents i visitants)
- Objectiu 3: Identificar els principals reptes en la gestió eficient de la mobilitat i definir orientacions i recomanacions orientades a la millora de presa de decisions i l'eficiència del sistema de transport públic.

2. Antecedents

Les diferents estadístiques oficials disponibles (enquestes de mobilitat, censos de població, etc.) coincideixen en apuntar que durant les darreres dècades s'ha produït un creixement sostingut de la mobilitat. Aquesta tendència es reproduïx a totes les escales, des de la mobilitat quotidiana de curt radi (urbana o regional), fins a la mobilitat a majors distàncies (habitualment de menor freqüència i amb un gran creixement de la vinculada amb l'oci) (Peeters et al., 2007; Gössling, 2010; Dubois et al., 2011). En definitiva, ens trobem de ple en allò que, múltiples acadèmics, ja fa anys que han definit com a societat de la hipermobilitat (Sheller i Urry, 2006; Cohen i Gössling, 2015). A més, tot indica que aquesta tendència serà sostinguda durant el futur immediat.

En aquest context, la gestió eficient de la mobilitat, així com la promoció de models de mobilitat més sostenibles, són reptes clau de present i futur per les administracions públiques del nostre país.

Entenem com a models de mobilitat més sostenibles aquells que tenen com a objectiu reduir els efectes socials, econòmics i mediambientalment negatius vinculats amb el model tradicional de mobilitat, el qual està estretament vinculat amb l'ús del vehicle privat i la utilització de combustibles fòssils (Beirão i Sarsfield Cabral, 2007). Així, el paradigma actual de les polítiques públiques de foment de la mobilitat sostenible s'emmarca, en primer terme, en la promoció de l'ús de modes de transport no mecanitzats (a peu, bicicleta, etc.) i, en segon terme, en el foment de l'ús del transport públic com a mode alternatiu al vehicle privat. Aquestes polítiques públiques incorporen múltiples agents i sectors. Així, més enllà del propi àmbit del transport, cal tenir present altres, com la planificació urbana i territorial (Miralles-Guasch, 2002), que incideixen directament sobre les necessitats de mobilitat i les formes en que aquesta es desenvolupa. Malgrat tot, per motius de funcionalitat, el present projecte se centrarà exclusivament en les entitats que més directament participen de la gestió de la mobilitat sostenible, les Autoritats Territorials de la Mobilitat.

D'altra banda, existeix consens sobre les noves oportunitats que obre l'explotació de les possibilitats que atorga el Big Data. Des d'àmbits tan diversos com la medicina, el màrqueting, la gestió pública, els transports o els serveis financers, entre molts d'altres, s'estan explorant les seves múltiples aplicacions orientades a la presa de decisions recolzades amb la màxima informació possible. En l'àmbit de la mobilitat (i especialment la vinculada amb el turisme) s'han desenvolupat algunes primeres aplicacions, ja sigui des d'institucions de recerca (Baggio i Scaglione, 2016; Raun et al., 2016; Scaglione, 2016) o des de les diferents empreses d'enginyeria de dades que han sorgit recentment.

L'equip de recerca sol·licitant de l'ajut ha realitzat estudis previs sobre transport i mobilitat. En l'àmbit de la mobilitat interurbana ha analitzat les pautes de mobilitat quotidiana (per motius ocupacionals i personals) a partir de les dades de l'enquesta de mobilitat quotidiana de 2006 (Alberich, 2008) i la mobilitat per estudis a partir del buidatge de registres administratius (Alberich, 2017). També ha estudiat la vinculació territorial de la població a partir de la seva mobilitat (Ajenjo i Alberich, 2008; Roquer i Alberich, 2012), definint espais de vida de la població resident a escala municipal (Alberich, 2007) i la seva relació amb la metropolitanització del territori (Alberich,

2010). Igualment, a partir de dades geolocalitzades de viatgers de transport públic ha estudiat com l'estacionalitat turística revoluciona les pautes de mobilitat regional del Camp de Tarragona, identificant jerarquies urbanes i centralitats regionals flexibles i variables durant l'any (Gutiérrez i Miravet, 2016a). També ha estudiat el paper dels transports de llarga distància, com l'Alta Velocitat Ferroviària en l'elecció de la destinació turística (Saladié, Anton Clavé i Gutiérrez, 2016; Gutiérrez, Saladié i Anton Clavé, 2018; Saladié, Gutiérrez i Anton Clavé, 2018). En relació a la mobilitat dels turistes a la Costa Daurada, ha estudiat, en primer terme, com els diferents perfils adopten diferents pautes de mobilitat; i, en segon lloc, la incidència directa del medi de transport utilitzat per arribar a la destinació en el medi utilitzat durant l'estada (Gutiérrez i Miravet, 2016b). Finalment, ha desenvolupat estudis, a partir de tècniques d'anàlisi espacial, sobre l'eficiència i la cobertura de la xarxa de transport públic urbà i interurbà als nuclis del litoral a través de la geolocalització de la població resident i els turistes (a partir del seu lloc d'allotjament) i les parades i línies de transport públic (Domènech i Gutiérrez, 2017).

Aquests treballs han estat possibles a partir de l'ús de fonts d'informació ja consolidades a la disciplina, tals com: enquestes a viatgers de ferrocarrils, enquestes a turistes i residents, explotació de bases de dades de registres de viatgers de transport públic, dades de població resident i flotant geolocalitzada, i informació, també geolocalitzada, de serveis de transport públic. Ara es proposa realitzar una progressió lògica en aquesta línia de recerca incorporant les possibilitats d'anàlisi en major profunditat que ofereix les noves tecnologies i el Big Data.

2.1. Les fonts clàssiques per a l'estudi de la mobilitat de la població resident

Tradicionalment, les principals fonts d'informació sobre la mobilitat habitual han estat els censos de població i, en menor mesura, els padrons de població. No obstant això, aquestes fonts han sofert una sèrie de canvis metodològics (el canvi en el model de l'operació censal i la implantació de l'anomenat padró continu, respectivament) que han limitat de manera molt significativa la seva usabilitat. Paral·lelament, l'altre gran grup de fonts clàssiques per a l'estudi de la mobilitat són les enquestes específiques, realitzades ad hoc per a l'estudi de les pautes de desplaçament de la població a partir d'un qüestionari més o menys ampli.

A continuació es detallen les principals característiques d'aquestes fonts, amb l'objectiu de conèixer quines limitacions presenten de cara a l'objecte d'estudi plantejat en el present projecte i, en conseqüència, de posar en valor el que les noves tecnologies poden aportar en l'estudi de la mobilitat en el sector turístic.

2.1.1. Els censos de població i els padrons municipals

Com s'acaba d'afirmar, els censos de població i els padrons municipals són la font principal per a l'estudi de la mobilitat habitual de la població a Espanya, i de manera molt especial en aquelles comunitats autònomes en les quals, a instàncies dels instituts d'estadística propis, es van incorporar de forma molt primerenca les preguntes sobre mobilitat en aquesta mena d'operacions estadístiques.

a. Els censos de població clàssics

És el cas, per exemple, de Catalunya, que ja en el cens de 1970 va adjuntar un full sobre els desplaçaments residència – treball (Ajenjo, 2005), encara que no és fins al cens de 1981 quan la incorporació de la mobilitat no es fa en una mostra de la població, sinó al seu conjunt. Cal tenir en compte, no obstant això, que va haver-hi dos models de full oficial utilitzats pels ajuntaments de Catalunya: d'una banda, un full reduït que incloïa només les característiques bàsiques i que va ser utilitzat en 237 municipis, que comprenien un total de 159.699 habitants; i, per un altre, un full ampliat que, a més, sol·licitava algunes característiques socioeconòmiques i la mobilitat per motius de treball i d'estudi, i que va ser utilitzat en els restants 698 municipis, amb un total de 5.796.715 habitants. No obstant això, l'inconvenient més important d'aquestes dades era el fet que s'incloïa la mobilitat de la població que no treballava ni estudiava, de manera que les persones que es desplaçaven, tenint en compte aquesta estadística, eren gairebé el doble de les quals apareixen en unes altres. Finalment, en el cens de 1981 es consolidà la informació sobre la mobilitat habitual per motius de treball i d'estudis de la població catalana, amb un qüestionari únic per a tot el territori català, tenint continuïtat en els padrons de 1986 i 1996 i en els censos de 1991 i 2001, de manera que, amb unes petites irregularitats, es disposa d'informació de la mobilitat habitual de la població catalana des de 1981 fins a 2001 amb una periodicitat quinquennial (Alberich, 2007).

A més, cal tenir en compte que el cens de població presenta grans avantatges respecte a altres fonts d'informació estadística sobre mobilitat, derivada de la pròpia naturalesa de la font. Així, en primer lloc, i d'acord amb el que s'estableix per Nacions Unides, el primer fet destacable d'un cens és el seu caràcter universal: dins del límit del territori censal (en la immensa majoria dels casos, coincidint amb els límits de cada estat), l'univers de la recerca està format per tots i cadascun dels individus que resideixen allí, de manera que la població objecte d'estudi ha de coincidir necessàriament amb la mostra.

Aquest fet determina un altre gran valor dels censos de població: a causa de la grandària de la mostra (coincident amb la població) és possible desagregar la informació fins a l'escala menor (la secció censal) per la qual s'ofereix informació. Aquest nivell de detall no seria possible si les dades procedissin d'una mostra (enquesta) ja que, en reduir l'àmbit d'estudi, es redueix també el nombre de persones enquestades i, conseqüentment, es perd significació estadística dels resultats.

En tercer lloc, cal tenir en compte que els censos de població no són una font dissenyada específicament per a l'estudi de la mobilitat, sinó que aquesta és tan sols una més de les variables demogràfiques, socials, econòmiques i culturals recaptades. Aquest fet —que, com veurem, planteja, certament, algunes limitacions— és de gran utilitat perquè permet caracteritzar àmpliament els protagonistes de la mobilitat a partir de l'encreuament de la informació dels seus patrons d'ús de l'espai amb les més de les dues-centes variables recollides en el propi cens.

Finalment, en quart i últim lloc, cal destacar la seva periodicitat: la realització dels censos ha de seguir una periodicitat definida, que normalment és de deu anys, per a així poder guanyar comparabilitat de la seva informació pel fet de passar entre una i una altra edició un interval similar de temps.

Per contra, la informació sobre mobilitat recollida per censos i padrons es limita, única i exclusivament, a l'anomenada *mobilitat ocupacional* (per motius de treball i/o estudi), i, únicament des de 2001, a la derivada de l'ús d'una segona residència. Queden fora de l'anàlisi, doncs, tots aquells desplaçaments derivats de l'oci, les compres, la realització d'activitats culturals o esportives, les visites turístiques, etcètera.

Un segon inconvenient té a veure amb el fet que les dades ofereixen únicament una «fotografia fixa» a partir de la matriu d'origens i destinacions d'aquesta mobilitat, el temps de desplaçament i la manera de transport principal utilitzat. Queden, doncs, fora de l'anàlisi aspectes tan interessants com la multimodalitat, les diferents etapes del desplaçament (una cosa molt habitual en les pautes de mobilitat actual) o la distribució diària (les fluctuacions de la mobilitat al llarg de l'any, per exemple) o horària dels desplaçaments. Per dir-ho en termes col·loquials, es capta únicament els patrons generals de mobilitat, la quotidianitat, perdent-se el detall dels desplaçaments no habituals, que sí que són captats per les enquestes específiques de mobilitat de les quals es parlarà més endavant.

Un tercer i últim aspecte a tenir en compte, derivat de la pròpia idiosincràsia i finalitat dels censos de població, és el fet que l'univers d'estudi es limita a les persones residents en territori espanyol, que, per definició, constitueixen la població censable. Així, s'obvia qualsevol tipus d'informació de la població que, per un motiu o un altre, es desplaça pel territori espanyol sense residir oficialment en ell: turistes, viatges de negocis, etcètera. En aquest sentit, doncs, a través de les dades censals no és possible el càlcul de les poblacions estacionals, en tant que bona part d'aquestes està formada per persones estrangeres.

b. Els canvis introduïts en el cens de 2001

Totes les qüestions ressenyades fan referència al model clàssic de cens i de padró, la continuïtat del qual es veu truncada a partir del padró de 1996 i, especialment, del cens de 2001.

En relació a la primera de les fonts citades, cal citar fins a l'any 1996, i d'acord amb la Llei 7/1985, del 2 d'abril, s'establí que el padró s'havia de rectificar anualment i renovar cada cinc anys, amb l'objectiu de corregir els errors i les desviacions en els registres que s'haguessin pogut esdevenir durant aquest període de temps. No obstant això, l'aprovació de la Llei 4/1996, per la qual es modificà la Llei reguladora de les bases del règim local (Jurado, 2004), va implicar la implantació de l'anomenat padró continu, basat en la informatització del registre. Aquesta mesura perseguia, en realitat, un doble objectiu: en primer lloc, que la renovació quinquennal fos innecessària i, en segon lloc, que es pogués establir una coordinació entre els padrons de tots els municipis per a evitar errors inherents a la gestió individualitzada de cada padró a escala municipal.

Així, la nova normativa va establir que els ajuntaments fossin els encarregats de formar, mantenir, revisar i custodiar el padró municipal, al mateix temps que els obligava a remetre anualment a l'INE perquè aquest pogués dur a terme la coordinació dels padrons de tots els municipis amb l'objectiu de corregir errors i evitar la duplicitat de registres, i, finalment, remetre'ls novament als ajuntaments una vegada revisats. D'aquesta manera, es podria disposar d'informació bàsica (sexe, edat, estat civil, nivell d'educació, i nacionalitat) dels habitants d'un municipi a data 1 de gener de cada any,

però, per contra, la no-renovació quinquennal impedia la formulació de preguntes, per exemple, sobre mobilitat, de manera que es truncava la sèrie històrica d'aquesta mena d'informació iniciada, en el cas català, amb el padró de 1975.

Pel que fa al cens de població, l'edició corresponent a l'any 2001 va introduir igualment algunes qüestions noves, derivades del fet que per primera vegada les preguntes sobre mobilitat habitual es realitzen per al conjunt de l'Estat espanyol (i no sols en aquelles comunitats autònomes que, històricament, ja preguntaven sobre aquesta qüestió). El motiu d'aquesta decisió cal buscar-lo en la voluntat de l'INE de calcular la denominada *població vinculada* com a substitució de l'antiga *població de fet*. Així, al costat de les ja habituals preguntes sobre la relació entre el lloc de residència i el de treball o estudi i el mode de transport utilitzat en el desplaçament, es va qüestionar també sobre el temps de desplaçament i el nombre de viatges diaris, a més de la mobilitat derivada de l'ús o la tinença d'una segona residència.

No obstant això, el més ressenyable és el fet que, a causa de la configuració del qüestionari, format per diversos fulls solts, aquestes preguntes es realitzen únicament per a les persones de 16 anys i més (edat legal mínima per a poder treballar), la qual cosa implicà que, per al cas català, es perdés informació perquè les preguntes sobre mobilitat en els anteriors censos i padrons es referien a la població de 3 anys o més.

No obstant això, la major novetat del cens de 2001 —i que en aquell moment no va tenir efectes pràctics sobre la variable que ens interessa, però sí en la concepció del cens de 2011— és que l'INE es va plantejar la realització d'un cens clàssic (amb un treball de camp exhaustiu) però que aprofités, per primera vegada en la tradició censal espanyola, l'existència de certs registres administratius, especialment el padró continu.

En efecte, el cens de 2001 va servir per a validar les dades del padró, que des de l'any 1996 havia passat a ser gestionat com un registre continu, a través d'un full del qüestionari, anomenada precisament de «dades padronals» que ja figurava preimprès i en el qual els ciutadans havien d'indicar si les dades disponibles (nom i cognoms, lloc i data de naixement, número de DNI, sexe, nivell d'estudis i nacionalitat) eren correctes i, en cas contrari, rectificar-los. El resultat, en paraules del mateix INE, va ser altament satisfactori, amb una elevada consistència global de les característiques estudiades en l'operació censal.

c. El canvi metodològic del cens de 2011. Implicacions en l'estudi de la mobilitat habitual

La principal dificultat per a l'estudi de la mobilitat habitual a partir dels censos de població —que, com hem vist, i malgrat els problemes citats, s'havia iniciat en 2001 per al conjunt d'Espanya— s'origina en el cens de 2011, quan l'INE, aprofitant l'experiència adquirida en l'operació de 2001, va plantejar la realització d'un «cens mixt», basat en la combinació de registres administratius i una enquesta per mostreig, a semblança d'altres països com Alemanya, Holanda, Polònia, Suïssa o Israel.

Així, el Cens de Població i Habitatges 2011 es va plantejar com una operació basada en la combinació, d'una banda, d'un fitxer precensal i, per una altra, d'un treball de camp que havia d'incloure dues grans operacions: un cens d'edificis exhaustiu i una enquesta per mostreig, dirigida a un percentatge relativament elevat de la població per a conèixer la resta de característiques de les persones i els habitatges.

La idea bàsica era que l'objectiu fonamental del fitxer precensal fos el de disposar de prou informació per a realitzar el recompte de la població i l'anàlisi de la seva estructura, partint del padró (com s'havia fet 10 anys abans) però incorporant igualment informació estadística procedent d'altres fonts administratives (el Moviment Natural de la Població, la Seguretat Social, l'Agència Tributària, etc.), mentre que aquella que no pogués recopilar-se a partir d'aquestes fonts seria preguntada en l'enquesta de població.

A part de les implicacions de tipus econòmic, cal fer, breument —perquè no és l'objectiu d'aquest treball—, una sèrie de consideracions epistemològiques d'aquesta nova metodologia. En primer lloc, des del nostre punt de vista és totalment inacceptable que les xifres de població (volum i estructura) resultants siguin aproximades, amb la presència de decimals, una cosa totalment contrària a la idea d'estoc poblacional: en partir de dades padronals, les xifres de població de determinats col·lectius són matisades per un factor de recompte que oscil·la entre 0 i 1 i que estima la probabilitat real que una determinada persona resideixi o no al nostre país en funció d'una sèrie de característiques demogràfiques. Com que el factor de recompte mitjà va resultar ser de 0,424, els prop de 1.040.000 casos dubtosos van acabar comptabilitzant-se com una població de 440.000 persones aproximadament (INE, 2011b). Això implica, com hem dit, que la xifra de població publicada per l'INE sigui el producte d'arrodonir la xifra resultant d'aquesta ponderació de la població.

La segona implicació, derivada de l'obtenció de part de la informació a partir d'una mostra de població, és el fet que es posa en dubte el caràcter universal que ha de complir qualsevol cens de població, segons ho estableix Nacions Unides (ONU, 1958): si bé és cert que parteix de la informació (aquella que figuren en el fitxer precensal) es refereix a tots i cadascun dels ciutadans espanyols, n'hi ha una altra (la que s'obté a partir de l'enquesta de població) que només està disponible per a una mostra de la població, encara que s'hagin establert tots els mecanismes de control perquè aquesta tingui representativitat plena per al conjunt de l'univers d'estudi.

I, finalment, en tercer lloc, i en referència al tema que aquí ens ocupa, es perd el detall territorial de la informació sobre la mobilitat habitual (per motius de treball i d'estudis) de la població: és un fet inqüestionable que, a causa del fet que les preguntes sobre aquesta variable es realitzen en l'enquesta per mostreig, i per molt representativa que aquesta sigui respecte de la població objecte d'estudi, es perd desagregació territorial, ja que el nombre d'entrevistes realitzades en certs àmbits territorials —pensem explícitament en els municipis més petits— és tan reduït (i, en alguns casos, nul) que els resultats, en cas d'existir, són impossibles de ser extrapolables al conjunt de la població. Com algun autor ha afirmat, potser d'una manera excessivament dramàtica, «s'ha perdut el territori» (Feria, 2014).

Més enllà d'aquestes qüestions derivades de la pròpia metodologia del cens de 2011, tampoc el disseny del qüestionari censal va contribuir a la manejabilitat i a la interpretació correcta i fàcil de les dades recollides. Així, existia un primer filtre en la informació segons l'edat de la població: si la persona tenia menys de 16 anys, se li preguntava sobre si acudia regularment a un centre escolar (incloent-hi les guarderies) i, en cas que la resposta fos negativa, no es feia cap més pregunta sobre escolarització. En cas contrari, se li preguntava sobre la localització concreta del seu lloc d'estudi i les característiques del seu desplaçament (mitjà de transport, temps de viatge...). Per part seva, la informació referent a la població de 16 anys i més era

encara més complexa: en primer lloc, es discriminaven aquelles persones que no rebien cap mena d'ensenyament de les quals sí, per a preguntar a aquestes últimes, consegüentment, quin tipus d'ensenyament (amb opció de marcar fins a tres categories diferents). Finalment, com es feia a les persones menors de 16 anys, es preguntava sobre el lloc d'estudi, encara que aquesta última informació només estava disponible per a aquells individus que no treballaven, ja que en cas de realitzar totes dues activitats, les respostes a aquesta última pregunta es referien únicament al lloc de treball.

No obstant això, a part de la pròpia dificultat de treballar amb la informació sobre els estudis en curs segons el cens de 2011 (especialment si es vol treballar amb les dades publicades a la web i no amb el fitxer de microdades facilitat pel mateix INE), el principal inconvenient d'aquesta font és la pèrdua de la possibilitat d'elaborar matrius d'orígens i destinacions de la mobilitat a escala municipal, en tant que el nombre d'enquestes realitzades en cada municipi, en cas d'haver-se dut a terme, no era significatiu des del punt de vista estadístic. Així, d'una banda, les destinacions (el lloc d'estudi o treball) tan sols estan disponibles per a certs municipis (els de major població) ja que en la majoria dels casos, per causa del secret estadístic, el detall municipal queda obviat, agrupat en categories de major àmbit territorial, com a «mateixa província», etc. En segon lloc, per a aquells pocs casos en els quals sí que existeix el detall municipal, les dades disponibles reflecteixen clarament la procedència mostral de les dades, amb totes les xifres acabades en 0 o 5 fruit del necessari arrodoniment, i fins i tot en les cel·les amb menys de 50 casos, amb l'avertiment següent: «Les cel·les marcades amb * poden contenir errors elevats de mostreig».

Si, per contra, el que es vol consultar són els orígens dels treballadors o estudiants de cada municipi, la situació és encara més desoladora. La manera d'accedir a aquestes dades és a través de la consulta de la població vinculada de cada municipi, seleccionant únicament aquella en què el motiu de vinculació és precisament la mobilitat per treball o estudis. Però, d'una banda, aquesta informació tan sols està disponible per als municipis de més de 10.000 habitants i, per l'altra, únicament es disposa de la xifra de població total, sense que aquesta aparegui desglossada segons el municipi d'origen.

d. El cens de 2021. Entre la incertesa i l'esperança

En el moment de redactar aquestes línies (desembre de 2019) falten aproximadament dos anys per a la realització del pròxim cens de població i habitatges de l'Estat espanyol, que ha de tenir com a data de referència l'any 2021.

Recentment l'INE ha fet públic l'avantprojecte censal (INE, 2017), en el qual la premissa bàsica és la voluntat de perseverar en la realització d'un cens basat únicament i exclusivament en dades procedents de registres, en la línia del cens de 2011. De fet, l'objectiu que es va marcar l'INE en 2014, en acabar els treballs del cens 2011, va ser estudiar fins a quin punt es podia augmentar el nombre de variables en el fitxer censal a partir de diferents registres administratius i disminuir, per tant, la informació continguda en els qüestionaris censals.

Així, de cara al cens de 2021, es planteja prescindir, fins i tot, de l'enquesta realitzada a una mostra de la població, on, com sabem, entre altres, figuraven les preguntes sobre la mobilitat habitual de la població.

En vista d'això, doncs, com es recollirà la informació sobre mobilitat en el cens de 2021? La resposta que el mateix INE dóna a aquesta pregunta és taxativa: «Conseguir toda esta información a partir de fuentes administrativas no parece posible», de manera que «No se puede dar esta información tal cual se ofrece en censos anteriores» (INE, 2017). D'aquesta manera, es planteja l'ús d'una font innovadora, «mucho más rica en cuanto a cantidad y calidad», a partir de datos de localización de teléfonos móviles». En efecte, es planteja que l'estudi de la mobilitat es faci a partir de la informació procedent dels principals operadors de telefonia mòbil, que han de subministrar dades geolocalitzades de la ubicació de cada terminal durant un cert període de temps, de manera que, a partir seu, es pugui conèixer la mobilitat del seu usuari.

Entre les bondats que l'INE cita sobre aquesta font, hi ha la possibilitat de «poder conocer diferencias entre la población diurna y nocturna de una ciudad o poder analizar día a día la evolución de la población de un determinado lugar geográfico».

Per a aquesta anàlisi es partiria de la premissa d'assumir que el lloc de residència d'una persona és aquell on es troba habitualment a la nit o que el seu lloc de treball és aquell en el qual es troba a certes hores del dia, de manera que, sota aquest punt de vista, es podria arribar a reconstruir informació bastant semblant a la presentada en el cens de 2011. No obstant això, cal tenir en compte que, pel fet de tractar-se de moviments de telefonia mòbil anònims, sense identificació del portador del telèfon, es perdria la capacitat d'analitzar aquesta mobilitat quotidiana classificada per variables demogràfiques (sexe, edat, etc.), que, com s'ha indicat, era un dels punts forts de la informació censal.

Probablement amb la finalitat de validar aquesta línia de recerca, durant els mesos de novembre i desembre de 2019 l'INE inicià un estudi, a manera de prova pilot, a partir del rastreig de les dades de telefonia subministrada per tres de les principals empreses operadores de telefonia mòbil de l'Estat espanyol. La metodologia de l'estudi dividí el territori estatal en unes 3.200 cel·les, cadascuna d'elles amb almenys 5.000 residents, de manera que podrà conèixer quants terminals es troben en aquesta cel·la en diversos moments del dia, però garantint l'anonimat dels titulars de les línies, per la qual cosa en cap cas l'INE ha de poder rastrejar la posició de cap terminal. A data d'avui encara no es coneixen els resultats d'aquesta prova pilot.

2.1.2 Les enquestes específiques de mobilitat

A part dels censos de població i els padrons, l'altra font tradicional per a l'estudi de la mobilitat de la població són les enquestes específiques de mobilitat.

Aquest tipus d'operacions presenten una sèrie d'avantatges respecte a censos i padrons, derivades la majoria del fet de tractar-se d'accions sovint dissenyades ad hoc amb la finalitat d'analitzar la mobilitat en profunditat. Així, pot tractar-s'hi l'estudi específic de tots aspectes que es vulgui, com ara la distribució horària dels

desplaçaments, l'ús diferencial de les maneres de transport segons el perfil d'usuaris, la valoració i la percepció dels diferents mitjans de transport, etcètera.

Per contra, els principals inconvenients deriven de la seva pròpia naturalesa com a enquesta, basada en una certa grandària mostral (en funció dels objectius, l'àmbit d'estudi, el pressupost, etcètera) que, en major o menor mesura, limita el grau de desagregació territorial per al qual les dades són significatives estadísticament; fet, que, com sabem, no succeïa en el cens degut al seu caràcter universal i exhaustiu. D'altra banda, moltes enquestes de mobilitat se centren especialment en la quantificació i la caracterització dels desplaçaments, però hi ha poca informació sobre les característiques sociodemogràfiques (sexe, edat, nivell d'estudis...) dels seus protagonistes, la qual cosa limita, sovint, la realització d'un estudi dels hàbits diferencials de l'ús i la percepció dels diferents mitjans de transport, per exemple.

A continuació, es relacionen les principals enquestes de mobilitat que es realitzen al nostre país. No pretén ser, ni molt menys, una compilació exhaustiva que compregui tots els recursos disponibles, sinó una selecció de les fonts més destacades, sigui per la seva temporalitat i la sèrie històrica que, en conseqüència, permeten reconstruir, sigui per la seva especificitat quant a la mobilitat, amb la recollida del número, la motivació i les característiques dels desplaçaments diaris efectuats pels ciutadans catalans.

A Catalunya existeix una llarga tradició en l'estudi de la mobilitat habitual de les persones i una de les conseqüències d'aquest fet —i, probablement, també és una causa— és l'existència d'una notable producció estadística sobre el tema. Sens dubte, el caràcter metropolità de bona part del territori català i, en conseqüència, la mobilitat i interrelació municipals elevades que el caracteritzen, són els principals motius de l'interès per al seu estudi, afavorit per l'existència d'organismes d'àmbit metropolità (especialment l'antiga Corporació Metropolitana de Barcelona, desapareguda el 1987, i l'actual Mancomunitat de Municipis de l'àrea Metropolitana de Barcelona); i uns altres de més específics de gestió de la mobilitat i el transport, com, per exemple, l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM) o l'Entitat Metropolitana del Transport (EMT). Aquest fet determina que la Regió Metropolitana de Barcelona sigui, majoritàriament, el protagonista de les dades disponibles, encara que en els treballs més recents s'ha optat per ampliar l'àmbit d'estudi i incloure, així, la resta del territori. Per contra, per al conjunt del territori espanyol tan sols existeix l'enquesta Movilia elaborada pel Ministeri de Foment i alguna altra font no específica de mobilitat.

a. L'única enquesta de mobilitat per al conjunt del territori espanyol: Movilia

L'única enquesta específicament de mobilitat disponible per al conjunt del territori espanyol és l'anomenada Enquesta de mobilitat de persones residents a Espanya (Movilia), realitzada pel Ministeri de Foment i de la qual s'han dut a terme dues edicions, corresponents als anys 2000 i 2006/2007.

L'enquesta tenia com a objectiu captar tots els tipus de desplaçaments dels individus residents en habitatges principals, tant els generats per mobilitat habitual com per la no habitual, i, per tant, tant els de curta durada com els associats amb moviments de llarga distància. A més de la informació sobre els desplaçaments (origen i destinació, hora d'inici, durada, longitud, manera de transport, motivació...), l'enquesta recull dades sobre les característiques demogràfiques i sociolaborals de cada resident (com

per exemple el sexe, l'edat i la relació amb l'activitat); les característiques generals dels residents a l'habitatge i les seves relacions familiars; les característiques de l'habitatge i del seu equipament en matèria de telecomunicacions; la grandària del municipi de residència, l'accessibilitat a alguns serveis i alguna infraestructura bàsics; la disponibilitat i, si procedia, la utilització d'una segona residència i la seva localització; l'existència de dificultats o impediments per a la mobilitat; la disponibilitat de vehicles, les seves característiques i les zones d'aparcament; i la disponibilitat i l'ús d'abonament de transport (Marcos, 2000).

Per aquest motiu, l'enquesta constava de dues fases: la primera tenia com a objectiu la recollida de la informació referent a la mobilitat quotidiana mitjançant l'observació de tots els desplaçaments realitzats pels individus de la mostra en dos dies concrets, un laborable i un altre de cap de setmana. En l'edició de l'any 2000, aquesta primera fase es feia mitjançant la visita d'agents enquestadors a les llars seleccionades, que omplien dos tipus de qüestionaris: un «qüestionari familiar», respost només per un membre de la llar i referit a les característiques generals de l'habitatge i dels residents; i un altre «de mobilitat» sobre les pautes generals de mobilitat i la descripció detallada dels desplaçaments efectuats els dies seleccionats, i que havia de ser respost per cadascun dels membres de la llar fins a un màxim de quatre individus per cada habitatge. En canvi, en l'edició de 2006 es va optar per recollir informació de la mobilitat quotidiana d'una única persona de l'habitatge.

En aquesta fase van quedar exclosos, d'una banda, els desplaçaments a peu de menys de deu minuts de durada (edició 2000) i de cinc (edició de 2006), i, per l'altre, els de caràcter professional fets per persones ocupades en el sector del transport (conductors, transportistes...).

La segona fase va ser dirigida a l'estudi de la mobilitat de llarga distància, definida com la de més de cent quilòmetres (edició de 2000) o cinquanta quilòmetres (edició de 2006) o que, malgrat ser de longitud menor, impliqués alguna pernoctació fora del municipi de residència. Com que, per la seva naturalesa, aquesta classe de mobilitat requeria un tractament diferent de la de tipus quotidià, la seva recollida va ser duta a terme mitjançant una enquesta del tipus *panel*, amb una entrevista telefònica cada tres mesos en què els ciutadans havien d'informar sobre els viatges fets durant els dos mesos anteriors a l'entrevista. En l'edició de 2000 aquesta segona fase es va limitar a les persones majors de 16 anys, mentre que en la de 2006 l'univers d'estudi es va ampliar al conjunt de la població residents en habitatges familiars.

La virtut principal de *Movilia* va ser el seu abast territorial, en tant que va abraçar la totalitat del territori espanyol, excepte les ciutats autònomes de Ceuta i Melilla, amb independència d'on es complissin els desplaçaments, tant en l'Estat espanyol com l'estranger. Amb tot, aquesta amplitud territorial es veu limitada pel nivell de desagregació pel qual la mostra esdevé significativa, que es va reduir el 2000 únicament a escala autonòmica i que fou ampliada en l'edició de 2006 a l'escala provincial.

No obstant això, dins d'aquests dos àmbits, es va realitzar una subestratificació basada en les característiques del municipi de residència, amb la consideració, primer, del seu caràcter metropolità o no —segons si pertanyen a alguna de les cinc grans àrees urbanes del país: Madrid, Barcelona, Sevilla, València i Bilbao— a causa de les seves pautes de mobilitat diferents; i, en segon lloc, de la seva grandària poblacional,

amb l'establiment de quatre intervals (municipis de menys de 10.000 habitants, de 10.000 a 50.000, de 50.000 a 500.000 i de més de 500.000).

Així, en total, en la primera fase es van seleccionar inicialment 24.000 llars distribuïdes per tot el territori (amb un mínim de 800 habitatges per cada comunitat autònoma), mentre que en la segona fase es van fer un total de 12.000 entrevistes individuals. A la pràctica, i per diversos motius, el nombre final d'habitatges entrevistats en l'edició de 2000 va ser de 23.635, el nombre d'informadors individuals va ser de 62.473 persones, i el de desplaçaments descrits, més de 217.000. En canvi, en l'edició de 2006, l'enquesta va quedar constituïda per 49.027 habitatges i persones, descrivint-se prop de 230.000 desplaçaments.

L'explotació i la difusió dels resultats de l'enquesta de 2000 van ser, des del nostre punt de vista, força escasses perquè no es troba disponible cap fitxer de microdades. Així, l'única difusió dels resultats es va fer per mitjà d'una via doble, clarament insuficient: d'una banda, la publicació d'un sol volum (Ministeri de Foment, 2003) amb la descripció de la metodologia usada (l'organització de la recerca, el disseny de la mostra, la recollida i el tractament de la informació...), un breu comentari dels resultats principals de l'estudi i, finalment, un llarg seguit de taules estadístiques. I, de l'altra, amb la mateixa publicació se subministra un CD que conté una aplicació informàtica que permetia la creació per l'usuari de taules personalitzades a partir dels encreuaments adequats. Amb tot, i aquesta és la limitació principal d'aquesta eina, el nombre de creuaments que es poden realitzar és força reduït, ja que se centren només en taules del tipus files/columnes amb només un únic filtre possible de la informació, de manera que és impossible, doncs, creuar, per exemple, el sexe, l'edat, la comunitat autònoma de residència i la manera de transport.

En canvi, la divulgació de l'edició de 2006/2007 es va millorar notablement, ja que a la tradicional publicació amb els principals resultats es va veure acompanyada per la divulgació de les taules de resultats més rellevants en format Excel, tant per a l'enquesta de mobilitat quotidiana com la de llarga distància.

Desgraciadament, aquesta interessant iniciativa no ha tingut continuïtat en el temps, de manera que és impossible conèixer els canvis recents en les pautes de mobilitat del conjunt de la població espanyola.

b. L'Enquesta de Mobilitat Quotidiana (EMQ)

Com s'ha comentat, el caràcter urbà de bona part del territori català ha propiciat la realització d'enquestes que, de manera específica, analitzin la mobilitat habitual de la població que en ell resideix.

Sens dubte, la més important de totes elles és l'Enquesta de Mobilitat Quotidiana (EMQ), de la qual, fins a la data actual, s'han realitzat tres edicions, corresponents als anys 1996, 2001 i 2006.

Elaborada pel ATM, el seu àmbit inicial abastava la totalitat les set comarques que formen la Regió Metropolitana de Barcelona, si bé en l'última edició de 2006 ha passat a cobrir la totalitat del territori català.

En paraules del mateix organisme responsable de l'enquesta, el seu objectiu principal és “conèixer, amb un alt grau de fiabilitat i d'acord amb un pressupost raonable, les característiques de la mobilitat quotidiana a la regió metropolitana de Barcelona amb la finalitat de modelitzar els seus patrons bàsics i poder preveure el comportament de la demanda de desplaçaments davant l'evolució de les formes i ritmes de vida que són diacrònics amb els canvis del ja anomenat entorn urbanístic i socioeconòmic (ATM, 1997)”.

Per a aconseguir aquest objectiu, es van fixar uns altres de més específics, entre el quals es destaquen el coneixement de la mobilitat urbana i interurbana del transport de viatgers mitjançant matrius origen/destinació dels desplaçaments, tipus de dia..., la recollida d'informació sobre els motius i de les característiques de la mobilitat segons el tipus de transport i l'estudi del repartiment modal.

L'enquesta parteix d'una visió àmplia de la mobilitat, perspectiva que es posa de manifest en tres aspectes: a) l'univers d'estudi va estar format per la població major de 3 anys; b) la recollida d'informació va ser doble, una de caràcter quantitatiu (els desplaçaments) i (mitjançant un quadern setmanal), i una altra de tipus més qualitatiu (l'opinió de la persona entrevistada sobre diferents qüestions relacionades amb el transport) i c) la voluntat de recaptar informació sobre tots els desplaçaments, ja fossin motivats per la mobilitat ocupacional com per qualsevol altre motiu no vinculat amb l'activitat principal. Així, el ventall de possibles motivacions és molt ampli, ja que es recullen fins a 19 possibles respostes.

Amb la finalitat de donar resposta als objectius plantejats, el qüestionari de l'edició de 2006 de l'EMQ s'estructurava en quatre blocs que recullen informació de naturalesa diferent:

- El primer recollia informació relativa a la composició de la llar, a l'efecte de realitzar una selecció aleatòria de l'individu a entrevistar, ja que el procediment d'emissió de crides seleccionava la unitat familiar però no encara l'individu.
- El segon bloc recollia la informació referent a tots els desplaçaments efectuats durant el dia anterior a la realització de l'entrevista, sobre els quals es preguntava l'origen i la destinació, l'hora d'inici, la durada, els motius, els mitjans de transport utilitzats i una altra informació complementària en funció del mitjà utilitzat (tipus d'aparcament, tipus de bitllet emprat, etc.). A l'efecte de recollir la informació, es considerava com a desplaçament el viatge complet que es fa des d'un lloc (origen) fins un altre (destinació) per un motiu determinat i que pot fer-se mitjançant un o diverses maneres de transport. Per contra, no es considerava com a desplaçament aquell que es fa caminant durant menys de cinc minuts. Igualment, en el cas que utilitzessin diversos modes de transport o diferents vehicles d'un mateix mode, cada canvi de manera de transport o de vehicle es considerava una etapa del desplaçament.
- En el tercer bloc es recullen les variables que permetien la caracterització sociodemogràfica dels entrevistats (edat, situació laboral, etc.), així com informació relativa a la disponibilitat de permís de conducció i de vehicle privat.

- Finalment, el quart bloc contenia un conjunt de preguntes d'opinió amb la finalitat de descriure alguns dels elements subjectius que incideixen en les decisions que prenen els ciutadans en l'hora de desplaçar-se.

Finalment, cal indicar que la grandària de la mostra permetia certa desagregació territorial de la informació, de manera que en l'edició de 2006, la representació estadística de les dades estava assegurada per a cadascuna de les 41 comarques catalanes i els 23 municipis més grans de 50.000 habitants. Per contra, la caracterització sociodemogràfica dels protagonistes dels desplaçaments no estava molt detallada, en tant que només es disposa d'informació sobre el sexe, l'edat i el sector d'activitat dels individus.

La darrera onada de l'enquesta data de l'any 2006. Durant l'any 2020, amb anterioritat a l'esclat de la pandèmia de la COVID-19, s'ha dut a terme el treball de camp de l'EMQ al Camp de Tarragona. Els seus resultats seran publicats a la tardor d'aquest any.

c. L'Enquesta de Mobilitat en Dia Feiner (EMEF)

L'Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona (IERMB), en coordina la realització del treball de camp i el seu anàlisi. En la seva pàgina web (www.iermb.uab.cat) es pot trobar àmplia informació sintetitzada en el present apartat.

Aquesta enquesta està promoguda per l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM) i l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat) i la seva periodicitat és anual. La seva primera edició va tenir lloc l'any 2003, mentre que la darrera fa referència a l'any 2019. Té per objecte recollir informació relativa a la mobilitat en dia laborable dels habitants residents majors de 15 anys. D'aquesta manera, els enquestats han de respondre a les preguntes de l'últim dia laborable (de dilluns a divendres no festiu), les quals se centren en els hàbits de desplaçament i les actituds dels ciutadans vers la mobilitat.

Com en el cas de l'EMQ, el seu àmbit territorial ha anat variant amb el temps. En les primeres edicions, entre 2003 i 2007, i també entre els anys 2010 i 2013, les persones enquestades residien a la Regió Metropolitana de Barcelona. Posteriorment, entre 2008 i 2009, l'àmbit territorial de l'enquesta es va estendre al conjunt del territori català. Per a tornar, els quatre anys següents, a centrar-se en la Regió Metropolitana de Barcelona. Els tres anys següents, 2014, 2015 i 2016, el seu abast territorial es va estendre al conjunt de municipis pertanyents a la integració tarifària de l'ATM. En 2017 s'hi va incorporar la comarca del Berguedà. Finalment, en 2019 el seu àmbit ha estat el del conjunt de la província de Barcelona.

L'enfocament general de l'enquesta és doble: en primer lloc, es pretén la caracterització de la mobilitat en general, i, en segon lloc, l'anàlisi de les relacions territorials que s'estableixen a partir dels orígens i les destinacions dels desplaçaments, amb independència del lloc de residència de la població que els efectua. Així, es recullen informació com el motiu del desplaçament, els mitjans de transport utilitzats, l'hora d'inici del desplaçament, la durada (en minuts) del desplaçament, l'origen i la destinació del desplaçament, l'ocupació dels vehicles, l'espai d'aparcament utilitzat en els desplaçaments en vehicle privat, l'antiguitat i combustible del parc circulant o la mobilitat diferencial segons el segment de població

Una segona part de l'enquesta, sobre la dimensió subjectiva de la mobilitat de les persones entrevistades, permet obtenir informació, entre altres, sobre l'ús subjectiu de les maneres de transport, la valoració de les maneres de transport, l'avaluació d'actuacions i propostes en matèria de mobilitat, la possessió de permís de conducció i de vehicle en la llar o l'ús de diferents canals d'informació. A més, en l'edició de 2019 s'han inclòs qüestions sobre la percepció de seguretat del transport públic, sobre els canvis d'hàbits de la població en la mobilitat per causa de les condicions meteorològiques i sobre els hàbits relacionats amb les compres per internet i les derivades en la mobilitat.

A més, respecte d'altres fonts, presenta la particularitat que part de la mostra està integrada en un panell que es manté en el període comprès entre els anys 2018 i 2020. L'EMEF de l'any 2019 va ser contestada per 10.100 persones, amb 3.478 enquestes telefòniques (CATI - entrevista telefònica assistida per ordinador) i 6.622 enquestes realitzades mitjançant internet (CAWI - entrevista per internet assistida per ordinador).

2.2. L'ús dels registres administratius en l'anàlisi de la mobilitat ocupacional

Com hem vist, un dels motius que van recolzar i van justificar el canvi metodològic del cens de població és la teòrica possibilitat d'obtenir la informació sobre la mobilitat habitual per motius de treball o estudi a partir de l'encreuament de les dades de diversos registres administratius.

En el cas de la mobilitat per motius laborals la qüestió hauria de ser relativament fàcil, a partir del contrast de la informació del padró municipal d'habitants (que ens proporciona, entre una altra informació, dades sobre el sexe, l'edat, la nacionalitat, el nivell d'estudis i el lloc de residència de la població) amb els registres de la Tresoreria General de la Seguretat Social o del Ministeri de Treball. Així, mitjançant l'encreuament de la informació de totes dues fonts, podria reconstruir-se, sense grans dificultats, la matriu entre el lloc de residència habitual (o, almenys, la que figura de manera oficial en el padró d'habitants) i el lloc de treball (o una aproximació bastant fidedigna a partir de la localització de la raó social de l'empresa per la qual treballa).

Cert és, no obstant això, que aquest plantejament genera, d'una banda, alguns dubtes sobre l'anàlisi de la mobilitat d'alguns col·lectius concrets de treballadors, i, per l'altra, algunes llacunes sobre les característiques de la mobilitat pròpiament dita.

En relació a la primera qüestió, ens referim, en primer lloc, a la dificultat d'analitzar la mobilitat dels treballadors autònoms: mentre l'estudi de la mobilitat de la població assalariada per compte d'altri l'estudi sembla relativament fàcil, tenint en compte, com hem indicat, la informació sobre la seu de l'empresa per la qual es treballa, en el cas dels treballadors per compte propi aquesta possibilitat s'esvaeix, al no existir una localització fixa del centre de cotització. En aquest cas segurament hauria d'imputar-se al lloc de residència del treballador en qüestió, la qual cosa equivaldria a la resposta «En el propi domicili» dels censos de 2001 i 2011. L'altre col·lectiu la mobilitat del qual difícilment seria captada de manera correcta a partir dels registres administratius és el relatiu als anomenats «professionals de la mobilitat», és a dir, aquells que la seva activitat principal està relacionada amb el transport, ja sigui de passatgers o de mercaderies (transportistes, xofers...), que, en els censos de 2001 i 2011 havien de

respondre a la pregunta sobre la localització del seu lloc de treball l'opció «En diversos municipis». Així, ara, l'ús de la informació sobre la ubicació de l'empresa per la qual treballen és tan sols orientativa, ja que es refereix únicament al lloc on aquesta té la seu i no reflecteix, en conseqüència, l'ús extensiu que aquests treballadors fan del territori.

L'altra qüestió plantejada fa referència a la pèrdua d'informació del desplaçament: fins i tot sabent l'origen i la destinació del trajecte, l'ús de registres administratius no permet conèixer algunes de les variables de la mobilitat tan importants com el mitjà de transport o el temps de desplaçament emprats en la mobilitat habitual per treball, encara que aquest últim podria arribar-se a inferir-se, de manera aproximada, a partir de la distància i la velocitat de recorregut mitjà.

Malgrat la relativa facilitat de la metodologia plantejada sobre l'ús de registres administratius per a l'estudi de la mobilitat per treball, la veritat és que no existeix cap estudi en aquesta direcció, sens dubte, per la falta d'una font oficial sobre aquesta qüestió. En efecte, a pesar que l'INE, en els seus diversos avantprojectes censals, plantejava aquesta metodologia, en data d'avui no s'ha realitzat cap experiència coneguda (amb difusió pública) d'aquesta possibilitat per part d'aquest organisme ni de cap altre organisme oficial.

La metodologia plantejada per a l'estudi de la mobilitat per treball és també aplicable a l'altra component de la mobilitat ocupacional. Així, en aquest cas, és possible recrear la matriu d'origen i destinació de la mobilitat per motius d'estudi a partir de la informació del lloc de residència procedent del padró municipal d'habitants i del registre sobre la ubicació del centre d'estudis on l'alumnat es troba matriculat a partir de la informació que figura en la fulla de matriculació. Observi's que, de conducta d'aquesta manera, es pot captar la mobilitat de la població estudiant des de l'inici de l'etapa d'escolarització obligatòria (3 anys) fins al nivell d'estudis superior (universitaris), i no sols per als majors de 16 anys com succeïa en les dues últimes operacions censals realitzada a Espanya. Per contra, existeixen dubtes sobre la disponibilitat de la informació de la formació no reglada, alhora que, com en el cas de la mobilitat per treball, es perd informació sobre la manera de transport i el temps de desplaçament.

A diferència del que s'esdevé en la mobilitat per treball, l'ús dels registres administratius per a l'anàlisi de la mobilitat per estudis compta amb una interessant iniciativa pionera gràcies a la tasca realitzada pel IDESCAT. Aquesta experiència ve propiciada, sens dubte, pel fet que les competències en matèria d'educació estan transferides a les comunitats autònomes, i, en conseqüència, són cadascun dels governs autonòmics els que gestionen, a través dels organismes corresponents, la matriculació en tots els nivells educatius.

En el cas analitzat aquí, la Generalitat de Catalunya centralitza aquesta informació a través de dos organismes: d'una banda, per als estudis no universitaris, la Secretària General d'Ensenyament, que depèn del Departament d'Ensenyament, mentre que per l'altra, la Secretària d'Universitats i Recerca, pertanyent al Departament d'Economia i Coneixement, gestiona tot el relacionat amb l'educació superior.

Gràcies a aquesta informació, el IDESCAT realitza des de l'any 2011 (les dades es refereixen al curs 2011-2012, ja que l'any de referència és el de l'inici del curs) l'exploració estadística de la informació proporcionada per aquests dos organismes

referents a la matriculació de l'alumnat a Catalunya (resideixi o no en la comunitat autònoma) en tots els nivells formatius, des de l'etapa d'ensenyament infantil de segon cicle (a partir dels tres anys) fins a l'etapa d'estudis superiors postobligatoris. En conseqüència, aquesta estadística exclou l'alumnat d'educació infantil de primer cicle (0-2 anys), els ensenyaments de règim especial (música, dansa, esports, idiomes, arts plàstiques i disseny, estudis superiors de disseny, art dramàtic, conservació i restauració de béns culturals) i els ensenyaments de persones adultes. En relació als estudis universitaris, les dades recullen la matriculació en les dotze universitats catalans, ja siguin públiques o privades (totes excepte la Universitat Oberta de Catalunya, que no és presencial), dels centres integrats i adscrits i dels nivells educatius de cicles, graus i màsters amb titulacions homologades, per la qual cosa s'exclouen els nivells educatius de doctorat i els titulacions pròpies (no homologades).

Pel que fa als programes de mobilitat amb l'estranger, no s'inclouen els alumnes matriculats en altres universitats que cursen els seus estudis en una universitat catalana, ni tampoc els alumnes matriculats en una universitat catalana que estan realitzant una estada en una universitat estrangera.

En referència a la informació publicada, i en relació a la població en edat escolar, les dades es difonen segons el lloc de residència, el lloc d'estudi, el sexe, el grup d'edat (agrupat en les categories «3-5 anys», «6-11 anys», «12-15 anys», «16-17 anys» i «18 anys i més») i el nivell d'estudis («Educació infantil de segon cicle», «Educació primària», «Educació secundària obligatòria», «Batxillerat», «Cicles formatius de grau mitjà» i «Cicles formatius de grau superior»), mentre que per als estudis universitaris només estan disponibles les dades sobre el lloc de residència, el lloc d'estudi i el sexe.

En concret, per a l'estudi de la mobilitat s'usen dues variables claus: d'una banda, el municipi de residència de l'alumnat i, per l'altra, el municipi on se situa el centre educatiu en el qual està matriculat. La informació referent a l'encreuament d'aquestes dues variables es fa des de tots dos punts de vista: les taules centrades en el lloc de residència permeten calcular els alumnes residents (a semblança de la població ocupada resident que es calculava a partir de les dades del cens) i la variable del lloc d'estudi es troba categoritzada en quatre grups: «en el mateix municipi», «en la resta de la comarca», «en la resta de l'àmbit del Pla territorial (les futures vegueries» i «en la resta de Catalunya» (com pot observar-se, les dades no permeten conèixer el nombre d'alumnes residents a Catalunya que estudien fora de l'àmbit de la comunitat autònoma). Per contra, les taules centrades en el lloc d'estudi permeten calcular el nombre de places d'estudi localitzades en cada àmbit i desglossen la informació sobre el lloc de residència en diverses categories: «en el mateix municipi», «en la resta de la comarca», «en la resta de l'àmbit territorial», «en la resta de Catalunya», «fora de Catalunya» i «No consta». Això implica, doncs, que mentre el càlcul de l'autosuficiència per al conjunt de Catalunya no planteja problemes, el de l'autocontenció per a la totalitat d'aquest àmbit estigui sobrevalorat: per definició, al no considerar els moviments «de sortida» cap a unes altres destinacions no catalanes, l'autocontenció autonòmica de la població estudiant catalana és del 100%. Finalment, un inconvenient menor radica en el fet que hi ha un número, reduït això sí, d'alumnes el lloc de residència dels quals es desconeix, amb el dubte consegüent de si han d'incloure's o no dins del col·lectiu que resideix en un àmbit diferent al d'estudi.

Com pot deduir-se d'aquesta desagregació territorial, tal com està publicada en la web, la informació no permet tampoc recrear la matriu origen-destinació de la mobilitat

a escala municipal —encara que cal suposar que l'organisme estadístic sí que disposa d'aquesta informació i que, sota demanda específica, pot ser analitzada— però sí que permet calcular, per a tots els municipis catalans (i no sols els majors de 10.000 habitants com succeïa en el cens de 2011), indicadors bàsics de mobilitat com els d'autocontenció i autosuficiència, i uns altres de tipus complementari, com l'índex d'especialització funcional.

Per contra, la informació presenta, entre altres aspectes, dos punts forts. En primer lloc, l'estadística recull la mobilitat de la població que cursa un ensenyament oficial, amb independència de quin sigui la seva situació laboral (ocupat, desocupat o altres situacions), fet que no passava en els censos de població 2001 i 2011, en què la informació es referia únicament a les persones desocupades que cursaven algun tipus d'estudi (ja que per a la població ocupada les preguntes sobre la seva mobilitat es referien exclusivament a la derivada de la localització del seu lloc de treball en relació a la de la seva residència). En segon lloc, i no menys important, l'altre punt a destacar de l'estadística és la seva periodicitat anual, en contra de la informació cada deu anys que proporcionaven els censos: així, en el moment de redactar aquestes línies (novembre de 2011), en la web de IDESCAT estan disponibles les dades referents als cursos escolars 2011-2012 a 2018-2019 (encara que aquest últim any únicament per a la població en edat escolar, sense informació, encara, de la mobilitat dels estudiants universitaris).

No obstant això, la comparativa amb les dades procedents de les dues últimes operacions censals —2001 i 2011— és una mica confusa per la pròpia metodologia i terminologia que usa l'INE en la presentació de les dades en el seu web, de manera que, hi ha cinc factors limitadors:

- En primer lloc, el propi univers d'estudi, doncs mentre que en el cens de 2001 la informació es refereix únicament a la població de 16 anys i més (fet que pràcticament limita la comparació entre aquelles persones que cursen estudis universitaris), en el de 2011 es recull informació de la població de 3 i més anys.
- En segon lloc, en aquesta última operació censal s'inclouen categories que deuen per no coincidir amb la tipologia utilitzada pel IDESCAT.
- El qüestionari censal ofereix la possibilitat que la resposta a la pregunta sobre els estudis en curs sigui múltiple, de manera que poden seleccionar-se fins a tres opcions diferents.
- En quart lloc, la falta de dades desagregades territorialment limiten la comparabilitat entre totes dues fonts al conjunt del territori català, no sent possible reproduir per als anys censals indicadors municipals com el d'autocontenció o d'autosuficiència.
- Finalment, un fet menor és el relatiu a la data de referència de les dades en una i una altra font: així, el cens de població de 2011 té com a data de referència l'1 de novembre d'aquell any, de manera que la comparació haurà de fer-se, necessàriament, amb els registres administratius corresponents al curs 2011-2012.

Malgrat aquestes limitacions, el contrast entre les dades registrals i els centrals permeten afirmar la validesa dels primers (Alberich, 2017): així, segons el cens de 2011, la xifra de persones residents a Catalunya (de 3 anys i més) que estava realitzant algun tipus d'estudis era d'1.257.516, dels quals 1.106.476 corresponien a estudis no universitaris i 151.040 a estudis de grau superior, xifres que són entre un 4 i un 6% inferiors a les procedents dels registres administratiu, xifres assumibles que poden atribuir-se, probablement, a un error en el mostreig de l'operació censal.

On majors són les discrepàncies entre totes dues fonts és en les dades dels llocs d'estudi localitzats: si bé entre els no universitaris les xifres s'assemblen als dels alumnes residents (amb una diferència del 6,35%), en el cas dels alumnes universitaris, les discrepàncies es disparen fins al 15,29%. L'explicació a aquest fet pot deure's a la combinació de fins a tres factors: en primer lloc, al fet que mentre en les dades censals la unitat de mesura són les persones, en els registres de la Generalitat la base són les matrícules, de manera que especialment en el cas dels estudis universitaris la diferència observada pot deure's a aquelles persones que cursen més d'un estudi universitari alhora (dobles titulacions, simultaneïtat d'estudis, etc.), fet que probablement no passa amb tanta intensitat en la resta de nivells educatius. En segon lloc, part de la diferència de prop de 30.000 estudiants universitaris pot deure's a la presència d'alumnes que, malgrat residir a l'estranger (i, per tant, no comptabilitzats en el cens espanyol de població) cursen estudis a Catalunya. Finalment, en tercer lloc, i encara que explícitament així es fa constar en la metodologia publicada pel IDESCAT, no podem descartar que hi hagi algun error de codificació entre els estudiants de doctorat, de manera que algun d'ells pugui estar inclòs en les estadística que facilita l'organisme autonòmic.

2.3. Fonts de dades de la mobilitat en l'àmbit del turisme

En els darrers anys, la mobilitat turística ha suscitat l'interès dels investigadors. Aquest interès s'ha vist afavorit per l'arribada de noves tecnologies que els han permès millorar la qualitat de les dades utilitzades (Hannam et al., 2014). Els temes objecte de recerca utilitzant aquestes noves tecnologies han tendit a centrar-se en les dimensions espacials i temporals de la mobilitat (Jin et al., 2018), mentre que un nombre menor de treballs han explorat les opcions dels visitants entre la gamma de modes de transport per moure's en la destinació turística. Quant al transport públic, el nombre de contribucions que han analitzar el seu ús per part dels visitants és encara menor. A més, la mobilitat estacional és un problema per si sol, els patrons de viatges generats pel qual rarament han estat analitzats a causa de la no disponibilitat de dades (Wang et al., 2018). El present treball de recerca aborda com diferents fonts de dades poden contribuir a la gestió de la demanda del transport públic per part dels turistes, i més particularment en aquelles destinacions que tenen com a característica principal dels fluxos de visitants l'estacionalitat, tenint en compte els seus avantatges i desavantatges alhora que es dedica especial atenció a l'ús de grans conjunts de bases de dades construïdes a partir dels registres generats per targetes de viatge intel·ligents.

2.3.1. Fonts de dades tradicionals relatives als viatges dels visitants en transport públic

Tradicionalment, la majoria dels treballs que han analitzat les mobilitats dels visitants en la destinació des de la perspectiva del mode de transport han utilitzat les dades proporcionades per enquestes en les quals s'inquiria als visitants pels llocs que havien visitat (o tenien intenció de visitar) durant la seva estada, així com el mode de transport que havien utilitzat (o que pretenien utilitzar). Com a resultat, els investigadors han pogut estudiar els factors que fan que els turistes siguin més propensos a convertir-se en usuaris del transport públic (Gross i Grimm, 2018). Tot i això, la majoria d'aquestes enquestes no vinculaven els llocs visitats amb els modes de transport que s'utilitzen per visitar-los. Com a conseqüència, hi ha coneixement sobre si el turista s'ha convertit en usuari del transport públic durant l'estada, però no hi ha informació sobre les atraccions turístiques i/o indrets als quals s'ha accedit en transport públic (Le-Klähn et al., 2015). Tanmateix, juntament amb la falta de detalls sobre les diferents dimensions bàsiques del viatge en transport públic (què es va visitar, quan, durada del viatge), el principal handicap rau en la naturalesa estàtica de les enquestes, que proporcionen una fotografia fixa de les mobilitats dels visitants. La preocupació relacionada amb aquest tema s'accentua quan els fluxos de turistes segueixen esquemes estacionals. Altres problemàtiques associades a aquesta font de dades són els seus elevats costos, la baixa taxa de resposta i les respostes errònies (Shen i Stopher, 2014).

2.3.2. Big Data de targetes de viatge intel·ligents

A diferència de les enquestes, el Big Data generat a partir dels sistemes automatitzats de recollida de dades dels sistemes tarifaris integrats que utilitzen targetes de transport intel·ligents es caracteritzen per la seva perspectiva dinàmica, ja que cada vegada que un usuari puja al vehicle de transport públic, el sistema recull la seva validació. Com a resultat, milions d'observacions que ofereixen informació valuosa per entendre el comportament dels usuaris i que també pot ajudar a millorar la qualitat del servei són recollides (Schmöcker et al. 2017).

Atès que es recullen totes les validacions, hi ha una flexibilitat total a l'hora de combinar qualsevol marc temporal i geogràfic (Morency et al., 2007). La utilització d'aquest tipus de dades no és un àmbit de recerca nou, ja que Bagchi i White (2005) i Pelletier et al. (2011) ja havien assenyalat la seva utilitat per analitzar el comportament dels usuaris i la possibilitat de millorar la qualitat del servei. De fet, s'ha utilitzat freqüentment per identificar diferents perfils d'usuaris de transport públic (Ma et al., 2013) i per reconstruir matrius origen-destinació (Alsger et al., 2015). No obstant això, les anàlisis dins del context de les destinacions turístiques són encara relativament escasses (Lu et al. 2019).

Les col·laboracions entre les autoritats de transport públic i les institucions de recerca s'han convertit en una estratègia freqüent per a l'anàlisi d'aquesta tipologia específica de dades (Wu et al., 2015). El present treball de recerca és un exponent d'aquesta col·laboració, atès que és el resultat d'un projecte de recerca realitzat conjuntament per un grup de recerca de la Universitat Rovira i Virgili - GRATET -, l'ATM Camp Tarragona, i l'ATM de l'àrea de Lleida. L'anàlisi d'aquest tipus d'informació permet separar els patrons d'ús del transport públic que fan els residents dels patrons dels visitants. En aquest sentit, alguns elements reveladors permeten discernir diferències

claus entre ambdós tipus d'usuaris. Per exemple, Wu et al. (2015) identifiquen els visitants mitjançant el tipus de bitllet de transport utilitzat i la distribució geogràfica dels viatges. També el marc temporal resulta fonamental per aïllar adequadament els visitants: interval de temps durant el qual es va utilitzar la targeta de transport intel·ligent, època de l'any durant el qual va ser utilitzada, franges horàries durant el dia i freqüència d'ús.

Paral·lament, és plenament factible explorar les possibilitats que obren els sistemes automatitzats de recollida de dades dels sistemes tarifaris integrats que utilitzen targetes de transport intel·ligents per tal de generar informació sensible i útil que faciliti la planificació dels serveis de transport i el disseny de polítiques de mobilitat a mida en contextos en els quals els fluxos de visitants es caracteritzen per la seva irregularitat en funció del període de l'any. La possibilitat de combinar qualsevol escala geogràfica amb qualsevol dimensió temporal permet als gestors de les autoritats del transport públic i als investigadors avaluar l'impacte dels colls d'ampolla o qualsevol altra incidència amb patrons molt particulars d'ocurrència com ara l'impacte d'esdeveniments com vagues, festivals, fenòmens meteorològics o accidents. També proporcionen informació precisa que permet la confecció d'indicadors clau com ara la velocitat comercial, els vehicles-quilòmetres recorreguts, els viatgers-quilòmetres, el compliment d'horaris o el seguiment de la capacitat dels vehicles (Trépanier i Morency, 2017). En contextos caracteritzats per l'arribada irregular de visitants, processos com la pujada als vehicles de transport poden veure's afectats per l'augment de la demanda durant determinats períodes de l'any. Així l'estacionalitat es tradueix en un nombre més elevat de persones que accedeixen als vehicles de transport públic, i també en un augment de la proporció d'usuaris que utilitzen bitllets senzills, que en la majoria d'ocasions s'acaben pagant en metàl·lic dalt de l'autobús. Per tant, les dades de les targetes intel·ligents es converteixen en una eina útil per identificar els colls d'ampolla (Makimura et al. 2017).

Tanmateix, aquestes dades no estan exemptes d'inconvenients. Cal no perdre de vista que per definició, les dades es limiten als registres de transport públic. Això implica que els registres no contenen informació socioeconòmica. D'altra banda, en la majoria de les ocasions, com és el cas del sistema tarifari integrat de l'ATM del Camp de Tarragona, en no validar el viatger en la sortida, no existeix informació relativa a la destinació de l'usuari. Per aquesta raó, diversos investigadors han proposat metodologies per tal de reconstruir les matrius origen-destinació mitjançant algorismes (Alsger et al., 2015).

2.3.3. Altres fonts de dades

La disponibilitat de dades relacionades amb l'ús d'altres modes de transport també és necessària per mesurar el guany potencial d'usuaris per al transport públic gràcies al canvi modal des d'altres opcions de transport. En el present punt es repassen breument altres fonts potencials de dades: dades de posicionament passives a partir de telefonia mòbil, dades de posicionament actives, enquestes de mobilitat a visitants i comptatges de trànsit.

En relació a les primeres, cada telèfon mòbil pot ser assignat a cel·les de xarxa segons la seva ubicació sobre el territori cada cop que es connecta a una antena (Ahas et al., 2008). Com a resultat, aquesta tecnologia permet determinar el comportament espacial tant dels residents com dels visitants amb la mateixa flexibilitat en relació a

les escales temporal i espacial que proporcionen les dades obtingudes a partir de les targetes de viatge intel·ligents del transport públic. La diferència rau en el fet que es detecten totes les mobilitats, independentment del mode de transport utilitzat. Un altre avantatge és que la seva tecnologia permet fàcilment la distinció entre residents i visitants, ja que és possible detectar estades en llocs diferents al de la residència habitual. També permet distingir grups específics, fet que esdevé molt útil quan l'interès se centra en "grups de difícil accés" (Wang et al., 2018).

Altres formes de recollida passiva d'informació relativa a la mobilitat dels visitants fan referència a les targetes de visitant que ofereixen les diferents destinacions turístiques (Zoltan i McKercher, 2015), xarxes socials amb georeferenciació, com ara el contingut amb geoetiquetes de Twitter (Chua et al., 2016) o les fotografies geoetiquetades de Flickr (Vu et al., 2015), així com les bases de dades construïdes a partir de la informació recollida per aplicacions que disposen de sensors. En aquest darrer àmbit, s'ha arribat a dissenyar aplicacions específiques amb l'objectiu de recollir dades de comportament dels visitants amb finalitats de recerca concretes (Wang et al., 2018). El principal avantatge de qualsevol de les opcions de recollida passiva d'informació de mobilitat dels visitants, més enllà de la flexibilitat relativa al marc temporal, rau en el volum massiu de dades obtingut en temps real amb independència de la mida de les escales geogràfiques (Girardin et al., 2008). Per contra, les principals mancances s'associen a les dificultats per combinar aquest tipus de dades amb informació socioeconòmica (Shoval i Ahas, 2016) juntament amb la complexitat a l'hora d'identificar els modes de transport (Chin et al., 2019). És possible assolir un grau més alt de precisió mitjançant fonts de dades actives, com ara el GPS i les tecnologies Bluetooth (Shoval i Ahas, 2016), ja que el nombre de punts d'observació s'eixampla considerablement. Tanmateix, això s'aconsegueix en detriment de treballar amb mostres molt més petites, les quals comporten una reducció substancial de la representativitat de les dades. Aquest inconvenient rellevant es transforma en un avantatge quan el nombre d'observacions permet combinar fonts de dades actives amb enquestes (Sugimoto et al., 2019). La durada del període de recollida de dades també tendeix a ser limitada, la qual cosa s'erigeix com un obstacle quan es té la intenció de fer seguiment de fenòmens dinàmics.

Indubtablement, la millor manera de combinar informació socioeconòmica amb la dels desplaçaments dels visitants consisteix en crear enquestes específicament dissenyades per recollir-ne la mobilitat. Aquestes enquestes es basen en qüestionaris que combinen tres blocs de preguntes. El primer d'elles inclou una sèrie de qüestions específiques relatives a la mobilitat del visitant, una segona ha de recollir les característiques del viatge a la destinació turística i també de l'estada i, finalment, la tercera ha de centrar-se en les dades socioeconòmiques. En contraposició amb les enquestes tradicionals relatives als viatges dels visitants, aquest altre tipus d'enquesta ofereix informació detallada sobre tots els moviments realitzats pel turista, inclòs el perfil de la persona que es desplaça durant la seva estada, l'origen i la destinació de cadascun dels desplaçaments, quan s'ha desplaçat i la durada del desplaçament i el mode transport escollit. La principal mancança rau en la incapacitat de captar processos dinàmics. Aquesta mancança es podria resoldre mitjançant la realització repetida d'enquestes durant un llarg període de temps per tal de captar els diferents escenaris de la mobilitat que són conseqüència de la component estacional de la destinació. No obstant això, la recollida de dades representatives basades en enquestes realitzades en diferents moments del temps implicaria un creixement considerable del ja de per si elevat cost del treball de camp.

Una alternativa amb menor cost econòmic, tot i que comporta la pèrdua completa de dades centrades en els individus, és realitzar comptatges de trànsit dels diferents modes de transport en diferents moments mitjançant aforaments. Cal dir que anàlogament al que succeeix amb les enquestes, aquest tipus de font d'informació proporciona una fotografia fixa, motiu pel qual en el cas que es plantegi el l'anàlisi i/o el seguiment d'un fenomen de naturalesa dinàmica, caldria repetir-los en diferents moments del temps per tal de permetre la comparativa.

3. Metodologia

El treball de recerca ha explotat dos fonts d'informació complementària per l'anàlisi de la mobilitat de les persones: el Big Data generat a partir dels terminals de telefonia mòbil i el registre de viatgers en transport públic. Ambdós casos, aplicats al Camp de Tarragona.

La memòria inicial del projecte incloïa una tercera font d'anàlisi: les enquestes de mobilitat, concretament l'enquesta de mobilitat quotidiana. Aquesta enquesta es preveia realitzar durant l'any 2019 i el grup de recerca beneficiari de l'ajut preveia explotar les microdades. Finalment, aquesta enquesta es realitzarà durant el 2020 i el grup hi treballarà. Però ja no serà en el marc d'aquest treball. Tanmateix, les dues principals fonts d'informació previstes en la proposta inicial (el Big Data derivat de la telefonia mòbil i el dels registres de viatgers en transport públic) s'han pogut explotar amb normalitat. Pel que el cor del treball s'ha desenvolupat sobre els paràmetres previstos.

D'altra banda, cal apuntar també que la proposta inicial preveia una explotació de les dades del registre de viatgers de l'Àrea de Lleida. El retard en la signatura del conveni i l'obtenció de les dades no han permès explotar-les durant el decurs del projecte. Per això els resultats presentats aquí es centren en el cas del Camp de Tarragona. A la **Figura 1** es presenta el context territorial de l'estudi. No obstant, tal com es va indicar en la memòria inicial, l'ATM Àrea de Lleida participa com a observadora en el projecte. Pel que l'explotació de dades del registre de viatgers del Camp de Tarragona ha servit com a prova pilot que es replicarà durant el proper any a Lleida.

A continuació es detallen els mètodes seguit per l'obtenció, tractament i explotació de les dades per la realització del treball de recerca. La presentació dels mètodes i els resultats s'estructurarà a partir dels tres principals estudis realitzats. Aquests són:

- Estudi 1: Anàlisi dels efectes de l'estacionalitat sobre la mobilitat a l'àmbit central del Camp de Tarragona a partir del Big Data generat per traces digitals dels usuaris de telefonia mòbil
- Estudi 2: Caracterització de la mobilitat en transport públic al Camp de Tarragona a partir del Big Data generat a partir de les targetes de transport (ATM Camp de Tarragona).

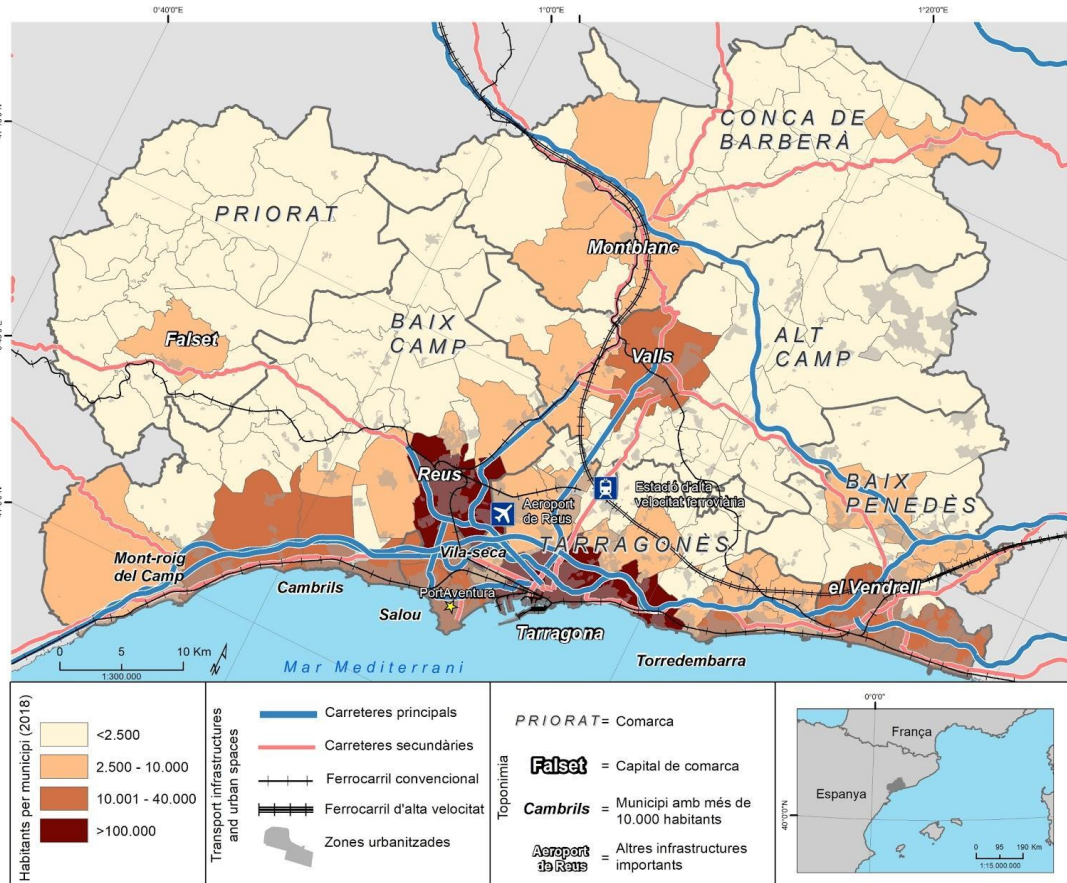
Els resultats d'aquest estudi s'han publicat a:

- ★ Domènech, A., Miravet, A., Gutiérrez, A. (2020). Mining bus travel card data for analysing mobilities in tourist regions. *Journal of Maps*, 16(1), 40-49. <https://doi.org/10.1080/17445647.2019.1709578>
- ★ Zaragoza, B., Gutiérrez, A., Trilles, S. (2020). Towards an Affordable GIS for Analysing Public Transport Mobility Data: A Preliminary File Naming Convention for Avoiding Duplication of Efforts. *Proceedings of the 6th International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management (GISTAM 2020)*, 302-309. <https://doi.org/10.5220/0009766303020309>
- Estudi 3: Anàlisi del perfil de viatgers amb transport públic (cas d'estudi de l'ús de les T-10 a l'estiu)

Els resultats d'aquest estudi s'han publicat a:

- ★ Gutiérrez, A., Domènech, A., Zaragozí, B., Miravet, D. (2020). Profiling tourists' use of public transport through smart travel card data. *Journal of Transport Geography*, 88, 102820. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102820>

Figura 1. Context territorial de l'àmbit del Camp de Tarragona.



Font: Elaboració pròpia a partir de bases cartogràfiques de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya i dades de població referents al 2018 de l'Institut d'Estadística de Catalunya.

3.1. Estudi 1: Anàlisi dels efectes de l'estacionalitat sobre la mobilitat a l'àmbit central del Camp de Tarragona a partir del Big Data generat per traces digitals dels usuaris de telefonia mòbil

En aquest estudi es van utilitzar dades de la xarxa de telefonia mòbil proporcionades per un dels principals operadors espanyols de telecomunicacions, Orange España (26% de quota de mercat el gener del 2019). Tot i que aquestes dades han estat registrades i emmagatzemades convencionalment a efectes de facturació (García-Alberto et al. 2018), el seu potencial d'estudis de mobilitat s'ha demostrat durant l'última dècada (Xu et al. 2016; Calabrese et al. 2013; Ahas et al. 2007). Les resolucions espacial i temporal són molt més definides que en altres fonts

d'informació. De fet, accions habituals com realitzar o rebre una trucada telefònica, enviar un SMS o connectar-se a Internet generen un conjunt de registres de detalls de trucades (*call detail records*; CDR) per usuari que s'emmagatzemen en una granularitat temporal d'aproximadament un registre per mitja hora. A més, cada registre proporciona informació de l'antena a la qual estan connectats els dispositius. Per tant, la precisió de la ubicació és d'uns quants centenars de metres a les zones urbanes i diversos quilòmetres a les zones rurals a causa de la diferent densitat d'antenes (García-Alberto et al. 2018; Picornell et al. 2015). Malgrat això, per al present estudi hem obtingut dades xifrades i agregades a nivell municipal i per franges horàries. Cap dels autors ha participat en el xifrat o en l'extracció dels CDR, sinó que aquests processos van ser implementats per Kineo, una unitat de negoci de Nommon Solutions and Technologies S.L.

La informació es va proporcionar com a matriu origen-destinació (OD) entre els cinc municipis de més de 25.000 habitants de la regió del Camp de Tarragona i també es va incloure el volum de viatges intraurbans. Segons la informació proporcionada per Kineo, la matriu OD es va construir de la manera següent:

1. Selecció de mostres: es descarten aquells usuaris que no mostrin un nivell adequat de fiabilitat (per exemple, queden descartats els usuaris que tenen el telèfon mòbil apagat durant una bona part del dia).
2. Lloc de residència: a partir de l'anàlisi dels hàbits de comportament dels usuaris al llarg de diverses setmanes o mesos, s'identifica el seu lloc de residència. Per als visitants estrangers que utilitzin itinerància s'identifica el país de residència.
3. Extracció d'activitats i itineraris: S'ha considerat que un "desplaçament interurbà" és un desplaçament entre municipis i com a "viatge intraurbà" el nombre de desplaçaments que tenen lloc al mateix municipi.
4. Extrapolació de la mostra a la població total (univers): L'extrapolació de la mostra dels viatgers espanyols es realitza prenent com a marc de mostra els residents espanyols majors de 10 anys. L'extrapolació dels estrangers es fa amb les dades del nombre de visitants segmentats per nacionalitat proporcionats per les estadístiques de moviments turístics a les fronteres (FRONTUR, INE).
5. Construcció de matrius OD: la informació obtinguda s'agrega a la resolució espacial i temporal i a la segmentació necessària.

Tal com es pot observar a la **Taula 1**, les dades obtingudes fan referència a quatre dies diferents de dues estacions diferents. Per tant, és possible dimensionar i comparar el nombre de viatges intra- i interurbans durant diferents dies feiners i cap de setmana de la temporada turística baixa (gener) i la temporada turística alta (agost). A més, es poden analitzar els fluxos de mobilitat mitjançant les quatre franges horàries diferents indicades a la taula, i també es pot fer una segmentació dels usuaris per lloc de residència.

Taula 1. Característiques de les dades del telèfon mòbil utilitzades en aquest estudi

Granularitat espacial (nivell municipal)	Granularitat temporal (estacions, dies i hores)	Origen (lloc de residència)	Tipus de mobilitat
Cambrils: 33.362hab. Reus: 103.477hab. Salou: 26.775hab. Tarragona: 132.299hab. Vila-seca: 22.107hab.	Dies: Dilluns 8 agost 2018 Dissabte 11 agost 2018 Dilluns 23 gener 2019 Dissabte 26 gener 2019 Horaris: 06.00h. - 10.59h. 11.00h. - 13.59h. 14.00h. - 21.59h. 22.00h. - 05.59h.	Residents locals: habitants de la comarca del Camp de Tarragona. Resta de Tarragona: residents de la resta de la província de Tarragona, excloent la regió del Camp de Tarragona. Resta d'Espanya: habitants de la resta d'Espanya, exceptuant la província de Tarragona i la regió del Camp de Tarragona. Estrangers: gent de fora d'Espanya.	Intraurbana Interurbana

Font: Elaboració pròpia.

3.2. Estudi 2: Caracterització de la mobilitat en transport públic al Camp de Tarragona a partir del Big Data generat a partir de les targetes de transport (ATM Camp de Tarragona)

Les línies i parades d'autobús interurbà i van ser georeferenciades per tal de realitzar una anàlisi espacial de les dades obtingudes del registre de viatgers de l'ATM Camp de Tarragona. En aquest sentit, es va crear una capa de punts que representa les 946 parades d'autobús de la zona del Camp de Tarragona i un capa de línia que representa els 118 serveis d'autobús interurbà integrats. El sistema de coordenades geogràfiques utilitzat va ser el Sistema Geodèsic Mundial establert l'any 1984 (World Geodetic System – WGS – 1984).

Una vegada georeferenciades les parades d'autobús i serveis d'autobús integrats, es va comparar el nombre de passatgers que utilitzaven cada parada d'autobús i línia interurbana del mes de juliol amb els de gener per mostrar oscil·lacions estacionals de la demanda de transport públic derivades de diferències en els fluxos turístics entre els mesos d'alta i baixa activitat turística.

Les parades d'autobús també es van utilitzar per comparar les oscil·lacions espaciotemporals entre franges horàries a l'hivern i l'estiu. En primer lloc, es va calcular el nombre de passatgers per franja horària i parada d'autobús interurbà (de 2:00 a 19:00; 7:00 a 11:00; 11:00 a 15:00; 15:00 a 19:00; 19:00 a 23:00; 23:00 a 14:00). A continuació, es va implementar una estimació de densitats Kernel (KDE) mitjançant el complement del mapa de calor del programari QGIS 2.8.2. Els resultats d'aquests càlculs són mapes de densitat que permeten identificar zones amb una elevada concentració de passatgers. Matemàticament, KDE es defineix com:

$$f(x, y) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{d_i}{h}\right)$$

on $f(x, y)$ és l'estimació de densitat a la localització (x, y) , n és el nombre d'observacions, h és l'amplada de banda o la mida del nucli (kernel), K és la funció de Kernel i d_i és la distància entre la localització (x, y) i la localització de l' i observació. Un ample de banda d'1 km i una mida de cel·la de 100 van ser definides.

3.3. Estudi 3: Anàlisi del perfil de viatgers amb transport públic (cas d'estudi de l'ús de les T-10 a l'estiu)

3.3.1. Tractament i enriquiment de les dades

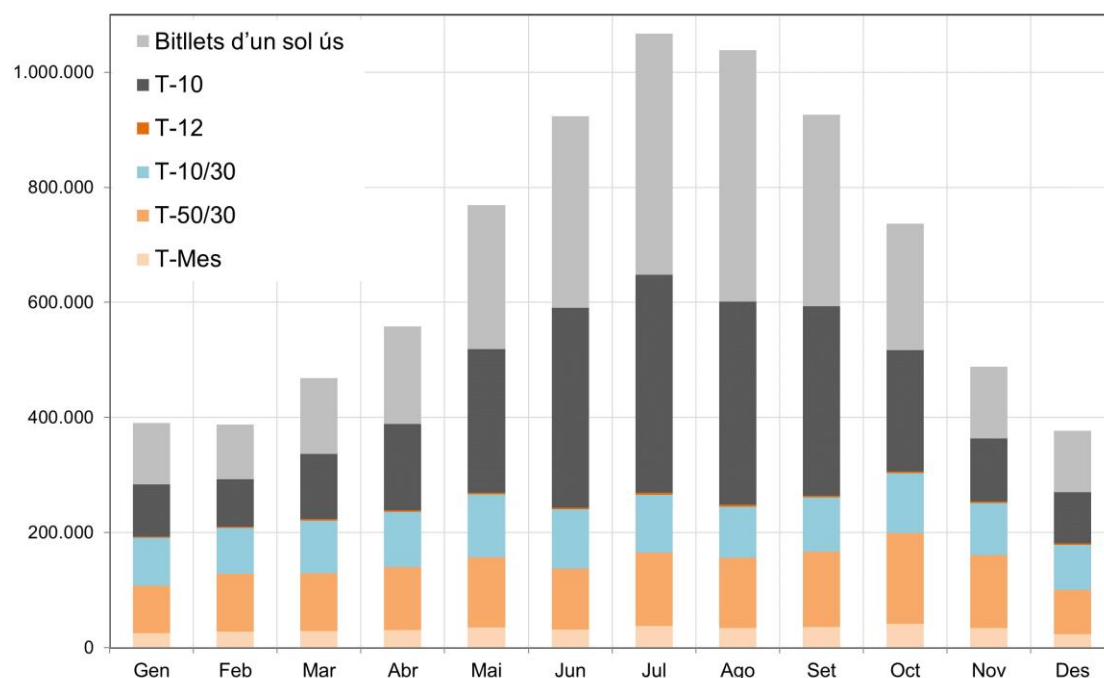
En l'anàlisi automatitzada dels sistemes de recollida de tarifes, un dels primers passos després de la recollida de dades és la fase de neteja. Hi ha diferents motius per netejar el conjunt de dades i millorar la qualitat de la recollida de dades (Chandesris i Nazem, 2018). En aquest cas, els fitxers de registre analitzats en aquest estudi van ser proporcionats en un disc dur portàtil per ATM Tarragona. Aquests registres inclouen tota l'activitat desenvolupada el 2018 per 135.365 targetes intel·ligents diferents – 133.079 s'han utilitzat més d'una vegada– i totes les entrades d'un sol ús venudes a la zona d'estudi. Aquest conjunt de dades pesa 6,1 GB en format de text. Durant aquest període, el sistema va emmagatzemar 7.393.654 validacions de viatge amb targeta intel·ligent (files) amb 60 atributs diferents (columnes) i 14.006.212 validacions d'un sol ús amb 22 atributs. Aquest conjunt de dades no inclou altres operacions que també es registren sistemàticament, és a dir, venda de la targeta, recàrrega o anul·lacions de baixa, entre d'altres. Com que els fitxers generats per la plataforma ATM no tenen un format normalitzat quant al tipus d'informació que recopilen i com s'emmagatzemen, i tenint en compte que no totes les dades recollides per la plataforma són rellevants per a aquest estudi, s'ha realitzat una fase de preprocessament de dades mitjançant scripts personalitzats i s'ha creat una base de dades relacional per facilitar els primers passos de l'anàlisi. Els fitxers de registre, generats pel programa en format ASCII (*.csv), es van importar a una base de dades SQL. Aquest procés és força senzill, ja que aquests fitxers, tot i no estar normalitzats, tenen una estructura més o menys fixa. Aquest flux de treball, basat en bases de dades SQL, és molt comú en estudis anteriors sobre targetes intel·ligents de transport i és molt convenient analitzar conjunts de dades d'un certa dimensió (Li et al., 2018)

Els registres ATM tenen una estructura bàsica, s'ordenen per dia i hora, targeta que realitza la transacció, tipus de transacció realitzada i altres paràmetres similars. Tenint en compte els objectius de recerca, vam excloure les validacions dels autobusos urbans de Tarragona i Reus i només es van filtrar les validacions interurbanes (5.414.028 validacions), i es van seleccionar 9 dels 60 atributs disponibles. Gràcies a aquest procés de selecció i normalització, hem reduït significativament —de 9,1 GB a 1,5 GB, incloent índexs i taules de suport— la mida de la base de dades. Més concretament, vam descartar columnes de valor únic, columnes duplicades —per culpa de canvis heretats al sistema— i columnes derivades (és a dir, agregats que es poden calcular a partir d'altres atributs). La base de dades resultant divideix els registres en diferents taules seguint una estructura relacional senzilla amb una taula de validacions principal vinculada a altres taules (agències, tarifes, parades, municipis i rutes). Per motius de claredat, es van anomenar les taules i columnes seguint l'Especificació General de Trànsit (GTFS, segons les sigles en anglès), que és un format estàndard molt conegut per publicar horaris de transport públic. A més de les dades del registre, la base de dades es va enriquir amb algunes capes d'informació geogràfica: (1) els municipis, les

carreteres i la línia de costa es van descarregar de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (www.icgc.cat) i es van adaptar a les necessitats del projecte, (2) les parades i rutes es van digitalitzar manualment, (3) dades municipals de població (<https://www.idescat.cat/>) i, (4) zones ATM.

La **Figura 2** presenta la distribució de les validacions per mesos i tarifes entre al 2018. Es pot observar que l'augment de les validacions durant l'estiu es concentra en dues tarifes: bitllets d'un sol ús i T-10. Les T-10 són les úniques targetes multipersonals del sistema de caixers. Permet viatjar en grup (validacions consecutives a l'embarcament). La targeta estàndard cobreix 10 validacions durant un màxim d'un any. També es pot recarregar amb 10 validacions addicionals, fins a un màxim de 30 validacions. La resta de títols ATM són unipersonals: T-10/30 (màxim de 10 validacions en 30 dies consecutius), T-50/30 (màxim de 50 validacions en 30 dies consecutius), T-MES (validacions il·limitades en 30 dies consecutius), T-12 (tarifa especial per a nens fins als 12 anys) i T-70/90 (famílies nombroses).

Figura 2. Validacions d'autobús interurbà per mesos i tarifes (2018).

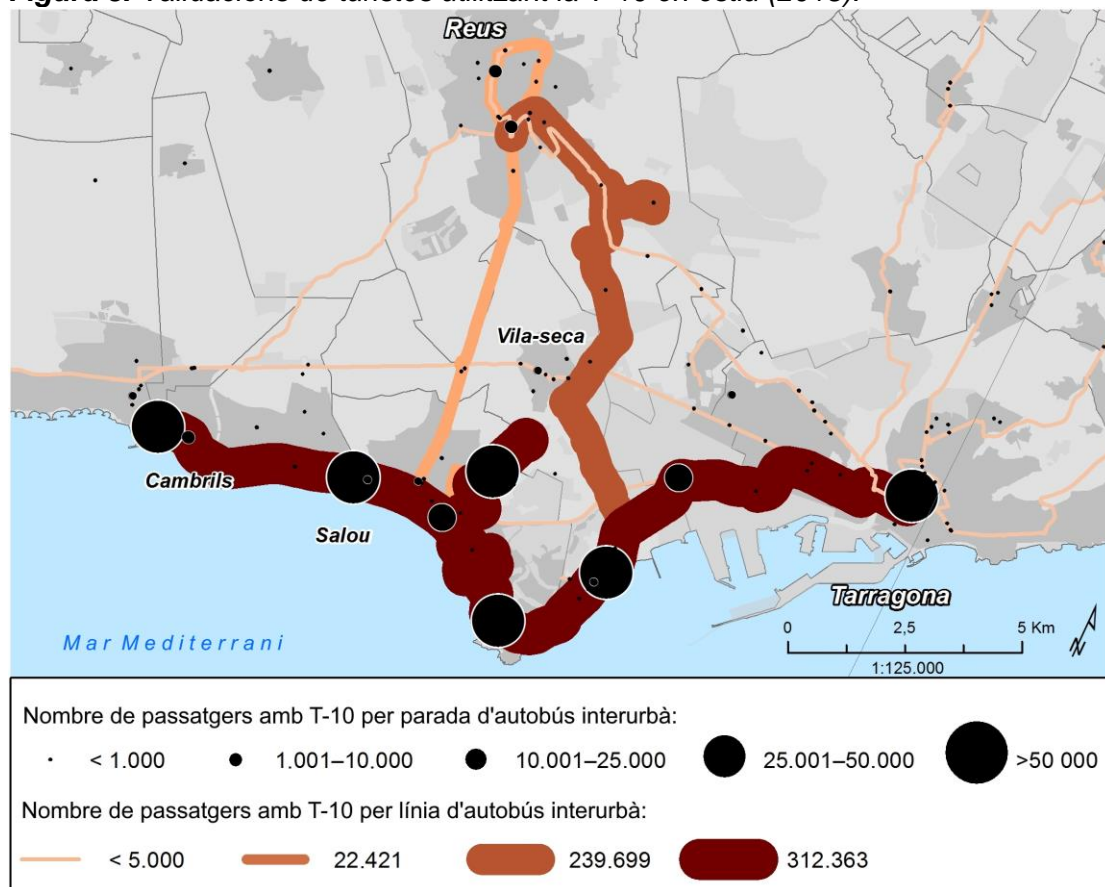


Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona

Tenint en compte la concentració d'arribades de turistes durant l'estiu, l'augment de les validacions durant aquest període (**Figura 3**) i la seva concentració espacial als municipis turístics (**Figura 2**), es va decidir concentrar la nostra anàlisi en la temporada alta (des del 21 de juny al 22 de setembre, tots dos inclosos). Un cop definit el període d'estudi, el segon pas va ser decidir les targetes que potencialment poden utilitzar els turistes. Per fer-ho, vam seleccionar les targetes de viatge intel·ligents que van realitzar el 100% de les seves validacions a l'estiu i vam excloure les altres. Aquest grup inclou 37.393 targetes i 665.562 validacions. Les targetes T-10 suposen el 92,6% (34.641 targetes) d'aquest grup i el 90% de les validacions (599.028), el que suposa

un 11% de les validacions a l'any. Finalment, la nostra hipòtesi és que els turistes es concentrarien en targetes T-10, mentre que la resta de tarifes que només s'utilitzen a l'estiu (el 7,4% de les targetes i el 10% de les validacions) podrien correspondre amb altres perfils (habitants locals que viatgen durant les vacances, a l'estiu, treballadors temporals del sector turístic, entre d'altres). Les diferències entre T-10 i la resta de tarifes (multipersonal versus unipersonal) recomanen no analitzar-les conjuntament. La **Figura 3** mostra la distribució espacial de les validacions per parades i línies d'autobús. El patró espacial és clar. Presenta una major concentració a les zones costaneres que el patró general de validacions senceres durant l'estiu (vegeu la **Figura 2**).

Figura 3. Validacions de turistes utilitzant la T-10 en estiu (2018).



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona

3.3.2. Extracció i selecció de característiques

Agregats per targetes, hem escrit consultes SQL específiques per extreure 14 descriptors simples però significatius relacionats amb el nivell d'activitat de cada usuari i la distribució geogràfica d'aquesta activitat (**Taula 2**). Aquests descriptors són consultes d'agregació que es podrien calcular per a pràcticament qualsevol altre conjunt de dades de targetes intel·ligents. Distingim entre descriptors d'activitat i espacials en funció del seu valor intrínsec per descriure patrons d'activitat temporal o espacial a diferents nivells de granularitat.

Taula 2. Variables relacionades amb l'activitat i l'espai derivades del conjunt de dades processat.

Tipus	Nom	Descripció (interval)
Objectiu	targeta	Variable d'agrupació (34.641 targetes).
Activitat	validacions	Nombre total de validacions (màxim 288).
	dies activats	Nombre de dies entre el primer i l'últim dia que s'ha utilitzat la targeta (màxim 93).
	dies actius	Nombre de dies que s'ha utilitzat la targeta (màxim 51).
	mesos actius	Nombre de mesos que s'ha utilitzat la targeta (màxim 4).
	nombre mitjà del grup	Nombre mitjà de validacions consecutives en qualsevol parada (màxim 30).
	nombre màxim del grup	Nombre màxim de validacions consecutives en qualsevol parada (màxim 30).
Espai	parades utilitzades	Nombre de parades visitades durant tot el període (màxim 457).
	municipis visitats	Nombre de municipis visitats durant tot el període (màxim 132).
	zones visitades	Nombre de zones visitades durant tot el període (màxim 8).
	rutes utilitzades	Nombre de rutes utilitzades durant tot el període (màxim 83).
	principals dues parades (%)	Percentatge de validacions concentrades a les dues parades més visitades (100%).
	principals tres parades (%)	Percentatge de validacions concentrades a les tres parades més visitades (100%).
	validacions Tarragona i Reus (%)	Percentatge de validacions concentrades a les principals ciutats —Tarragona i Reus— de més de 50.000 habitants (100%).
	validacions Costa Daurada central (%)	Percentatge de validacions concentrades a les principals ciutats turístiques de la Costa Daurada central —Cambrils, Salou i Vila-seca—, entre 20.000 i 50.000 habitants (100%).

Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona

Per obtenir models més parsimoniosos, es va estudiar la redundància entre les característiques extretes. Les matrius de correlació ens van permetre evidenciar que algunes variables estaven altament correlacionades. A la **Figura 4** es mostren dos correlogrames on es pot veure que algunes variables estan molt correlacionades entre sí ($> \pm 0,75$). Combinant aquest criteri amb el de la utilitat per aprofundir en la comprensió sobre els comportaments de viatge, hem decidit eliminar les següents variables dels dos conjunts: *mesos actius*, *nombre màxim del grup*, *parades utilitzades*, *zones visitades*, *principals dues parades (%)* i *validacions Tarragona i Reus (%)*. Finalment, podem crear dos models amb quatre variables cadascun.

Figura 4. Correlogrames de les variables d'activitat (esquerra) i de les variables espacials (dreta).

Variables d'activitat							Variables espacials								
a - dies actius	0,0	-0,2	0,6	0,5	0,7	1,0	a - principals tres parades (%)	-0,5	-0,9	-0,7	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0
b - validacions	0,4	0,2	0,3	0,3	1,0	0,7	b - principals dues parades (%)	-0,5	-0,9	-0,8	0,0	0,0	0,0	1,0	0,9
c - mesos actius	0,0	-0,2	0,7	1,0	0,3	0,5	c - transaccions Costa Daurada central (%)	0,1	0,0	-0,2	-0,2	-0,8	1,0	0,0	0,0
d - dies activats	-0,1	-0,2	1,0	0,7	0,3	0,6	d - transaccions Tarragona i Reus (%)	0,0	0,0	0,1	0,1	1,0	-0,8	0,0	0,0
e - nombre mitjà del grup	0,8	1,0	-0,2	-0,2	0,2	-0,2	e - zones visitades	0,1	0,0	0,0	1,0	0,1	-0,2	0,0	0,0
f - nombre màxim del grup	1,0	0,8	-0,1	0,0	0,4	0,0	f - municipis visitats	0,5	0,8	1,0	0,0	0,1	-0,2	-0,8	-0,7
							g - parades utilitzades	0,6	1,0	0,8	0,0	0,0	0,0	-0,8	-0,7
							h - rutes utilitzades	1,0	0,6	0,5	0,1	0,0	0,1	-0,5	-0,5

Correlogrames de les variables calculades reordenats utilitzant el mètode d'agrupació jeràrquic (tots els coeficients són estadísticament significatius a $p < 0,01$)

Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona

3.3.3. Mètodes aplicats

Com es mostra a l'apartat anterior, és força fàcil obtenir estadístiques descriptives d'una base de dades prèviament adaptada per a tal ús. Tanmateix, per extreure més coneixement, com ara el comportament en grup o patrons d'activitat freqüents, cal utilitzar tècniques d'anàlisi de dades més avançades (El Mahrsi et al., 2017). En aquest context, les tècniques d'agrupament han obtingut en nombroses ocasions bons resultats en l'estudi dels patrons dels conjunts de dades de targetes intel·ligents, enfrontant diversos temes com la fidelització dels usuaris del transport públic (Trépanier et al., 2012), analitzant els patrons i comportaments recurrents de cada passatger (Liu et al., 2018; Liang et al., 2018), separant els viatgers segons la freqüència de viatges (Manley et al., 2018) o per comprendre els patrons espacials i temporals dels perfils de viatgers (Faroqi et al., 2017; Briand et al., 2015).

Les tècniques d'agrupament són algorismes per agrupar un conjunt d'objectes físics o abstractes en classes d'objectes similars. Un perfil és una col·lecció d'objectes amb dades similars i diferents dels objectes d'altres perfils. Les tècniques d'agrupament són un exemple d'aprenentatge no supervisat en què s'utilitzen mètodes que intenten trobar particions i patrons naturals (He et al., 2018). És una tasca descriptiva d'explotació de dades, molt útil per identificar patrons que expliquen o resumeixin les dades explorant les seves propietats. Fins ara, l'anàlisi d'agrupaments ha tingut un paper molt important en àmbits diferents com: reconeixement de patrons, anàlisi de dades espacials, processament d'imatges, computació i multimèdia, anàlisi mèdica, economia, bioinformàtica, biometria i en ciències socials (Fonseca, 2013). Això ha permès que l'anàlisi d'agrupament es consideri com una de les millors tècniques per obtenir coneixement i realitzar exploracions de dades.

Donada la utilitat de les tècniques d'agrupament en disciplines molt diverses, s'han desenvolupat moltes variants i adaptacions dels seus mètodes i algorismes. Segons He et al. (2018), es poden distingir tres grups principals de tècniques d'agrupament: (1) algorismes d'agrupament de particions, que requereixen que l'usuari especifiqui per endavant el nombre de perfils que s'han de crear (per exemple, K-means, K-medoids, CLARA), (2) agrupació jeràrquica, no requereix que l'usuari especifiqui amb antelació

el nombre de perfils i té el gran avantatge de crear un dendrograma per a la visualització de l'estructura de dades i (3) hi ha un grup heterogeni de mètodes que combinen o modifiquen les tècniques esmentades anteriorment (per exemple, K-means jeràrquics, agrupació difusa, agrupació basada en models o agrupació basada en densitat). Cada tipus d'algorismes d'agrupament té avantatges i desavantatges en termes d'utilitat o capacitats, de manera que el seu ús dependrà de les necessitats de recerca. Fonseca (2013) va presentar alguns arguments claus a favor de l'agrupació basada en models en ciències socials i, més recentment, alguns autors van obtenir bons resultats mitjançant l'agrupació basada en models per caracteritzar els perfils d'activitat dels viatgers (Liu et al., 2018; El Mahrsi et al., 2017; Briand et al., 2015).

L'agrupació basada en models considera que les observacions provenen d'una distribució que és una barreja de més d'un component o perfil. En principi, cada perfil es pot descriure amb qualsevol funció de densitat, però se suposa que segueixen una distribució normal o gaussiana, que es caracteritza pels paràmetres: vector mitjà, matriu de covariància, probabilitat associada (cada punt té una probabilitat de pertinença a cada perfil). Per estimar els paràmetres que defineixen la funció de distribució de cada perfil, s'utilitza l'algorisme Expectation-Maximization (EM). Això resol diferents models en què el volum, la forma i l'orientació de les distribucions es poden considerar iguals o diferents entre els perfils (per exemple, un model possible és: volum constant, forma variable, orientació variable). L'avantatge clau de l'enfocament basat en models, en comparació amb els mètodes d'agrupament estàndard (k-means, agrupació jeràrquica, etc.), és el suggeriment del nombre de perfils i d'un model adequat. Un dels mètodes habituals basats en models és utilitzar models de barreja finita, que proporcionen un marc de modelatge flexible per a l'anàlisi de la distribució de probabilitats. Els models de barreja fina (finite mixture models) són una suma ponderada linealment de la distribució de probabilitats dels components.

L'anàlisi de perfil latent (latent profile analysis; LPA) i l'anàlisi de classes latents (latent class analysis; LCA) són casos particulars d'agrupament basat en models (Oberski et al., 2016). LPA i LCA també es coneixen com a model de barreja gaussiana (finita) o model de barreja binomial (finita). Tant LPA com LCA són tècniques molt similars que es poden utilitzar per a l'agrupament, però estan orientades a variables contínues o categòriques, respectivament. Tenint en compte les necessitats d'aquesta investigació, l'LPA s'ajusta millor al nostre conjunt de dades. Com una tècnica centrada en la persona –a diferència de les tècniques centrades en variables–, l'APL s'ha utilitzat de forma recurrent en ciències socials (Stanley et al., 2017; Jones et al., 2014, Fonseca 2013) i estudis de salut (Machimbarrena et al., 2019; Sullivan et al., 2019; Imaginario et al., 2018}, i també, podem trobar alguns exemples en què es va utilitzar LPA en estudis de mobilitat (Ton et al., 2019, McBride et al., 2018). En canvi, no hem pogut trobar estudis sobre dades de targetes intel·ligents en transport públic que facin esment explícit d'LPA.

L'elevada popularitat dels mètodes d'agrupaments ha donat lloc a la creació de moltes eines i algorismes alternatius per desenvolupar l'anàlisi en diferents tipus de conjunts de dades. Com per exemple, a la plataforma R GNU hi ha almenys 454 biblioteques que contenen eines d'agrupament, algunes d'elles permetrien aplicar LPA (Lebret et al., 2015; Browne et al., 2015; Chen & Maitra, 2015; Benaglia et al., 2009; Biecek et al., 2012; Scrucca et al., 2016). Entre altres biblioteques d'R, *mclust* és un paquet molt potent i àmpliament utilitzat per a modelatge de barreja gaussiana. Permet calcular moltes configuracions de models i es pot utilitzar amb diferents finalitats (Scrucca et

al., 2016). Tot i que LPA es pot realitzar directament amb *mclust*, el paquet *tidyLPA* (Rosenberg et al., 2018) proporciona un conjunt seleccionat de models que són comuns a LPA i que es poden calcular mitjançant un enfocament “tidy” molt pràctic (Wickham et al. , 2014).

4. Seguiment i avaluació

El pla de treball del projecte s'ha estructurat a partir del cronograma que s'adjunta a continuació (**Figura 5**). El nivell de compliment del calendari ha estat correcte. Malgrat tot, el retard en l'obtenció d'alguna de les bases de dades ha requerit sol·licitar una pròrroga d'un mes (per finalitzar al 2 de gener de 2020 en lloc del 2 de desembre, com estava previst inicialment).

Figura 5. Cronograma del projecte

	Mesos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Activitats													
1. Marc conceptual													
1.1. Revisió bibliogràfica i documental													
1.2. Definició del marc conceptual													
2. Definició de la metodologia													
2.1. Test de la metodologia													
2.2. Contrast de resultats inicials													
2.3. Definició de la metodologia													
3. Explotació conjugada (SGIT, Big Data)													
3.1. Aplicació metodologia d'explotació													
3.2. Anàlisi general de resultats													
3.3. Interpretació de resultats													
4. Anàlisi de les mobilitats													
4.1. Anàlisi a diferents escales temporals													
4.2. Anàlisi a diferents escales territorials													
5. Estudi d'implicacions per la planificació i gestió pública de la mobilitat													
6. Redacció de l'informe final													
6.1. Cartografia, estadística i infografia													
6.2. Redacció de l'informe													

Font: Elaboració pròpia

El seguiment del projecte s'ha realitzat a partir de reunions periòdiques de l'equip de treball. S'ha realitzat dos tipus de reunió de seguiment: (1) les habituals en el marc del grup de recerca GRATET (regulars i només amb els membres de la URV) i (2) les específiques pel seguiment del projecte i que impliquen la participació de les tres entitats (URV, ATM Camp de Tarragona i ATM àrea de Lleida). En total, s'han fet quatre reunions de seguiment específiques durant el decurs del projecte.

La part de l'equip format pels investigadors del GRATET de la URV ha realitzat el seguiment del dia a dia de les tasques del projecte. Aquest equip realitza reunions de caràcter quinzenal per fer el seguiment dels diferents projectes en curs, entre aquests projectes es troba el finançat en aquesta convocatòria. Les qüestions més tècniques relacionades amb el tractament de les dades s'abordaven en aquestes reunions. A més a més, amb una periodicitat aproximada d'uns 3-4 mesos, s'han fixat reunions de treball amb les ATM on les diferents parts implicades s'informaven de l'avanç del projecte, i es debatien les properes activitats a realitzar.

Com s'ha comentat en els apartats anteriors, el projecte preveia l'explotació de tres fonts de dades: les dades dels registres de viatgers de transport públic generades per la gestió de la integració tarifària, les dades generades a partir de les traces digitals amb telefonia mòbil i les enquestes de mobilitat. Finalment, degut a la manca de disponibilitat de les enquestes, el projecte s'ha centrat en les dues primeres fonts. De fet, eren les més innovadores i les que justificaven centrar el projecte en el tractament del Big Data. Malgrat això, cal apuntar aquest desviament respecte el plantejament inicial.

5. Resultats

La presentació dels resultats del treball s'estructura a partir dels tres estudis desenvolupats: un (Estudi 1) amb el Big Data derivat amb les traces digitals generades amb la telefonia mòbil i dos (Estudi 2 i Estudi 3) vinculats amb l'explotació del Big Data derivat de la integració tarifària (targetes intel·ligents de transport).

5.1. Estudi 1: Anàlisi dels efectes de l'estacionalitat sobre la mobilitat a l'àmbit central del Camp de Tarragona a partir del Big Data generat per traces digitals dels usuaris de telefonia mòbil

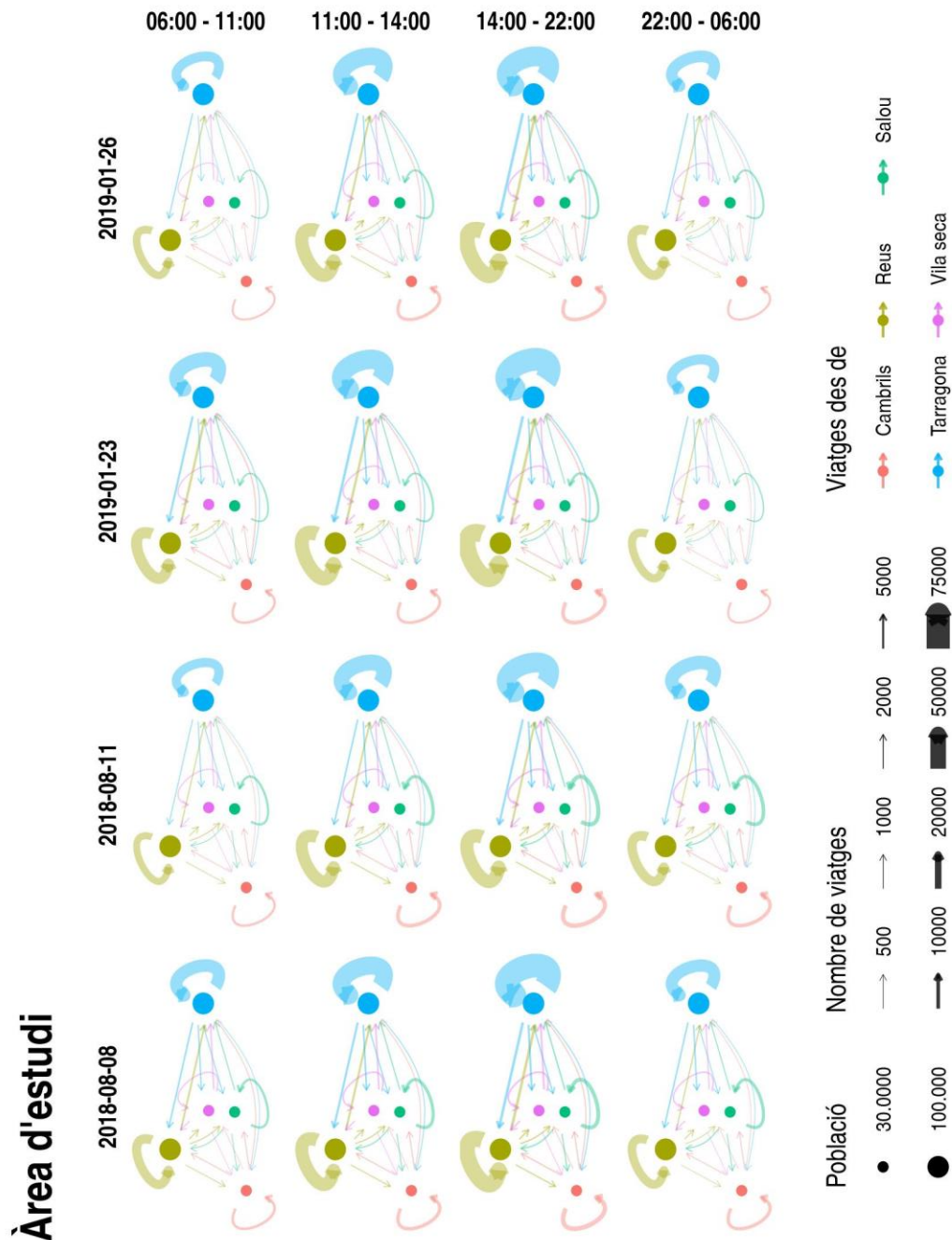
Les dades descrites en l'apartat 3.1 han sigut elaborades i agregades per a crear un graf acíclic dirigit (**Figures 6, 7, 8 i 9**). A partir d'aquest graf es poden elaborar visualitzacions on mostrar el màxim d'informació possible d'una ullada. S'han elaborat una sèrie de panells de subgrafs, comparables entre sí. En cada panell es representen els desplaçaments dels usuaris de telefonia mòbil segons el seu lloc d'origen (locals, resta de Tarragona, resta d'Espanya i estrangers). Dins de cada panell s'han distribuït els subgrafs per data (4 columnes) i franja horària (4 files). El gruix de cada eix representa el nombre de viatgers i les fletxes indiquen el sentit del desplaçament. Per altra banda, també es mostra la mobilitat intraurbana amb *auto-bucles*—que son eixos que comencen i acaben al mateix node o municipi. Finalment, el color indica el municipi on s'originen els desplaçaments. A més a més, tots aquests grafs estan representats geogràficament, de manera que els nodes mostren coordenades geogràfiques i les distàncies reals entre els municipis.

Una vegada representades, aquestes dades permeten tenir una idea bastant detallada de com es dona la mobilitat dels diferents perfils definits anteriorment. Lògicament, la mobilitat intraurbana predomina sobre la interurbana, durant tots els moments de l'any i franges horàries. El màxim de desplaçaments interns dels residents a la zona d'estudi es va produir el 8 d'agost quan 75.304 habitants es mogueren durant la tarda (14:00–22:00) dins la ciutat de Tarragona. Globalment, la mobilitat en el dia representatiu de la temporada alta va ser un 34% superior a la del dia escollit per a la temporada baixa (23 de gener de 2019). Tanmateix, l'augment de la mobilitat entre els dos dies és particularment intens en algunes relacions, mentre que altres fluxos es mantenen a nivells similars o fins i tot es redueixen a causa de la reducció de la mobilitat per raons de feina o d'estudis. També es pot observar que a nivell general, la mobilitat de tots els perfils analitzats augmenta progressivament al llarg del dia i disminueix sensiblement al final del dia.

Més concretament, els ja coneguts patrons de mobilitat associats al turisme també són evidents amb aquestes dades, ja que es pot veure la diferència de les mobilitats entre estiu i hivern, especialment en la figura on es representen les mobilitats dels usuaris de telefonia residents a l'estranger (**Figura 9**). Es pot observar que en estiu la mobilitat d'estrangers a Cambrils o Salou pot triplicar o quadruplicar el volum de desplaçaments en ciutats més grans com Tarragona o Reus. Aquests patrons no es comporten de la mateixa manera pel que respecta als residents en altres parts de Tarragona o Espanya. Visualment es pot aproximar que la distància al lloc d'origen és inversament proporcional als volums de desplaçaments de cada grup d'usuaris de telefonia, així com a la intensificació dels patrons a l'estiu (aquesta és major entre turistes i residents fora de la província de Tarragona).

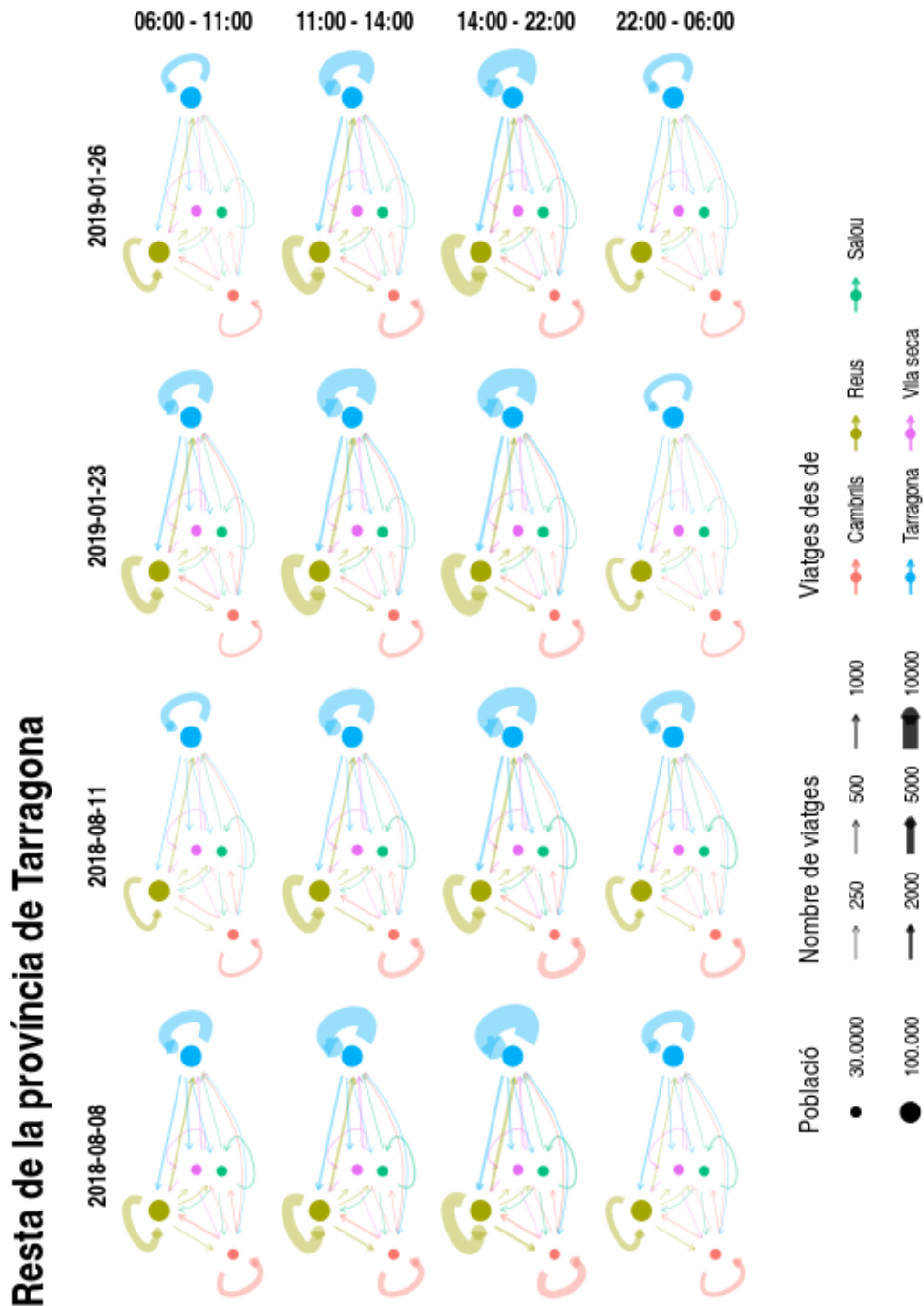
Tot i que aquestes dades permeten confirmar amb un nivell de detall important els patrons de mobilitat ja coneguts anteriorment, cal dir que la resolució temporal i espacial permeten conèixer detalls que amb altres fonts de dades no serien gens fàcils de comprovar. Per exemple, resulta interessant comprovar el baix recompte de desplaçaments interurbans d'estrangers durant els matins dels dies d'hivern, fins que hi ha combinacions d'origen-destí que no es produeixen (per exemple, Cambrils-Reus o Reus-Vilaseca). Aquest tipus de patrons poden ser d'interès per a la planificació del transport urbà, pel que caldria treballar amb dades de més dies per comprovar la seva importància.

Figura 6. Visualització dels desplaçaments dels residents a l'Àrea d'estudi.



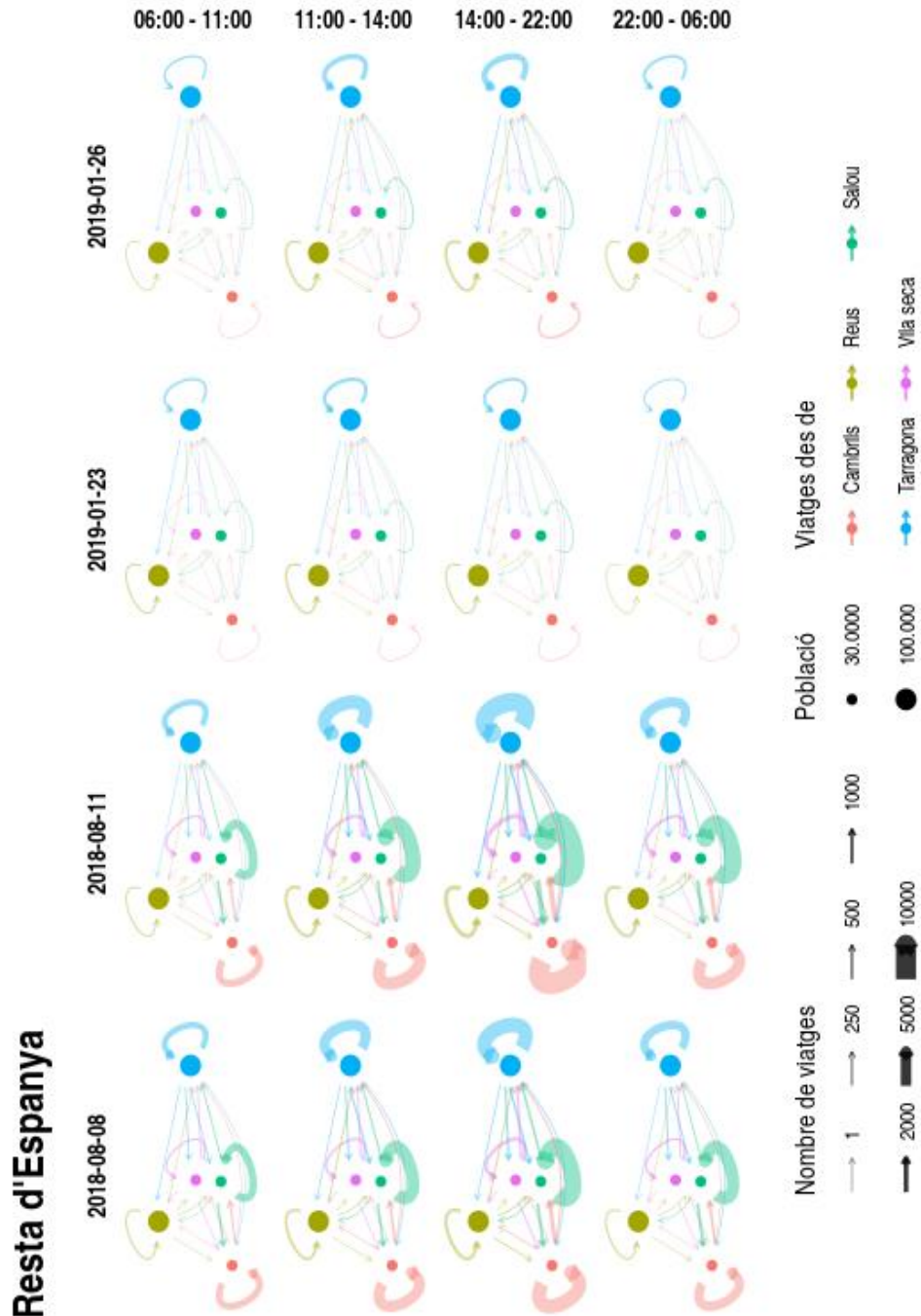
Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per Kineo: Nommon Solutions and Technologies S.L

Figura 7. Visualització dels desplaçaments dels residents a la resta de la província de Tarragona (excloent els residents a l'àrea d'estudi).



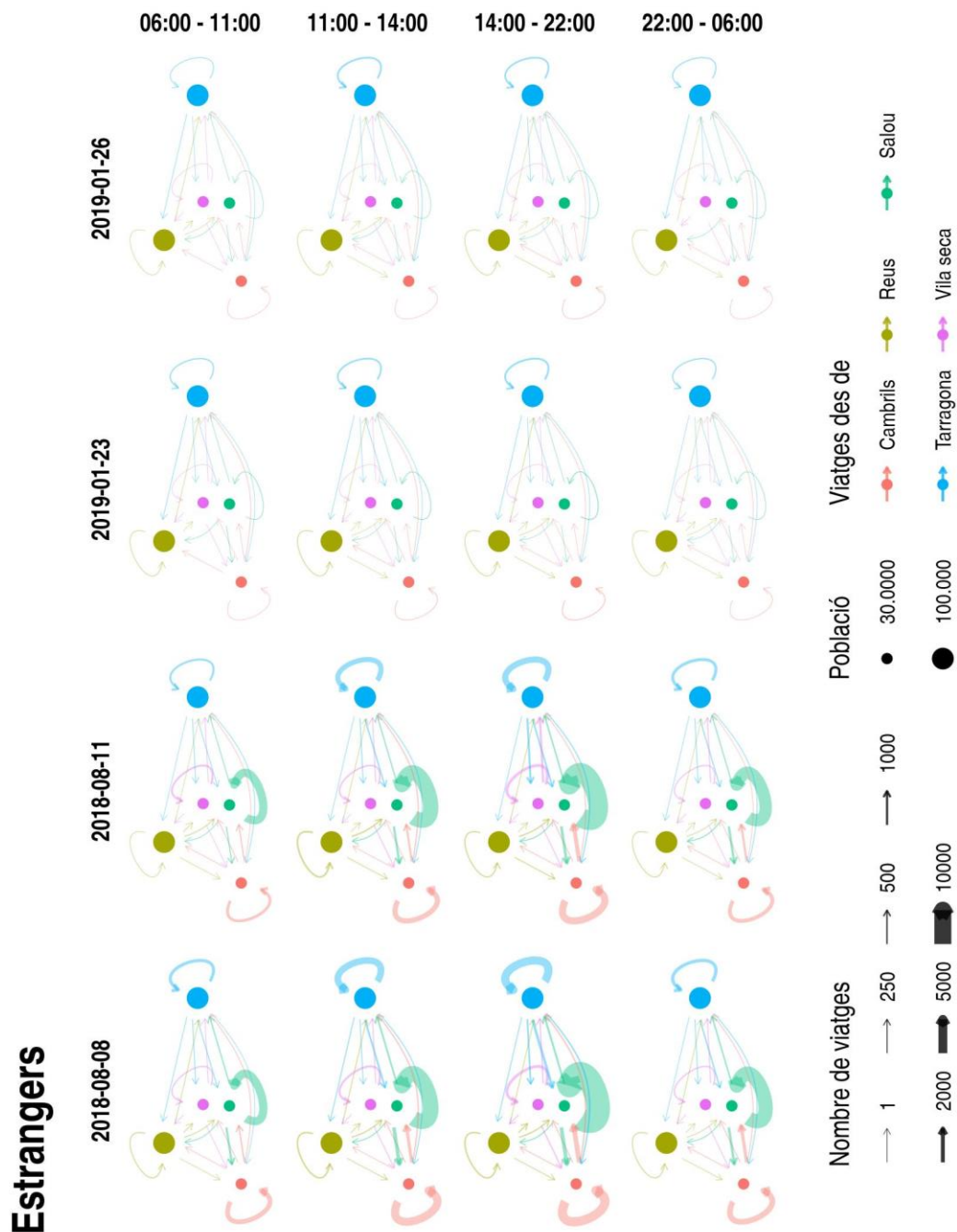
Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per Kineo: Nommon Solutions and Technologies S.L

Figura 8. Visualització dels desplaçaments dels residents a la resta d'Espanya (excloent els residents a la província de Tarragona).



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per Kineo: Nommon Solutions and Technologies S.L

Figura 9. Visualització dels desplaçaments dels residents a l'estranger.



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per Kineo: Nommon Solutions and Technologies S.L

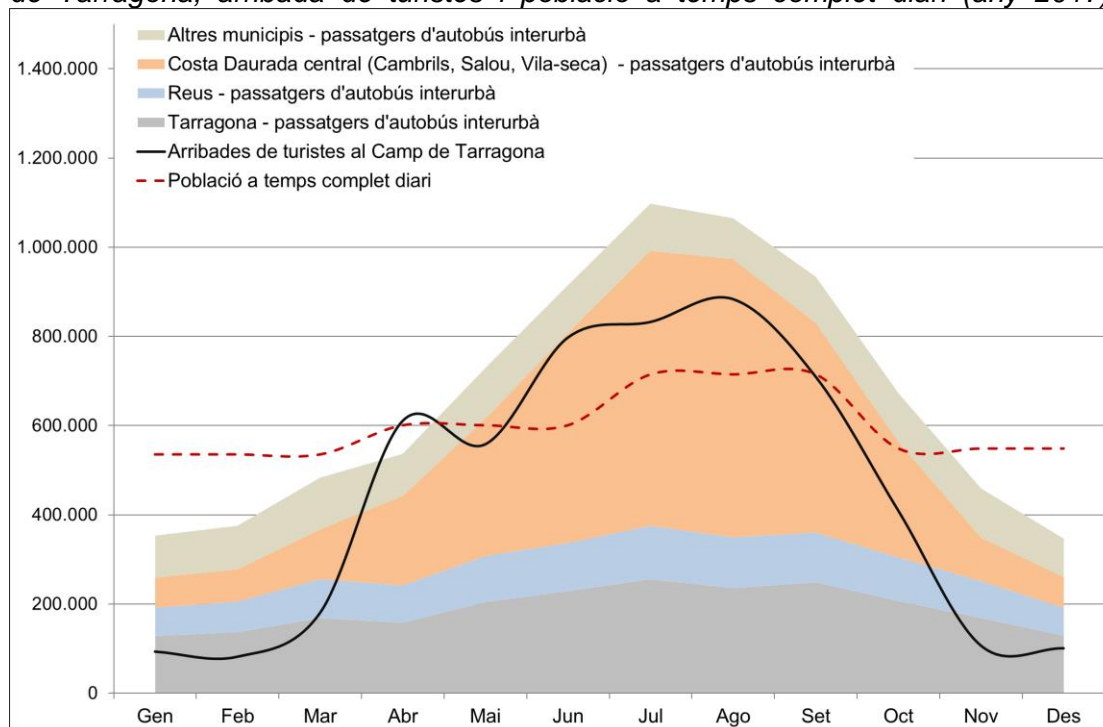
5.2. Estudi 2: Caracterització de la mobilitat en transport públic al Camp de Tarragona a partir del Big Data generat a partir de les targetes de transport (ATM Camp de Tarragona)

Les mobilitats que es desenvolupen a les regions turístiques costaneres no són regulars ni en el temps ni en l'espai, ja que l'arribada de turistes segueix un patró clarament estacional. Aquestes alteracions afecten directament un agent clau del sector de la mobilitat, com el transport públic.

En aquest apartat es mostren els resultats obtinguts després d'haver explotat i donat sentit a les dades enregistrades per les targetes de viatge de l'Autoritat del Territorial i la Mobilitat del Camp de Tarragona. Les gràfiques i els mapes que es presenten a continuació constitueixen un primer intent per avaluar l'impacte de l'estacionalitat de les activitats turístiques en la demanda de transport públic a les regions turístiques costaneres. A més, permeten detallar grans fluctuacions espaciotemporals en l'ús del transport públic entre els períodes d'hivern i l'estiu, i també diferències significatives en les franges horàries diàries entre ambdós períodes.

Així, l'ús del transport públic interurbà als municipis costaners del Camp de Tarragona, a les ciutats de Tarragona i Reus, i a la resta del Camp de Tarragona presenta diferències destacables, que a més es profunditzen ostensiblement amb l'arribada massiva de visitants a les poblacions costaneres durant el mes d'agost. El 2017 es van comptabilitzar un total de 8.002.352 passatgers d'autobús interurbà al Camp de Tarragona. Com es mostra a la **Figura 10**, l'ús del transport públic per a viatges interurbans en autobús és clarament irregular durant l'any. La demanda interurbana d'autobús acostuma a concentrar-se a la temporada d'estiu, quan l'arribada de turistes és més destacada i la població diària estacional augmenta considerablement.

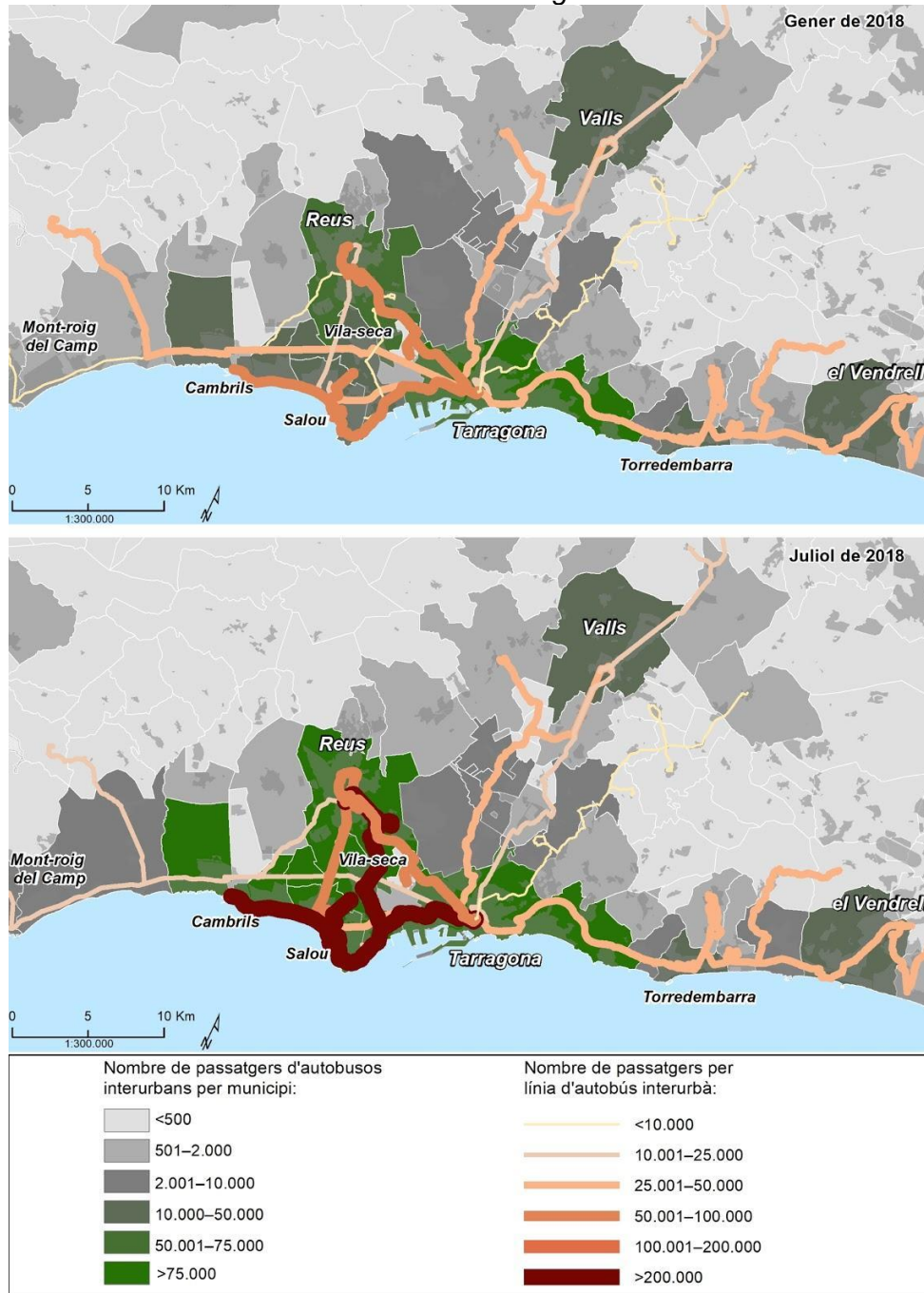
Figura 10. Distribució mensual del nombre de passatgers d'autobús interurbà al Camp de Tarragona, arribada de turistes i població a temps complet diari (any 2017).



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona, l'Institut Català d'Estadística (idescat) i l'Observatori del Turisme de Catalunya.

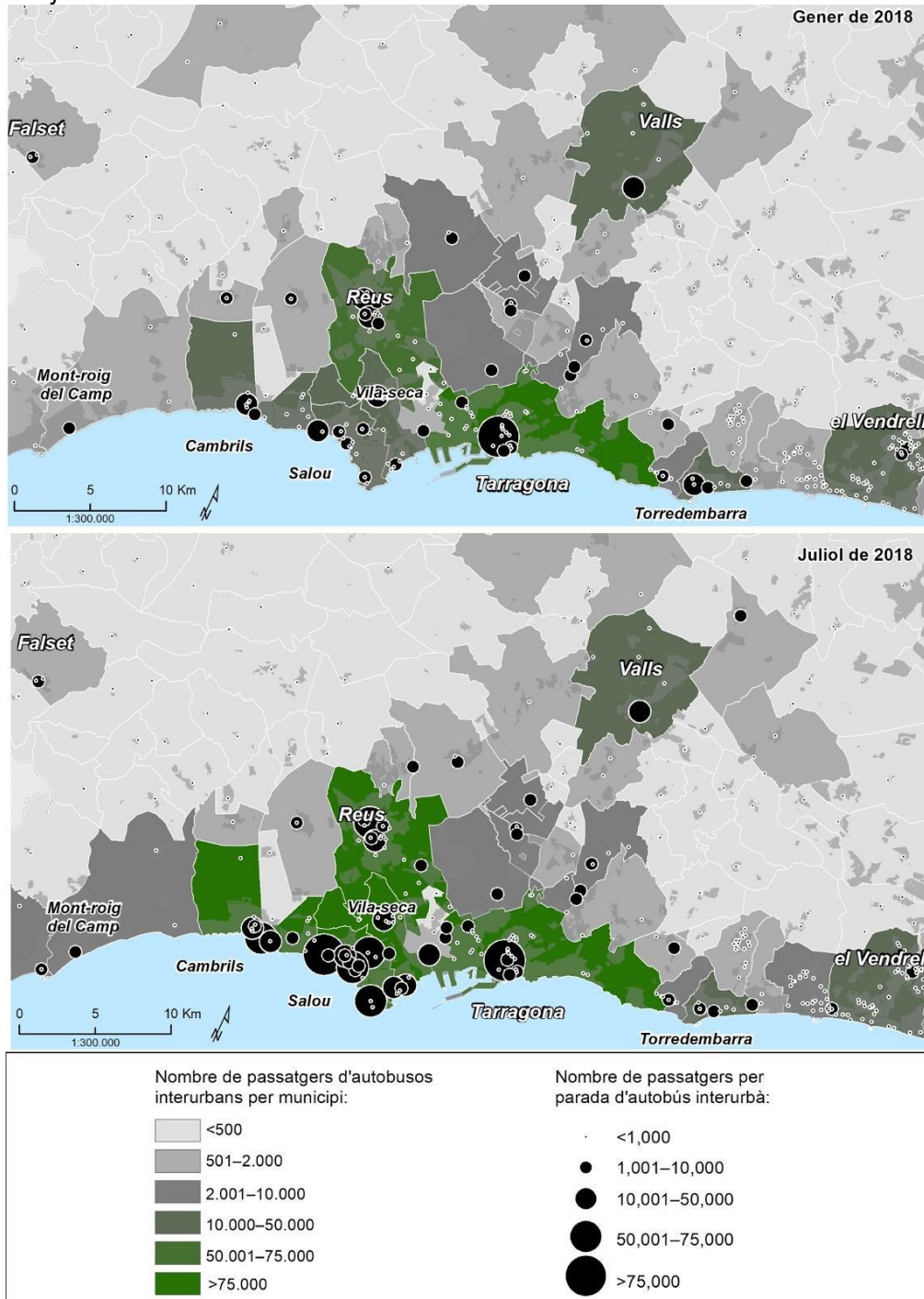
Si es compara el nombre de pujades per parada (**Figura 11**) i línia d'autobusos (**Figura 12**) dels mesos de gener i juliol de 2018 es posa de manifest fins a quin punt augmenta la demanda de transport públic a les parades d'autobús situades a la zona central de la Costa Daurada. En contraposició, a les zones interiors roman força estable. Anàlogament, aquest creixement asimètric de la demanda entre la costa i l'interior es repeteix quan el focus es trasllada a les línies d'autobús.

Figura 11. Nombre de passatgers en els mesos de gener i juliol de 2018 que utilitzen les dotze línies d'autobús interurbà més concorregudes.



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

Figura 12. Nombre de passatgers per parada d'autobús interurbà en els mesos de gener i juliol de 2018.

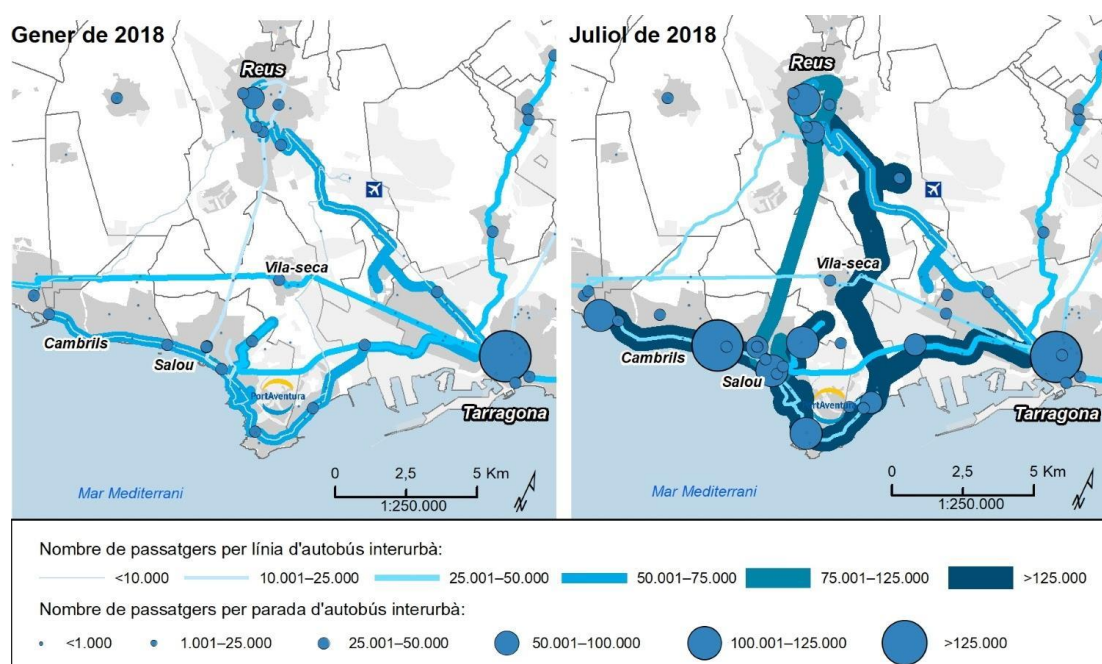


Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona

La **Figura 13** compara el nombre de passatgers els mesos de gener i juliol de 2018 utilitzant les dotze línies d'autobús interurbà més concorregudes i les parades de l'àmbit central de la Costa Daurada. És evident que l'aglomeració d'activitat i població

al voltant de la zona costanera central determina la demanda de serveis d'autobús. Alberich (2008) ja ha identificat la preponderància de la mobilitat dins de la zona urbana principal, tot i que la seva tasca es limitava a la mobilitat dels residents i, com a conseqüència, havia deixat de banda els viatges turístics. El resultat més destacat obtingut de la **Figura 13** és l'evidència de l'impacte de l'estacionalitat en determinats serveis d'autobús. Són clares les diferències entre els patrons d'estiu i hivern per als serveis d'autobús que connecten les destinacions turístiques de la zona costanera central, així com per a les línies d'autobusos que connecten aquestes mateixes poblacions costaneres amb Tarragona i Reus.

Figura 13. Comparativa del nombre de passatgers d'autobús interurbà per línia (12 més concorregudes) i parada en els mesos de gener i juliol de 2018.



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

Les cinc línies principals que operen a la zona costanera central van registrar un 20% del total de viatges realitzats al mes de gener de 2018, enfront del 70% del mes de juliol. La línia *Tarragona-Salou-Cambrils*, que va ser el servei d'autobús amb més demanda el 2018: va tenir 378.089 passatgers durant el juliol, però només 57.423 al gener.

La segona línia més popular va ser *Cambrils-Reus*, per la qual el nombre de passatgers va passar de 51.10 a la temporada baixa a 250.680 a la temporada alta. A la línia *Reus-Salou*, el nombre de passatgers va passar de 18.051 a la temporada baixa a 78.299 a la temporada alta. El nombre de passatgers que van utilitzar el servei nocturn *La Pineda-Salou-Cambrils* va augmentar de només 159 al gener a 24.709 de juliol.

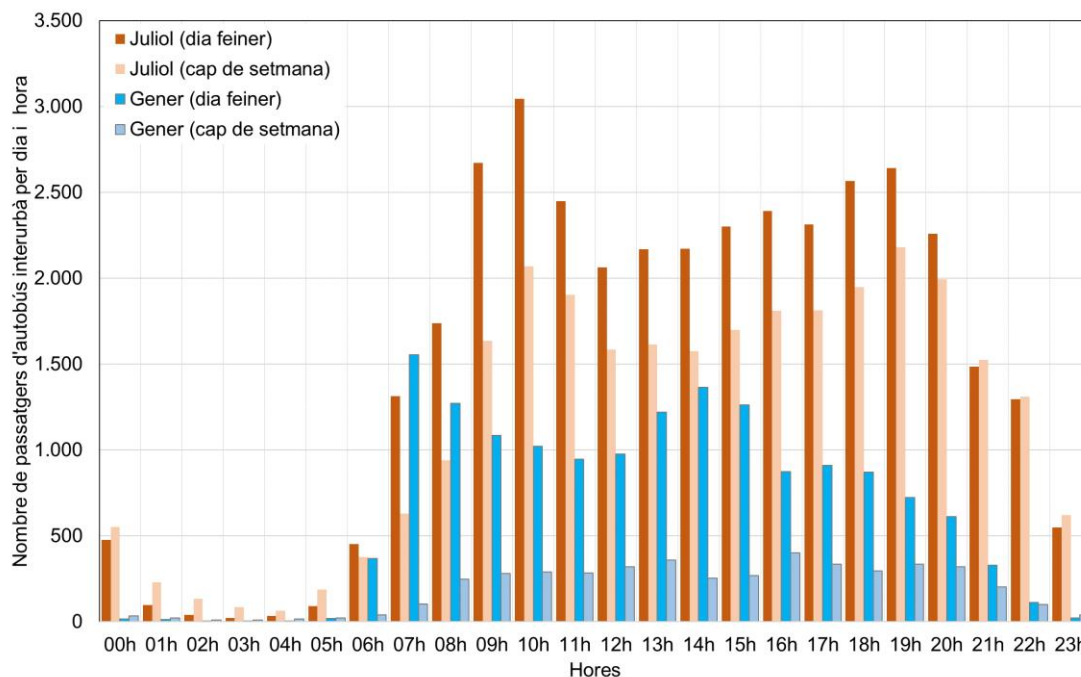
Pel que fa a les parades, al gener només n'hi havia tres amb més de 20.000 usuaris: l'estació d'autobusos de Tarragona i les dues parades d'autobús principals de Reus.

En canvi, al juliol, el número de parades amb més de 20.000 usuaris va ascendir a onze. Set d'aquestes onze parades d'autobús pertanyien als municipis de Cambrils, Salou i Vila-seca.

La variació percentual total entre gener i juliol de tot el Camp de Tarragona va ser del 171%. El creixement de la demanda de transport públic interurbà es va concentrar principalment en les parades d'autobús situades a les tres ciutats costaneres centrals. De fet, la contribució dels municipis de Cambrils, Salou i Vila-seca al creixement total dels usuaris va ser del 75,2%. No obstant això, l'impacte del turisme també es va produir des de Tarragona i Reus, dues ciutats també visitades per turistes que utilitzen transport públic i amb una connexió de la població resident amb les destinacions costaneres tant per a motius laborals com de lleure no menys destacable. Si s'hi afegeixen les aportacions de Tarragona i Reus, que van representar el 23,5%, el creixement de l'ús relacionat amb els municipis restants va ser de només l'1,3%.

La demanda de transport públic interurbà no només varia entre estacions de l'any, sinó també al llarg de les hores del dia per als dos períodes (**Figura 14**). Al mes de gener tots els territoris presenten una punta acusada de demanda a primera hora del matí. Al juliol, els pics de demanda s'endarrereixen. Els càlculs de densitat de Kernel han permès obtenir mapes 3D del nombre de passatgers als mesos de gener i juliol de 2018 per franges horàries. Els valors estan representats en una malla conformada per cel·les de 100 metres de costat (**Figura 15 i 16**). Aquestes representacions apunten els reptes per al subministrament de modes de transport sostenibles, ja que es produeixen fluctuacions significatives en l'espai i el temps.

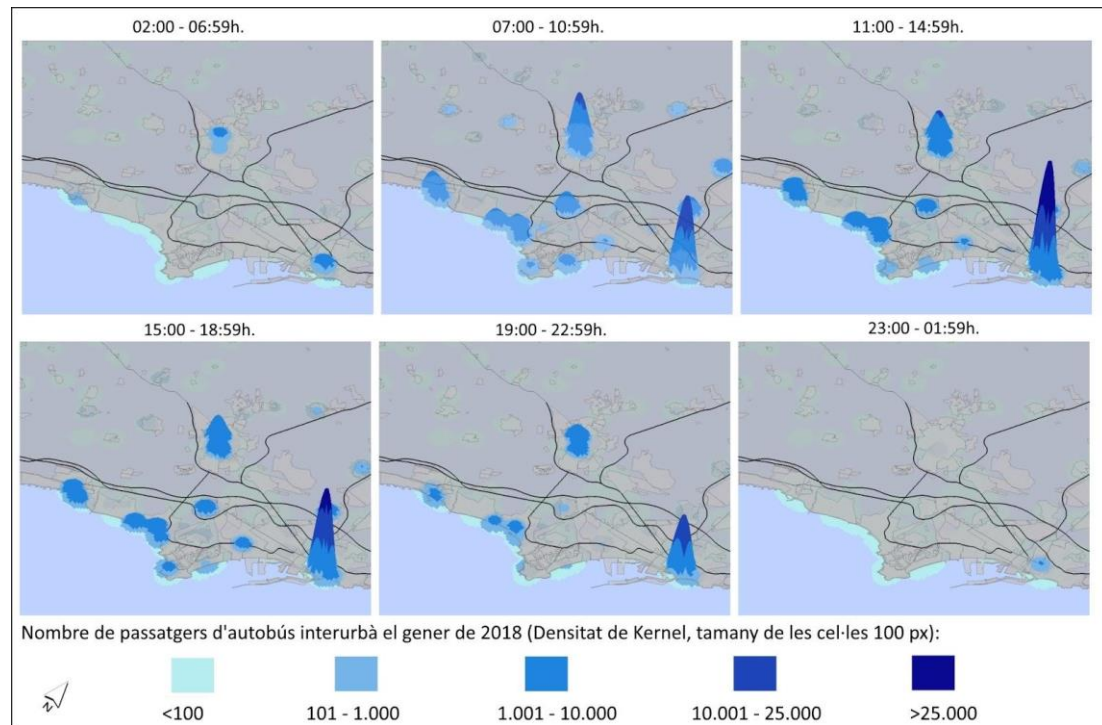
Figura 14. Comparativa de la distribució horària del nombre de passatgers diaris d'autobús interurbà entre juliol i gener al Camp de Tarragona (any 2018).



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

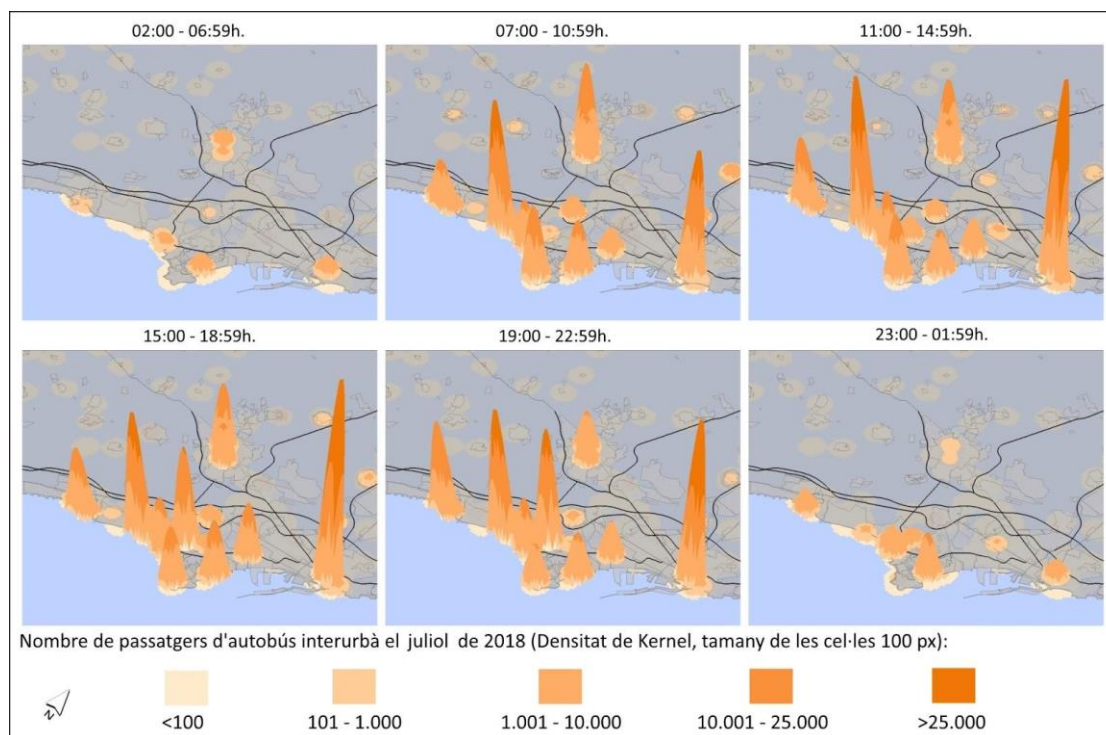
D'una banda, la **Figura 15**, que representa el nombre de passatgers al mes de gener, revela que a l'hivern hi ha una associació clara entre la demanda de transport públic interurbà i les jerarquies urbanes, sent les ciutats més poblades les que generen un nombre més elevat de viatges. D'altra banda, els mapes de juliol (**Figura 16**) mostren com es modifiquen les jerarquies urbanes com a conseqüència de la influència del turisme en els mercats laborals, residencials i recreatius (Gutiérrez i Miravet, 2016a).

Figura 15. Nombre de passatgers d'autobús interurbà per franges horàries a l'àmbit central de la Costa Daurada (gener de 2018).



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

Figura 16. Nombre de passatgers d'autobús interurbà per franges horàries a l'àmbit central de la Costa Daurada (juliol de 2018).



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

5.3. Estudi 3: Anàlisi del perfil de viatgers amb transport públic (cas d'estudi de l'ús de les T-10 a l'estiu)

Després del pas de preparació de dades (vegeu **secció 3.3** de la memòria), vam obtenir una base de dades conformada per 4 variables d'activitat i 4 descriptors espacials per cadascuna de les 34.641 targetes T-10 seleccionades (**Taula 2**). Per tal de seleccionar el millor model, vam realitzar una sèrie de LPA. Es va escollir el millor model i número d'agrupaments (perfils) mitjançant l'exploració de les estadístiques. D'aquesta manera, en aquest apartat es presenten els diferents perfils obtinguts i la seva estructura. Primer, es presenten els resultats dels perfils per a les variables d'activitat temporal i els de les variables d'activitat espacial. A continuació, es descriuen les relacions entre els perfils d'activitat i els perfils espacials.

5.3.1. Agrupació de targetes a partir de variables d'activitat

L'anàlisi LPA basat en variables d'activitat es va realitzar per a 4 models diferents i fins a 10 perfils. La **Taula 3** presenta els valors dels diferents models i el nombre de targetes per a cada perfil. Una anàlisi jeràrquica, basada en criteris d'informació estadístics, suggereix que la millor solució és el Model 1 amb 7 classes (Akogul i Erisoglu, 2017). Totes les solucions van retornar un BLTR (Bootstrap Likelihood Ratio Test: prova de raó de versemblança) significatiu, que indica que les solucions

preferides són les dels models amb un major nombre de perfils. La solució de 7 perfils tenia el BIC més baix, però vam triar una solució de 5 perfils ja que aquest model proporcionava la distribució més significativa dels grups, evitant grups amb menys de l'1% del total de targetes.

Les probabilitats mitjanes del model de cinc perfils són altes, oscil·lant entre 0,88 i 0,99. Això indica que els individus es classifiquen amb exactitud en els seus respectius perfils. A més, hi ha una diferència significativa en termes d'entropia entre els models de 5 i 6 perfils, sent més favorable la del primer model.

Taula 3. Comparació de models amb diferent nombre de perfils segons les variables d'activitat

n. perfils	AIC	BIC	Prob.		Entropia	n. targetes per perfil							
			min	max		1	2	3	4	5	6	7	
2	819.426,36	819.536,25	0,98	1,00	0,99	32.252	2.389						
3	809.434,36	809.586,51	0,93	1,00	0,99	379	2.384	31.878					
4	793.562,75	793.757,17	0,85	0,99	0,96	364	2.918	29.387	1.972				
5	775.788,47	776.025,15	0,88	0,99	0,95	1.785	27.752	4.307	372	425			
6	771.937,57	772.216,51	0,61	0,98	0,90	4.089	2740	221	423	1.773	25.395		
7	761.351,97	761.673,17	0,62	0,98	0,91	368	3.857	901	2.806	24.806	1.682	221	

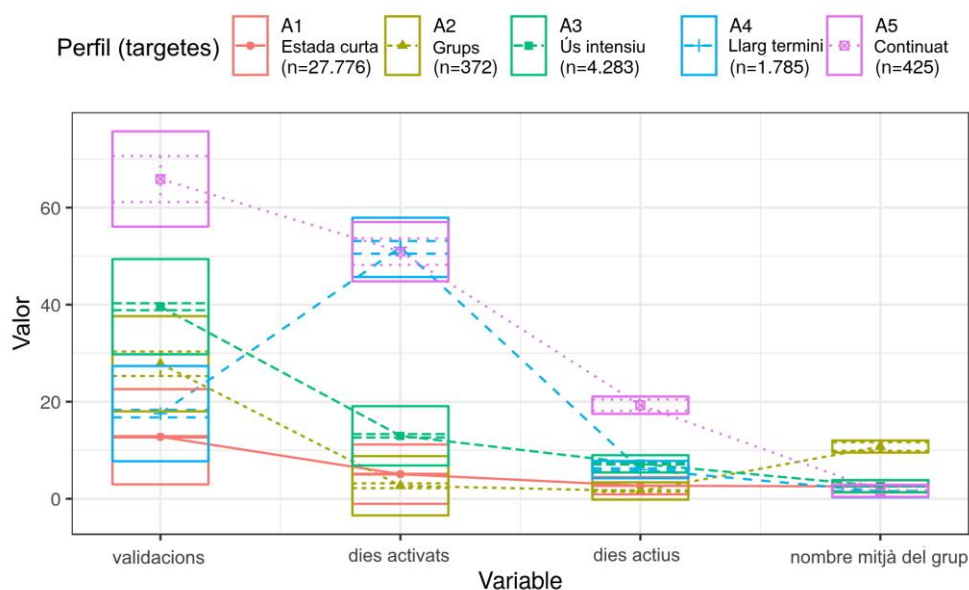
AIC: criteri d'informació d'Akaike ; BIC: criteri d'Informació Bayesià; BLRT: prova de la raó de versemblança amb $p < 0.01$

Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

La **Figura 17** mostra els valors obtinguts per a les variables d'activitat de cadascun dels cinc perfils. Els detalls dels perfils obtinguts es mostren a la **Taula 4**. El perfil A1 (estada curta; $n = 27.776$) es va distingir clarament. Aquest perfil concentra el 80,6% de totes les targetes T-10. Així, es podria interpretar com el més comú entre els turistes. Aquest perfil es caracteritza per valors inferiors a la mitjana de les quatre variables d'activitat. Inclou targetes baixes actives que concentren les seves validacions en un període curt i s'utilitzen per viatjar sols o en grups reduïts. En segon lloc, el perfil A2 (Grups; $n = 372$) era notable pel seu valor molt elevat en el nombre mitjà del grup i pels seus valors moderats o baixos en la resta de variables. Aquest grup està format per excursionistes que viatgen en grup mitjançant una sola o diverses targetes. El perfil A3 (ús intensiu; $n = 4.283$) va presentar principalment valors elevats en el nombre de validacions, però distribuïts en un nombre moderat de dies. Sembla que aquest perfil inclou els turistes que realitzen una estada més llarga que el primer grup i que viatgen més durant aquesta estada. El perfil A4 (a llarg termini; $n = 1.785$) inclou les puntuacions més altes en la vida útil de la targeta (dies actius) i valors alts relatius en dies actius, però el nombre inferior de validacions. Implica que s'utilitza per a individus que van passar llargues o múltiples estades a la destinació. Podria ser el cas de les persones propietàries d'una segona residència a la zona. Finalment, les targetes del perfil A5 (Continuat; $n = 425$) es van caracteritzar principalment pels valors més alts en nombre de validacions i dies actius, alts valors de vida de la targeta i mida

petita de grups. Aquest perfil podria concentrar els treballadors estacionals que, per qualsevol motiu, van decidir utilitzar la tarifa T-10 en lloc d'altres més convenientes per ells (T-MES, T-10/30, T-50/30; vegeu **annex de la memòria** per més informació relacionada amb els títols de transport).

Figura 17. Gràfica dels estadístics descriptius dels perfils obtinguts a través de LPA amb les variables d'activitat



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

Taula 4. Estadístics descriptius dels perfils obtinguts a través de LPA amb les variables d'activitat

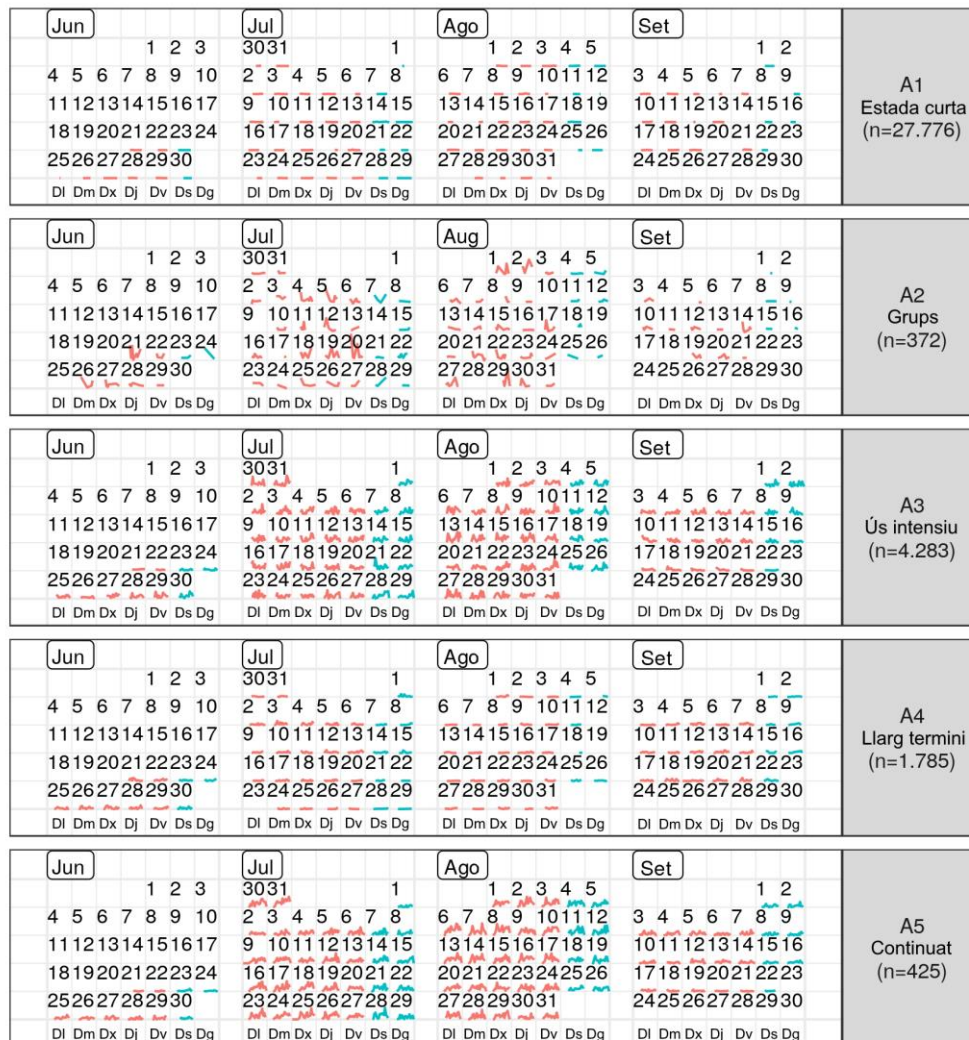
Perfils						
	A1 Estada curta (n=27.776)	A2 Grups (n=372)	A3 Ús intensiu (n=4.283)	A4 Llarg termini (n=1.785)	A5 Continuat (n=425)	Total (n=34.641)
validacions						
Mitjana (σ)	12,8 (7,40)	27,6 (18,4)	40,5 (14,9)	17,6 (11,5)	66,2 (31,3)	17,3 (14,4)
Mediana [Min, Max]	10,0 [1,00, 45,0]	20,0 [8,00, 146]	39,0 [9,00, 150]	15,0 [2,00, 82,0]	61,0 [19,0, 288]	11,0 [1,00, 288]
dies activats						
Mitjana (σ)	5,09 (4,50)	2,64 (4,42)	13,2 (6,75)	51,8 (14,8)	50,8 (17,3)	9,03 (13,0)
Mediana [Min, Max]	4,00 [1,00, 33,0]	1,00 [1,00, 43,0]	11,0 [3,00, 42,0]	49,0 [29,0, 93,0]	49,0 [14,0, 92,0]	5,00 [1,00, 93,0]
dies actius						
Mitjana (σ)	2,70 (1,36)	1,57 (0,942)	7,35 (2,14)	6,03 (3,05)	19,4 (6,81)	3,64 (2,98)

Mediana [Min, Max]	3,00 [1,00, 9,00]	1,00 [1,00, 5,00]	7,00 [3,00, 18,0]	5,00 [2,00, 15,0]	18,0 [11,0, 51,0]	3,00 [1,00, 51,0]
nombre mitjà del grup						
Mitjana (σ)	2,54 (1,19)	10,9 (4,47)	2,62 (1,19)	1,55 (0,785)	1,64 (0,762)	2,58 (1,54)
Mediana [Min, Max]	2,00 [1,00, 7,00]	10,0 [7,00, 30,0]	2,00 [1,00, 10,0]	1,00 [1,00, 8,00]	1,00 [1,00, 4,00]	2,00 [1,00, 30,0]

Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

Podem estudiar aquests perfils i fer comparables els seus patrons d'activitat extraient les targetes més representatives de cada perfil. Això es pot aconseguir filtrant un nombre de targetes segons la probabilitat que hagin estat classificades al seu perfil. Representar aquests patrons en una visualització basada en un calendari pot ajudar a entendre millor els patrons d'activitat de cada perfil. La **Figura 18** mostra un conjunt de calendaris que compara els patrons d'activitat de les 100 targetes més representatives de cada perfil. Aquesta visualització mostra el patró d'activitat més baix del perfil A1 (estades curtes), un patró altament irregular del perfil A2 (Grups) i diferents nivells d'intensitat relacionats amb la resta de perfils (A3, A4 i A5).

Figura 18. Distribució temporal de validacions realitzades per cinc-centes targetes representatives.

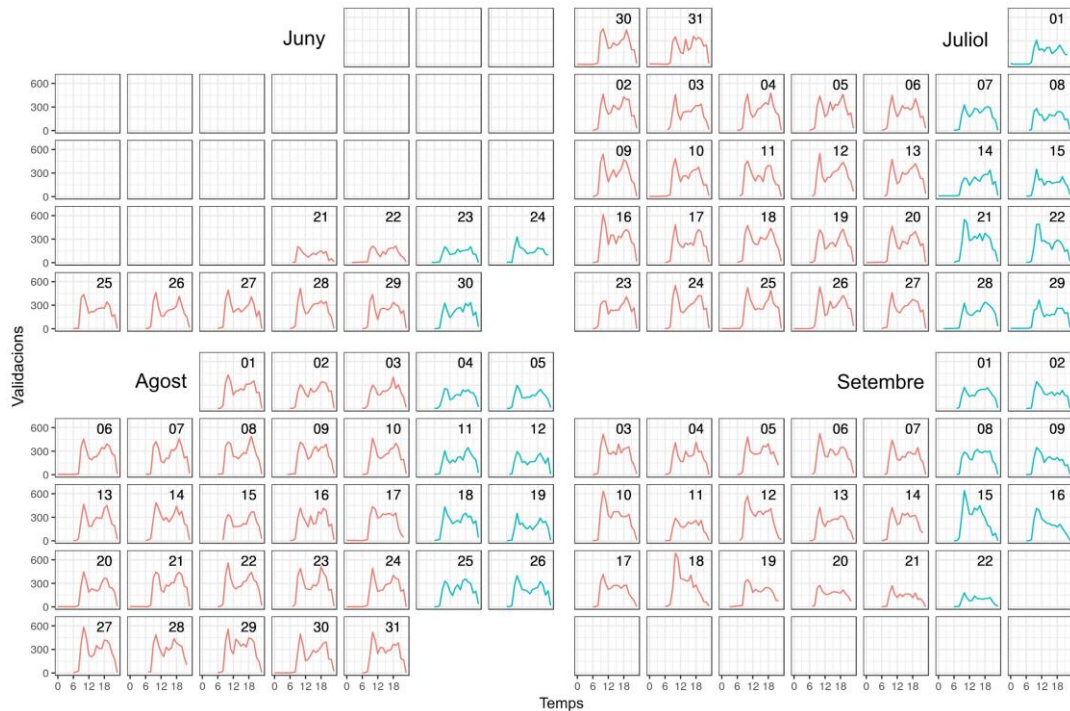


Nota: cent targetes de cada perfil d'activitats, que es van classificar amb una probabilitat superior a 0,9 als seus perfils.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

En una visualització amb calendaris de major detall (**Figura 19**) posem especial atenció en el perfil A1 que inclou 27.776 targetes intel·ligents (80,6%) i 355.749 validacions (59,4%). Aquest perfil (A1; Estada de curta durada) representa el cas d'ús prototípic de la tarifa T-10. Podem veure un patró regular amb dos màxims diaris d'activitat –un al matí i un altre al vespre–, típicament relacionat amb un patró de mobilitat pendular. Es pot veure que hi ha un augment progressiu d'activitat al principi de la temporada i disminució de l'activitat al començament i al final de la temporada, respectivament. Finalment, podem distingir un patró d'activitat diferent durant els caps de setmana i festius (és a dir, el 15 d'agost o l'11 de setembre).

Figura 19. Distribució horària de les validacions realitzades per totes les targetes del perfil A-1



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

5.3.2. Agrupació de perfils a partir de variables espacials

En aquesta subsecció es presenta el nostre enfocament per descobrir grups de targetes que presenten patrons similars des d'un punt de vista purament espacial. També es va utilitzar LPA per crear perfils basats en variables espacials. La **Taula 5** presenta els valors dels diferents models i el nombre de targetes per a cada perfil. Segons l'anàlisi de diversos índexs d'ajustament (Akogul & Erisoglu, 2017), la solució de sis perfils va ser la més adequada. En aquest cas, no es poden calcular models amb més de sis perfils. De nou totes les solucions van retornar un BLRT significatiu. La solució de 6 perfils tenia el BIC més baix, però vam escollir la solució de 4 perfils ja que aquest model proporcionava perfils més significatius. Les probabilitats posteriors mitjanes dels quatre perfils van ser elevades, oscil·lant entre 0,92 i 0,96, cosa que suggereix una millor classificació que en les solucions de cinc i sis perfils. A més, la solució de quatre perfils mostra el valor més alt en termes d'entropia.

Taula 5. Comparació de models amb diferent nombre de perfils segons les variables espacials

n. per perfil	AIC	BIC	Prob.		Entropia	n. de targetes per perfil					
			min.	max.		1	2	3	4	5	6
2	745.241,88	745.351,76	0,96	0,97	0,88	14.267	20.374				
3	735.277,63	735.429,78	0,91	0,96	0,86	14.101	7.782	12.758			
4	717.908,56	718.102,98	0,92	0,96	0,89	5.082	11.321	10.570	7.668		
5	714.856,74	715.093,42	0,70	0,95	0,86	4.958	5.988	10.849	3.743	9.103	
6	709.979,29	710.258,23	0,64	0,95	0,84	4.962	11.062	7.722	5.305	1.569	4.021

AIC: criteri d'informació d'Akaike ; BIC: criteri d'Informació Bayesià; BLRT: prova de la raó de versemblança amb $p < 0.01$

Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

Els patrons espacials de les targetes són clars, tal com s'observa a la **Figura 20** i la **Taula 6**: hi ha una concentració de validacions als municipis costaners (72,1%) i en algunes parades (88% de les validacions a les tres primeres parades de cada targeta). No obstant això, també hi ha diferències entre els quatre perfils espacials.

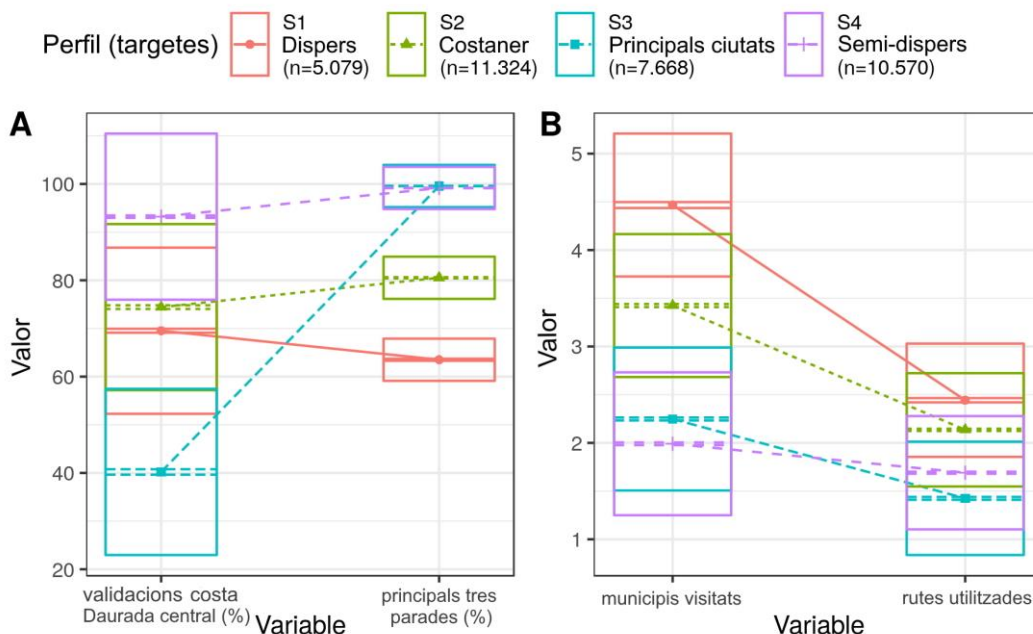
El perfil S1 (*dispers*; $n = 5.082$) es caracteritza per targetes amb un nombre més gran de municipis visitats i rutes utilitzades i pel menor percentatge de validacions concentrades en les tres parades més utilitzades. Això vol dir que aquest perfil d'activitat és el més dispers a la zona d'estudi.

Les targetes del perfil S2 (*costaner*; $n = 10.570$) mostren generalment un patró espacial concentrat al voltant dels municipis més turístics del litoral (Cambrils, Salou i Vila-seca concentren el 94,4% de les validacions).

El perfil S3 (*principals ciutats*; $n = 7.668$) es caracteritza per targetes amb major concentració espacial i menor presència als municipis turístics, cosa que significa que la majoria de les validacions es van fer a les principals ciutats de la zona d'estudi (Tarragona i Reus).

Les targetes del perfil S4 (*semi-dispers*; $n = 11.324$) generalment presenten valors entorn a la mitjana en totes les variables, però presenten valors d'activitat relativament elevats concentrats als municipis turístics.

Figura 20. Gràfica dels estadístics descriptius dels perfils obtinguts a través de LPA amb les variables espacials



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

Taula 6. Gràfica dels estadístics descriptius dels perfils obtinguts a través de LPA amb les variables espacials

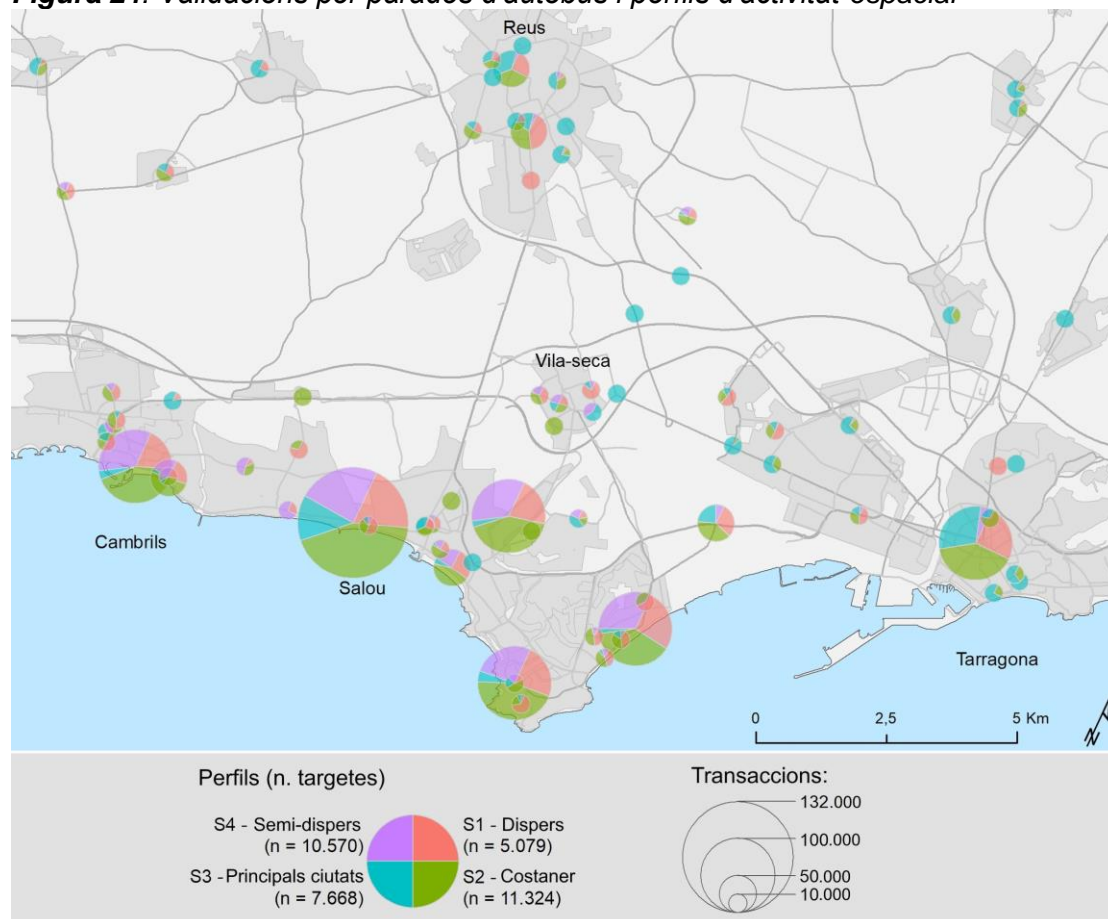
	Perfils				Total (n=34.641)
	S1 Dispers (n=5.082)	S2 Costaner (n=10.570)	S3 Principals ciutats (n=7.668)	S4 Semi-dispers (n=11.321)	
validacions Costa Daurada central					
Mitjana (σ)	69,5 (14,0)	94,4 (10,9)	39,5 (21,1)	74,4 (18,3)	72,1 (25,7)
Mediana [Min, Max]	70,0 [0,00, 100]	100 [58,0, 100]	50,0 [0,00, 69,0]	78,0 [0,00, 100]	75,0 [0,00, 100]
principals tres parades					
Mitjana (σ)	63,4 (6,36)	99,3 (2,40)	99,6 (1,70)	80,7 (5,47)	88,0 (13,9)
Mediana [Min, Max]	64,0 [30,0, 79,0]	100 [86,0, 100]	100 [82,0, 100]	80,0 [67,0, 95,0]	94,0 [30,0, 100]
municipis visitats					
Mitjana (σ)	4,48 (0,900)	1,98 (0,681)	2,24 (0,628)	3,41 (0,771)	2,87 (1,16)
Mediana [Min, Max]	4,00 [2,00, 8,00]	2,00 [1,00, 4,00]	2,00 [1,00, 5,00]	3,00 [2,00, 8,00]	3,00 [1,00, 8,00]
rutes utilitzades					

Mitjana (σ)	2,44 (0,759)	1,70 (0,513)	1,41 (0,614)	2,13 (0,538)	1,89 (0,685)
Mediana [Min, Max]	2,00 [1,00, 9,00]	2,00 [1,00, 5,00]	1,00 [1,00, 5,00]	2,00 [1,00, 6,00]	2,00 [1,00, 9,00]

Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

Aquests perfils de caràcter espacial es poden visualitzar fàcilment mitjançant un mapa temàtic. La **Figura 21** mostra la proporció de validacions realitzades per parada d'autobús al nucli de l'àrea d'estudi, juntament amb la proporció de validacions amb targetes intel·ligents realitzades per cada perfil. Aquest mapa evidencia tres patrons: (1) concentració espacial d'activitat molt elevada al voltant de les zones més turístiques (Cambrils, Salou i Vila-seca), (2) volum moderat de validacions a les principals ciutats i (3) molt marcada diferència entre les parades properes al mar i les més allunyades (especialment significatives entre Tarragona i Reus).

Figura 21. Validacions per parades d'autobús i perfils d'activitat espacial



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

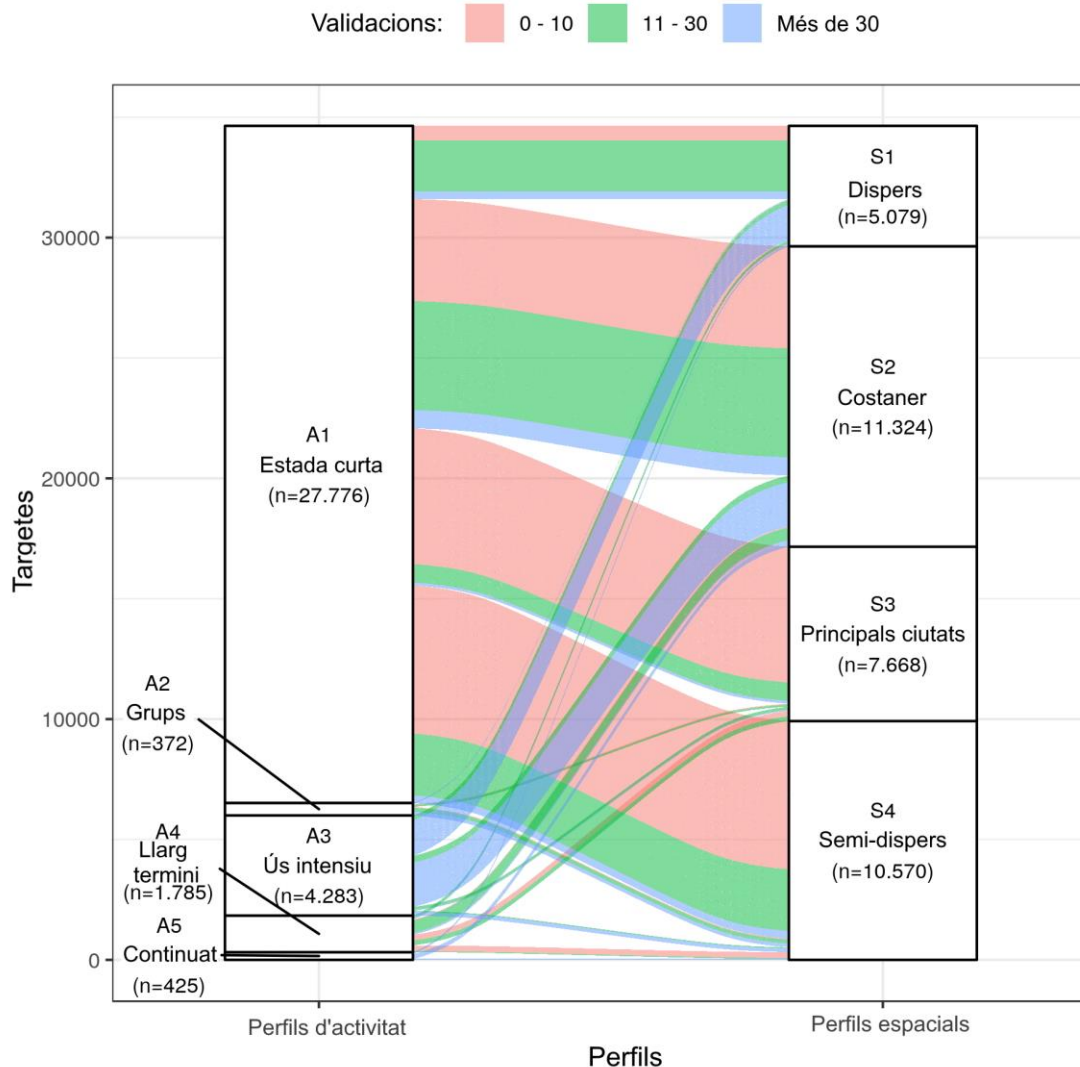
La **Figura 21** també mostra que el perfil S1 (*dispers*) té una presència important en totes les parades d'autobús, però és lleugerament més important en parades amb menor activitat. En el segon cas, el perfil S2 (*costaner*) es defineix clarament, ja que aquest perfil inclou el percentatge més alt a totes les parades principals a prop del

mar. Aquest segon patró no es pot apreciar directament a l'LPA, però necessita que el component espacial es faci evident. En el tercer cas, el perfil S3 (*principals ciutats*) és clarament més important a les parades principals de Tarragona i Reus. Finalment, el perfil S4 (*semi-dispers*) és similar al S1, però hi ha diferències en la naturalesa de la seva distribució espacial. Sembla que les targetes de perfil S4 utilitzen més parades, però concentrades en menys rutes i visitant municipis menys diferents. Probablement es deu a una menor presència en parades d'autobús més aïllades.

5.3.3. Relacions entre perfils d'activitat i perfils espacials

Més enllà de l'activitat descrita anteriorment i els patrons espacials, el nostre enfocament també ens permet explorar les relacions entre perfils de diferent naturalesa. Aquest enfocament permet crear models més parsimoniosos i fàcilment interpretables. A la **Figura 22** utilitzem un diagrama al·luvial per mostrar les relacions entre perfils d'activitat i els perfils espacials. En aquest diagrama, les columnes (estrats) mostren el tamany dels perfils. D'altra banda, els perfils d'activitat són realment diferents, mentre que els de caràcter espacial són més proporcionats. Les línies que enllacen ambdues columnes (*alluvium*) representen targetes intel·ligents individuals i mostren com van ser classificades pels LPA. Aquestes línies s'han colorejat per mostrar el nombre de vegades que es va recarregar la targeta – cal recordar que 10 és la càrrega mínima i 30 la màxima.

Figura 22. Diagrama al·luvial que mostra relacions entre els perfils d'activitat i els espacials.



Font: Elaboració pròpia a partir de dades proporcionades per l'Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona.

A la **Figura 22** podem visualitzar que les targetes dels perfils A2 (*grups*), A3 (*ús intensiu*) i A5 (*continuat*) tenen un nivell important d'activitat, els tres perfils solen aprofitar les capacitats de recàrrega de tarifes T-10. Tot i això, les targetes del perfil A2 tenen uns patrons altament irregulars en el temps, les targetes del perfil A3 solen realitzar moltes validacions en períodes curts de temps i les targetes del perfil A5 tenen una vida útil més llarga. D'altra banda, les targetes dels perfils A1 i A4 presenten un nivell d'activitat inferior, per períodes de temps curts i llargs, respectivament. És molt interessant assenyalar que la majoria de les targetes del perfil A1 ni tan sols es van recarregar una vegada durant el període d'estiu. Les relacions entre l'activitat i els perfils espacials es desprenen de la visualització a la **Figura 22**. Es pot veure que les targetes del perfil S1 (*dispers*)—que van visitar més municipis, utilitzen més rutes i més parades que les targetes d'altres perfils—són principalment targetes d'activitat alta. Les targetes amb perfil S2 (*costaner*) es caracteritzen per un nivell d'activitat

lleugerament inferior, mentre que els perfils S3 (*principals ciutats*) i S4 (*semi-dispers*) inclouen majoritàriament targetes amb menys transacció.

El diagrama al·luvial també permet entendre les relacions directes entre l'activitat i els perfils de caràcter espacial. El perfil A1 (*estada curta*) té la major proporció de targetes en tots els perfils de caràcter espacial. No obstant això, es poden identificar diferències entre perfils. La S3 (*principals ciutats*) juntament amb la S4 (*semi-dispers*) són els perfils amb més presència de targetes del perfil A1 amb poques validacions. Mentre que S1 (*dispers*) i S2 (*costaner*) són els que presenten major presència de targetes A3 (*ús intensiu*) amb un elevat nombre de validacions. A més, les targetes del perfil A1 incloses als perfils S1 i S2 solen tenir una quantitat mitjana de validacions (entre 11 i 30), a diferència del que és habitual amb les targetes A1.

6. Conclusions

El paradigma de les 4 “W” plantejat per Kim i Fesenmaier (2015) suggereix que la mobilitat turística concerneix quatre elements bàsics: “qui, on, quan i què” (who, where, when i what). Aquest marc teòric de referència deixa de banda una part intrínseca i essencial de la mobilitat: el “com”. És a dir, la decisió del mode de transport. Així, Hannam et al. (2014) destaquen la importància del “com”, i sostenen que «el viatge pot no només servir a un propòsit concret, sinó que també pugui esdevenir un element integral de les demandes d'experiències de molts turistes». Aquest raonament connecta directament amb un dels reptes més exigents dels sistemes de transport públic en el context de les destinacions turístiques: **millorar la competitivitat de les destinacions**. No només això, el desplegament de serveis de transport públic al voltant de les destinacions turístiques també ha de considerar altres dos grans reptes addicionals als quals té l'obligació de contribuir: **millorar la sostenibilitat ambiental i garantir la qualitat i el confort dels serveis per a la població resident local**.

El grau de complexitat a l'hora de satisfer aquests reptes s'accentua notablement si a l'equació s'afegeix una característica comuna compartida per moltes destinacions turístiques: l'estacionalitat. L'**estacionalitat** suposa d'una banda, que les persones que utilitzen el transport públic vagin variant durant el transcurs de l'any i anàlogament que els usuaris potencials també es vagin succeint. D'altra banda, l'existència de períodes marcadament distints pel que fa l'atracció de visitants fa que les característiques dels perfils dels demandants de transport públic pateixin profundes modificacions entre diferents moments de l'any. Com a resultat, **la manera com s'utilitzen els serveis de transport també canvia considerablement**. Davant d'aquestes circumstàncies, **la disponibilitat i qualitat de les dades esdevenen aliats insubstituïbles per afrontar els reptes** esmentats anteriorment.

En aquest context, **el present projecte de recerca ha avaluat el potencial de diferents fonts de dades a l'hora de comprendre els patrons de mobilitat de les destinacions turístiques** de caràcter estacional, posant èmfasi en els pros i els contres de cadascun d'elles. Per fer-ho, **s'han utilitzat les dades recollides al Camp de Tarragona, la regió on es troba la Costa Daurada**. La Costa Daurada és una de les marques de turisme costaner més importants del Mediterrani i és un exponent destacat d'estacionalitat. Les oscil·lacions dels fluxos turístics entre la temporada alta i la temporada baixa són tan intenses que els patrons de mobilitat i més particularment la demanda de transport públic de la zona es modifiquen completament d'un període a l'altre (Gutiérrez i Miravet, 2006b).

L'objectiu principal és doncs **abordar com les dades poden ajudar a gestionar amb èxit les empreses i consorcis de transport públic en contextos d'intensa estacionalitat**. Concretament s'han utilitzat dues fonts de dades: Big Data generat a partir dels sistemes automatitzats de recollida de dades dels sistemes tarifaris integrats que utilitzen targetes de transport intel·ligents i dades de posicionament de telefonia mòbil.

Pel que fa a la primera font de dades, en línia amb les conclusions de Bagchi i White (2005) i Pelletier et al. (2011), **s'ha demostrat que els registres de Big Data generat a partir de les targetes de transport intel·ligents poden esdevenir en una eina essencial de suport als gestors de transport públic**. No obstant això, en territoris

turístics com l'analitzat, l'estacionalitat suposa un obstacle afegit per identificar els perfils reals dels usuaris del transport públic. En aquest context, **l'anàlisi de les dades de les targetes de viatge intel·ligents ofereix informació dinàmica completa sobre el tipus de títols de transport validats, els orígens i les destinacions**. Els elements esmentats prèviament, així com la dimensió temporal dels desplaçaments, **s'erigeixen com a eina vàlida per identificar els perfils dels diferents usuaris i determinar l'evolució de la seva demanda** durant qualsevol marc temporal. **També s'ha demostrat que aquest tipus de dades són útils per millorar la qualitat del servei**, ja que permeten avaluar els impactes i les incidències causades per la irregularitat de la demanda de transport públic. Els principals inconvenients són que les dades fan referència estrictament als usuaris del transport públic i no contenen informació socioeconòmica dels usuaris.

Pel que fa a la segona font de dades, d'acord amb Ahas et al. (2008), **s'ha posat en relleu que les dades de posicionament passives recollides mitjançant telefonia mòbil permeten representar el conjunt de la mobilitat d'un territori durant qualsevol marc temporal** i, per tant, capturar la seva dinàmica a través de diferents períodes i franges horàries. **També permeten distingir fàcilment els residents dels visitants així com detectar diferents perfils de visitants**. Això és bàsic per comprovar els possibles creixements de la demanda de transport públic i portar visitants a llocs als quals no accedir d'una altra manera. Per contra, **la seva limitada precisió no permet discernir els modes de transport utilitzats** (Chin et al., 2019).

Malgrat el potencial de totes dues fonts de dades utilitzades, **ni les dades de les targetes de transport intel·ligents, ni les dades de posicionament passiu obtingudes mitjançant telefonia mòbil no inclouen dades socioeconòmiques exhaustives**. Aquestes darreres només poden ser obtingudes mitjançant enquestes específicament dissenyades per captar la mobilitat dels visitants, les quals combinen una completa descripció de la mobilitat del visitant amb el seu rerefons socioeconòmic. El preu a pagar és la pèrdua de la perspectiva dinàmica inherent a l'estacionalitat.

En els darrers anys, des de l'àmbit de la recerca s'ha fet un considerable esforç per analitzar els patrons que regeixen la mobilitat humana. En aquest sentit, les conclusions assolides assenyalen que la mobilitat diària es caracteritza per una regularitat arrelada i, per tant, es pot predir mitjançant l'aplicació de metodologies adequades i dades altament precises (Son et al., 2010). **La previsió de la mobilitat és un tema clau per a les autoritats de transport públic a l'hora de gestionar els seus serveis**. En aquest sentit, poder anticipar fluxos de mobilitat pot ajudar de manera decisiva a dissenyar rutes, xarxes, freqüències i capacitats. I no només això, és també un tema essencial per atreure els usuaris d'altres modes de transport menys sostenibles. Tanmateix, **l'escenari no és tan estable quan el sector turístic participa en la demanda de transport públic**. I esdevé encara molt més complex quan l'estacionalitat es converteix en una característica destacada del sector turístic d'un territori, ja que el nombre de variables que entren dins l'equació s'expandeix considerablement al mateix temps que ho fa la diversitat d'actors amb necessitats divergents a satisfer. A més, moltes d'aquestes variables estan lluny de ser constants en el temps, la qual cosa introdueix un component dinàmic que cal gestionar de manera eficient.

La inestabilitat que es desprèn de l'estacionalitat de l'activitat turística hauria d'incentivar els gestors de transport públic a utilitzar les eines que existeixen al seu abast per tal d'adequar l'oferta a les demandes actuals i potencials. Sens dubte, com més gran sigui la precisió de les dades disponibles, més factible serà ajustar de manera adequada l'oferta a les diverses i variables tipologies de demanda en les circumstàncies particulars dels patrons de mobilitat de cada territori. Atès que la manca de dades disponibles ha actuat tradicionalment com a element dissuasiu de l'anàlisi de l'impacte de l'estacionalitat sobre la mobilitat (Wang et al., 2018), l'ús de dades flexibles pel que fa a la definició de les dimensions espacial i temporal pot contribuir a mitigar l'impacte de l'estacionalitat sobre la planificació de la mobilitat.

Actualment, **malgrat les potencialitats que ofereixen les noves fonts de dades a les autoritats de transport públic**, i el fet que hi ha hagut nombroses experiències d'èxit que han demostrat la seva utilitat, **el seu ús encara és limitat**. Tal com van assenyalar Wu et al. (2015), les col·laboracions entre autoritats del transport públic i investigadors, com la que hi ha entre GRATET i ATM Camp Tarragona, han resultat eficaces per guanyar coneixement sobre les múltiples aplicacions a les quals s'obren les dades. Aquesta col·laboració és especialment prometedora en el camp de la provisió de serveis de transport públic en contextos de forta estacionalitat turística, on els investigadors encara tenen diverses preguntes de recerca per respondre. Entre d'altres, la primera d'elles està relacionada amb la creació de metodologies que permetin la combinació simultània de diferents fonts de dades de manera acurada. En segon lloc, la perspectiva dinàmica provocada per l'estacionalitat es pot introduir en l'anàlisi de l'ús i les necessitats dels visitants a partir de la identificació dels seus diversos perfils. En tercer lloc, també seria possible estimar matrius d'origen-destinació potencials del transport públic, tenint en consideració la transferència d'usuaris des del vehicle privat, i el dimensionament de la demanda d'aquells que no visiten certs llocs perquè no són accessibles en transport públic. I a la quarta, també es poden fer anàlisis sobre l'afectació de l'estacionalitat sobre l'operativa i el funcionament dels serveis.

7. Impacte previst

Les lliçons apreses en el present projecte de recerca són diverses. Aquestes lliçons es poden sintetitzar en un seguit de recomanacions aplicables en l'àmbit de la gestió del transport públic i de la mobilitat. Cal dir que les competències pel que fa a la mobilitat i el transport es troben repartides a diversos nivells, fet que obliga al diàleg, la concertació i el consens entre administracions. Un exemple d'això ja ho són els consorcis del transport públic, en els òrgans de govern dels quals, i en conseqüència, en les taules on es prenen les decisions de les autoritats territorials de la mobilitat del Camp de Tarragona i de l'àrea de Lleida es reuneixen la Generalitat de Catalunya, municipis i consells comarcals. A més a més, d'acord amb els seus estatuts disposen d'altres òrgans de participació on hi estan representats els agents socials (sindicats, patronals), associacions d'usuaris i les agrupacions de veïns.

Tot seguit es plantegen aquest conjunt de propostes que són el fruit del desenvolupament de la recerca que s'ha dut a terme en el present projecte. Es tracta en tot cas de directrius de caràcter general, ja que no cerquen una implementació concreta i directa en un territori concret, sinó que la seva aplicabilitat és factible en un conjunt de territoris que comparteixen un conjunt de característiques similars, en aquest cas bàsicament l'estacionalitat de la demanda turística.

7.1. Dissenyar estratègies de col·laboració entre els gestors del transport públic i de la mobilitat amb grups de recerca per a l'explotació del big data generat a partir de targetes de transport intel·ligents

Amb aquesta primera proposta s'aprofita l'avinentsa per posar en relleu l'èxit aconseguit amb el present projecte de recerca. Els beneficis que es poden obtenir a partir de l'anàlisi estructurat dels milions de registres de viatges que es compilen cada cop que un usuari de transport públic valida el seu títol de transport no són una novetat (Bagchi i White, 2005; Pelletier et al., 2011). No obstant, el potencial real d'aquestes dades en la majoria d'ocasions no es pot aprofitar atès que els gestors dels sistemes públics de transport no disposen del capital humà i/o els mitjans per poder-ho fer. Per aquest motiu, la col·laboració amb universitats i/o instituts de recerca esdevé un element molt útil ja que tothom hi pot sortir guanyant. D'una banda, des de la vessant de l'administració pública s'obté una profunditat i flexibilitat relatiu al coneixement del funcionament del propi sistema de transport que no és assolible de cap altra manera. Aquesta informació és crítica per a millorar l'eficiència dels sistema de transport públic, tot millorant el disseny de rutes, freqüències, transbordaments i/o intermodalitat, gestió de la capacitat, o de la velocitat comercial. Mentre que des de la banda de la recerca, l'objectiu bàsic és la creació de coneixement. Aquest coneixement pot ser aconseguit a partir de la recerca de mètodes per a l'explotació de la informació de les bases de dades, i per tant, es tractaria d'un enfocament de caire metodològic, o bé, de tipus analític, aportant coneixement relatiu a la interrelació real entre demanda i oferta de transport en tot el seu ventall d'aspectes. Un tercer enfocament portaria cap a la simulació, és a dir, fer previsions de com es comportarà aquesta interrelació entre oferta i demanda en el futur.

7.2. Dissenyar el sistema de transport públic d'un territori aprofitant la informació aportada pel Big Data

Tal com s'ha posat de manifest en la proposta anterior, el big data permet aflorar informació útil per a la gestió dels sistemes públics de transport que d'altra manera romandria inaccessible, i per tant, desconeguda. Aquesta és informació crítica per al desenvolupament de les tasques de gestió i disseny de l'estructura de transport d'un territori, no només des d'una perspectiva purament estratègica sinó també des d'una òptica de caire més operatiu, atès que també és possible aïllar disruptcions de tipus puntuals o molt localitzades.

Un dels elements prioritaris radica en abordar el coneixement relatiu al perfil d'usuari dels sistemes, i com el pes d'aquest evoluciona durant el conjunt de l'any seguint les dinàmiques estacionals. Cal perfilar les seves necessitats de desplaçament tant des d'una perspectiva espacial, com també des de la temporal. A partir d'aquests anàlisis es podrà incidir en l'adaptació dels serveis a les particularitats dels principals perfils que s'identifiquin. Cal tenir en compte que les necessitats dels residents i dels visitants variaran sensiblement, i que a més, dins de cada grup encara poden emergir altres subgrups amb comportaments divergents entre ells. Per exemple, les preferències dels residents aniran probablement encaminades a moure's d'un lloc a un altre en el menor espai de temps possible, i d'una manera recurrent realitzar el mateix viatge. En el cas dels visitants la dispersió és notablement superior, i l'exigència de la velocitat comercial un tema segurament menys important. Tot plegat una vegada identificades les necessitats i comportaments d'uns i altres, caldrà establir serveis de característiques segmentades, segons qui esdevé l'usuari preponderant en cadascun d'ells. Un altre exemple fa referència a les capacitats òptimes amb les quals cal operar el servei a cada moment. Només el coneixement detallat de les oscil·lacions dels fluxos de demanda permet establir les necessitats en diferents moments del temps de manera eficient.

Més enllà del Big Data generat pels registres de validacions, cal tenir en compte també la demanda potencial del transport públic. Aquesta cal obtenir-la per vies diferents com ara la recollida de dades passiva mitjançant telefonia mòbil. Només així es podrà conèixer el funcionament global del sistema de mobilitat d'un territori, i dimensionar el potencial real del transport públic en cada moment del temps per donar resposta a les necessitats de cada perfil d'usuari.

7.3. Identificar els colls d'ampolla

Una de les principals crítiques que rep el transport públic, i un dels elements que en redueixen el seu atractiu respecte altres modes de transport més contaminants, és la seva manca de competitivitat respecte el vehicle privat en alguns contextos en els quals la densitat de població es redueix, i on la flexibilitat del vehicle privat es tradueix en uns menors temps de recorregut. El big data generat a partir dels sistemes automatitzats de recollida de dades dels sistemes tarifaris integrats que utilitzen les targetes de transport intel·ligents poden ser una eina molt valuosa per tractar de reduir aquelles situacions on la velocitat comercial dels vehicles de transport públic es pot veure penalitzada ja que permet identificar el lloc, i un cop fet això, és totalment factible aïllar els motius, per tot seguit iniciar els treballs que impliquen el disseny i

implementació de les actuacions necessàries per a solucionar-los (Makimura et al. 2017).

En el context turístic les problemàtiques poden ser de diversa índole. En primer lloc cal abordar de manera adequada el dimensionament de les fluctuacions estacionals per establir de manera adequada la capacitat necessària per a que aquesta pugui absorbir la demanda d'una manera eficient. Dins d'aquest aspecte, les pròpies cues causades per l'increment de la demanda poden penalitzar seriosament l'acompliment dels horaris dels serveis. Un major volum de demanda implica un major nombre de persones que han de validar el seu bitllet. El problema s'agreuja quan el desconeixement del sistema retarda encara més el procés, perquè els usuaris no disposen de la targeta sense contacte i opten per pagar un bitllet senzill amb monedes, o bé aprofiten per plantejar qüestions relatives als viatge al conductor del vehicle de transport. Paral·lelament, també cal tenir en compte la gestió de les parades, i el fet que la concentració de les parades en punts concrets de les rutes puguin provocar situacions on la parada d'uns vehicles puguin arribar a entorpir el trànsit dels altres. Finalment, el volum de trànsit que suporten les destinacions turístiques s'accentua sensiblement durant la temporada alta. El fet de compartir plataforma per on circular amb el vehicle privat va en detriment sovint dels temps de viatge.

Per a poder contrarestar millor aquests colls d'ampolla, seria altament convenient establir sistemes d'alerta periòdics davant de disrupcions, per a dotar al sistema d'un major grau de flexibilitat a l'hora de poder gestionar-les.

7.4. Millorar la velocitat comercial

7.4.1. Facilitar el pagament fora dels vehicles de transport per a millorar la velocitat comercial

En la proposta comentada prèviament, es plantejava la utilització de les dades del Big Data generat a partir dels sistemes automatitzats de recollida de dades dels sistemes tarifaris integrats que utilitzen les targetes de transport intel·ligents per a identificar els colls d'ampolla. En aquest cas, es planteja actuacions concretes per tal de mitigar-los. En aquest sentit, un primer element bàsic radica en reduir els temps necessaris per tal de poder pujar als vehicles. Una estratègia a seguir consistiria en facilitar la validació fora del vehicle prèviament a pujar-hi, assimilant en certa manera els esquemes de funcionament al que seria un sistema d'autobús de trànsit ràpid (conegut també com a BRT de l'anglès "bus rapid transit"). Un aspecte a evitar és l'intercanvi de moneda i/o bitllets en l'interior del vehicle, que és un dels factors que provoca la reiteració continuada de retards. La informació del Big Data permet identificar aquells punts on puntualment o freqüentment es poden produir les concentracions de viatgers que reduir la velocitat comercial i actuar sobre ells.

7.4.2. Millorar la velocitat comercial a partir de la reducció dels problemes de congestió

En relació als problemes de congestió en les parades de transport públic causats pels propis vehicles, és possible actuar de diverses maneres. La més efectiva sense haver de retocar recorreguts o freqüències consistiria en redissenyar la parada sobre l'espai públic, per tal de reduir aquests conflictes.

La solució resulta molt més complexa quan l'origen del problema es troba en el volum global de trànsit de la via. En aquest sentit cal adoptar solucions de caire integral, que contemplin el conjunt d'usuaris que transiten per l'espai públic. En aquest sentit, i molt lligat amb la darrera de les propostes, hi ha els dissenys dels plans de mobilitat, i en una escala menor, els estudis de trànsit, per a definir les actuacions concretes en cada ubicació seguint les directrius d'un objectiu de mobilitat global que ha de regir un sistema territorial concret.

7.5. Millorar la comunicació per tal d'incrementar la utilització del transport públic

Un dels objectius primordials que les destinacions turístiques ha de perseguir és el canvi modal real mitjançant el transvasament de viatgers des dels vehicles privats motoritzats cap als modes de transport més sostenibles. Tal com posen de relleu Gronau i Kagermeier, A. (2007), la comunicació és un element fonamental per a la potenciació de l'ús del transport públic entre els visitants. A més, també insisteixen en que la necessitat de perseverar en aquesta comunicació malgrat que aquesta no ofereixi els seus fruits en el curt termini. D'altra banda, cal tenir en consideració que els canals mitjançant als quals s'arriba al visitant poden ser diferents dels canals efectius per arribar als residents. A més, també cal tenir en compte que la durada de l'estada del visitant és reduïda, i com a resultat, els mètodes utilitzats per a que la informació arribi de manera adequada als visitants han de fer-ho tan aviat com sigui possible. En aquest sentit, en una proporció considerable de les ocasions no existeix un temps per a un aprenentatge sobre el funcionament del sistema de transport de la destinació turística. Si aquesta informació no és extremadament fàcil d'accedir i de comprendre, el visitant probablement pugui renunciar de bones a primeres a esdevenir usuari del transport públic.

En aquest sentit, el primer pas consisteix en identificar els itineraris que recorreran els visitants. És a dir, aquells punts que són visitats, i els seus punts d'origen. Això es pot aconseguir de manera eficient a partir de les anàlisis de les dades que s'han exposat en apartats precedents. El segon pas és simplificar la informació per a que el visitant pugui localitzar fàcilment allò que necessita. Finalment, cal avaluar els sistemes com es fa arribar la informació a l'usuari. Si era bàsic identificar les necessitats de l'usuari mitjançant la utilització de les fonts de dades adients, com es aquesta informació és essencial. En aquest sentit, la informació que pot generar el propi operador pot ser un vehicle molt efectiu. Un exemple són les pantalles d'informació dinàmica en les parades i estacions, les quals acabaran reclamant inevitablement l'atenció del visitant en el seu primer contacte amb la destinació. No hi ha dubte que aquests elements, connectats amb el sistema tecnològic d'operació dels serveis, genera un nivell de confiança en l'usuari difícilment assolible per mètodes alternatius. L'estandardització de la informació és un altre element clau. En aquest sentit, eines de caràcter universal com ara el Google Transit de Google Maps esdevenen molt útils ja que qualsevol persona és coneixedora del seu funcionament.

7.6. Gestió global de la mobilitat

La mobilitat engloba molts actors i a molts nivells, i cada territori a més disposa de les seves pròpies singularitats que converteixen cada sistema en particular. No es tracta només de concertar els diferents nivells amb competències assignades que

coexisteixen dins del sector públic, sinó d'involucrar i incidir sobre les preferències i el comportament del conjunt d'usuaris de cada mode, i també d'aquelles empreses que venen productes i/o ofereixen serveis relacionats. Des d'aquesta òptica cal prendre en consideració el disseny d'accions que abracin aquesta globalitat d'actors per tal de poder dissenyar accions que resultin efectives amb la menor utilització de recursos possible.

Per tant, la correcta planificació de la mobilitat esdevé la clau de volta que ha de cohesionar tot aquesta diversitat, i ha de donar sentit a actuacions que per si soles només assoliran un impacte limitat, mentre que implementades de manera sistematitzada i alineades amb unes directrius clares i comprensibles per tothom poden maximitzar el seu impacte positiu. El sistema en el seu conjunt ha d'atorgar la preponderància als vianants, seguidament als ciclistes, posteriorment al transport públic, i en darrera instància al vehicle privat tal com determinar la Llei 9/2003, de la mobilitat. No es tracta de marginar el vehicle privat, sinó que cada mode pugui satisfer les necessitats de mobilitat personals en l'escala on siguin més eficients, tenint en consideració les components ambientals i de qualitat de l'hàbitat urbà dins d'aquesta escala.

En aquest context el transport públic, tot i ser el tercer actor de l'escala, ha d'adquirir un rol principal ja que en aquells recorreguts en els quals les distàncies resten competitivitat als modes no motoritzats pot esdevenir el mode que faciliti el transvasament modal, i permeti espais urbans menys dependents dels turismes i les motocicletes. És així, amb espais més caminables que els conjunts urbans també guanyen atractiu de cara als visitants (Anton Clavé, 2019). Aquesta visió integral ha de ser un conglomerat de push i pull accions (Stradling et al., 2000), però sempre amb una perspectiva integral i integradora. No cal perdre de vista que l'espai guanyat al vehicle privat ha de ser administrat de manera eficient, ja que es tracta d'un bé escàs, i que per tant, la implementació d'accions ha d'anar sempre encaminada a la millor interconnexió entre modes per tal de facilitar la intermodalitat, i la garantia d'un accés a qualsevol punt del territori d'una manera competitiva sense disparar-ne el cost ni per a l'usuari ni per al contribuent. Per tot plegat, a l'hora de dissenyar els plans de mobilitat, cal utilitzar les eines que es disposen i aquests engloben la informació disponible. Així el disseny de tota la política de mobilitat ha de contemplar no només la utilització de les fonts "tradicionals", sinó també allò que ens aporten altres fonts d'informació disponibles basades en el big data i que han estat objecte del present projecte de recerca. L'ús de fonts d'informació basades en el big data és especialment rellevant en aquelles àrees caracteritzades per fortes oscil·lacions de la mobilitat durant l'any.

7.7. Difusió dels resultats

7.7.1. Publicacions en revistes acadèmiques

- Domènech, A., Miravet, D., Gutiérrez, A. (2020). "Mining bus travel card data for analysing mobilities in tourist regions". *Journal of Maps*, 16(1), 40-49. <https://doi.org/10.1080/17445647.2019.1709578> JCR-Q2 - FI: 2,365 - open access
- Gutiérrez, A., Domènech, A., Zaragoza, B., Miravet, D. (2020). "Profiling tourists' use of public transport through smart travel card data". *Journal of*

Transport Geography, 88, 102820
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102820> JCR-Q1, FI: 3,560 – Special Issue: “Tourists on the move within destinations: options, choices and policies”.

- Gutiérrez, A., Zaragozaí, B., Trilles, S., Miravet, D., Domènech, A. “Analysis of seasonal mobilities of residents and visitors in a tourist region using mobile phone records”. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(1), 23. JCR Q2 -FI: 2,239 (en elaboració) - [open access](#)
- Gutiérrez, A., Domènech, A., Zaragozaí, B., Alberich, J., Miravet, D., Saladié, Ò., Anton Clavé, S. “Potential of mobile phone records for the study of tourism mobilities: an analysis in a Mediterranean region”. En elaboració. Es preveu enviar per considerar la publicació al *Boletín de la Asociación Española de Geografía*. JCR-Q4, FI: 0,598 - [open access](#)
- Miravet, D.; Domènech, A.; Gutiérrez, A. “What prompts tourists to become public transportation users at their destination? The case of a Mediterranean city. *Travel Behaviour and Society*”. JCR Q2 - FI: 3,218 (en segona ronda de revisió a la revista).
- Miravet, D.; Gutiérrez, A.; Domènech, A. “Sources of data to tackle the challenges of public transport provision in seasonal tourist destinations”. In: Zamparini, L. (Ed.) *Sustainable Transport and Tourism Destinations* – Capítol de llibre en una edició col·lectiva sobre transport i mobilitat sostenible en destinacions turístiques. Editat per Emerald, una de les editorials de referència en l'àmbit. Acceptat per publicació.
- Zaragozaí, B., Gutiérrez, A., Trilles, S. (2020). Towards an Affordable GIS for Analysing Public Transport Mobility Data: A Preliminary File Naming Convention for Avoiding Duplication of Efforts. *Proceedings of the 6th International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management (GISTAM 2020)*, 302-309. <https://doi.org/10.5220/0009766303020309>
- Zaragozaí, B., Trilles, S., Gutiérrez, A., Miravet, D. “Design and Implementation of a GIS Database for Managing Public Transport Smart Travel Card Data”. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(1), 23. JCR Q2 -FI: 2,239 (en segona ronda de revisió a la revista) - [open access](#)

7.7.2. Comunicacions a congressos

Realitzades:

- 15th biennial Network on European Communications and Transport Activities Research (NECTAR) conference. University of Helsinki, Finland, 5-7 June 2019
- 6th International conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management - GISTAM 2020. Online Streaming 7-9 May 2020

Previstes:

- POLITUR project Workshop: "Mobilities Transforming Destinations. Urban and regional policies, digital regulatory mechanisms, and place prosperity and sustainability". Rovira i Virgili University, Catalonia, 25-27 November 2020.

7.7.3. Difusió orientada a administracions i públic en general

Durant el decurs del projecte i després de la seva finalització s'han realitzat diverses entrevistes en mitjans de comunicació presentant els resultats del treball i les seves implicacions (radio Tarragona, blog Ajuntament de Tarragona, Diari de Tarragona, Televisió TAC12, surtdeca, etc.).

D'altra banda, també es preveu realitzar la difusió dels resultats del treball i les seves implicacions a diferents administracions locals (especialment del Camp de Tarragona, però també de Lleida).

7.8. Continuació de la recerca

7.8.1. Enquesta Mobilitat Quotidiana

Tal com s'ha pogut constatar, el present projecte ha permès validar un conjunt de fonts de dades relativament novedoses pel que fa a la seva utilització en l'estudi de la mobilitat, i les seves aplicacions en l'àmbit de la mobilitat turística, la qual centra l'interès del present treball. Paral·lament, l'apartat d'antecedents del present treball també ha posat en relleu la importància d'un conjunt de fonts de dades que poden ser qualificades com a "tradicionals". Dins d'aquesta categoria es troben les enquestes, i més concretament donada la seva importància, l'EMEF i l'EMQ.

De fet, l'Enquesta de Mobilitat Quotidiana del Camp de Tarragona ha de ser el proper pas a l'hora de continuar analitzant la mobilitat en l'àmbit territorial objecte d'anàlisi. Si bé les fonts utilitzades en el projecte han facilitat l'aproximació a una realitat de caràcter molt dinàmic, com és la de la mobilitat turística en zones marcades per l'estacionalitat, no es pot perdre de vista les virtuts que ofereixen les enquestes. Tal com s'ha posat de manifest en l'apartat d'antecedents, les enquestes permeten la recollida d'informació relativa a les característiques i situació social i econòmica dels enquestats, així com actituds, i altres informacions de caràcter qualitatiu que no són possibles d'obtenir mitjançant el big data. Tenint en compte que la darrera Enquesta de Mobilitat Quotidiana al Camp de Tarragona va ser realitzada l'any 2006, les dades de la propera edició permetran estudiar la mobilitat dels residents amb dades actualitzades i acurades. En conseqüència, a banda d'aprofundir en l'anàlisi de la mobilitat turística, l'anàlisi de la mobilitat del Camp de Tarragona haurà d'adreçar també la mobilitat dels residents, per a la qual, l'Enquesta de Mobilitat Quotidiana esdevindrà l'eina fonamental.

Des d'aquesta perspectiva no cal menystenir les fonts de dades de caràcter "tradicional". No hi ha dubte que en front del big data, ni ofereixen l'univers poblacional, ni disposen de la seva flexibilitat en relació a l'espai i el temps. No obstant, el grau de detall que ofereixen és molt superior a l'hora d'aproximar aspectes molts concrets no només de la mobilitat, sinó també dels elements que la determinen, com ara les

diferents situacions i maneres de pensar de les persones que prenen la decisió de desplaçar-se i la manera com fer-ho.

7.8.2. COVID-19 i els reptes emergents per la gestió i planificació de la mobilitat sostenible

La irrupció de la pandèmia de la COVID-19 a inicis del 2020 ha tingut un efecte disruptiu sobre la mobilitat (i, per tant, també sobre el turisme). Les mesures de distanciament social, la restricció de la mobilitat, la reconfiguració dels espais públics de les ciutats, entre d'altres (Gutiérrez, Miravet i Domènech, 2020; Saladié, Bustamante i Gutiérrez, 2020), són alguns dels efectes immediats derivats que il·lustren com l'objecte d'estudi d'aquest projecte ha assolit una renovada rellevància social.

En aquest context, l'equip de recerca d'aquest estudi ha redirigit la seva activitat investigadora cap a l'estudi de la pandèmia sobre les mobilitats, els reptes emergents i les noves respostes per una mobilitat més sostenible en la era de la COVID-19. Recentment, les seves propostes de projectes de recerca han estat premiades amb dos ajuts de recerca que permeten donar continuïtat a aquesta línia de treball:

“COVID-19 y movilidades en territorios turísticos: cambios de pautas y su efecto sobre la salud física y mental de visitantes y residentes”. Convocatòria “Fondo Supera COVID” de la CRUE, finançada pel Banc Santander.

Finançament: 80.977,88€

IP: Aaron Gutiérrez Palomero

“Efectes de la COVID-19 en la mobilitat dels turistes a la Costa Daurada i les Terres de l'Ebre”. Convocatòria “Recerca en Turisme i COVID-19” finançada per la Diputació de Tarragona.

Finançament: 14.500€

IP: Aaron Gutiérrez Palomero

Referències

Ahas, R., Aasa, A., Mark, Ü., Pae, T., & Kull, A. (2007). Seasonal tourism spaces in Estonia: Case study with mobile positioning data. *Tourism Management*, 28(3), 898–910.

Ahas, R.; Aasa, A.; Roose, A.; Mark, Ü.; Silm, S. (2008). Evaluating passive mobile positioning data for tourism surveys: An Estonian case study. *Tourism Management*, 29(3), 469-486.

Ajenjo, M. (2005). Evolució i característiques de la mobilitat habitual per treball a Catalunya (1986-2001). L'accessibilitat com a variable intermèdia. Tesis doctoral dirigida per Enric Mendizábal Riera. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. 567 p.

Ajenjo, M.; Alberich, J. (2008). Mobilitat habitual i espais de vida a Espanya. Una aproximació a partir del cens de 2001. *Miscel·lània científica de la Fundació Abertis 2005-2007*, 125-144.

Albalate, D.; Bel, G. (2010). Tourism and urban public transport: Holding demand pressure under supply constraints. *Tourism Management*, 31(3), 425-433.

Alberich, J. (2007). La vinculació territorial de la població a Catalunya. Una aproximació a partir del cens de 2001. Tesis doctoral dirigida per Marc Ajenjo i Cosp i Juan Antonio Módenes Cabrerizo. Bellaterra : Universitat Autònoma de Barcelona. 443 p.

Alberich, J. (2008). La mobilitat quotidiana al Camp de Tarragona. *Papers de la Regió Metropolitana de Barcelona*, 48, 46-63.

Alberich, J. (2010). La metropolitanització del territori català: una anàlisi a partir dels espais de vida de la població. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 69, 39-65.

Alberich, J. (2017). Nuevas metodologías para el estudio de la movilidad habitual: el uso de los registros administrativos en la movilidad por motivos de estudio en Catalunya. *Scripta Nova*, 21, 561, 1-30.

Alegre, J.; Garau, J. (2010). Tourist satisfaction and dissatisfaction. *Annals of Tourism Research*, 37(1), 52-73.

Alsger, A. A.; Mesbah, M.; Ferreira, L.; Safi, H. (2015). Use of smart card fare data to estimate public transport origin–destination matrix. *Transportation Research Record*, 2535(1), 88-96.

Anton Clavé, S. (2019). Urban tourism and walkability. A: *The Future of Tourism* (pp. 195-211). Springer, Cham.

Bagchi, M.; White, P. R. (2005). The potential of public transport smart card data. *Transport Policy*, 12(5), 464-474.

Baggio, R.; Scaglione, M. (2016). Strategic Visitor Flows (SVF) analysis using mobile data. A: *ENTER2017 - 24rd International Conference on Information Technology and Travel & Tourism*. 21-26 gener, 2017 – Roma.

Becken, S. (2006). Tourism and transport: The sustainability dilemma. *Journal of Sustainable Tourism*, 14(2), 113-116.

Beirao, G.; Sarsfield Cabral, J.A. (2007). Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*, 14 (6), 478-489.

Birenboim, A.; Shoval (2016). Mobility research in the age of the Smartphone. *Annals of the American Association of Geographers*, 106 (2), 283-291.

Calabrese, F., Diao, M., Di Lorenzo, G., Ferreira, J., & Ratti, C. (2013). Understanding individual mobility patterns from urban sensing data: A mobile phone trace example. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 26, 301–313.

Chin, K.; Huang, H.; Horn, C.; Kasanicky, I.; Weibel, R. (2019). Inferring fine-grained transport modes from mobile phone cellular signaling data. *Computers, Environment and Urban Systems*, 77, 101348.

Chua, A.; Servillo, L.; Marcheggiani, E.; Moere, A. V. (2016). Mapping Cilento: Using geotagged social media data to characterize tourist flows in southern Italy. *Tourism Management*, 57, 295-310.

Cohen, S.; Gössling, S. (2015). “A darker side of hypermobility”. *Environment and Planning A*, 47(8), 166-179.

Domènech, A.; Gutiérrez, A. (2017). A GIS-based evaluation of the effectiveness and spatial coverage of public transport networks in tourist destinations. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(3), 83.

Domènech, A., Miravet, A., Gutiérrez, A. (2020). Mining bus travel card data for analysing mobilities in tourist regions. *Journal of Maps*, 16(1), 40-49.

Dubois, G.; Peeters, P.; Ceron, J.P.; Gössling, S. (2011). The future tourism mobility of the world population: Emission growth versus climate policy. *Transport Research Part A*, 45(10), 1031-1042.

Feria, J. M. (2014). El censo de 2011 en el marco de la experiencia censal en España. A: *Impacto de la metodología del nuevo Censo de Población y Vivienda 2011 en las investigaciones socio-urbanísticas*. 26 març, 2014 – Universidad Carlos III de Madrid.

García-Albertos, P., Picornell, M., Salas-Olmedo, M. H., & Gutiérrez, J. (2019). Exploring the potential of mobile phone records and online route planners for dynamic accessibility analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 125, 294–307.

Girardin, F.; Fiore, F. D.; Ratti, C.; Blat, J. (2008). Leveraging explicitly disclosed location information to understand tourist dynamics: a case study. *Journal of Location Based Services*, 2(1), 41-56.

Gössling, S. (2010). *Carbon management in tourism: Mitigating the impacts on climate change*. London: Routledge.

Gronau, W.; Kagermeier, A. (2007). Key factors for successful leisure and tourism public transport provision. *Journal of Transport Geography*, 15(2), 127-135.

Gross, S.; Grimm, B. (2018). Sustainable mode of transport choices at the destination—public transport at German destinations. *Tourism Review*, 73(3), 401-420.

Guiver, J.; Stanford, D. (2014). Why destination visitor travel planning falls between the cracks. *Journal of Destination Marketing & Management*, 3(3), 140-151.

Gutiérrez, A.; Miravet, D. (2016a). Estacionalidad turística y dinámicas metropolitanas: un análisis a partir de la movilidad en transporte público en el Camp de Tarragona. *Revista de Geografía Norte Grande*, 65, 65-89

Gutiérrez, A.; Miravet, D. (2016b). The Determinants of Tourist Use of Public Transport at the Destination. *Sustainability*, 8(9), 908

Gutiérrez, A.; Miravet, D., Saladié, O., Anton Clavé, S. (2018). High-speed rail and tourism destination choice: the role and significance of the Camp de Tarragona station for passengers visiting the Costa Daurada. *Boletín de la Asociación Española de Geografía*, 76, 479-503.

Gutiérrez, A.; Miravet, D.; Saladié, O.; Anton Clavé, S. (2019). Transport Mode Choice by Tourists Transferring from a Peripheral High-Speed Rail Station to Their Destinations: Empirical Evidence from Costa Daurada. *Sustainability*, 11(11), 3200.

Gutiérrez, A.; Miravet, D.; Domènech, A. (2020). COVID-19 and urban public transport services: emerging challenges and research agenda. *Cities & Health*.

Gutiérrez, A.; Domènech, A.; Zaragozí, B.; Miravet, D. (2020). Profiling tourists' use of public transport through smart travel card data. *Journal of Transport Geography*, 88, 102820

Hall, C. M.; Le-Klähn, D. T.; Ram, Y. (2017). *Tourism, public transport and sustainable mobility*. Channel View Publications.

Hannam, K.; Butler, G.; Paris, C. M. (2014). Developments and key issues in tourism mobilities. *Annals of Tourism Research*, 44, 171-185.

Institut Nacional d'Estadística – INE (2011). *Metodología de cálculo de las cifras de población censal*.
http://www.ine.es/censos2011/censos2011_meto_calculo.pdf.

Institut Nacional d'Estadística – INE (2017). *Anteproyecto de los Censos de Población y viviendas 2021*.
https://www.ine.es/censos2021/censos2021_anteproyecto.pdf.

Jin, C.; Cheng, J.; Xu, J. (2018). Using user-generated content to explore the temporal heterogeneity in tourist mobility. *Journal of Travel Research*, 57(6), 779-791.

Kim, J.; Fesenmaier, D. R. (2015). Measuring emotions in real time: Implications for tourism experience design. *Journal of Travel Research*, 54(4), 419-429.

Law, C. M. (2002). *Urban tourism: The visitor economy and the growth of large cities*. Cengage Learning Emea.

Leask, A.; Fyall, A.; Goulding, P. (2000). Revenue management in Scottish visitor attractions. *Yield management: Strategies for the service industries*, 211-232.

Le-Klähn, D. T.; Roosen, J.; Gerike, R.; Hall, C. M. (2015). Factors affecting tourists' public transport use and areas visited at destinations. *Tourism Geographies*, 17(5), 738-757.

Lu, Y.; Wu, H.; Xin, L.; Chen, P.; Zhang, J. (2019). TourSense: A Framework for Tourist Identification and Analytics Using Transport Data. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*.

Ma, X.; Wu, Y. J.; Wang, Y.; Chen, F.; Liu, J. (2013). Mining smart card data for transit riders' travel patterns. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 36, 1-12.

Makimura, K.; Nakamura, T.; Ishigami, T.; Imai, R. (2017). Assessment of traffic bottlenecks at bus stops. *Public Transport Planning with Smart Card Data*, 225-244.

Mandeno, T. G. (2012). *Is Tourism a Driver for Public Transport Investment?* (Doctoral dissertation, University of Otago).

Marcos, C. (2000). Movilia 2000: una encuesta de movilidad de la población. *Fuentes españolas*, 47, 14.

Miralles-Guasch, C. (2002). *Ciudad y transporte: El binomio imperfecto*. Barcelona: Ariel.

Morency, C.; Trepanier, M.; Agard, B. (2007). Measuring transit use variability with smart-card data. *Transport Policy*, 14(3), 193-203.

Organització de les Nacions Unides – ONU (1958). *Handbook of population census methods. Volum 1: General aspects of a population census*. Nova York: Oficina de Estadística de las Naciones Unidas.

Peeters, P.; Dubois, G. (2010). Tourism travel under climate change mitigation constraints. *Journal of Transport Geography*, 18(3), 447-457.

Peeters, P.; Szimba, E.; Duijnsveld, M. (2007). Major environmental impacts of European tourist transport. *Journal of Transport Geography*, 15(2), 83–93.

Pelletier, M. P.; Trépanier, M.; Morency, C. (2011). Smart card data use in public transit: A literature review. *Transportation Research Part C*, 19(4), 557-568.

Picornell, M., Ruiz, T., Lenormand, M., Ramasco, J. J., Dubernet, T., & Frías-Martínez, E. (2015). Exploring the potential of phone call data to characterize the relationship between social network and travel behavior. *Transportation*, 42(4), 647–668.

Raun, J.; Ahasa, R.; Tirua, M. (2016). Measuring tourism destinations using mobile tracking data. *Tourism Management*, 57, 202-212.

Roquer, S.; Alberich, J. (2012). Contrastes y diferencias entre las ciudades españolas en la intensidad y características de la movilidad habitual: Antecedentes y situación al año 2001. A: Valenzuela Rubio, M. (coord). *El impacto del modelo autonómico en las ciudades españolas: Una aproximación interdisciplinar*, 641-686. Servicio de publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid.

Saenz-de-Miera, O.; Rosselló, J. (2014). Modeling tourism impacts on air pollution: The case study of PM10 in Mallorca. *Tourism Management*, 40, 273-281.

Saladié, Ò.; Anton Clavé, S.; Gutiérrez, A. (2016). Measuring the influence of the Camp de Tarragona high-speed rail station on first-time and repeat tourists visiting a coastal destination. *Belgeo: Revue belge de géographie*, 3.

Saladié, Ò.; Bustamante, E.; Gutiérrez, A. (2020). COVID-19 lockdown and reduction of traffic accidents in Tarragona province, Spain. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 100218.

Saladié, Ò.; Gutiérrez, A.; Anton Clavé, S. (2018). Influència de l'alta velocitat ferroviària en l'elecció de la destinació turística segons l'origen dels viatgers. El cas de la Costa Daurada a Catalunya. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 64 (2), 339-364

Scaglione, M.; Favre, P.; Trabichet, J.P. (2016). Using Mobile data and strategic tourism flows. Pilot study Monitour in Switzerland. A: Fuchs, M.; Lexhagen.

M; Höpken, W. (Eds.). *Big Data & Business. Intelligence in the Travel & Tourism Domain, Proceeding Workshop Big Data in Tourism*, series iFITtalk@Ostersund, 10.

Schmöcker, J. D.; Kurauchi, F.; Shimamoto, H. (2017). An Overview on Opportunities and Challenges of Smart Card Data Analysis. *Public Transport Planning with Smart Card Data*, 2-12.

Scholl, L., Mojica, C., Leaño, J. M., Vera, F., Benitez, C., Adler, V., Romanillos Arroyo, G. (2019). Cómo aplicar Big Data en la planificación del transporte urbano: El uso de datos de telefonía móvil en el análisis de la movilidad. Washington.

Scuttari, A.; Orsi, F.; Bassani, R. (2018). Assessing the tourism-traffic paradox in mountain destinations. A stated preference survey on the Dolomites' passes (Italy). *Journal of Sustainable Tourism*, 1-17.

Sheller, M.; Urry, J. (2006). The new mobilities paradigm. *Environment and Planning A*, 38(2), 207–226.

Shen, L.; Stopher, P. R. (2014). Review of GPS travel survey and GPS data-processing methods. *Transport Reviews*, 34(3), 316-334.

Shoval, N.; Ahas, R. (2016). The use of tracking technologies in tourism research: the first decade. *Tourism Geographies*, 18(5), 587-606.

Song, C.; Qu, Z.; Blumm, N.; Barabási, A. L. (2010). Limits of predictability in human mobility. *Science*, 327(5968), 1018-1021.

Stradling, S.G.; Meadows, M.L.; Beatty, S. (2000). Helping drivers out of their cars: integrating transport policy and social psychology for sustainable change, *Transport Policy*, 7, 207–215.

Sugimoto, K.; Ota, K.; Suzuki, S. (2019). Visitor Mobility and Spatial Structure in a Local Urban Tourism Destination: GPS Tracking and Network analysis. *Sustainability*, 11(3), 919.

Thompson, K.; Schofield, P. (2007). An investigation of the relationship between public transport performance and destination satisfaction. *Journal of transport geography*, 15(2), 136-144.

Trépanier, M.; Morency, C. (2017). Evaluation of Bus Service Key Performance Indicators Using Smartcard Data. A: Kurauchi, F.; Schmoker, J. (Eds.), *Public Transport Planning with Smart Card Data*, 181-196.

Vu, H. Q.; Li, G.; Law, R.; Ye, B. H. (2015). Exploring the travel behaviors of inbound tourists to Hong Kong using geotagged photos. *Tourism Management*, 46, 222-232.

Wang, Z.; He, S. Y.; Leung, Y. (2018). Applying mobile phone data to travel behaviour research: A literature review. *Travel Behaviour and Society*, 11, 141-155.

Wu, H.; Tan, J. A.; Ng, W. S.; Xue, M.; Chen, W. (2015). FTT: A system for finding and tracking tourists in public transport services. A: *Proceedings of the 2015 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data* (pp. 1093-1098). ACM.

Xu, Y., Shaw, S. L., Zhao, Z., Yin, L., Lu, F., Chen, J., ... Li, Q. (2016). Another tale of two cities: Understanding human activity space using actively tracked cellphone location data. *Annals of the American Association of Geographers*, 106(2), 489–502.

Zaragozí, B., Gutiérrez, A., Trilles, S. (2020). Towards an Affordable GIS for Analysing Public Transport Mobility Data: A Preliminary File Naming Convention for Avoiding Duplication of Efforts. *Proceedings of the 6th International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management (GISTAM 2020)*, 302-309.

Zoltan, J.; McKercher, B. (2015). Analysing intra-destination movements and activity participation of tourists through destination card consumption. *Tourism Geographies*, 17(1), 19-35.

Annex. L'ATM del Camp de Tarragona i la seva gamma de títols

El Consorci del Transport Públic del Camp de Tarragona, Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM del Camp de Tarragona), va ser creat mitjançant la RESOLUCIÓ PTO/3843/2003, de 4 de desembre, per la qual es fa públic l'Acord del Govern de 28 d'abril de 2003, pel qual es constitueix el Consorci del Transport Públic del Camp de Tarragona i se n'aproven els Estatuts. Aquesta resolució va ser Publicada al DOGC núm. 4033 de 18 de desembre de 2003. Els seus estatuts foren modificats mitjançant l'ACORD GOV/93/2010, d'11 de maig, d'aprovació de la modificació dels Estatuts del Consorci del Transport Públic del Camp de Tarragona, publicat al DOGC núm. 5637 de 27 de maig de 2010. L'Annex 1 dels seus estatuts va ser també actualitzat amb posterioritat, tal com queda reflectit en l'Anunci publicat al DOGC núm. 5918 de 12 de juliol de 2011.

El seu àmbit territorial d'actuació està constituït estatutàriament per les cinc comarques que integren el Camp de Tarragona (Tarragonès, Baix Camp, Alt Camp, Conca de Barberà i Priorat), a les quals s'afegeix una sisena, el Baix Penedès. Els membres del consorci en l'actualitat són la Generalitat de la Catalunya, els ajuntaments de Tarragona, Reus, Valls, Vila-seca, Salou, Cambrils, Calafell i Falset, així com els consells comarcals de les sis comarques que formen part del seu àmbit d'actuació.

La finalitat amb què es constitueix l'ATM del Camp de Tarragona és la de coordinar el sistema de transport públic de viatgers en l'àmbit territorial del Camp de Tarragona. Les seves funcions recollides en els seus estatuts són les següents:

- a) Elaboració de propostes per a la planificació dels serveis de transport públic i l'establiment de programes d'explotació coordinada per a tots els operadors públics o privats que els presten.
- b) Elaboració de propostes per a la planificació de les infraestructures de transport públic.
- c) L'elaboració, la tramitació i l'avaluació del pla director de mobilitat.
- d) L'emissió d'informes respecte dels plans de mobilitat urbana, dels plans de serveis i dels estudis d'avaluació de la mobilitat generada.
- e) La política de tarifes dels serveis de transport públic adherits, que comporta la definició del projecte de nou model de sistema de tarifes comú, del seu projecte d'implantació i de les seves fases de desenvolupament, si escau.
- f) Anàlisi i estudi de l'evolució del mercat global de la mobilitat amb especial atenció al seguiment de l'evolució dels desplaçaments en transport públic i en transport privat.
- g) Disseny de la política de finançament per subvenir el dèficit dels serveis i les despeses de funcionament de l'estructura de gestió.
- h) Creació d'una imatge corporativa del sistema de transport públic col·lectiu i del mateix Consorci amb total respecte i compatibilitat amb les pròpies dels titulars i dels operadors.

- i) Realització de campanyes de comunicació amb l'objectiu de promoure la utilització del sistema de transport públic entre la població.
- j) El foment de la cultura de la mobilitat sostenible entre els ciutadans.
- k) L'elaboració de propostes de millorament de la seguretat en el transport.
- l) Elaboració de propostes de coordinació amb els operadors ferroviaris relatives a la integració dels serveis ferroviaris en el sistema de transport públic col·lectiu.
- m) Establiment de relacions amb altres Administracions per al millor compliment de les funcions atribuïdes al Consorci de conformitat amb aquests Estatuts.
- n) L'aplicació i el finançament de mesures per a l'ús racional del vehicle privat.
- o) L'elaboració i el finançament de propostes per a l'ús racional de les vies i de l'espai públic, en aspectes com l'aparcament, les àrees de vianants o la implantació de carrils reservats per al transport públic o les bicicletes.

Tal com marquen les funcions que li són atribuïdes a través dels seus estatuts, el Sistema Tarifari Integrat de l'ATM del Camp de Tarragona es va posar en marxa l'octubre de l'any 2008. Els principals avantatges per als usuaris són una reducció de les tarifes, la qual és superior per als títols amb un major nombre de viatges, i també la possibilitat de poder fer transbordaments sense tornar a pagar. Els serveis de transport públic integrats inclouen els autobusos urbans de Reus i Tarragona, els autobusos interurbans, i els ferrocarrils regionals i de rodalia del Camp de Tarragona en els trams de la rodalia del Camp de Tarragona.

L'àmbit de l'ATM del Camp de Tarragona en el qual es poden utilitzar els seus títols consta de cinc zones, tal com queda reflectit en la **Figura A1**. El nombre de zones a aplicar ve determinat pels municipis pels quals discorre el trajecte realitzat per l'usuari.

Figura A1. Zonificació de l'ATM del Camp de Tarragona.



Font: Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona

La gamma de títols de l'ATM del Camp de Tarragona es compon pel T-MES, el T-50/30, el T-10/30, el T-10, el T-70/90 i el T-12, les característiques dels quals es detallen en la **Figura A2**. A banda del nombre de viatges, els títols es diferencien en funció de si són personalitzats (la targeta porta el nom, cognoms i la fotografia de la persona usuària i només pot ser utilitzada per aquesta), o anònima, si són multipersonals (la mateixa targeta pot ser utilitzada per un grup de 2 o més persones) o unipersonal (només pot ser validada per una única persona), i la durada del títol, que pot ser de 30, 90 dies, o tenir vigència fins al proper canvi de tarifes.

Figura A2. Gamma de títols de l'ATM del Camp de Tarragona.



T-MES



Títol de transport multiviatge que permet fer un nombre il·limitat de desplaçaments, a les zones delimitades per la primera validació, en tots els modes de transport integrats segons les zones a travessar (entre 1 i 3 zones). Validesa: 30 dies consecutius des de la primera validació. Títol unipersonal. Aquest títol només pot ser carregat a **targetes personalitzades** mitjançant DNI/NIE/Passaport nacional.



T-50/30



Títol de transport multiviatge que permet fer 50 desplaçaments en tots els modes de transport integrats segons les zones a travessar (entre 1 i 3 zones). Validesa: 30 dies consecutius des de la primera validació. Títol **unipersonal** i horari.



T-10/30*



Títol de transport multiviatge que permet fer 10 desplaçaments en tots els modes de transport integrats segons les zones a travessar (entre 1 i 3 zones). Validesa: 30 dies consecutius des de la primera validació. Títol **unipersonal** i horari.

T-10*



Títol de transport multiviatge que permet fer 10 desplaçaments en tots els modes de transport integrats segons les zones a travessar (entre 1 i 3 zones). Títol **multipersonal** i horari.



T-12



Títol de transport que permet als nens i nenes d'entre 4 i 12 anys (ambdós inclosos), fer un nombre il·limitat de desplaçaments a la zona tarifària en la que resideixen, en tots els modes de transport integrats. Títol unipersonal. Aquest títol només pot ser carregat a la **targeta personalitzada** T-12 mitjançant DNI/NIE/Passaport nacional. Validesa: en la seva primera edició té una validesa de 16 mesos. Les posteriors renovacions es realitzaran anualment.

T-FM/FN 70/90



Títol de transport multiviatge que permet als membres d'una única família monoparental o nombrosa, fer 70 desplaçaments en tots els modes de transport integrats segons les zones a travessar (d'1 a 3 zones). Títol **multipersonal** i horari. Validesa: 90 dies consecutius des de la primera validació. Aquest títol només podrà ser carregat a la **targeta personalitzada** FM/FN mitjançant DNI/NIE/Passaport nacional i carnet de família nombrosa o monoparental.

Font: Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona

Finalment, les tarifes dels esmentats títols els anys 2018 i 2019, durant els quals s'han dut a terme les tasques principals d'aquest projecte apareixen detallades en la **Figura A3**.

Figura A3. Tarifes de la gamma de títols de l'ATM del Camp de Tarragona. Anys 2018 i 2019.

Títols ordinaris multiviatge

Tarifes vigents des de l'1 de gener de 2018.

Títol	1 zona	2 zones	3 zones
T-MES	45,70 €	71,70 €	96,85 €
T-50/30	32,50 €	59,80 €	84,05 €
T-10/30	9,75 €	19,50 €	26,65 €
T-10	12,00 €	23,75 €	34,15 €

Famílies monoparentals i nombroses

Bonificacions a aplicar a membres de famílies monoparentals i nombroses de categoria general (G) i especial (E):

Títol	1 zona	2 zones	3 zones
T-FM/FN 70/90 G	67,00 €	132,85 €	191,10 €
T-FM/FN 70/90 E	41,90 €	83,00 €	119,50 €
T-MES FM/FN G	36,55 €	57,35 €	77,50 €
T-MES FM/FN E	22,85 €	35,85 €	48,45 €

Font: Autoritat Territorial de la Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona

Una característica fonamental del Sistema Tarifari integrat de l'ATM del Camp de Tarragona és la utilització de targetes sense contacte, que l'usuari va recarregant en funció de les seves necessitats. Aquesta característica ha permès la realització dels estudis presentats en aquesta memòria. Una vegada els usuaris validen els seus títols en les màquines implantades en els vehicles de transport i en les estacions ferroviàries, la informació és recollida i compilada pel Sistema de Gestió de la Integració Tarifària (SGIT). Aquesta informació és necessària per tal de determinar el repartiment dels ingressos tarifaris generats per la càrrega i recàrrega dels títols ATM en les targetes de transport, repartiment que es du a terme seguint les regles de càlcul establertes en els convenis d'adhesió dels operadors de transport públic.