

# Llibre blanc sobre la Intel·ligència Artificial aplicada a la mobilitat

La IA per donar resposta  
als reptes del sector de la  
mobilitat a Catalunya

### **CIDAI-LlibreBlanc-2021-01**

*Drets reservats. Aquest treball està disponible sota la llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).*

*Segons els termes d'aquesta llicència, podeu copiar, redistribuir i adaptar l'obra amb fins no comercials, sempre que l'obra sigui citada adequadament, tal com s'indica a continuació.*

*En qualsevol ús d'aquest treball, no s'ha de suggerir que el CIDAI doni suport a cap organització, producte o servei específic. No es permet l'ús del logotip CIDAI.*

*Si adapteu l'obra, heu de llicenciar-la amb la mateixa llicència Creative Commons o equivalent.*

*Si creeu una traducció d'aquest treball, heu d'afegir la següent exempció de responsabilitat juntament amb la cita suggerida: "Aquesta traducció no la va crear el Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence (CIDAI). CIDAI no es fa responsable del contingut ni de l'exactitud d'aquesta traducció. L'edició original en català serà l'edició autèntica i vinculant".*

*Qualsevol mediació relacionada amb disputes derivades de la llicència es durà a terme d'acord amb les normes de mediació de la World Intellectual Property Organization.*

*Cita suggerida. CIDAI-LlibreBlanc-2021-01 // Llibre blanc sobre la intel·ligència artificial aplicada a la mobilitat, CIDAI, 2021. Llicència: CC BY-NC-SA 4.0.*





# Índex

<b>1. Introducció.....</b>	<b>14</b>
<b>2. Mobilitat: concepte, reptes i tendències.....</b>	<b>17</b>
2.1. Abast del sector .....	17
2.2. Evolució del concepte “transport” a “mobilitat” .....	17
2.3. Conceptes derivats de la nova mobilitat.....	18
2.4. Reptes i tendències del sector de la mobilitat .....	19
2.4.1. Reptes del sector .....	20
2.4.2. Tendències.....	22
2.5. El sector de la mobilitat a Catalunya .....	23
<b>3. Breu introducció a la Intel·ligència Artificial.....</b>	<b>27</b>
3.1. Definició i principals conceptes de la IA.....	27
3.2. Principals tecnologies d’IA per a la Mobilitat.....	28
3.2.1. Reconeixement de patrons.....	30
3.2.2. Automatització Robotitzada de Processos.....	32
3.2.3. Xarxes Neuronals Artificials .....	32
3.2.4. Processament de Llenguatge Natural (PLN) .....	33
3.2.5. Biometria.....	34
<b>4. La IA com a factor de transformació de la Mobilitat .....</b>	<b>36</b>
4.1. Impacte de la IA en la Mobilitat .....	36
4.2. La IA i les principals aplicacions i funcionalitats de la Mobilitat .....	37
4.2.1. Gestió i inspecció intel·ligent del tràfic i les infraestructures .....	38
4.2.2. Seguretat, control de qualitat i gestió d’accidents.....	38
4.2.3. Gestió dinàmica de la flota de vehicles.....	39
4.2.4. Manteniment predictiu de vehicles, equipaments i infraestructures .....	39
4.2.5. Millora de l’experiència al vehicle .....	39
4.2.6. Vehicle autònom .....	39
4.2.7. Experiència al voltant del vehicle .....	39
4.2.8. Mobilitat no motoritzada i accessibilitat .....	40
<b>5. Anàlisi de la IA en l’àmbit de la Mobilitat a Catalunya .....</b>	<b>41</b>
5.1. La IA a Catalunya.....	41
5.2. Fortaleses i acceleradors a Catalunya.....	42
5.2.1. Algunes iniciatives d’IA i Mobilitat a Catalunya .....	46
5.3. Barreres per l’adopció d’IA en mobilitat a Catalunya.....	47
5.4. Recomanacions per fomentar l’adopció de la IA en l’ecosistema de mobilitat .....	49
5.4.1. Propostes amb impacte i viabilitat elevats.....	49
5.4.2. Propostes amb impacte i viabilitat de grau mig:.....	51
<b>6. Autoria i agraïments .....</b>	<b>54</b>
<b>ANNEX I. Caracterització de l’impacte de la IA en casos d’ús de mobilitat.....</b>	<b>56</b>
<b>ANNEX II. Presentació de casos d’ús il·lustratius .....</b>	<b>59</b>
A II.1. Pressió ambiental .....	60
A-II.1.1. Canvi d’hàbits cap a una mobilitat més sostenible de forma participativa PROJECTE MUV2020 - I2CAT .....	60
A-II.1.2. Mapes de qualitat de l’aire a través de patinets REBY .....	62
A II.2. Congestió ciutats i carrers .....	63
A-II.2.1. Hubs per la distribució urbana de mercaderies DATACITYLAB .....	63
A-II.2.2. Classificació automàtica d’imatges de vehicles aparcats REBY.....	65
A-II.2.3. Planificador intel·ligent de rutes de repartiment SMARTMONKEY .....	66
A II.3. Canvis estil vida.....	68
A-II.3.1. Valor del temps de transport Projecte MOTIV- EURECAT.....	68
A-II.3.2. Manteniment intel·ligent i prevenció de danys en mobilitat compartida PROJECTE ANTITRASH – EIT URBAN MOBILITY .....	69

A-II.3.3. Assistent de viatge per la millora del benestar de l'usuari PROJECTE AI-TRAWELL – EITURBAN MOBILITY	70
A-II.3.4. Millorar la situació de confort dels passatgers TMB	71
A-II.3.5. Bus sota demanda SHOTL	73
A-II.3.6. Bus sota demanda ByBus SEAT	74
<b>A II.4. Gestió distribuïda i Canvis econòmics</b>	<b>75</b>
A-II.4.1. Detecció de desperfectes en paviment SOTAVIA	75
A-II.4.2. Predicció del nivell d'ocupació en el transport públic per carretera PROJECTE INTELLIBUS- INLABFIB UPC	76
A-II.4.3. Predicció de la demanda TMB	77
<b>A II.5. Accidentalitat i seguretat</b>	<b>79</b>
A-II.5.1. Detecció d'individus als passos de vianants PROJECTE FEMIOT- CVC	79
A-II.5.2. Millora de la seguretat dels micro-vehicles KICK-SCOOTER – CARNET, UPC	81
A-II.5.3. Nous sistemes de gestió del trànsit per la nova mobilitat cooperativa, connectada i autònoma ABERTIS	82
A-II.5.4. Distribució òptima de fluxos de persones degut a la covid BASETIS	83
<b>A II.6. Noves tecnologies i fonts de dades</b>	<b>84</b>
A-II.6.1. Sistemes intel·ligents de transport cooperatius PROJECTE C-ROADS – INLABFIB UPC	84
A-II.6.2. Generació de matrius origen-destí a partir de dades wifi i càmeres infraroges TRAM- EURECAT	86
A-II.6.3. Generació de matrius origen-destí a partir de dades de telefonia mòbil ATM	87
A-II.6.4. Digitalització d'infraestructura a través d'analítica de vídeo ABERTIS	88
<b>A II.7. Dispersió extra-urbana</b>	<b>89</b>
A-II.7.1. Infraestructura de xarxa i computació multiprovedor basada en 5g PROJECTE 5GMED – I2CAT	89
A-II.7.2. Cap a la conducció autònoma en entorns rurals GENERALITAT DE CATALUNYA, CVC	90
<b>A II.8. Integració social</b>	<b>92</b>
A-II.8.1. Inclusió de gènere en els sistemes de transport PROJECTE DIAMOND - EURECAT	92
A-II.8.2. Sistema de transport assistit per a persones que viuen amb discapacitats o disfuncions de memòria APP&TOWN	93
<b>ANNEX III. Com desenvolupar un projecte d'IA per mobilitat</b>	<b>94</b>



# Resum executiu

La Intel·ligència Artificial (IA) és una de les principals tecnologies protagonistes del procés de canvi i transformació digital que s'està experimentant actualment en la societat, amb un abast transversal en pràcticament tots els sectors econòmics. La mobilitat és, justament, un d'aquests sectors que està adoptant i experimentant una transformació de base tecnològica rellevant. L'aplicació de la IA juntament amb altres disciplines relacionades com la Internet de les Coses o el Big Data adquireix un paper central en l'ADN tecnològic i innovador del paradigma actual de mobilitat.

El sector de la mobilitat està immers en una revolució com a conseqüència dels avenços tecnològics, la innovació en models de negoci i els canvis socials. Grans tendències del sector són:

- Mobilitat sostenible i electrificada
- Mobilitat Intel·ligent i connectada
- Mobilitat compartida
- Mobilitat integrada i multimodal
- Mobilitat centrada en l'usuari

**Catalunya disposa d'elevades capacitats i potencialitats per liderar el desenvolupament i l'adopció de la intel·ligència artificial en l'àmbit de la mobilitat** al sud d'Europa i per posicionar-se com un pol tecnològic referent. El teixit empresarial català ha començat a buscar nou valor en l'aplicació de la intel·ligència artificial en el sector de mobilitat. Un nombre significatiu d'empreses i organismes tenen iniciatives exploratòries i algunes ja han desplegat les primeres aplicacions intel·ligents, generalment en forma de pilots. No obstant això, el seu impacte i aplicabilitat real encara és baix i la possibilitat d'adopció de tecnologies innovadores en IA per part de tota la cadena de valor de la mobilitat, des del sector públic fins al sector privat, des dels responsables i gestors d'infraestructures fins als proveïdors de serveis a l'usuari final, encara té molt camí per recórrer. Atès que en molts casos això està motivat per la falta de confiança en les tecnologies pròpies, cal un major lideratge de les nostres entitats, fomentar i reforçar la col·laboració interna, donar visibilitat a casos d'èxits existents, i impulsar la transferència tecnològica per poder posicionar a Catalunya entre els líders tecnològics en intel·ligència artificial i tecnologies de les dades

## Què és la IA?

Conjunt de tecnologies (desenvolupament d'algoritmes des del Machine Learning al Processament de Llenguatge Natural), que permeten una presa de decisions intel·ligents i realitzar tasques que normalment requeririen intel·ligència humana. Facilitant que màquines realitzin processos cognitius similars als humans, incloses les capacitats d'aprendre, comprendre, raonar i interactuar.

Sota aquest context, l'objectiu d'aquest Llibre Blanc és donar els arguments i les pistes per facilitar i accelerar l'adopció de la intel·ligència artificial en l'àmbit de la mobilitat com un instrument clau a tenir en compte per poder fer realitat el més aviat possible la nova mobilitat en el territori.

Com a punt de partida es reflexiona sobre l'àmbit de la mobilitat i el seu abast, es revisa el pes i la realitat del sector a Catalunya, es presenten els nous conceptes associats a la nova mobilitat i s'identifiquen els

principals reptes i tendències existents actualment. Elements com pressió ambiental; la congestió de ciutats i carrers; els canvis en l'estil de vida de la societat, la gestió distribuïda i els canvis econòmics que succeeixen; l'accidentalitat, la seguretat i l'ètica; la dispersió extra-urbana i la dinàmica demogràfica; i la integració social, són tots ells reptes als quals ha de donar resposta la gestió de la nova mobilitat. En aquest sentit, s'identifiquen cinc tendències en el marc de la nova mobilitat que, de manera global, poden donar resposta a aquest conjunt de reptes presents, tendències com la mobilitat sostenible i electrificada, la mobilitat compartida, la mobilitat intel·ligent i connectada, la mobilitat integrada i multimodal i la mobilitat centrada en l'usuari.

### **Importància de la IA en mobilitat**

La IA transformarà el sector de la mobilitat cap a una nova era amb alts nivells d'eficiència, seguretat, qualitat d'experiència d'usuari i competitivitat de l'economia.

L'èxit per la posada en marxa del nou model de mobilitat concretat amb aquestes cinc tendències dependrà en bona mesura de la disponibilitat de tecnologies diferencials d'alt valor que el facin viable tècnic i econòmicament. És en aquest escenari, on la digitalització pel control i gestió de tota la informació, amb la capacitat d'anàlisi en temps real de grans volums de dades, i especialment amb la incorporació de les tecnologies basades en la IA, que actualment sorgeix la possibilitat real i viable de dissenyar noves eines i solucions que puguin facilitar i automatitzar una presa de decisions optimitzada en un entorn extremadament complex com és tot l'ecosistema de mobilitat.

### **Cap on anem?**

- Les noves tecnologies conflueixen per connectar vehicles, infraestructures i xarxes de telecomunicacions.
- Transformar els moviments de persones i mercaderies és un repte que hem d'abordar entre tots. La innovació i col·laboració és important per definir un nou paradigma de mobilitat, que tindrà un impacte positiu en la societat, economia i en el medi ambient.

L'estudi posa de manifest quatre grans àmbits on hi ha un impacte clar de les tecnologies d'IA en la mobilitat i que són: la capacitat per millorar l'eficiència de processos i serveis, la capacitat per generar noves oportunitats de negoci en el sector, la capacitat transversal per incidir positivament en tots els actors de l'ecosistema, i la capacitat per sumar sinèrgies amb la resta de tecnologies emergents per generar conjuntament un valor superior, en tant que la IA és transversal i per tant una tecnologia facilitadora.

Fruit de les discussions amb els experts que han participat a l'estudi s'han identificat les **principals oportunitats de la IA en el sector de la mobilitat**:

- La gestió i inspecció intel·ligent del trànsit i de les infraestructures
- La millora de la seguretat, el control de qualitat i la gestió d'accidents.
- La gestió dinàmica de la flota de vehicles
- El manteniment predictiu de vehicles, equipaments i infraestructures
- La millora de l'experiència al vehicle (en la conducció)
- El vehicle autònom



- La millora de l'experiència al voltant del vehicle (planificació, desplaçament i mobilitat)
- Suport a la mobilitat no motoritzada i a l'accessibilitat

L'estudi, a partir de les contribucions dels diferents experts que hi han participat, posa de relleu un conjunt de dificultats o **barreres que suposen un fre al desenvolupament i l'adopció de la IA** en l'àmbit de la mobilitat en el context català. D'aquesta reflexió amb experts, tant del món empresarial, sector públic i acadèmic, es destaquen principalment les següents barreres:

- Gran complexitat i fragmentació existent en la regulació relativa a la mobilitat en el territori.
- Dificultat per desplegar i testar les noves solucions i serveis de mobilitat basats en IA.
- Manca d'entorns tecnològics de proves per agilitzar la compartició de dades i la interacció entre actors de l'ecosistema.
- Existència d'un parc d'infraestructures de transport i mobilitat amb llargs períodes d'amortització i renovació.
- Llargs processos de licitació de les noves infraestructures de transport amb risc d'obsolescència digital de les solucions implantades.
- Manca d'estratègia clara de les organitzacions respecte el rol de la IA en la seva operativa.
- Desconeixement i incertesa respecte el risc legal i la responsabilitat civil d'una operativa basada en IA
- Manca de talent expert en analítica avançada i IA, i a mes a més dificultat de retenció del mateix.
- Dificultat per accedir i disposar de dades de qualitat.
- Resistència al canvi de les persones i les organitzacions.
- Pocs mecanismes de col·laboració i no prou madurs per sistematitzar la innovació publicoprivada de manera continuada.
- Existència d'un ecosistema reduït i de petita dimensió de proveïdors tecnològics locals d'IA.
- Poca valoració de l'activitat d'R+D+i en els processos de compra pública.
- Dependència amb les grans organitzacions multinacionals respecte a la disponibilitat de dades de mobilitat del territori.
- La qualitat de les prestacions dels models IA es pot veure limitada pels requeriments de compliment de la normativa en matèria de privacitat de dades de caràcter personal.
- Manca de transparència dels models IA desenvolupats

Per últim, també amb la contribució del grup d'experts, s'elaboren un conjunt de **recomanacions i propostes** agrupades en dos blocs segons el nivell d'impacte que poden produir i segons el grau de viabilitat en el context català.

**El primer grup de mesures es considera amb un nivell d'impacte i viabilitat elevats**

1. Potenciació de l'adopció d'una estratègia en IA en les organitzacions.
2. Facilitació de la innovació publicoprivada per consolidar la recerca i la innovació en IA en mobilitat.

3. Conformació de grans pilots de mobilitat al territori com a tractors per la posterior adopció de la IA en l'operativa real.
4. Potenciació de la disponibilitat, compartició i governança de les dades per generar nou valor de qualitat amb la IA.
5. Potenciació d'una oferta formativa amb titulació universitària i amb especialització en els dominis d'IA i de mobilitat.

**Les propostes del segon grup es consideren amb un nivell d'impacte i viabilitat a més llarg termini**

1. Coordinació i gestió de la complexitat de la regulació en matèria de mobilitat del territori.
2. Potenciació de la digitalització de la infraestructura de transport i solucions de mobilitat existents.
3. Enfortiment de l'ecosistema local de proveïdors en l'àmbit de la mobilitat i la IA.
4. Sensibilització del territori i pla de gestió del canvi per l'adopció de la IA.
5. Clarificació de la incertesa legal associada a la incorporació de la IA en mobilitat.

Com a conclusió es considera que per poder avançar en les diferents recomanacions exposades s'aconsella **impulsar una taula sectorial de mobilitat** que dinamitzi, coordini i impulsi les diferents línies de treball prioritzades.

# Abreviacions

- ANN: Artificial Neural Network
- ATM: Autoritat del Transport Metropolità
- AV: Autonomous Vehicle
- B2B: Business to Business.
- B2C: Business to Customer.
- CIDAI: Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence
- CNAE: Classificació Nacional d'Activitats Econòmiques
- CVC: Centre de visió per Computador
- DGT: Dirección General de Tráfico
- DNN: Deep Neural Networks
- DRT: Demand Responsive Transit
- EIT: European Institute of Technology
- ERP: Enterprise Resource Planning.
- EV: Electrical Vehicle
- FGC: Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
- GDPR: General Data Protection Regulation
- GPU: Graphic Processing Unit
- IA: Intel·ligència artificial
- INE: Instituto Nacional de Estadística
- ITS: Intelligent Transport System
- IoT: Internet of Things
- KIC: Knowledge and Innovation Community
- KPI: Key Performance Indicators
- MaaS: Mobility as a Service
- NLG: Natural Language Generation
- NLP: Natural Language Processing
- NLU: Natural Language Understanding
- ML: Machine learning
- MOS: Mobility Operating System
- PIB: Producte Interior Brut
- PIMEs: Petites i mitjanes empreses
- PLN: Processament de llenguatge natural
- R+D+i: Recerca, desenvolupament i innovació
- RIS3CAT: Estratègia de recerca i innovació per a l'especialització intel·ligent de Catalunya
- ROI: Retorn de la inversió
- RPA: Robot Process Automation
- SCT: Servei Català de Trànsit
- SVM: Support Vector Machines
- TIC: Tecnologies de la informació i comunicació
- TMS: Transport Management Software
- TMB: Transports Metropolitans de Barcelona
- TRL: Technology Readiness Level

- VAB: Valor Agregat Brut
- VMP: Vehicles de Mobilitat Personal
- V2X: Vehicle to Anything
- V2C: Vehicle to Cloud
- V2I: Vehicle to Infrastructure
- V2V: Vehicle to Vehicle



# 1. Introducció

La mobilitat és un component fonamental de l'economia mundial, representant anualment uns 15.000 milions d'euros i el principal sector que contribueix al PIB mundial<sup>1</sup>. A Catalunya, el transport i la mobilitat representen un sector econòmic d'una importància estratègica inqüestionable, no sols per **contribuir a millorar la competitivitat com a regió, sinó per ajudar al desenvolupament de l'activitat derivada d'altres sectors com són la indústria, el comerç i el turisme, entre d'altres**. Aquesta importància està en augment si es té en compte el pes de la globalització, que exigeix major capacitat per atendre el volum creixent d'intercanvis comercials i de passatgers a escala mundial.

**Una mobilitat eficient és una condició *sine qua non* per mantenir la prosperitat com a regió.** El necessari subministrament de serveis més flexibles, fiables i ràpids requereixen del desenvolupament de tecnologia puntera per satisfer una demanda en augment, cada vegada més exigent i especialitzada. Davant la congestió en augment a les ciutats com Barcelona, un imminent canvi climàtic, els alts índex d'accidentalitat i molts altres reptes als quals el sector està immers l'aposta i desenvolupament de solucions de mobilitat sostenibles són crucials tan per la qualitat de vida com per la salut de l'economia.

Al mateix temps, estem immersos en una època de grans avanços tecnològics gràcies a la computació al núvol, robòtica, internet de les coses o *blockchain*. Entre aquestes diverses tecnologies transformadores destaca la Intel·ligència Artificial (IA) com una de les disciplines que tindrà més influència i capacitat de transformació del model de societat i d'economia del futur. La IA vertebrà una nova era tecnològica, amb aportacions potencials a una àmplia gamma de camps i sectors incloent, de forma rellevant, l'impacte al sector de la mobilitat.

La IA pot incidir en l'evolució dels processos complexos de presa de decisions, contribuint a crear ciutats i sistemes de mobilitat d'alt rendiment, esdevenint un element essencial per a la futura implantació dels vehicles autònoms, facilitant una logística intel·ligent i optimitzada, etc. **Però, malgrat el seu potencial, l'adopció de la IA en l'àmbit de la mobilitat es troba encara en fases incipients.**

## Objectius del document:

- Sensibilitzar entorn la IA a la indústria de transport i mobilitat;
- Reflexionar al voltant de les barreres actuals i presentar les oportunitats que s'espera que derivin de la implementació IA;
- Recomanar àrees i presentar casos d'ús d'exemple i amb potencial per on començar a iniciar el camí en l'adopció de la IA;

## A qui va adreçat:

- Document enfocat a tota aquella organització pública o privada que tingui interès o estigui treballant en projectes de mobilitat.
- Alhora donar suport a tots els agents que estan – o volen estar - al corrent en la definició de la mobilitat del futur a través de la implementació de tecnologies disruptives com és la IA (administracions públiques, associacions, entitats o grups).

L'objectiu d'aquest Llibre Blanc és donar algunes claus per al foment de l'adopció i la incorporació de la IA en els diferents processos de negoci i operacions de les empreses i organitzacions que treballen en l'àmbit de la mobilitat i transport sostenible a Catalunya. El document, doncs, dona una visió pràctica de l'impacte

de la intel·ligència artificial sobre la mobilitat per tal que empreses i agents operant al territori català que encara no fan ús de forma recurrent o intensiva de solucions basades en aquesta tecnologia trobin una guia que els permeti començar a definir un full de ruta

En ocasions les empreses, i en particular les petites, tenen dificultats a l'hora d'iniciar el camí cap a l'adopció de tecnologies disruptives com és el cas de la IA. Aquest Llibre Blanc convida aquests agents a prendre decisions corporatives encaminades a l'aplicació de la IA al sector de la mobilitat. Al mateix temps, el document ajuda a identificar com la IA pot donar resposta als principals reptes del sector de la mobilitat i anticipa les tendències que configuraran la mobilitat del futur, tot proveint d'exemples i experiència d'entitats que estan liderant-ne l'adopció.

### Metodologia emprada

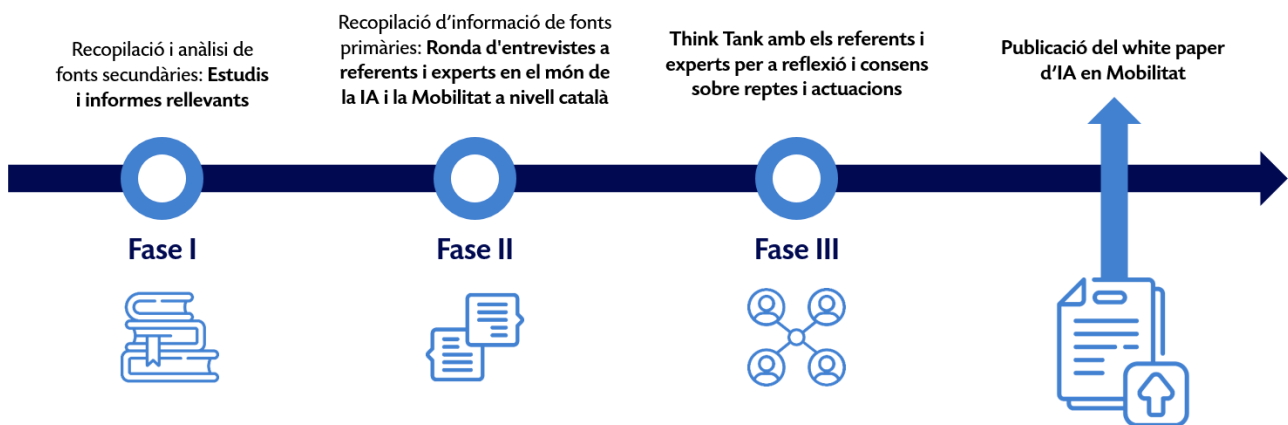
L'equip de redacció del Llibre Blanc està integrat per consultors d'Eurecat especialitzats en innovació i tecnologia i per l'Oficina Tècnica del CIDAI.

La perspectiva i abast del document s'ha definit a partir d'entrevistes individuals amb quinze professionals del sector de la mobilitat a Catalunya per part de l'equip de redacció. Els entrevistats han estat seleccionats en tant que experts i referents del sector per la seva activitat empresarial, acadèmica o en l'administració de manera que poguessin proporcionar informació i coneixement per a l'estudi.

Seguit a les entrevistes s'ha realitzat una sessió conjunta de treball amb aquest grup d'experts (Think Tank) per a discussió i consens sobre reptes i actuacions. Les perspectives dels entrevistats han estat d'especial valor pels apartats reflexius del document com són la identificació de reptes i definició d'actuacions encaminades a promoure l'adopció de la IA en mobilitat.

El document final ha estat revisat i consensuat per tots els participants en la seva elaboració.

## Fases



L'impulsor del Llibre Blanc és el CIDAI, una iniciativa publicoprivada emmarcada dins de l'estratègia Catalonia.AI de la Generalitat de Catalunya i coordinat pel centre tecnològic Eurecat.

El CIDAI té com a objectiu la generació, validació i transferència de tecnologies d'Intel·ligència Artificial fiable d'alt valor afegit per fomentar la innovació en els sectors estratègics del país, entre ells la mobilitat.





## 2. Mobilitat: concepte, reptes i tendències

### 2.1. Abast del sector

Per delimitar el sector de la mobilitat en aquest Llibre Blanc es pren com a referència la definició adoptada per la RIS3CAT, l'Estratègia de Recerca i Innovació per a l'especialització intel·ligent de Catalunya que el Govern de la Generalitat proposa per reactivar l'economia i reorientar el sector productiu cap a un model econòmic més intel·ligent, sostenible i integrador.

En el context del RIS3CAT, doncs, l'abast del sector de mobilitat s'especifica com: "Tots els agents que treballen en el desenvolupament de solucions per una mobilitat i un transport més sostenible, tant de persones com de mercaderies a Catalunya".

El Llibre Blanc adopta en general aquest abast amb les següents consideracions:

- *Modes de transport que impacten en la mobilitat urbana i interurbana*

Cal tenir present que a l'abast de la mobilitat a Catalunya, a part de considerar el transport de persones en àrees urbanes, s'han d'incloure les comunicacions interurbanes. Anàlogament cal incloure també la mobilitat referida al transport de mercaderies doncs un transport àgil i fluid a través de tot el territori és un factor clau per a la sostenibilitat econòmica actual i futura del país, amb especial atenció al transport de darrera milla que ha experimentat un important increment amb l'auge del comerç electrònic.

- *Excepcions*

Per tal de focalitzar l'abast del document es consideren algunes excepcions que o bé s'analitzen en menor detall o no s'inclouen en el document:

- *Per mitjans de transport i abast geogràfic:* la Comissió Europea classifica els mitjans de transport en quatre grans categories i) transport marítim/ vies fluvials interiors, ii) transport aeri, iii) per carretera i iv) ferroviari<sup>2</sup>. Aquest Llibre Blanc es centra en les dues darreres categories, transport per carretera i vies fèrries. El transport marítim i aeri es deixen en un segon pla donat que majoritàriament responen a necessitats de mobilitat de llarga distància.
- *Per activitats:* no s'inclouen activitats relacionades amb la mobilitat però lligades a la fabricació de vehicles, bateries, components, etc., ni activitats lligades a la gestió energètica associada a la mobilitat (generació, subministrament, distribució, etc.).

### 2.2. Evolució del concepte "transport" a "mobilitat"

En algunes ocasions els termes "transport" i "mobilitat" s'intercanvien erròniament. Tanmateix, aquests dos mots no són sinònims. Una definició senzilla de transport és l'activitat que consisteix en el trasllat de mercaderies i/o persones d'un punt geogràfic a un altre. El concepte de mobilitat, en canvi, no es refereix només al mitjà per desplaçar-se entre dos punts sinó que va més enllà.

Així, si la gestió del transport podem pensar que consisteix en l'ordenació de mitjans de desplaçament que permeten realitzar una trajectòria de forma efectiva, la gestió de la mobilitat té un enfocament més sistèmic i innovador, doncs, a part de considerar els mitjans de desplaçament disponibles, vetlla per disposar d'opcions de transport integrades, adequades, accessibles i de qualitat. En altres paraules, mobilitat es refereix a la gestió i subministrament de serveis de transport coordinats. Integrant i optimitzant una àmplia gamma d'opcions de transport i proveïdors, posant l'usuari al centre i prioritzant les necessitats individuals d'aquests usuaris. La gestió de mobilitat no es basa doncs en un mitjà de transport únic, sinó en coordinar diversitat de serveis i proveïdors per aconseguir un sistema de prestació de serveis de transport més eficient.

A transport i mobilitat hi podem afegir el concepte de trànsit, els tres amb definicions i focus diferents:

- Per al trànsit l'objecte d'estudi és la circulació de vehicles principalment motoritzats.
- Per al transport l'objecte d'estudi s'amplia a tots els mitjans de transport.
- La mobilitat posa èmfasi en els individus i no pas en els mitjans de transport que utilitzen per desplaçar-se. La mobilitat tracta del moviment de persones i béns sense la jerarquia implícita del motor i amb independència del mitjà de transport que utilitzin per desplaçar-se. Això fa que en l'anàlisi de la mobilitat aflorin consideracions diverses que no apareixen sota el paraula del trànsit o el transport, com per exemple, les necessitats diferents col·lectives i elements que conviuen en l'espai on es produeix la mobilitat: vehicles, vianants, usuaris, infraestructures etc.

Així doncs, malgrat que els tres conceptes estan estretament lligats presenten diferències notables. **Transport i trànsit queden englobats dins el concepte més global que representa la mobilitat**<sup>3</sup>. Des d'aquest punt de vista, doncs, la mobilitat inclou els elements físics del transport però també un conjunt de solucions i serveis digitals que permeten el transport de persones i mercaderies com a part d'un ecosistema intel·ligent, compartit i connectat.

## 2.3. Conceptes derivats de la nova mobilitat

Actualment hi ha una diversitat de serveis de mobilitat i els termes emprats per descriure'ls és cada vegada més ampli, gràcies a l'impacte de la tecnologia en la creació de nous serveis (com per exemple planificació de viatges, facturació, competició, etc.). Alguns termes clau que cal tenir en consideració i que es referenciaran al llarg d'aquest document són:

### ▪ *Última milla/ Primera milla*

La majoria d'usuaris de transport (metro, bus, ferrocarril) han de completar la primera i última part del viatge per si sols. Per exemple, han de desplaçar-se a l'anada fins a la parada o estació origen des del seu domicili i a la inversa en el camí de tornada. Aquesta part del trajecte es coneix com la primera i última milla del viatge de l'usuari. També inclou el darrer tram en el lliurament de mercaderies a la destinació final.

### ▪ *Micromobilitat*

Categoria de modes de transport (primordialment urbans) que proporcionen vehicles lleugers (generalment de menys de 500 quilos), tan privats com compartits. Exemples en poden ser bicicletes, patinets elèctrics, etc.

### ▪ *Mobilitat multimodal*

Desplaçament que implica l'ús de múltiples modes de transport, per exemple, metro i autobús. També conegut com a transport combinat.

- *Mobilitat com a Servei (MaaS)*

La integració de diverses formes de serveis de transport (que pot incorporar tant públics com privats) en un únic servei de mobilitat accessible sota demanda a través d'una interfície digital, que aglutina diverses aplicacions de mobilitat digital. Els sistemes MaaS permeten, entre altres objectius, avançar en el procés de substitució del transport com a bé de consum (ús de transport personal en vehicles propis) per l'adquisició de serveis de mobilitat.

- *Mobilitat compartida*

Ús compartit d'un mitjà de transport (automòbil, motocicleta, etc.). Existeixen diverses modalitats de mobilitat compartida:

- ***Ride-sharing o ride-pooling***: servei de compartició de viatges que connecta els passatgers amb conductors independents. *Peer-to-peer ride-sharing* indica que tant passatger com conductor són persones particulars.
- ***Ride-hailing***: servei que connecta els passatgers amb serveis de taxi a la zona.
- ***Co-loading***: servei de mobilitat compartida de mercaderies en l'àmbit logístic.

- *Tarifa plana de mobilitat*

Establiment d'un preu global i fix per un conjunt de serveis de mobilitat.

- *Mobilitat sota demanda*

Concepte pel qual es pot obtenir la mobilitat quan sorgeix la necessitat mitjançant un servei que no requereix reserva prèvia.

- *Vehicles autònom*

Vehicle que disposa dels elements tecnològics necessaris que fan possible una conducció sense intervenció humana. Hi ha establerts fins a 5 nivells d'autonomia que progressivament van incrementant el grau d'independència respecte el conductor. Malgrat els rellevants avenços aconseguits, a dia d'avui l'autonomia total (nivell 5) encara no està tecnològicament madura per a desplegar-se comercialment.

- *Comunicació V2X*

Es refereix a la capacitat de comunicació dels vehicles amb el seu entorn, incloent la comunicació entre vehicles (V2V), la comunicació entre vehicles i la infraestructura de transport (V2I) o la comunicació entre el vehicle i recursos de computació al núvol (V2C). La capacitat d'interacció entre els vehicles i el seu entorn és un element clau en un sistema intel·ligent de transport (ITS).

- *Internet de les coses/ dispositiu IoT*

La tecnologia IoT juga un paper fonamental en la nova mobilitat doncs a dia d'avui els vehicles estan sensoritzats de manera que esdevenen en si mateixos objectes connectats seguint els esquemes de la IoT i la computació al núvol (*cloud computing*).

## 2.4. Reptes i tendències del sector de la mobilitat

La mobilitat està evolucionant ràpidament degut a l'adopció tecnològica en diferents àmbits: connectivitat i IoT, geoposicionament, pagament per mòbil, IoT, processadors amb gran capacitat de còmput a bord, etc. També cal tenir en compte els canvis d'hàbits del conjunt dels usuaris de la mobilitat, que comencen a valorar prioritàriament, aspectes com la preservació de la salut, la sostenibilitat mediambiental, així com tenir un paper decisor en com dur a terme la seva mobilitat. I finalment, cal considerar també la noves legislacions i regulacions per combatre el canvi climàtic i reduir l'emissió de CO<sub>2</sub>.

En aquest sentit es dibuixa un escenari dominat per la transformació digital, l'automatització, el creixement del servei i una major interacció entre els diversos modes de transport. A la Figura 1 s'indiquen reptes als que s'enfronta el sector de la mobilitat i tendències a adoptar.

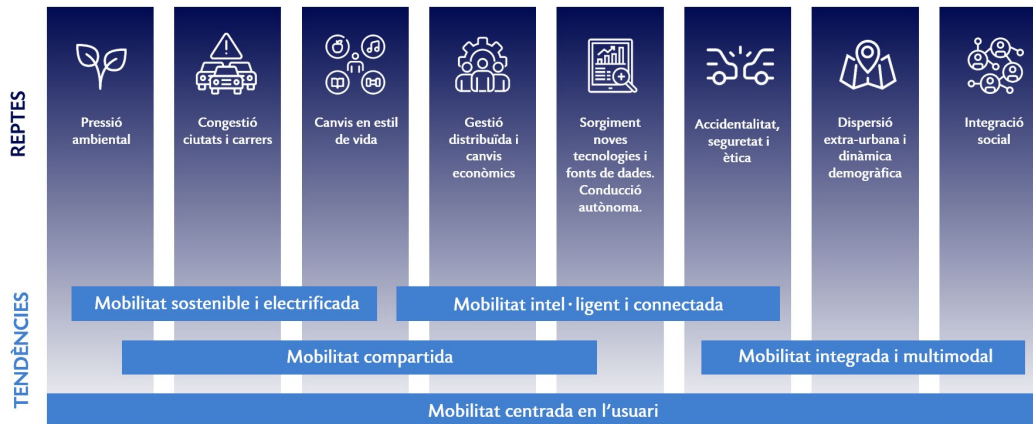


Figura 1. Els reptes de la nova mobilitat (font: elaboració pròpia)

### 2.4.1. Reptes del sector

L'acceleració de l'evolució tecnològica està canviant la mobilitat a un ritme molt més ràpid del que hem vist dècades anteriors, donant lloc a un futur cada vegada més incert. Les noves solucions de mobilitat són prometedores avançant cap a un sistema de mobilitat més eficient, sostenible i resistent, però també plantegen preocupacions com per exemple la inducció de nous viatges, el possible canvi del transport públic a modes menys sostenibles o l'exclusió de grups de persones vulnerables, entre altres. Alguns dels principals reptes presents i futurs de la mobilitat als quals noves tecnologies haurien de vetllar per donar resposta són:

- *Pressió ambiental*

Aconseguir un sistema de transport més eficaç en ús dels recursos, que sigui respectuós amb el clima i el medi ambient. Reduint al màxim les implicacions i deteriorament mediambientals (soroll, contaminació, petjada ecològica, índex de consum energètic, dependència de combustibles fòssils i pèrdua de la qualitat aire).

- *Congestió en ciutats i carrers*

Tot i que les ciutats ocupen poc més del 2% de la superfície del planeta, concentren la major part de la població mundial i són les responsables d'entre el 60% i el 80% del consum d'energia i el 75% de les emissions de CO<sub>2</sub> globals. Aquestes xifres tendiran a l'alça doncs estudis de l'ONU estimen que la població urbana mundial creixerà un 75% en les pròximes quatre dècades. Malgrat que es calcula que més del 80% de l'espai urbà es destina a l'ús per vehicles i altres medis de transport, la congestió i la disponibilitat d'espai per a altres usos és un gran repte per a la mobilitat urbana, juntament amb altres factors com l'alta densitat de població que s'hi concentra, el predomini del transport individual, i els increments constants de demanda de mobilitat en zones urbanes.

- *Canvis en estil de vida*

Els nous models de treball (com la generalització del teletreball a causa de la COVID-19), una tendència creixent de mobilitat internacional (en aquest cas interrompuda temporalment degut també a la COVID-19) i altres factors comporten una complexitat més gran de la mobilitat i una major dificultat de planificació. Canvis de valors dels consumidors donen peu a noves demandes de mobilitat i la necessitat d'aplicacions i serveis *user-friendly*, on es prioritzi l'experiència i preferències dels usuaris.

- *Gestió distribuïda i canvis econòmics*

Aquest repte demanda sistemes de transport resistents a crisis econòmiques, gestió i creació de *hubs* industrials de mobilitat competitiu, adaptació a l'aparició de sistemes de transport més econòmics i/o flexibles com per exemple, subscripció a serveis de transport en substitució de la compra de vehicle com a bé privat o en combinació amb l'ús del transport públic. Això comporta l'evolució en la gestió del trànsit i la mobilitat de sistemes centralitzats i tancats cap a sistemes distribuïts, transparents i col·laboratius integrant nous proveïdors de transport privats i nous modes de transport que estan apareixent en l'ecosistema de mobilitat.

- *Aparició de noves tecnologies i noves fonts de dades, i evolució cap a una conducció autònoma com a canvi de paradigma*

Presenta un gran potencial però alhora una gran dificultat de gestió. Quant a les dades, la dificultat es troba en la multiplicitat de fonts i la seva heterogeneïtat, així com en la manca de compartició, tant de dades públiques com privades, la qual cosa comporta reptes al voltant de la governança de les dades i la seva regulació.

Actualment això dona lloc a una gran incertesa sobre com els nous serveis, les tecnologies i les tendències socials emergents afectaran les opcions de mobilitat que es posaran al servei de la ciutadania i, tot i que la conducció autònoma comença a esdevenir una opció cada vegada més real, és necessari per una banda la maduració de la tecnologia per tal que esdevingui més robusta, però també en paral·lel, cal acompanyar-la dels aspectes regulatoris i legals que la facin viable com una opció real de futur.

- *Accidentalitat, seguretat i ètica*

Malgrat la millora observada en els darrers anys les dades d'accidentalitat segueixen sent elevades. Aquest és un problema global i Catalunya no n'és una excepció. En el 2020 la sinistralitat a les carreteres del país fou de 105 víctimes mortals. Cal apel·lar a la responsabilitat i a la necessitat d'una convivència respectuosa a la xarxa viària per reduir les víctimes, tenint en compte a més l'augment d'usuaris de vehicles vulnerables (p. e. motocicletes o bicicletes en l'entorn urbà) que s'ha detectat en els darrers anys. Seguretat i higiene són necessàries més que mai en el transport col·lectiu durant i post-pandèmia<sup>4</sup>. Alhora, la seguretat en relació a aspectes ètics també és un dels grans reptes a futur, així com la interacció de nous vehicles (p. e. vehicles autònoms) amb mitjans de transport existents.

- *Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica*

Davant d'aquesta realitat el repte és donar resposta a les necessitats de mobilitat a àrees industrials i residencials amb baixa densitat de població que impliquen una xarxa de transport públic ineficient. Alhora, el creixement demogràfic farà necessari transportar més persones en entorns urbans o metropolitans, de manera més àgil i sostenible.

- *Integració social i accessibilitat*

Assolir sistemes de transport que funcionin amb seguretat i eficiència en benefici de tota la ciutadania. Això comporta el disseny de polítiques de transport i planificació urbanística que prioritzin un impacte social positiu cap a determinats col·lectius (tenint present criteris de gènere, edat, perfils socioeconòmics o diferents tipus de discapacitat) garantint l'accessibilitat i la disponibilitat d'itineraris més segurs per als col·lectius amb necessitats especials. La tendència cap a un envelliment progressiu de la població requerirà, també, garantir l'accessibilitat així com l'adaptació dels diferents mitjans de transport. Les modalitats compartides continuaran creixent en importància i les entitats públiques hauran de garantir que arribin als usuaris àmpliament i equitativament.

## 2.4.2. Tendències

Es dibuixen diverses tendències per a respondre els reptes de mobilitat actuals i de futur entre les quals se'n destaquen les següents:

### ▪ *Mobilitat sostenible i electrificada (eMobility)*

Electrificació del transport i infraestructura. Els vehicles elèctrics estan en creixent xifra de vendes i acceptació social, tant a nivell de particulars com d'empreses. La preocupació social per la sostenibilitat ambiental és una realitat. Així mateix, els compromisos dels governs amb els acords internacionals sobre canvi climàtic exigeixen prendre mesures orientades a reduir el consum energètic. Un exemple n'és l'entrada en vigor de la zona de baixes emissions i la nova normativa d'emissions que estimularan encara més la demanda d'elèctrics. Actualment la quota de mercat de vehicles elèctrics només representa el 2%. Ara bé, segons les previsions d'Anfac (Associació espanyola de fabricants d'automòbils i camions), d'aquí a 20 anys la xifra s'haurà elevat fins al 65%. L'escàndol del Dieselgate (2016) i l'enduriment de les restriccions europees a les emissions contaminants estan inspirant un debat en el sector que, tard o d'hora, equilibrarà la balança a favor de noves formes de mobilitat més sostenibles. En aquest context, l'ús d'IA i el ML poden ser un gran aliat per fer front als reptes de gestió de les flotes de vehicles elèctrics i la seva càrrega. La IA pot ser usada per estudiar comportaments i dades de demanda, creant models predictius que incentivin als usuaris a fer ús de les estacions de càrrega de bateries més òptimes equilibrant la capacitat de la xarxa, proposant l'ús d'estacions amb baixa ocupació, i que tinguin en compte les condicions meteorològiques per les estacions alimentades per energies renovables.

### ▪ *Mobilitat compartida*

Desenvolupament de sistemes de transport més flexibles i desenvolupament de solucions de mobilitat sota demanda (*mobility on demand, invisible mobility, seamless mobility*). Les noves tecnologies, així com el creixement de l'economia col·laborativa, estan ajudant al desenvolupament de nous models de negoci en l'àmbit de la mobilitat. L'adquisició de vehicles en propietat es substitueix progressivament per la compartició d'aquests o altres mitjans de transport comprant mobilitat com a servei. Exemples en són el creixement del *renting* davant la compra tradicional o empreses com Cabify o eCooltra, que ofereixen l'ús d'un vehicle com a servei, no com una propietat. La IA pot ajudar a simplificar processos i tenir en compte milions de dades en temps real per una millor oferta d'aquests serveis.

### ▪ *Mobilitat intel·ligent i connectada (Smart Mobility)*

A mesura que les dades i la informació juguen un paper central en mobilitat, els algoritmes i models basats en IA esdevenen indispensables. La connectivitat i la sensorització permeten monitoritzar multitud d'objectes i paràmetres i les dades obtingudes permet dissenyar models de mobilitat dirigits per dades i, conjuntament amb la IA es poden desenvolupar anàlisis descriptius, predictius i prescriptius. Destaquen els següents desenvolupaments tecnològics que impulsen una mobilitat connectada i intel·ligent:

- ***Hiperconnectivitat:*** les possibilitats de comunicació per poder captar, enviar i emmagatzemar dades de mobilitat afavoreixen poder utilitzar-les.
- ***L'aparició del 5G i la seva baixa latència,*** afavorirà la mobilitat intel·ligent i més segura
- ***Digitalització, IoT i sensorització:*** millora de les operacions, incorporació de la IoT i elements híbrids, major eficiència energètica.
- ***Computació contínua:*** l'ús de xarxes de comunicació (per exemple 5G) i computació per l'enviament i processament mitjançant mètodes d'IA esdevé fonamental també pel futur desenvolupament de la IA en mobilitat. Per una banda, l'ús de l'*edge computing* permet el processament de les dades a prop de les fonts (per exemple, al vehicle), reduint la quantitat de dades transmeses i cost associat, així com incrementant la seguretat, i donant respostes en temps real. Per altra banda, l'ús de computació al núvol permet la generació de models d'IA

complexes. Esdevé per tant necessari el desenvolupament de mètodes combinats d'IA que l'adaptin als diferents entorns de computació.

- ***Sistemes de control de trànsit avançats:*** gestió dels vehicles i elements del control de trànsit (semàfors, càmeres, radars, etc.). Tecnologies de la informació per a la millora de serveis de gestió i comunicació. Infraestructures d'alta capacitat eficients en cost, sostenibles i d'alta fiabilitat.
- ***Smartcities:*** creixent interrelació de la mobilitat i tecnologies IoT cap a la transició cap a ciutats intel·ligents (*Smartcities*). El concepte de *smartcity* i la seva aplicació en un sentit més ampli (àrees metropolitanes, regions, polígons industrials, urbanitzacions, etc.) és una tendència que clarament impactarà. Millorar la mobilitat i reduir la congestió del trànsit són alguns dels reptes a solucionar mitjançant la implantació de tecnologies de les *smartcities*.
- ***Dades obertes:*** la disponibilitat de dades obertes i la seva utilitat d'ús en el sector del transport i la mobilitat, portarà a crear i millorar nous serveis de valor als ciutadans.

#### ▪ *Mobilitat integrada i multimodal*

Integració sistemes de transport, tant física com digital. Creació i gestió eficient de centres d'intermodalitat a través de la necessària integració tecnològica, incloent la possible integració tarifària. El transport multimodal és ja una realitat especialment pel segment de mercaderies. Quant al transport de persones, cal millorar les connexions, però constitueix un eix clar de desenvolupament, sobretot en la mobilitat urbana i interurbana. El transport multimodal i sostenible és el futur del transport urbà, amb combinacions d'autobús, metro, tren, tramvia, bicicleta i vehicle privat. Un sistema multimodal intel·ligent proporcionaria informació sobre gran diversitat de mitjans de transport en temps real i amb una visió integral (p. e., l'ocupació de trens, la congestió de les carreteres, els temps de viatge, els accidents i les avaries). Gràcies a les eines d'IA i *Big Data*, seria possible fer prediccions i anticipar incidències. Es podrien crear simulacions de la xarxa, sota el concepte de bessó digital (*digital twin*) per basades en dades reals per entendre l'impacte a la xarxa de noves opcions d'intermodalitat, integració de serveis, avaluar escenaris alternatius, etc.

#### ▪ *Mobilitat centrada en l'usuari*

Es tracta de considerar l'usuari com l'element central en el disseny i presa de decisions relacionades amb els sistemes de mobilitat, per davant del vehicle o mitjà de transport que aquest utilitza. Adoptar aquest enfocament permet crear solucions de transport eficients i resistents que siguin mútuament beneficioses tant per als passatgers com per als operadors i que configurin millors ciutats i comunitats. El processament de dades i aplicació de la IA obre la possibilitat de personalitzar serveis i altres beneficis destacables. Per exemple, en el cas de MaaS, la inclusió d'algorismes d'IA que processen oferta i demanda de viatges compartits poden identificar usuaris amb perfils o interessos similars per tal que l'experiència de la compartició pugui esdevenir més satisfactòria.

## 2.5. El sector de la mobilitat a Catalunya

Actualment l'ocupació en el sector de la mobilitat i el transport a Catalunya es xifra en més de 103.000 llocs de treball<sup>5</sup>, amb un pes rellevant en el Valor Agregat Brut (VAB) català superior, per exemple, al pes d'altres sectors significatius com pot ser la construcció. En comparació, el pes del subsector de transport i emmagatzematge a Catalunya en el VAB és 1,4 % superior a la mitjana UE-28 i 1,8 % superior a la mitjana espanyola. El sector comprèn un ric ecosistema que inclou tots els elements de la cadena de valor, entre altres fabricants de vehicles y components, centres especialitzats en prova i verificació, start-ups tecnològiques, empreses de consultoria en mobilitat, universitats, centres de recerca i tecnològics o clústers de mobilitat.

## Indicadors de l'oferta

El sector de la mobilitat i el transport a Catalunya agrupa un total de 42.000 empreses, segons dades 2020 de l'INE (nombre d'empreses del subsector de mobilitat, transport i activitats afins amb codis CNAE del 49) Amb un creixement del 9,86% respecte el 2015 (format per 38,309 empreses)<sup>6</sup>. D'aquest total, aproximadament unes 12.000 empreses es dediquen al transport de passatgers, representant el 10% del PIB català.

Per mode de transport un 80% de les empreses es basen en mitjans terrestres, un 11% es dedica a activitats postals i de correus, un 9% a activitats annexes al transport i menys d'un 1% restant a mitjans aeris i marítims.

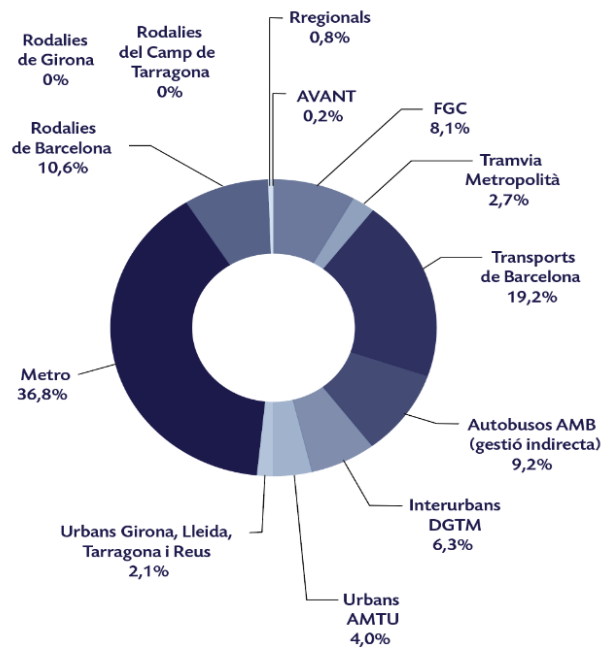


Figura 2. Distribució de passatgers segons mitjà públic

En relació al transport de passatgers per mitjans públics (veure detalls Figura 2), Metro de Barcelona és el principal operador utilitzat (36,8% del total dels viatges), seguit dels trens de rodalies de Barcelona (10,6%), TMB (9,2%), Autobusos AMB (9,2%), FGC (8,1%) i Autobusos interurbans DGTM (6,3%)<sup>7</sup>.

Quant al transport de mercaderies, el transport per carretera és el principal mitjà amb un volum total de 315.954 milers de tones anuals i un augment de l'1 % respecte al 2018, seguit del marítim amb una xifra de 99.619 milers de tones transportades, suposant un creixement del 0,6% respecte a l'any anterior. Destaca també l'augment en el bienni 2018-2019 del 222% del transport aeri i la lleugera reducció experimentada pel mode ferroviari pel mateix període (-2,8%).

Cal remarcar i posar en perspectiva que aquestes dades són prèvies a la pandèmia del COVID-19, que ha tingut, i encara té, impacte en la mobilitat general i, en particular, en els hàbits de desplaçament de la ciutadania.

## Indicadors de la demanda

La demanda de mobilitat a Catalunya ha augmentat de forma constant al llarg de la darrera dècada. Pel que fa als mitjans de transport públics, en el període 2010-2019 la demanda de viatges en autobusos ha experimentat un increment del 20,7% i la demanda de transport ferroviari ha crescut un 10,6%. Aquesta tendència sens dubte s'ha vist afectada per la COVID-19 i caldrà veure i analitzar l'impacte de la pandèmia en el transport i la mobilitat a partir de 2020<sup>8</sup>.

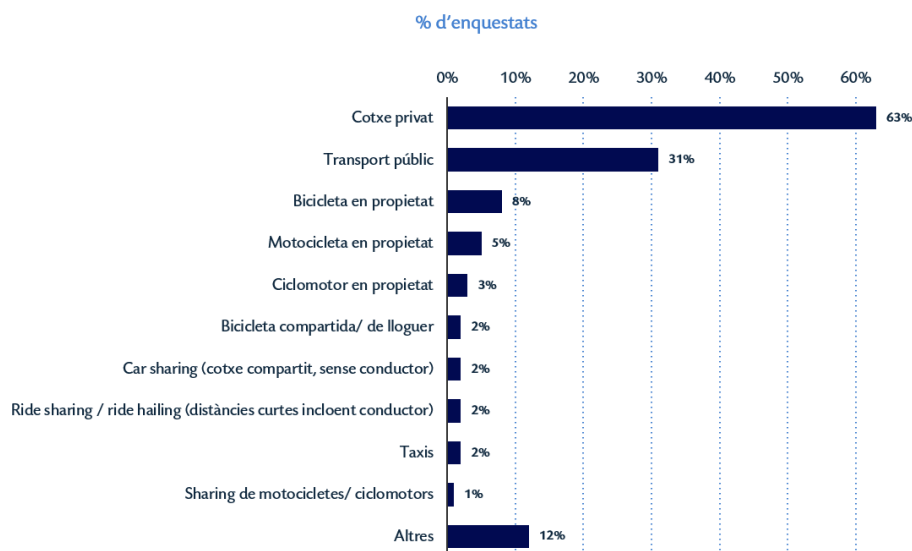


Pel que fa als mitjans de transport privats, també en el període 2010-2019, hi ha hagut un notable augment de les matriculacions de vehicles a Catalunya, passant d'un total de 150 mil matriculacions a l'inici del període a 294 mil matriculacions l'any 2019 (amb una important davallada de pràcticament un 30% durant el període de pandèmia).

Del total de turismes matriculats a Catalunya els vehicles elèctrics i híbrids segueixen sent minoria respecte els vehicles de combustió tradicional. Malgrat això, l'aposta per aquesta tipologia de vehicles més ecoeficients s'espera que vagi en augment en els propers anys, tendència afavorida per la posició capdavantera en punts de recàrrega que ocupa Catalunya dins de l'Estat espanyol<sup>9</sup>.

Pel que fa altres mitjans de transport compartits (ride-sharing) com són taxis, vehicles compartits i similars, també han experimentat importants creixements especialment a la ciutat de Barcelona. Malgrat tot segueixen representant un percentatge minoritari en el transport diari dels ciutadans respecte altres mitjans tradicionals. Com es veu en la Figura 3, el cotxe privat segueix ocupant, amb gran diferència, la primera posició com a mitjà de transport més utilitzat pels desplaçaments quotidians dels ciutadans (utilitzat en un 63% dels desplaçaments), seguit en menor mesura del transport públic (utilitzat en un 31%) i la bicicleta (en un 8%)<sup>10</sup>.

### Quins mitjans de transport utilitzeu per al vostre desplaçament diari a la feina / escola / universitat?



Anotacions: Dades d'Espanya; Del 20 de juliol al 10 d'agost de 2020 i del 13 de febrer al 27 de març de 2020; 18-64 anys; 1892 enquestats que es desplacen de forma diària.  
Font: Statista Global Consumer Survey; ID: 1001474

Figura 3. Ús de mitjans de transport a Espanya (2020). Font : Electromaps

Per últim, és interessant conèixer quina valoració fan els usuaris dels mitjans de transport que tenen al seu abast, informació que pot ser d'utilitat en la presa de decisions en l'àmbit de la mobilitat. En aquest sentit, una enquesta efectuada per l'ATM al 2018 mostrava que en un dia feiner, la **mobilitat activa** (caminar) i la **micromobilitat** (bicicleta, motocicleta, etc.) eren els mitjans més ben valorats pels usuaris<sup>11</sup>.



# 3. Breu introducció a la Intel·ligència Artificial

## 3.1. Definició i principals conceptes de la IA

La IA és una disciplina tecnològica que s'enquadra en l'àmbit de les ciències de la computació i comparteix tècniques i dominis de coneixement amb altres disciplines com les matemàtiques, l'estadística o la neurociència. A causa de la creixent complexitat i la seva transversalitat, la IA esdevé cada vegada més interdisciplinària, amb sinergies amb la biologia, la filosofia, el món del dret i l'ètica, la psicologia, la sociologia i l'economia.

J. McCarthy, professor a Standford i reconegut com el pare de la Intel·ligència Artificial, el 1956 va definir la IA com "la ciència i enginyeria de fer màquines intel·ligents" i resulta dels treballs de l'escola d'estiu que ell mateix convocà al Dartmouth College per estudiar la conjectura que "tot aspecte de l'aprenentatge o qualsevol altra atribut de la intel·ligència es pot, en principi, descriure d'una forma tan precisa que una màquina ho podria simular"<sup>12</sup>.

Posteriorment han sorgit altres definicions. Investigadors com S. Russel and P. Norvig defineixen la IA com "el disseny i construcció d'agents intel·ligents que reben percepcions de l'entorn i realitzen accions que afecten aquest entorn"<sup>13</sup>. Altres com A. Kaplan i M. Haenlein proposen una definició alternativa com "la capacitat que té un sistema per interpretar dades externes correctament, aprendre d'aquestes dades, i fer servir els coneixements adquirits per completar tasques i assolir objectius específics mitjançant una adaptació flexible"<sup>14</sup>. Finalment, La Comissió Europea, per la seva part, defineix la IA referint-se a "sistemes que mostren un comportament intel·ligent i amb capacitat de realització d'accions –amb un cert grau d'autonomia– per assolir objectius específics"<sup>15</sup>.

Malgrat aquestes, o altres definicions possibles, la naturalesa de la IA continua essent objecte de debat dins la comunitat científica. Una manera d'enfocar aquesta discussió és definint la IA en funció dels seus objectius, i) si l'objectiu és replicar el comportament o la biologia del cervell humà o ii) si l'objectiu és una racionalitat ideal i abstracta. Un altre punt important és considerar si l'objectiu de la IA consisteix en construir sistemes capaços de raonar o actuar. Per tant, aquesta aproximació en la definició de la IA es pot resumir com "la disciplina que cerca desenvolupar o construir sistemes que raonin i es comportin com els humans o pensin i actuïn racionalment"<sup>16</sup>.

La Intel·ligència Artificial ha esdevingut una tecnologia mainstream per la confluència de diversos elements que ho fan possible:

- *La disponibilitat de dades massives*

Provinents de la digitalització i de la sensorització, amb un creixement exponencial en la generació de noves dades, elements fonamentals per la construcció i millora de sistemes basats en IA.

- *Augment de la potència de càlcul i processament massiu*

L'increment significatiu de la potència de càlcul dels processadors, i particularment l'adopció de les tecnologies GPU (*Graphical Processing Unit*) és el fonament de l'aprenentatge profund (*Deep Learning*), una branca de la IA que està provocant salts disruptius en diversos camps d'aplicació.

- *La millora en els algorismes d'IA*

Evolució de programes d'anàlisi de dades basats en regles, estadístiques, regressions i sistemes experts al desenvolupament de diverses noves famílies algorítmiques basades en xarxes neuronals profundes amb un gran potencial d'aplicació.

- *La reducció del cost de la gestió de sistemes informàtics (processament i emmagatzematge) al núvol i la proliferació de serveis relacionats amb dades i IA.*

A mode d'exemple, el cost d'emmagatzematge per gigabyte ha passat de 500 mil dòlars el 1980 a menys de 2 cèntims el 2020).

L'àmbit d'actuació de la IA pot ser només del món virtual o pot tenir també incidència en el món físic. Si els sistemes de computació d'IA estan basats en programari la IA només serà virtual, com per exemple: assistents de veu, programari d'anàlisi d'imatges, sistemes de reconeixement de veu i discurs, cercadors, etc. Però els sistemes d'IA també poden trobar-se integrats dins d'algun tipus de dispositiu físic, dotant-lo de cert nivell d'intel·ligència i capacitat d'interacció amb l'entorn com és el cas de robots amb capacitats cognitives o drons i vehicles autònoms, entre altres.

En aquest sentit és important diferenciar entre automatització i IA, dos conceptes que es poden confondre fàcilment. En general totes dues permeten realitzar de forma automàtica tasques sense la intervenció humana. La diferència rau en què un sistema automàtic utilitza un programari que segueix unes regles i uns passos preprogramats, mentre que un sistema basat en IA és capaç de prendre decisions o realitzar accions per a les quals no ha estat programat específicament degut a la seva capacitat d'aprenentatge a partir de dades o patrons previs i el corresponent entrenament.

En altres paraules, un sistema automatitzat fa exactament allò per al que ha estat programat prèviament i res més, mentre que a un sistema d'IA no se li diu exactament i amb anterioritat què ha de fer, sinó que se li proporcionen les eines necessàries perquè, a partir d'un entrenament inicial, pugui prendre per si mateix la millor decisió en cada moment depenent de la situació en què es trobi.

## 3.2. Principals tecnologies d'IA per a la Mobilitat

Hi ha diverses raons que justifiquen que el sector de la mobilitat adopti la IA i les tecnologies associades de manera consistent:

- Els progressos tecnològics en diversos camps com l'aprenentatge automàtic, el *Big Data* i la connectivitat han fet que el rendiment, l'accessibilitat i els costos de la IA facin factible la seva adopció.
- La naturalesa del sector de la mobilitat i el transport (basada en xarxa) proporciona un marc natural i una bona oportunitat per implementar i escalar la IA.
- L'acceptació i ús cada vegada més generalitzada per part del món de l'empresa de solucions de base tecnològica en IA, de manera que no adoptar-les posarà en joc la continuïtat de les organitzacions que queden al darrera i suposarà un risc d'obsolescència a mig i llarg termini.

A continuació es detallen algunes tecnologies (com l'aprenentatge automàtic o *Machine Learning* i l'aprenentatge profund o *Deep learning*) que s'engloben en el concepte genèric d'IA i s'avalua la seva aplicació en el sector de la mobilitat (Figura 4).

- *L'aprenentatge automàtic (Machine Learning, ML)*

És la tècnica informàtica que permet que els sistemes d'IA aprenguin de forma automàtica i millorin a partir de l'experiència sense necessitat d'estar explícitament programats. El ML es classifica segons la tipologia d'algorismes en supervisats i no supervisats.

- Els algorismes **supervisats** es basen en deduir una funció capaç de predir el resultat corresponent a qualsevol valor d'entrada després d'haver-se exercitat amb una sèrie d'exemples d'entrenament (dades etiquetades). Els problemes característics que resolen els algorismes supervisats són els de regressió i classificació, i els mètodes per resoldre'ls són, per exemple, els de regressió lineal o xarxes neuronals pels de regressió, i mètodes com arbres de decisió o *support vector machines* (SVM) pels de classificació. Un tipus d'aprenentatge supervisat especial són els mètodes d'aprenentatge de reforç (*reinforcement learning*), on el propi model aprèn a l'examinar els resultats de cadascuna de les seves decisions. Quan el resultat és positiu es recompensa i quan el resultat és negatiu no s'obté recompensa o aquesta és negativa. D'aquesta manera el model s'adapta el seu comportament d'acord a les recompenses obtingudes i acumulades. És tracta de l'aprenentatge més semblant al realitzat per un ésser humà.
  - En els algorismes **no supervisats** el procés d'entrenament es basa en un conjunt de dades sense etiquetes o classes prèviament definides. El model ha de descobrir l'estructura subjacent que serveixi per descobrir els patrons que descriuen l'estructura de les dades. Els algorismes de *clustering* pertanyen a aquesta família algorítmica, així com els mètodes d'inducció de regles d'associació<sup>17</sup>.
- **L'aprenentatge profund (Deep Learning, DL)**
- Es fonamenta en l'ús de xarxes neuronals artificials amb moltes capes ocultes que implementen processos progressius d'abstracció sobre les dades, aprenent atributs més i més generals a cada nivell. Els sistemes IA basats en DL poden no només aprendre conceptes, sinó també reconèixer contextos i entorns força complexos, com el reconeixement d'imatges i de la paraula, entre altres.

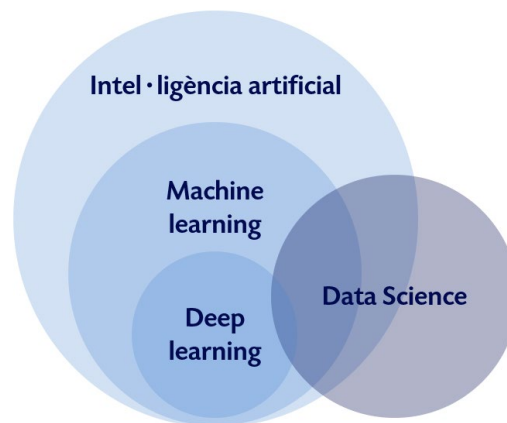


Figura 4. AI i ML, Font: IBM

La Figura 5 mostra les principals aplicacions del ML, reconeixement de patrons i automatització de processos robotitzats, i del DL, on s'hi integren les branques de processament de llenguatge natural, xarxes neuronals artificials i biometria. A continuació es presenta una breu descripció d'aquests elements i la seva aplicació al sector de la Mobilitat.

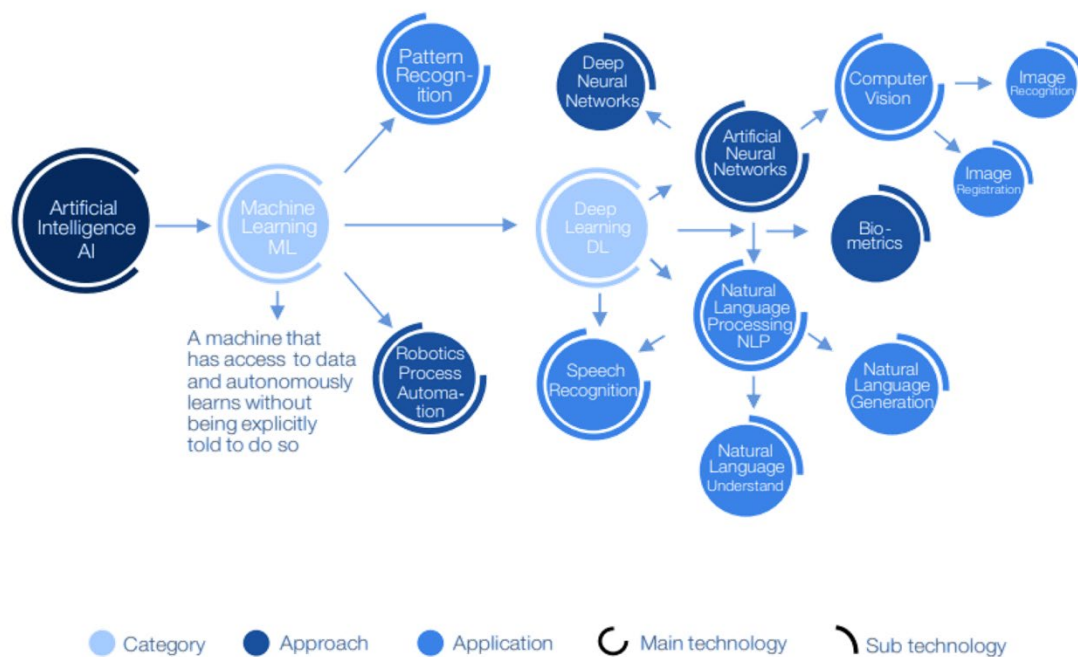


Figura 5. Categories i aplicacions del ML Font: Capgemini.

### 3.2.1. Reconeixement de patrons

Una de les funcionalitats més rellevants del ML és el reconeixement automàtic de patrons com per exemple, el reconeixement d'una matrícula d'automòbil en una imatge, la detecció de patrons anòmals en les fluctuacions de l'estoc en una fàbrica o la detecció primerenca de malalties a partir de l'anàlisi d'imatges mèdiques.

El camp del reconeixement de patrons es refereix al descobriment automàtic de regularitats en les dades mitjançant l'ús d'algoritmes informàtics i amb l'ús d'aquestes regularitats per fer accions com classificar les dades en diferents categories. Aquesta classificació es basa en informació estadística, dades històriques o la memòria de la màquina. Per tant, els sistemes de reconeixement de patrons necessiten dades, ja siguin imatges fixes, vídeos, text alfanumèric, etc., provinents de la realitat a observar i captats a partir de sensors o dispositius. En general, les tècniques de reconeixement de patrons són útils per resoldre problemes de classificació, descobrir anomalies o predir esdeveniments, entre altres.

Hi ha tres tipus de models de reconeixement de patrons:

- *Reconeixement de patrons estadístics*

Es refereix a dades històriques estadístiques quan apren d'exemples: recull observacions, les processa i apren a generalitzar i aplicar aquestes regles a noves observacions.

- *Reconeixement de patrons sintàctics,*

També reconeixement de patrons estructurals, es basa en subpatrons més senzills anomenats primitius (per exemple, paraules). El patró es descriu en termes de connexions entre els primitius, per exemple, les paraules formen frases i textos.

- *Reconeixement de patrons neuronals*

Utilitzen xarxes neuronals artificials que poden aprendre relacions d'entrada-sortida no lineals complexes i adaptar-se a les dades.

En el sector de la mobilitat el reconeixement de patrons té una extensa aplicabilitat en aspectes com la predicció de fluxos de viatgers (Figura 6), l'anàlisi i gestió de la mobilitat multimodal urbana (Figura 7), la prevenció d'accidents, etc. En l'àmbit de la conducció autònoma el reconeixement d'objectes en imatges (vehicles, vianants, semàfors, etc.) amb visió artificial és fonamental (considerant el reconeixement d'objectes com una variant del reconeixement de patrons, (Figura 8), aspecte que s'amplia posteriorment a l'apartat 3.2.3 sobre Xarxes Neuronals Artificials.

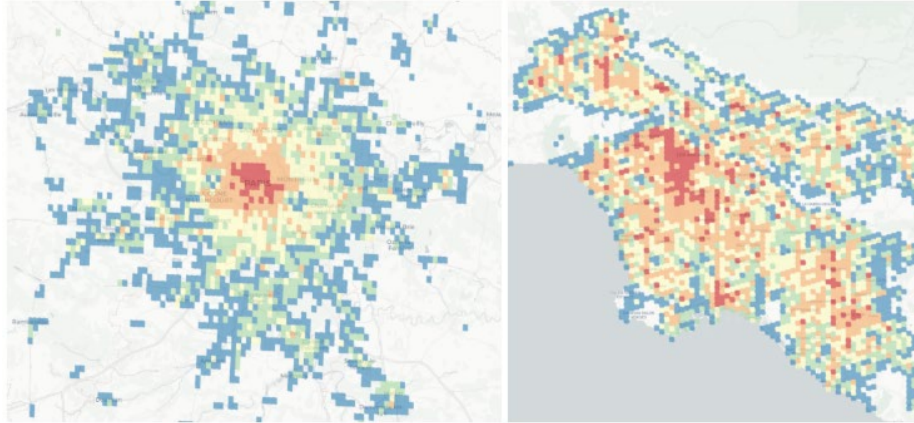


Figura 6. Exemple de reconeixement del flux de mobilitat de persones<sup>18</sup>.

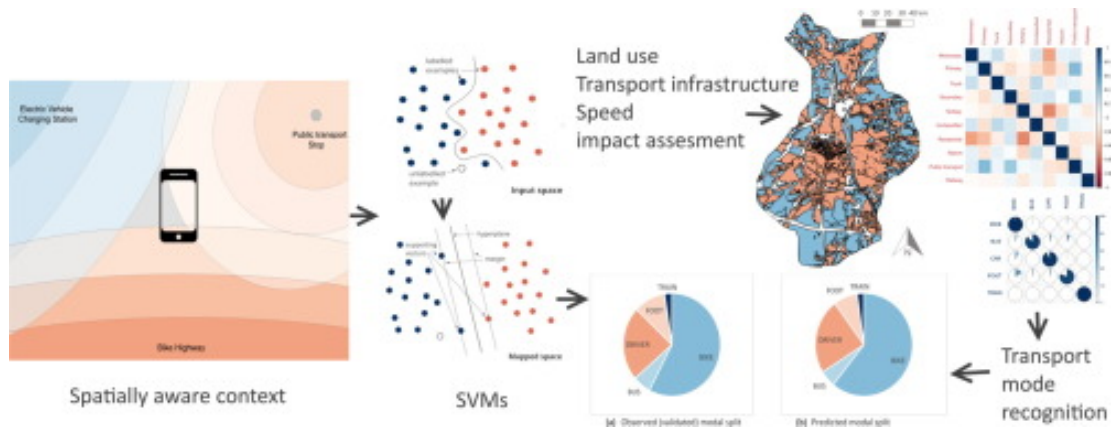


Figura 7. Exemple de reconeixement de mode de transport<sup>19</sup>.

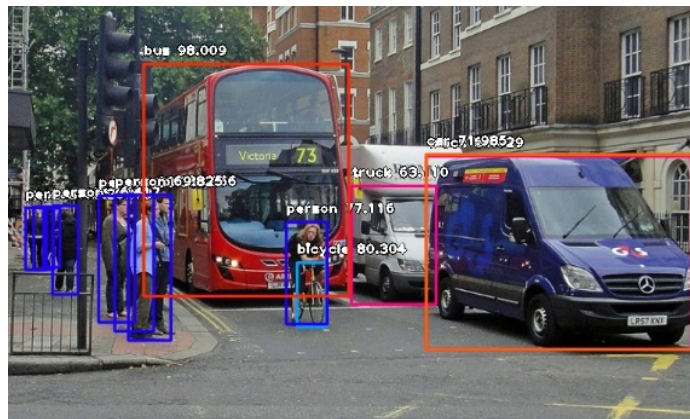


Figura 8. Exemple reconeixement d'imatges per la conducció autònoma<sup>20</sup>.

### 3.2.2. Automatització Robotitzada de Processos

L'Automatització Robotitzada de Processos (Robotic Process Automation, RPA) és la tecnologia que facilita la construcció, desplegament i gestió de robots de programari que emulen les accions dels humans en la seva interacció amb les interfícies d'usuari dels sistemes i programes digitals. Igual que els usuaris humans, els robots de SW poden fer accions com entendre el que apareix en pantalla, completar les pulsacions de teclat adequades, navegar pels sistemes, identificar i extreure dades, interacció textual amb clients o usuaris mitjançant chat bots, etc., de forma més ràpida i lliure d'errors.

RPA s'aplica en la mobilitat en diversos casos d'ús. Per exemple, substitució de la comunicació via correu electrònic o telèfon per un chat bot, registre d'usuaris a serveis de MaaS, o a proveïdors de serveis de mobilitat, etc.

### 3.2.3. Xarxes Neuronals Artificials

Les Xarxes Neuronals Artificials (Artificial Neural Networks, ANN) són sistemes informàtics que s'inspiren en les xarxes neuronals biològiques dels cervells. La xarxa neuronal artificial es dissenya mitjançant la programació d'ordinadors perquè es comportin com cèl·lules cerebrals interconnectades. Es basa en una col·lecció de nodes (neurones artificials) interconnectats.

Cada connexió, com les sinapsis d'una neurona biològica, pot transmetre un senyal a altres neurones. Una neurona artificial que rep un senyal el processa i el resultat el transmet a les neurones que hi estan connectades. El senyal és en realitat un nombre real, i la sortida de cada neurona es calcula a partir d'una funció de la suma de les seves entrades<sup>21</sup>. Una xarxa neuronal profunda (Deep Neural Network, DNN) és una xarxa neuronal artificial amb diverses capes entre les capes d'entrada i sortida. Hi ha diferents tipus de xarxes neuronals, però sempre consten dels mateixos components: nodes, connexions i funcions.

La utilització de les xarxes neuronals profundes ha suposat un salt qualitatiu en el camp de la visió per computador en funcions com la detecció i reconeixement d'objectes en una imatge o com delimitar una regió de la imatge en un procés de segmentació, amb una clara aplicació en l'àmbit de la mobilitat i particularment en la conducció autònoma<sup>2223</sup>.

La Figura 9 mostra un exemple d'identificació i classificació d'objectes (vehicles, vianants, ciclistes, semàfors) a partir de dades (imatges) captades per sensors (lidar, radar, càmera) en un vehicle autònom. Així, sobre la imatge RGB es visualitzem els objectes detectats delimitats per un rectangle de diferents colors segons la classificació establerta, acompanyats amb una mesura numèrica de la de precisió de la classificació (que ha de ser robusta i proporcionada en temps real). Altres zones processades de la imatge defineixen regions de píxels que s'agrupen en elements estàtics com voreres, carrer o edificis.

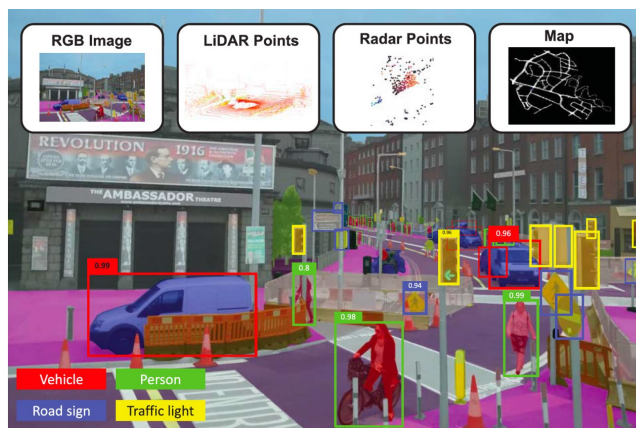


Figura 9. Identificació d'objectes per un SW de visió automàtica per conducció autònoma<sup>24</sup>.



A part de les càmeres RGB, els sistemes de conducció autònoma per a vehicles solen incloure càmeres estèreo, radar, càmeres tèrmiques, ultrasons, etc. i especialment sensors LIDAR que proporcionen informació de l'entorn, en forma de núvols de punts en coordenades 3D amb dades associades de profunditat i reflectància.

Altres tasques de la conducció autònoma també s'implementen amb xarxes neuronals profundes, per exemple, la detecció de línies entre carrils. I també s'utilitzen tècniques de xarxes neuronals recurrents (*Recurrent Neural Networks*) per fer el seguiment (*tracking*) del vehicle, que permeten la predicció de la seva trajectòria o fer una interpretació de l'entorn (*scene understanding*), i que requereixen la implementació de diverses funcionalitats com l'estimació de profunditat, la categorització d'escenes, la detecció i seguiment d'objectes, la categorització d'esdeveniments i altres.

Les infraestructures de mobilitat també poden incorporar càmeres i poden incloure sistemes intel·ligents per detectar vehicles o vianants i actuar sobre la programació semafòrica en funció de l'estat del trànsit<sup>25</sup>, proporcionar informació per a la predicció de fluxos etc.

En definitiva, la combinació de les tecnologies de visió artificial i el tractament de les imatges amb IA i DL són clau per a una mobilitat autònoma, fiable i segura.

### 3.2.4. Processament de Llenguatge Natural (PLN)

El Processament de Llenguatge Natural, PLN, (també Natural Language Processing, NLP) és una branca de la IA que té l'objectiu dotar les màquines de la capacitat de comprendre i/o generar llenguatge humà, és a dir que aquestes puguin llegir, entendre, desxifrar i generar llenguatge humà. Exemples d'aquestes funcionalitats són els chat bots en línia, traductors automàtics de text, assistents de veu així com les eines que analitzen el sentiment o opinió expressada per un text determinat.

El PNL es pot classificar en tres grups d'acord amb la funcionalitat perseguida i) comprensió del llenguatge natural (Natural Language Understanding, NLU), generació del llenguatge natural (Natural Language Generation, NLG) i reconeixement de la parla (speech recognition).

La comprensió de llenguatge natural es centra en la comprensió automàtica de la lectura, és a dir aconseguir que l'ordinador entengui el significat d'un text. És el pas necessari per a poder automatitzar processos, com ara categorització d'un text, recollir notícies, arxivar peces de text individuals i, a una escala més gran, analitzar contingut. La generació d'ordres breus basades en la comprensió d'un text, identificar receptors d'un correu electrònic partir d'una sintaxi i lèxics bàsics, o la comprensió d'articles de notícies o matisos de significat dins d'una peça literària son exemples d'NLU.

La generació del llenguatge natural es la branca del PNL que cercar dotar els ordinadors de la capacitat de generar llenguatge humà en forma de text escrit.

Finalment el reconeixement de veu és una tecnologia que permet a una màquina o programa identificar i entendre paraules o frases del llenguatge parlat i convertir-les en format llegible per la màquina.

El PNL s'utilitza en diverses aplicacions i casos d'ús de Mobilitat. L'anàlisi automàtic de les opinions, percepcions i estat d'ànims dels usuaris dels mitjans de transport públic expressades en les xarxes socials n'és un exemple. També es pot emprar per a fer un seguiment de la traçabilitat de les persones i conèixer els patrons de mobilitat<sup>26</sup> a partir de l'anàlisi del text dels missatges publicats en xarxes socials, tècnica particularment útil en absència d'informació de la geolocalització de l'emissor.

Així la Figura 10 mostra la identificació de modes de transport a partir de l'anàlisi d'una mostra de missatges en xarxes socials corresponents a les ciutats de Bilbao (a) i Madrid (b). La Figura 11 mostra la dispersió d'opinions favorables o desfavorables a partir de missatges en Twitter (on el 100% representa la màxima valoració i el 0% en representa la mínima).

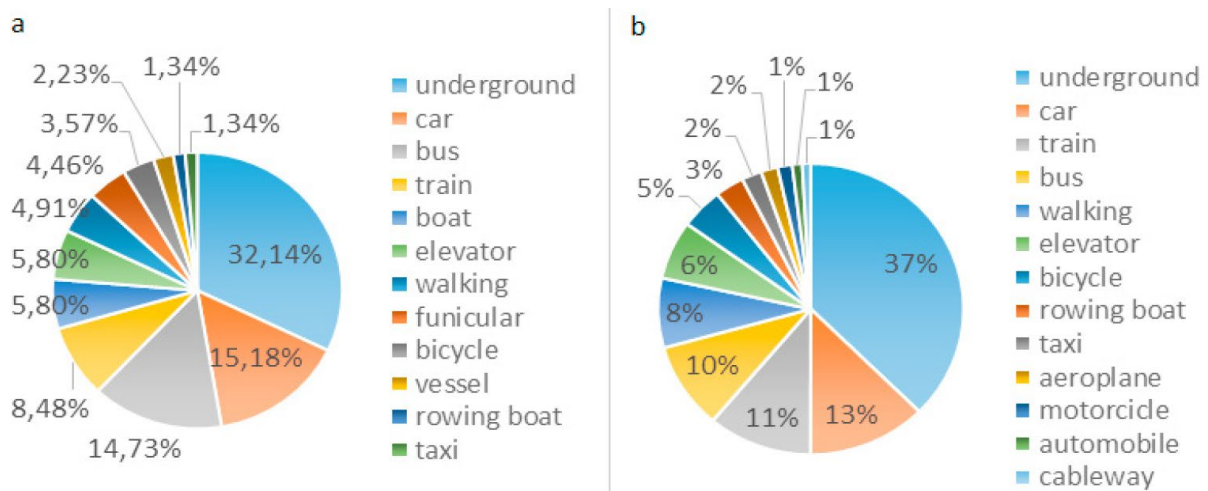


Figura 10. Exemple d'extracció de modes de transport basat en les xarxes socials<sup>27</sup>.

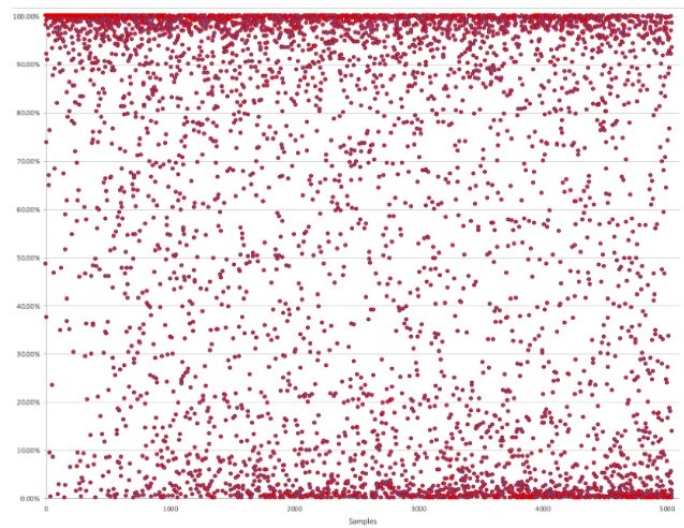


Figura 11. Exemple de diagrama de dispersió d'opinions expressades a les publicacions de Twitter<sup>28</sup>.

Com s'ha esmentat els *chat bots* i aplicacions de reconeixement de la parla també poden ser emprades com a **assistents de veu** per vehicles, o com a serveis addicionals de proveïdors de serveis de mobilitat (per exemple en aplicacions de MaaS, perquè els usuaris es comuniquin amb els proveïdors de serveis, etc.).

### 3.2.5. Biometria

La biometria és el conjunt de característiques físiques, mesures biològiques o trets particulars d'un individu que poden usar-se per a identificar-lo **digitalment i permetre concedir accés a sistemes informàtics o dispositius**. Exemples d'aquests identificadors biomètrics són les empremtes digitals, els patrons facials, la veu, l'iris o la cadència d'escriptura.

La identificació biomètrica s'empra en diferents casos d'ús del sector de la Mobilitat, particularment per identificar i autenticar usuaris en sistemes de vehicles compartits<sup>29,30</sup> (mitjançant empremta digital o reconeixement facial). La Figura 12 exemplifica l'ús de la biometria per identificar i autoritzar l'ús de vehicles de lloguer.

Una altra aplicació de la biometria està relacionada en millorar l'experiència d'usuari i consisteix en predeterminar la configuració del vehicle (temperatura, emissora de ràdio, etc.) a partir de la seva identificació biomètrica. En el cas dels vehicles es poden crear perfils que s'adaptin a les persones automàticament quan s'identifiquin, per exemple la il·luminació, la temperatura i els sons són algunes de les variables que es poden controlar a l'instant.

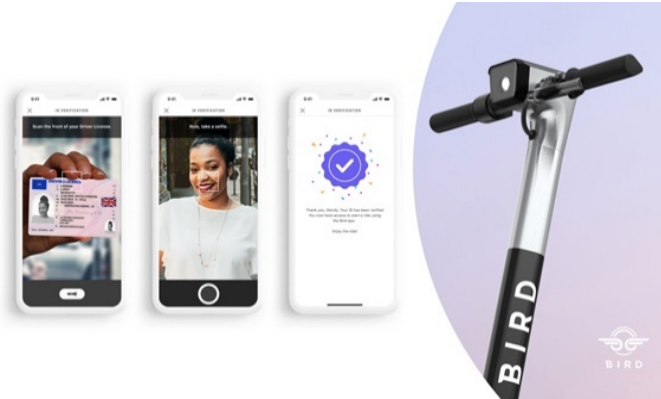


Figura 12. Identificació per reconeixement facial usat per l'empresa d'e-scooters Bird<sup>31</sup>.



# 4. La IA com a factor de transformació de la Mobilitat

## 4.1. Impacte de la IA en la Mobilitat

Es indubtable que la IA és una tecnologia rellevant per a moltes aplicacions i casos d'ús relacionats amb la Mobilitat. Més enllà de la conducció autònoma, que es basa en l'ús de solucions tecnològiques d'IA, àmbits com la reducció de la sinistralitat, una conducció més sostenible des del punt de vista mediambiental amb una reducció d'emissions o un millor disseny urbanístic basat en un flux de trànsit previsible i amb escenaris de risc viari més controlats són alguns altres casos d'ús on la IA hi juga un paper central. En aquest sentit, el desenvolupament de Sistemes de Transport Intel·ligents (*Intelligent Transport Systems, ITS*), entesos com el conjunt de solucions tecnològiques basades en comunicacions i SW dissenyades per millorar l'operació i la seguretat del transport, esdevenen claus en el disseny i desenvolupament de noves funcionalitats.

De nou, en aquest context, la IA té un gran potencial en el desenvolupament d'aplicacions per a diferents casos d'ús on els algorismes d'IA ja tenen un impacte en la mobilitat malgrat ser transparents a la majoria d'usuaris en moltes ocasions. Així, les aplicacions de guiatge en temps real, a mode d'exemple, recomanen trajectòries òptimes tenint en compte l'estat actual del trànsit gràcies a la utilització de motors de còmput basats en dades i IA. Per altra banda, la logística i el transport de mercaderies també es beneficien de les aplicacions tecnològiques basades en dades i IA, posant a disposició dels diferents operadors sistemes de planificació de rutes i gestió de flotes, i en un futur, vehicles autònoms (terrestres i/o aeris) per al lliurament de la darrera milla.

Per analitzar de manera global l'impacte de la IA en mobilitat, tal i com s'observa en la Figura 13 es parteix dels principals agents que intervenen en els processos de la mobilitat (usuaris, administració pública i operadors) i s'identifiquen els beneficis que pot proporcionar l'adopció de la IA en el global de l'ecosistema

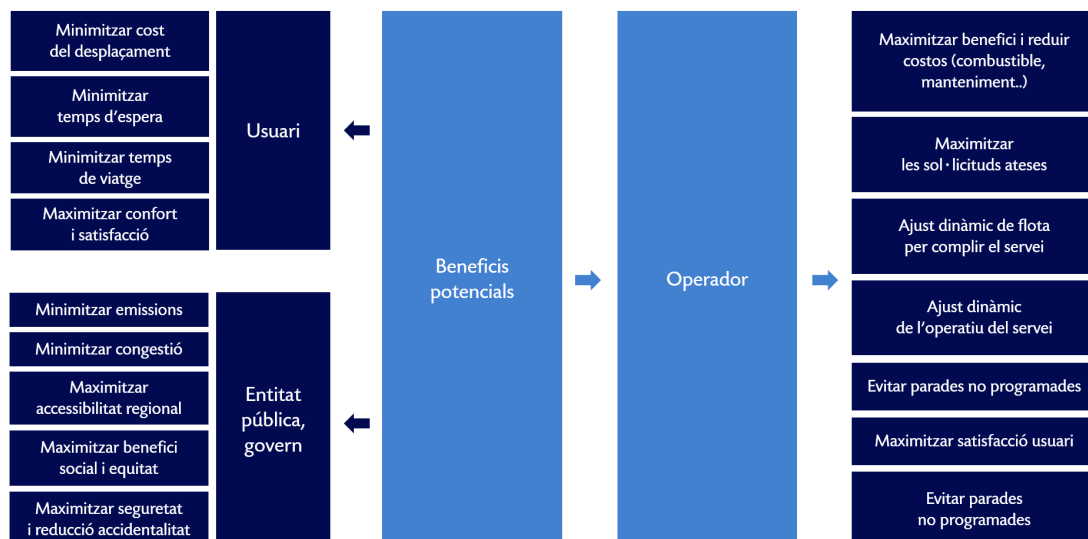


Figura 13. Anàlisi de l'impacte de la IA en la Mobilitat. FONT: Elaboració pròpia.

En aquest sentit, el gràfic de la Figura 14 resumeix la proposta de valor de la IA i del seu potencial impacte en l'ecosistema de mobilitat. La IA pot incidir positivament en i) **millorar l'eficiència** en la gestió i control dels processos i serveis actuals de mobilitat o associats a la mobilitat, ii) el desenvolupament de noves solucions de mobilitat amb la creació de noves propostes de valor, serveis i **oportunitats de negoci**, una incidència **transversal a tota la cadena de valor** amb un impacte positiu a tots els agents de l'ecosistema (Figura 13), tal i com ha quedat reflectit en el diagrama anterior, i iv) al formar part del conjunt de **tecnologies facilitadores**, ja que compta amb clares sinèrgies amb altres tecnologies capacitadores com la IoT, la robòtica o el big data i la necessitat d'incloure la ciberseguretat, de tal manera que la seva aplicació conjunta és capaç de generar solucions d'extrem a extrem amb major aportació de valor final.

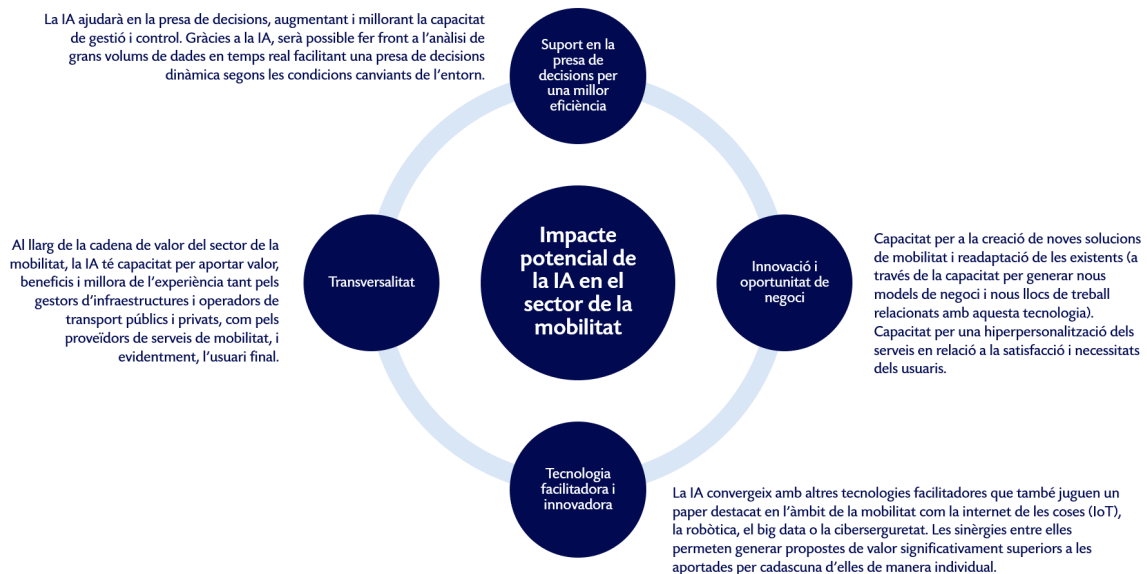


Figura 14. Proposta de valor de la IA per a la mobilitat. FONT: Elaboració pròpia

## 4.2. La IA i les principals aplicacions i funcionalitats de la Mobilitat.

A partir de la valoració de l'impacte efectuada, i agafant d'exemple l'estudi *Smart moves required - The road to artificial intelligence in mobility*<sup>32</sup> del McKinsey Center for Future Mobility, on es realitza una anàlisi i una classificació i segmentació d'empreses americanes segons l'aplicació de la IA en l'àmbit de la mobilitat, és possible identificar en quins processos i àrees es troben les principals oportunitats de la IA.

Això s'esquematitza a la Figura 15, on la clusterització de les aplicacions proposada es pot extrapolar al cas català. S'observa que el major volum correspon a les aplicacions d'IA per a la conducció autònoma seguit per les aplicacions d'experiència d'usuari en el vehicle. A continuació s'analitzen les diferents oportunitats identificades a la Figura 15.

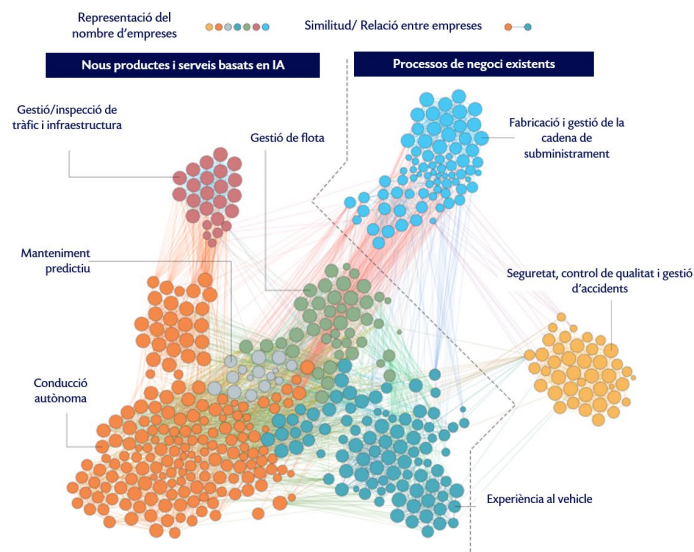


Figura 15. Principals aplicacions de la IA en Mobilitat. FONT: McKinsey Center for Future Mobility.

### 4.2.1. Gestió i inspecció intel·ligent del tràfic i les infraestructures

L'ús de les tecnologies basades en IA permet una optimitzar les aplicacions de gestió de trànsit i transport, especialment a l'entorn urbà, evitant embussos i afavorint una mobilitat més sostenible. Aquestes aplicacions proporcionen funcionalitats com la monitorització del trànsit, la generació de matrius origen/destí dels usuaris de transport públic a partir de dades de telefonia mòbil, control intel·ligent i adaptatiu dels semàfors, supervisió i predicció de l'evolució del trànsit o planificació avaluant diferents escenaris, entre d'altres.

### 4.2.2. Seguretat, control de qualitat i gestió d'accidents

La IA es troba present en diverses aplicacions per a la millora de la seguretat en la conducció com els sistemes de frenada d'emergència o de manteniment en carril, que incorporen ML per identificar obstacles en el primer cas, o marques a la calçada en el segon. Aquesta categoria inclou també sistemes de monitoratge i control de l'atenció a la conducció dissenyats per a alertar el conductor en cas de distracció o somnolència. Basant-se en algorismes d'IA que detecten anomalies en la posició del cap o en el ritme de parpelleig del conductor o altres indicadors, aquests sistemes generen senyals d'alerta davant de situacions de risc i avisen el conductor per tal que recuperi l'atenció.

Així mateix, la IA permet identificar situacions de risc en entorn urbans i interurbans, mitjançant l'intercanvi d'informació entre els diferents actors rellevants a la mobilitat: vehicles, infraestructura, ciclistes, etc. Aquest intercanvi d'informació permet incrementant les capacitats de sensorització més enllà del camp de visió dels diferents actors, permetent per exemple als vehicles veure "a través dels edificis". Aquest intercanvi d'informació esdevindrà un aspecte clau per a la implantació de la mobilitat autònoma.

Una derivada de la informació de la seguretat en la conducció i de la digitalització de la informació impacta en les anomenades *Insurtech*, companyies que valoren les pòlisses d'assegurança d'automòbils de forma individualitzada, en funció dels quilòmetres recorreguts pel vehicle i de l'estil de conducció de l'usuari, assignant una tarifa a cada perfil establert.

### 4.2.3. Gestió dinàmica de la flota de vehicles

Aquesta funcionalitat aplica la IA en algoritmes per al seguiment intel·ligent dels vehicles i l'optimització de rutes en temps real, la identificació de riscos de conducció, etc. Una clara aplicació d'aquestes funcionalitats, actualment en desenvolupament, és en les flotes autònomes de vehicles de transport, l'anomenat truck platooning, que combina la IA i la conducció autònoma per aconseguir un transport més eficient, segur i menys contaminant minimitzant la intervenció del conductor

### 4.2.4. Manteniment predictiu de vehicles, equipaments i infraestructures

L'anàlisi predictiva és una capacitat rellevant de la IA, que es pot aplicar a tots els elements que constitueixen la cadena de valor de la mobilitat. No només pel que fa als components dels vehicles si no també als equipaments i infraestructures que conformen els sistemes de transport. La monitorització operativa intel·ligent, el manteniment predictiu i la resolució de problemes d'una forma intel·ligent i adaptativa permeten augmentar la disponibilitat d'actius, aspecte crucial per tal d'oferir el millor nivell de servei als usuaris.

### 4.2.5. Millora de l'experiència al vehicle

Conèixer i millorar l'experiència dins vehicle. Emprar solucions d'IA per percebre l'experiència de l'usuari al transport públic i privat. Els usuaris poden utilitzar sistemes basats en IA per ajustar la configuració del vehicle (per exemple seients, retrovisors, temperatura de l'habitacle, etc.) segons les seves preferències i de forma automàtica, o altres aspectes de personalització de l'experiència. La IA, a través de funcions de reconeixement de la parla, permet interlocució amb els sistemes d'infotainment del vehicle i realitzar diferents accions amb la veu.

### 4.2.6. Vehicle autònom

La visió per computador i els sistemes d'aprenentatge profund són el cervell d'un vehicle autònom. Aquests sistemes s'encarreguen de processar i donar context a tota la informació que prové dels diferents sensors que equipen el vehicle (per exemple càmeres, radars, LIDARs) que són processades pels diferents mòduls de SW del vehicle encarregats d'actuar autònomament sobre els controls del vehicle per accelerar, frenar i modificar la direcció. La seqüència de percepció, cognició i judici clau en els vehicles autònoms presenta, com ja s'ha esmentat, grans reptes tant per la complexitat dels algoritmes com per les necessitats de còmput en temps real.

En termes d'oportunitat, el sector de la logística és un dels de major potencial de l'aplicació de la conducció autònoma, el que fa que en l'actualitat hi hagi iniciatives de desenvolupament de vehicles de lliurament de paqueteria autònoms (Automated Delivery Vehicles), solucions específiques com ara RoboTaxis o busos de transport amb rutes prefixades i el ja esmentat truck platooning.

### 4.2.7. Experiència al voltant del vehicle

Aplicacions de la IA per la millora benestar ciutadania: aplicacions de MaaS per apoderar al viatger, integració i inclusió social, conèixer i millorar l'experiència dels viatges segons diferents perfils de ciutadania (franges d'edat, gènere, etc.) mitjançant aplicacions mòbils i anàlisi de sentiment de xarxes socials, entre d'altres, aportar informació personalitzada del desplaçament, gestió de la dispersió extra-urbana, etc.

#### 4.2.8. Mobilitat no motoritzada i accessibilitat

La IA també contribueix a millorar la mobilitat en modes no motoritzats com pot ser la mobilitat de vianants o altres vehicles com la bicicleta o el patinet, cada vegada més usats especialment en entorns urbans. Alguns casos d'ús que ho exemplifiquen poden ser la detecció de punts d'alta densitat de vianants per preveure les millors ubicacions de passos de vianants o semàfors, o el disseny de la xarxa de carrils per a bicicletes. De manera similar la IA també pot contribuir a la mobilitat de persones amb discapacitat i necessitats especials d'accessibilitat a través d'aplicacions de suport a la seva autonomia (per exemple, orientació en itineraris o espais desconeguts, provisió d'informació específica, etc.)





## 5. Anàlisi de la IA en l'àmbit de la Mobilitat a Catalunya

Per fer aquesta anàlisi es parteix d'una revisió sobre l'ecosistema global de la IA a Catalunya identificant-ne a continuació les principals fortaleses. Per a il·lustrar aquestes capacitats s'identifiquen un conjunt d'iniciatives i projectes que presenten una clara intersecció entre la IA i la mobilitat. S'enumeren també les principals barreres que dificulten una major adopció de la IA en el sector de la mobilitat i finalment es proposa un conjunt de recomanacions per superar les dificultats d'adopció. Aquests darrers punts, la identificació de barreres i la proposta de recomanacions, han estat especialment treballats amb els participants del Think Tank, mitjançant les entrevistes individuals i les sessions de discussió conjuntes.

### 5.1. La IA a Catalunya

L'informe La intel·ligència artificial a Catalunya<sup>33</sup> identifica l'ecosistema de companyies, universitats, centres de recerca i innovació i institucions que conformen el sector de la IA a Catalunya (dades de 2019). Segons l'estudi, un total de 179 empreses, la majoria de les quals són PIMEs i start-ups (63%), desenvolupen la seva activitat al voltant de les tecnologies d'IA, amb una facturació de 1.336 milions d'euros anuals i ocupen un total de 8.483 professionals<sup>34</sup>.

La Figura 16 i la Taula 1 presenten un breu mapeig i quantificació de les empreses catalanes en l'àmbit de la IA al llarg del segment de la cadena de valor:



Figura 16. Visió esquemàtica de l'ecosistema de la IA a Catalunya

Segment cadena valor	Nombre d'empreses	Facturació dedicada a IA	Nombre de treballadors
Desenvolupadores d'algoritmes	19	492.3 M€	2.628
Consultories	19	432.6 M€	3.571
Desenvolupadores de software	134	430,9 M€	2.268
Proveïdors de serveis	7	2,3 M€	16
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>1.358 M€</b>	<b>8.483</b>

Taula 1. Xifres rellevants de l'ecosistema de la IA a Catalunya.

A part de les empreses del sector, a Catalunya hi destaca l'ecosistema de coneixement, generació de talent i el desenvolupament tecnològic amb les universitats, els centres tecnològics i de recerca, i la comunitat científica. A més a més, la fortalesa del sector TIC català, amb un **ecosistema digital d'emprenedoria, capacitat d'atracció d'inversions en tecnologia i generació d'un sector emergent de la intel·ligència artificial fan del país un pol d'innovació digital capdavanter a nivell d'Europa**. Això propicia que empreses multinacionals i iniciatives rellevants de caràcter europeu, com el KIC Urban Mobility de l'EIT seleccionin Catalunya, i particularment Barcelona, com a seu pels seus projectes.

Catalunya té doncs, les capacitats i les potencialitats per posicionar-se en una situació privilegiada, liderar el desenvolupament i l'adopció de la intel·ligència artificial al sud d'Europa, i esdevenir un pol tecnològic de referència en intel·ligència artificial aplicada a la mobilitat. En els subapartat 5.2. Fortaleses i acceleradors a Catalunya es presenten els principals factors que propicien i els reptes a superar per assegurar la consolidació de la IA en la mobilitat catalanes.

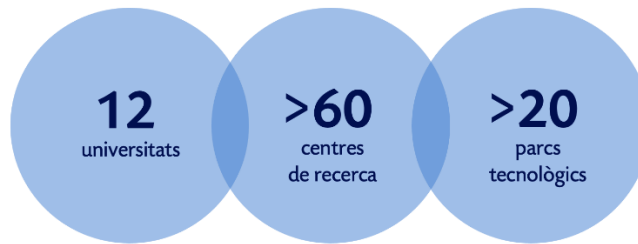
## 5.2. Fortaleses i acceleradors a Catalunya

Hi ha certs factors que propicien l'auge disruptiu de la IA a Catalunya com a tecnologia amb potencial i aposta de futur en el sector de la mobilitat<sup>35</sup>. Alguns dels principals factors característics de la regió són:

- *Consolidat sistema de coneixement*

Universitats: Les activitats de formació al voltant de la IA en són un motor crucial per al seu desenvolupament. Catalunya disposa d'un ecosistema ric en universitats de referència. Per exemple, ja des del 2005 la UPC va establir el primer i fins el moment únic Màster oficial en Intel·ligència Artificial de Catalunya, implementat des de la seva creació en coordinació amb la Universitat de Barcelona (UB) i la Universitat Rovira i Virgili (URV) de Tarragona, on més del 50% dels estudiants matriculats al màster són internacionals. La UAB per la seva part, coordina el Màster oficial en Visió per Computador, implementat en col·laboració amb la UOC, la UPC i la UPF, i on el Centre de Visió per Computador (CVC) juga un paper molt important. La UAB també imparteix el Màster propi en Intel·ligència Artificial i Big Data en Salut, que en setembre de 2021 comença la seva segona edició.

## Sistema de recerca de Catalunya



Alhora, la UAB (amb la participació del Centre de Visió per Computador (CVC) i l'Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial (IIIA-CSIC)) i la UPC posaran en marxa el curs 2021-22 els dos primers graus universitaris en intel·ligència artificial (IA) de Catalunya. La UPC es convertirà, per tant, en la primera universitat espanyola que oferirà grau, màster i doctorat en aquesta especialitat científica. Altres universitats catalanes també estan fent una forta aposta per la incorporació de la IA en el seu currículum educatiu, com els màsters d'investigació de la UPF enfocats a tecnologies relacionades com visió per computadors, sistemes intel·ligents interactius, etc.

Centres tecnològics i de recerca: Catalunya disposa d'un model de recerca d'excel·lència. En IA destaca el Centre de Visió per Computador (CVC), l'Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (IRI), l'Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial (IIIA-CSIC), el Centre de Tecnologies i Aplicacions del Llenguatge i la Parla (TALP), i el recent Centre de Recerca en Ciència de Dades Intel·ligent i Intel·ligència Artificial (IDEAI). Disposa també de centres tecnològics enfocats a la innovació i la transferència com i2CAT i Eurecat.

Talent professional: Catalunya, i en especial Barcelona, és un bon pol d'atracció i demanda de talent (per factors com qualitat de vida, ecosistema actiu i altres aspectes). El Digital Talent Overview report 2019 declara la IA com al sector emergent amb més demanda de la ciutat de Barcelona amb una falta prevista de 14.200 professionals en TIC a Barcelona, la majoria en el camp de la IA.

### ▪ *Lideratge d'iniciatives*

Iniciatives de la comunitat científica: La declaració de Barcelona sobre la IA (2017), liderada per la comunitat científica catalana de la IA, també és una iniciativa pionera a Europa en debat ètic, jurídic, socioeconòmic i cultural sobre els usos futurs d'una IA segura i confiable. Els científics en IA catalans són molt actius en múltiples iniciatives sobre l'ètica en la IA, inclòs el desenvolupament de directrius ètiques de la Comissió Europea per a la IA.

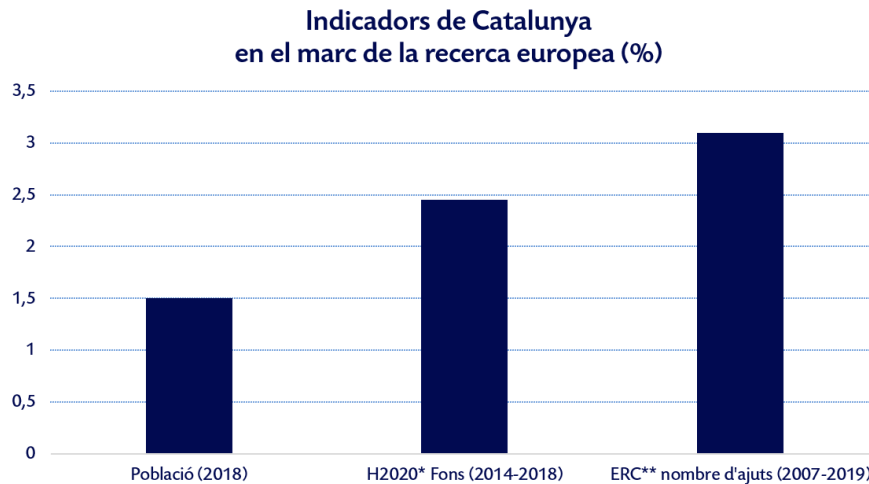
Iniciatives del sector públic/govern: Les administracions públiques tenen voluntat de donar impuls a iniciatives d'IA. La Generalitat de Catalunya, assessorada per un equip d'experts, va publicar el seu pla estratègic en IA i el va posar a disposició del públic el juliol de 2019 (CATALONIA.AI).

Iniciatives d'àmbit europeu: Com per exemple la ja esmentada EIT Urban Mobility, una iniciativa de l'Institut Europeu de Tecnologia que ha escollit Barcelona com a la seu de la comunitat d'innovació. L'objectiu de la iniciativa, que tindrà una vigència de 7 a 15 anys, és facilitar i finançar la col·laboració entre ciutats, empreses, universitats i instituts de coneixement per aportar solucions de mobilitat per fer més habitables les ciutats europees. De cara al 2026, l'EIT Urban Mobility espera comptar amb el suport de 180 'start-ups', alliberar espais destinats als vehicles del 90% de les ciutats que participen en la iniciativa, llançar 125 nous productes, incrementar la mobilitat compartida i obtenir inversions per valor de 38 milions d'euros gràcies a aquest projecte.

▪ *Pol d'innovació*

Bons indicadors en el marc de la recerca europea: Entre el 2014 i 2018 Catalunya ha rebut 1.070 milions d'euros del programa Horizon2020. Això equival al 2,4% dels fons H2020, per sobre de la població de Catalunya en el total de la Unió Europea (1,5%). Entre el 2007 i el 2019 Catalunya ha rebut un 3,2% dels fons europeus de recerca (ERC)<sup>36</sup>. Aquests fons estan destinats a recerca capdavantera i basats en l'excel·lència científica.

Encara, en el marc europeu, i segons s'acredita a l'estudi Anàlisi de l'especialització en intel·ligència artificial<sup>37</sup>, el 8,4% dels projectes H2020 amb participació catalana versaven sobre IA (la mitjana europea és 6,6%) ocupant la 3a posició en nombre de projectes (228) i la 4a posició en finançament atorgat (130 milions d'euros).



Notes:  
\*Programa marc Recerca i Innovació de la Unió Europea, Horizon 2020  
\*\* Consell Europeu de Recerca (European Research Council). Font: Direcció General de Recerca i AGAUR

▪ *Fort teixit empresarial*

Indústria: Catalunya s'ha posicionat com un atractiu *hub* d'innovació empresarial. Grans empreses (com Siemens, Ficoso, Seat, Cellnex, Sensefield, entre d'altres) han plantejat projectes d'IA en mobilitat a Catalunya i multinacionals com Amazon estan obrint centres de recerca aquí, la qual cosa posiciona Barcelona com un important pol d'innovació internacional<sup>38</sup>.

Startups i emprenedoria tecnològica: Barcelona ha esdevingut el tercer *hub* més atractiu per start-ups a Europa (Startup Heatmap 2021). En particular, l'ecosistema de start-ups catalanes en software i IA i mobilitat és molt potent, amb diversos i destacables exemples. També s'han atret acceleradors d'empreses emergents, *venture builders* i de capital de risc que ofereixen una oportunitat única per desenvolupar nous negocis al voltant de la majoria de tecnologies disruptives. Destaquen organitzacions vinculades a l'emprenedoria tecnològica com el Barcelona Tech City.

▪ *Fort teixit associatiu*

Catalunya destaca per la forta incidència associativa fins i tot en àmbit d'IA. Es constitueix formalment l'any 1994 l'Associació Catalana d'Intel·ligència Artificial (ACIA). L'ACIA va celebrar el seu 25è aniversari l'any 2019 i té més de 200 membres. Avui, l'ACIA reuneix la major part de la comunitat científica catalana d'IA, així com antics alumnes, professionals del sector i alguns associats institucionals. Tot i ser l'associació d'un petit territori, l'ACIA és, des de l'any 1995, un capítol de l'Associació Europea d'Intel·ligència Artificial (EurAI) i organitza una conferència anual internacional des de l'any 1998. Per altra banda, Catalunya disposa del Col·legi Oficial d'Enginyeria Informàtica de Catalunya, el COEINF, creat pel Parlament de Catalunya l'any 2001 amb la missió de vetllar per la professió d'enginyeria informàtica. Aquesta organització professional és un suport fonamental per a la intel·ligència artificial a Catalunya. Des de l'any

2016, el COEINF inclou una posició específica en el seu equip directiu dedicada a la IA: el vicedeganat de Big Data, Ciència de les Dades i Intel·ligència Artificial. Aquesta posició promou el desenvolupament fructífer del sector empresarial en aquests camps, inclosa la necessitat de reduir l'escletxa de gènere en el sector, amb una comissió dedicada a aquest tema: donesCOEINF. La bretxa de gènere també es va convertir en objecte de consideració per a l'ACIA i el 8 de març de l'any 2019 aquesta va fundar un grup de treball de dones en IA a Catalunya anomenat donesIAcat. A nivell de mobilitat, forta presència de clústers com el CIAC (Cluster de la Indústria d'Automoció a Catalunya).

#### ▪ *Disposició d'infraestructures adequades*

Infraestructures de transport destacables i obertes a nivell global com són el port o l'aeroport de Barcelona. Hubs industrials com la zona franca i els parcs automobilístics. Infraestructures tècniques d'alt nivell com el Supercomputador d'Espanya, el MareNostrum, instal·lat a Barcelona l'any 2005, al Centre Nacional de Supercomputació (BSC-CNS), una referència internacional crucial per al processament de dades massives, o el Centre de Visió per Computador (CVC), que disposa de més de 200 unitat de processament gràfic (GPU) connectades en xarxa, el que el converteix en un dels centres amb major nombre de GPUs treballant simultàniament del món. Quant a altres infraestructures, Barcelona ha creat recentment el Labs.5G Barcelona, en connexió amb la Mobile World Capital, per donar suport a la innovació en tecnologia 5G. Centres de certificació com Applus, IDIADA. Centres de desenvolupament i prova de noves tecnologies com el Catalonia Living Lab amb infraestructures virtuals de simulació (per exemple el simulador de codi obert CARLA impulsat pel Centre de Visió per Computador), infraestructures de proves físiques en circuits tancats (Parcmotor Castellolí o el Circuit de Catalunya) o en vies públiques (ex. Proves a trams d'autopistes com l'AP-7).

#### ▪ *Seu de grans esdeveniments*

Barcelona és seu d'alguns dels esdeveniments de més renom internacional en l'àmbit de la tecnologia i la digitalització de l'economia (en molts àmbits, inclòs mobilitat). Des del 2011 Barcelona és la Mobile World Capital, i ja és una ciutat de referència en la tecnologia mòbil (impulsora i suport en el desplegament de solucions de la IA aplicada en mobilitat). A més Catalunya és seu d'esdeveniments destacables a nivell internacional com: Mobile World Congress (MWC) Smart City Expo World Congress, Smart Mobility World Congress, Advanced Factories. AI & Big Data Congres o l'IoT Solutions World Congress.

#### ▪ *Creixement de tecnologies facilitadores*

La ràpida evolució i accés per a empreses i organismes catalans en els darrers anys de tecnologies el núvol, 5G, tecnologies de processament de dades com *Big Data*, tecnologies de captació de dades com sensorica avançada i IoT, etc. contribueixen a ampliar el rang d'aplicació de la IA. Destaquen tecnologies acceleradores com:

- *Sensorització*: Comunicació màquina a màquina / infraestructures per a la comunicació.
- *Informació en temps real i anàlisi de dades*. Interès en apostar per iniciatives que seran clau per la mobilitat del futur (T-Mobilitat).
- *Creixement de la robòtica*: creixent acceptació de màquines autònomes cognitives.
- *5G i compartició de dades*. Infraestructures intel·ligents i serveis compartits convergits. Per exemple, la iniciativa Barcelona open data: impulsat per les administracions públiques amb el principal objectiu d'aprofitar al màxim els recursos públics disponibles, exposant la informació generada o custodiada per organismes públics, permetent el seu accés i reutilització per al bé comú i per al benefici de persones i entitats interessades.

## 5.2.1. Algunes iniciatives d'IA i Mobilitat a Catalunya

Per tal d'il·lustrar amb exemples reals l'aplicació de solucions basades en IA en el camp de la mobilitat s'identifiquen a la Taula 2 diversos projectes i casos d'ús desenvolupats a Catalunya. Consisteix en una selecció de 26 iniciatives considerades rellevants i inspiradores per a l'ecosistema de mobilitat català que han estat impulsades o compten amb una important participació d'integrants d'aquest ecosistema: petites i grans empreses, start-ups, administració pública, centres de recerca, tecnològics i universitats. A la vegada, adrecen els principals reptes de la mobilitat identificats a l'inici del document.

La taula conté el llistat d'aquestes 26 iniciatives el contingut detallat de les quals es troba ampliat i detallat a l'ANNEX II, on per a projecte, s'ha definit i) el repte que es vol solucionar, ii) en què consisteix la innovació proposada, iii) el perfil tecnològic i com s'aplica la IA, iv) l'agent o agents impulsor i finalment v) quines implicacions i quin valor genera el projecte pel sector de la mobilitat i quin és el potencial de creixement o estratègia pels pròxims anys dels executors del projecte.

Repte mobilitat	Cas il·lustratiu de l'ecosistema català identificat on IA té el potencial de donar resposta / Agent desenvolupador
Pressió ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Canvi d'hàbits cap a una mobilitat més sostenible de forma participativa / Projecte MUV2020 - i2CAT</li> <li>Mapes de qualitat de l'aire a través dels patinets / Reby</li> </ul>
Congestió ciutats i carrers	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hubs per la distribució urbana de mercaderies / Datacity lab</li> <li>Classificació automàtica d'imatges de vehicles aparcats / Reby</li> <li>Planificador intel·ligent de rutes de repartiment / Smartmonkey</li> </ul>
Canvis estil vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valor del temps de transport / Projecte Motiv- Eurecat</li> <li>Manteniment intel·ligent i prevenció de danys en mobilitat compartida / Projecte Antitrash – EIT Urban Mobility</li> <li>Assistent de viatge per la millora del benestar de l'usuari / Projecte ai-trawell – EIT Urban Mobility</li> <li>Millorar la situació de confort dels passatgers / TMB</li> <li>Bus sota demanda / Shotl</li> <li>Bus sota demanda / ByBus de Seat</li> </ul>
Gestió distribuïda i canvis econòmics	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detecció de desperfectes en paviment / Sotavia</li> <li>Predicció del nivell d'ocupació en el transport públic per carretera / Projecte Intellibus-Inlabfib UPC</li> <li>Predicció de la demanda / TMB</li> </ul>
Accidentalitat, seguretat, i ètica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detecció d'individus als passos de vianants / Projecte FemIoT- CVC</li> <li>Millora de la seguretat dels micro-vehicles / Kick-scooter – Carnet, IDEAI-UPC</li> <li>Nous sistemes de gestió del trànsit per la seguretat de la nova mobilitat cooperativa, connectada i autònoma / Abertis Autopistas</li> <li>Distribució òptima de fluxos de persones degut a la COVID/ Basetis</li> </ul>
Noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemes intel·ligents de transport cooperatius / Projecte C-roads – Inlabfib UPC</li> <li>Generació de matrius origen-destí a partir de dades wifi i càmeres infraroges / Tram-Eurecat</li> <li>Generació de matrius origen-destí a partir de dades de telefonia mòbil / ATM</li> <li>Digitalització d'infraestructura a través d'analítica de vídeo / Abertis Autopistas</li> </ul>
Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infraestructura de xarxa i computació multiprovedor basada en 5g / projecte 5gmed – i2cat</li> <li>Cap a la conducció autònoma en entorns rurals / Generalitat de Catalunya, CVC</li> </ul>

- Integració social
- Inclusió de gènere en els sistemes de transport / projecte Diamond - Eurecat
  - Sistema de transport assistit per a persones que viuen amb discapacitats o disfuncions de memòria / App & Town

Taula 2. Alguns exemples de projectes i casos d'ús en IA i Mobilitat desenvolupats a Catalunya.

Aquest llistat, que presenta una mostra necessàriament reduïda d'iniciatives i projectes, palesa el dinamisme, iniciativa i visió per explorar el potencial de la IA en mobilitat a l'ecosistema català. Alguns d'aquests elements es troben encara en fase de prova pilot, projecte demostratiu o prova de concepte i per tant, serà clau el seu seguiment per tal de continuar impulsant l'exploració del potencial de la IA i inspirar-se dels projectes o explorar sinergies que es poden derivar dels agents que ja han començat a fer els primers passos en l'adopció d'IA en mobilitat.

### 5.3. Barreres per l'adopció d'IA en mobilitat a Catalunya

Un dels aspectes que s'ha treballat amb detall amb els participants del *Think Tank*, o Laboratori d'Idees, ha estat la identificació de les barreres o limitacions que dificulten una àmplia adopció de la IA per part de l'ecosistema de la mobilitat a Catalunya.

Fruit de les discussions en el marc d'aquest Laboratori d'Idees cal destacar que aquestes barreres no són només tècniques degut a la manca de maduresa de la tecnologia en algunes aplicacions, sinó que la majoria són degudes a factors no tecnològics com, per exemple, l'existència de complexos procediments i mecanismes de coordinació entre actors implicats; mecanismes de presa de decisions que poden presentar biaixos o qüestions de tipus ètic, la normativa i reglamentació en mobilitat i privacitat, limitacions de tipus pressupostari que dificulten la disponibilitat d'infraestructures o la compartició i la qualitat de les dades. Així, les principals dificultats per a l'adopció de la IA són les següents:

- **Complexitat i fragmentació existent en la regulació** relativa a la mobilitat en el territori. Catalunya té un ecosistema de mobilitat complex amb molts operadors i infraestructures de transport, al que cal sumar-li una elevada fragmentació a nivell normatiu i de regulació de la mobilitat, amb diverses administracions i òrgans competents a diferents nivells del territori i sense un estàndard comú.
- **Dificultat per desplegar i validar solucions** i serveis de mobilitat amb incorporació de tecnologia IA en entorns i condicions operatives reals. Aspecte crític per atraure la demanda de la indústria i el desplegament de projectes i serveis d'R+D+i associats.
- **Manca d'un entorn tecnològic de proves** que faciliti, formalitzi i estructurari la compartició de dades, la interacció entre actors i el test de nous models i serveis al voltant de la mobilitat en el territori amb dades reals d'una manera sistematitzada.
- Existència d'un parc significatiu d'infraestructures de transport i de mobilitat amb limitacions tecnològiques per incorporar la IA i els seus avantatges. **Infraestructures associades a grans inversions i amb llargs calendaris d'amortització** que dificulten i alenteixen la seva renovació futura i que per tant condicionen l'abast real de la implantació de la IA a mig termini.
- **Llargs processos de licitació de les noves infraestructures** de transport i mobilitat en el territori, amb poca flexibilitat per a la innovació tecnològica en l'àmbit de la digitalització i les tecnologies de la informació com la IA, i que suposa en moltes ocasions un **risc significatiu d'obsolescència tecnològica** de les solucions digitals finalment implantades, limitant la possibilitat d'incorporar i poder aprofitar els beneficis de la IA posteriorment.

- **Manca d'estratègia clara de les organitzacions respecte del rol de la IA en la seva operativa**, i concretament de la identificació de les oportunitats i millores concretes que pot aportar la IA a la millora dels seus processos, operacions i serveis, però també com fer-ho possible i portar a terme el seu desplegament.
- Incertesa respecte el **risc legal i la responsabilitat civil** associada als resultats fruit de decisions atribuïbles als sistemes i models d'IA incorporats als sistemes i processos de mobilitat. A hores d'ara la Llei Europea d'IA (*Artificial Intelligence Act*<sup>39</sup>) es troba en procés de definició i consulta pública per part dels òrgans competents a nivell europeu.
- **Manca de talent expert en analítica avançada de dades i IA, i a més a més, dificultat de retenció del mateix**. Actualment hi ha un escenari amb una rotació elevada en aquesta tipologia de rols provocada en gran mesura per una oferta de treball més competitiva procedent de fora de Catalunya. A la vegada, també hi ha identificada una manca de recursos formatius i de professorat, especialment en la intersecció dels dominis de la IA i de la mobilitat.
- Dificultat per **accedir i disposar de dades de qualitat**, que limita la possibilitat de desenvolupar models d'IA d'interès pels usuaris i les organitzacions, i sobretot amb unes prestacions i garanties mínimes de qualitat en la seva operativa. Els elevats costos dels recursos computacionals necessaris per a l'entrenament de models (com pot ser el cas d'aplicacions de visió artificial per a conducció autònoma) també poden ser una dificultat afegida.
- La **resistència al canvi de les persones i les organitzacions** vers l'impacte que pot suposar la incorporació de tecnologies com la IA en els processos, operacions, serveis i models competencials vigents.
- **Pocs mecanismes de col·laboració, i no prou madurs, per sistematitzar una innovació publicoprivada de manera continuada**, la qual cosa, a la vegada, dificulta la posada en marxa de grans projectes tractors que garanteixin un impacte real en la coordinació i funcionament de l'ecosistema i la millora de la mobilitat i dels seus serveis associats.
- Existència d'un **ecosistema reduït i de petita dimensió de proveïdors tecnològics locals d'IA** en l'àmbit de la mobilitat, que limita la capacitat de recursos i d'inversions potencials en projectes d'IA al territori.
- **Poca valoració** en els processos de compra pública de l'Administració de la component i **activitat d'R+D+i realitzada** per part de les empreses. Manca d'aposta clara per l'R+D+i que doni peu a un ecosistema local amb més recerca i desenvolupament propis.
- **Dependència significativa de les grans organitzacions multinacionals** respecte a la disponibilitat que tenen de les dades de mobilitat dels usuaris en el territori.
- La qualitat de les prestacions i els resultats de l'aplicació de la IA es poden veure afectats en alguns casos pel **requeriment de compliment de la normativa europea** en matèria de privacitat de dades de caràcter personal (normativa GDPR), donat que això pot limitar la qualitat de les dades utilitzades pel desenvolupament dels models i per tant afectar de manera significativa a la seva utilitat real i prestacions final.
- **Manca de transparència dels models IA desenvolupats**, i incertesa sobre la bona qualitat de les decisions, recomanacions i resultats dels mateixos, sense poder garantir la no existència de biaixos o aspectes poc ètics en la seva operativa.



## 5.4. Recomanacions per fomentar l'adopció de la IA en l'ecosistema de mobilitat

Aquest apartat recull un conjunt de recomanacions i propostes resultants de les deliberacions dels experts que conformen el Think Tank i que tenen per objectiu facilitar l'adopció de la IA en el sector de la mobilitat d'una manera àmplia i amb una visió estratègica a mig i llarg termini, i que volen donar resposta a les principals barreres identificades en la secció anterior.

S'identifiquen i analitzen un conjunt de propostes dirigides als diferents actors de l'ecosistema de mobilitat, tant sector públic, recerca, com sector privat, tenint en compte dues dimensions d'anàlisi, i) el seu grau **d'impacte** a l'hora de donar resposta i fer front a les barreres identificades, i ii) la potencial **viabilitat** per portar-les a terme a curt-mig termini des d'un àmbit estrictament de l'ecosistema català. D'acord amb aquests criteris les propostes es classifiquen en dos grups, el primer amb impacte i viabilitat elevats i el segon amb impacte i viabilitat mitjans.

### 5.4.1. Propostes amb impacte i viabilitat elevats

Es presenten cinc recomanacions amb impacte alt o molt alt, i que a la vegada són potencialment factibles portar-les a terme des d'un àmbit estrictament català.

**1. Potenciació de l'adopció d'una estratègia en IA per part de les organitzacions** i entitats que conformen l'ecosistema de mobilitat per tal **d'agilitzar la incorporació de la IA** en la seva operativa i negoci. L'actuació hauria de fomentar la reflexió i l'elaboració de l'estratègia IA a nivell individual de les diferents organitzacions del territori.

En aquest sentit, és indispensable que cada organització identifiqui les oportunitats de millora dels seus processos operatius on la IA pot aportar-hi valor i que acabi establint un full de ruta d'actuacions **prioritzades, dimensionades i alineades** amb l'estratègia general de l'entitat.

Cal que l'organització tingui clares les seves necessitats i reptes en la seva operativa i negoci per a extreure el màxim retorn que ofereixen les tecnologies d'anàlisi avançada i d'IA.

Els principals objectius i resultats assolibles serien:

- Visió sobre les possibilitats i beneficis que pot aportar l'anàlisi avançada de dades i la IA en les diferents organitzacions.
- Identificació de les oportunitats de millora en els diferents processos operatius i de negoci de l'organització d'acord amb les necessitats i reptes operatius i de negoci de l'organització.
- Priorització de les actuacions per maximitzar l'impacte i el benefici de la incorporació de la IA minimitzant el cost i la inversió associada.
- Agilització de la incorporació en l'operativa real de cada entitat dels nous models d'anàlisi de dades i d'IA que es desenvolupin.
- Establiment d'una gestió sistematitzada amb l'ús de metodologies, bones pràctiques, eines i estàndards per tal de garantir el correcte desenvolupament, gestió, manteniment i evolutiu dels models de dades i d'IA desenvolupats.
- Adaptació de l'estructura organitzativa de cada entitat per facilitar i sistematitzar la innovació i l'adopció de les tecnologies avançades d'anàlisi de dades i d'IA.
- Planificació i promoció interna de la gestió del canvi dins l'organització.
- Capacitació dels professionals implicats i incorporació del talent necessari si s'escau.
- Promoure des de l'organització la col·laboració amb l'ecosistema de recerca i innovació

**2. Promoció de la innovació publicoprivada per consolidar la recerca i la innovació en IA en mobilitat.** Es considera fonamental que hi hagi una implicació conjunta entre l'Administració Pública

i el sector privat per tal de consolidar i assegurar un impuls continuat de la innovació en el binomi de tecnologies IA i solucions de mobilitat.

En aquest sentit, es proposa que les AAPP, com a gestores de les infraestructures de mobilitat, participin activament i conjuntament amb el sector privat en projectes innovadors i taules i fòrums especialitzats sobre la nova mobilitat per consolidar la recerca i la innovació en el territori.

Es considera sistematitzar la col·laboració i coordinació a través d'un marc o **taula sectorial estable**, oberta a tots els actors, que permeti fomentar la reflexió, la col·laboració i la promoció de projectes innovadors en mobilitat i IA de manera continuada. Els principals objectius i resultats a assolir serien:

- Identificar sinèrgies entre les diferents entitats de l'ecosistema de mobilitat. Promoure l'associació de proveïdors de solucions de mobilitat i empreses tecnològiques, permetent la convergència d'expertesa sectorial de la indústria amb els grups de recerca d'IA.
- Identificació de les oportunitats i sinèrgies de col·laboració.
- Alineació i configuració de línies de treball.
- Facilitar l'accés a finançament.
- Facilitar la gestió de la complexitat normativa en mobilitat del territori.
- Facilitar la configuració, posada en marxa i desplegament de grans projectes pilot tractors (vegeu més detall en el següent punt).
- Facilitar la governança, disponibilitat i compartició de les dades.

**3. Ideació i execució de grans projectes pilots de mobilitat al territori com a tractors per la posterior adopció de la IA en l'operativa real.** Es considera com una de les actuacions clau i amb més impacte potencial per tal d'impulsar l'adopció de la IA en la mobilitat, i a la vegada amb més viabilitat de dur-se a terme.

Aquesta actuació considera configurar pilots de mobilitat en entorns reals amb els quals es pugui demostrar la participació i verificar la coordinació dels diferents actors de l'ecosistema.

Per la configuració dels pilots caldrà promoure a la vegada la **creació d'entorns reals de prova** tant en àrea urbana com interurbana i/o corredors, amb la incorporació de la interacció de les diferents formes i modes de mobilitat, etc.

Els principals objectius i resultats esperables amb l'execució d'aquest tipus de projectes pilots són:

- Validació de tecnologies d'analítica avançada i d'IA en mobilitat, ja siguin resultat de recerca o innovació.
- Validació operativa de la coordinació dels diferents actors de l'ecosistema mobilitat en un entorn operacional
- Facilitació de la col·laboració publicoprivada.
- Validació de nous models de col·laboració, governança i de negoci.
- Facilitació de la disponibilitat, accés i compartició de dades entre actors.
- Facilitació de la configuració d'entorn i plataformes tecnològiques de proves.
- Facilitació del compromís de finançament i d'inversió en tecnologia de l'empresa privada a mig i llarg termini.
- Consolidació de l'ecosistema local d'empreses de mobilitat.
- Retenció i captació de talent.
- Col·laboració amb altres *testbeds* (bancs i espais de proves) d'altres regions i adopció de bones pràctiques.
- Tracció posterior per incorporar les tecnologies i models d'analítica avançada i la IA en entorns en producció.
- Posicionament de Catalunya com a centre internacional de validació, per empreses d'automoció i altres proveïdors en l'ecosistema de mobilitat.

**4. Potenciació de la disponibilitat, compartició i governança de les dades per generar nou valor de qualitat amb la IA.** Es considera que un bon punt de partida seria el paper que poden jugar les administracions i entitats de caràcter públic en liderar l'obertura i la compartició de dades de mobilitat, dins el marc de treball de col·laboracions i de desplegament dels grans projectes tractors, per tal d'incentivar la participació i compartició gradual de la resta d'agents i actors de l'ecosistema.

En aquest sentit, una de les qüestions principals a abordar és la **Governança de les dades**, és a dir, la necessitat de definir les polítiques, models i procediments sobre com s'hauran de gestionar les dades de mobilitat entre els diferents actors de l'ecosistema.

Sobretot, tenint en compte l'escenari complex que té Catalunya amb una fragmentació considerable de la gestió i de l'operativa de la mobilitat tant pública com privada.

Els principals aspectes als que caldria donar resposta amb la governança de les dades serien:

- Propietat i compartició de les dades: a qui pertanyen les dades de mobilitat i com es poden compartir.
- Arquitectura tecnològica d'un espai de dades de mobilitat: bases de l'arquitectura tecnològica de compartició de dades: integritat de les dades, disponibilitat, emmagatzematge, estandardització, traçabilitat, etc.
- Seguretat i privacitat de les dades: garantir els controls d'accés i de dades necessaris per assegurar la seguretat de les dades, l'acompliment de la GDPR i establir una política de privacitat de la informació.
- Interoperabilitat de serveis: definir com s'obriran les dades i serveis per tal que l'ecosistema (start-ups, empreses, entitats, etc.) puguin accedir-hi i emprar les dades.

I per altra banda, els principals objectius i resultats assolibles amb aquesta actuació serien:

- Conformació del nou model de governança de dades adequat a l'ecosistema de mobilitat.
- Dinamització de la creació de nou valor, identificant noves oportunitats on desenvolupar i desplegar nous models d'analítica de dades i d'IA.
- Maximització del valor generat amb millors models d'analítica de dades i d'IA de més qualitat.
- Potenciació de l'ecosistema local de proveïdors i solucions de mobilitat.
- Retenció i captació de talent.
- Més satisfacció del consumidor o client final.

**5. Potenciació d'una oferta formativa amb titulació universitària i amb especialització en els dominis d'IA i de mobilitat:** A banda de destacar de nou l'impacte que suposaria per la captació i retenció de talent les propostes anteriors com el foment d'una estratègia d'adopció de la IA en les organitzacions o la conformació de grans pilots tractors amb la creació d'entorns real de prova com actuacions clau per identificar i consolidar necessitats de perfils experts, es considera també la necessitat de treballar en potenciar i ampliar l'oferta formativa existent a nivell de recursos educatius i de professorat, i a la vegada, en aconseguir una oferta formativa amb una valoració oficial a nivell universitari.

Els principals objectius i resultats assolibles amb aquesta actuació serien:

- Increment del talent expert en el domini conjunt IA i mobilitat.
- Enfortiment de l'ecosistema local de proveïdors d'IA i mobilitat.
- Increment del potencial d'emprenedoria en el territori.

#### **5.4.2. Propostes amb impacte i viabilitat de grau mig:**

En aquest grup es contempen aquelles propostes que es considera o no tenen un impacte tant elevat en un punt inicial d'incorporació de la IA, o bé, aquelles que sí tenen un impacte important, però que en

general la seva factibilitat per portar-les a terme és més complexa degut a la quantitat d'actors implicats, i a la dependència amb d'altres òrgans competents fora de l'àmbit català.

**1. Coordinació i gestió de la complexitat de la regulació de mobilitat del territori.** Facilitar la coordinació dels diferents actors a través d'un espai comú que asseguri la posada en marxa de solucions de mobilitat basades en l'anàlisi avançada de dades i la IA, dins d'un marc de política de mobilitat integral alineat amb les polítiques europees de mobilitat sostenible.

Els principals objectius i resultats assolibles amb aquesta actuació serien:

- Agilització de l'adaptació de les solucions amb IA a la normativa de mobilitat del territori.
- Oportunitat d'homogeneïtzació i millora de la normativa de mobilitat del territori.

**2. Potenciació de la digitalització de la infraestructura de transport i solucions de mobilitat existents.** Es tracta d'agilitzar l'adequació de les capacitats digitals de la infraestructura existent. Només si es disposa de dades de qualitat serà possible incorporar solucions i aplicacions de tecnologies d'anàlisi avançada i IA de qualitat.

Els principals objectius i resultats assolibles amb aquesta actuació serien:

- Implicació de finançament públic i privat en la digitalització de la infraestructura existent. Com s'ha comentat anteriorment, la configuració de grans pilots tractors, pot comportar la possibilitat d'atraure la inversió privada en la digitalització de les infraestructures.
- Agilització i flexibilització dels processos de licitació de nova infraestructura de mobilitat vers les tecnologies i la innovació digital per evitar el risc d'obsolescència digital. Capacitat per disposar de l'estat de l'art en tecnologies digitals, anàlisi avançada i IA en les noves infraestructures desplegades en l'àmbit de la mobilitat.

**3. Enfortiment de l'ecosistema local de proveïdors en l'àmbit de la mobilitat i la IA.** Aquesta línia comprèn aquelles actuacions per dinamitzar l'ecosistema de proveïdors, com l'impuls a l'emprenedoria, a la participació i implicació en projectes tractors i recursos d'R+D+i, a la cerca de sinèrgies entre actors, o a la valorització de la component d'R+D+i en els processos de compra pública per part de les administracions com element per reforçar totes aquelles empreses proveïdores i start-ups que realitzen una inversió en R+D+i en la seva activitat. Els principals objectius i resultats assolibles amb aquesta actuació serien:

- Consolidació de l'ecosistema local de proveïdors.
- Potenciació de l'R+D+i pròpia en l'àmbit de la mobilitat i IA.

**4. Sensibilització del territori i pla de gestió del canvi per l'adopció de la IA.** L'actuació contempla per una banda, la definició d'una estratègia de sensibilització a nivell de territori, dirigida tant a la ciutadania usuària de la mobilitat i als treballadors com a les organitzacions i empreses, analitzant els avantatges i beneficis de la incorporació de la IA en la mobilitat, però també la configuració d'un pla de suport per fer front i donar cobertura als possibles canvis, barreres i impactes associats.

Els principals objectius i resultats assolibles amb aquesta actuació serien:

- Potenciació de la implicació i participació activa de la societat en la nova mobilitat.
- Agilització de la posada en marxa dels nous serveis de mobilitat, i minimització de la resistència al canvi inicial associat a termes de transparència, ètica, privacitat, seguretat i d'impacte laboral.
- Afavoriment de la recapitació professional dels professionals implicats.
- Facilitació a les organitzacions la gestió del canvi interna.

**5. Clarificació de la incertesa legal associada a la incorporació de la IA en la mobilitat.** Aquesta actuació considera la necessitat de resoldre la incertesa legal respecte a la responsabilitat civil del impacte produït per una operativa basada en IA, i en l'aplicabilitat de la normativa de privacitat en

matèria de dades de caràcter personal en el disseny, desenvolupament i operativa de les solucions basades en IA.

Els principals objectius i resultats assolibles amb aquesta actuació serien:

- Disseny de models d'IA de qualitat.
- Agilitzar la incorporació del models d'IA en producció i en tota l'operativa de negoci de les solucions de mobilitat.



## 6. Autoria i agraïments

Aquest document ha estat impulsat pel CIDAI, Centre of Innovation for Data Tech and Artificial Intelligence, entitat definida a l'estratègia CATALONIA.AI i que té com a missió fomentar i accelerar l'adopció de tecnologies innovadores d'explotació de dades i Intel·ligència Artificial a Catalunya.

El CIDAI està coordinat per Eurecat, i està format pel Departament de la Vicepresidència i de Polítiques Digitals i Territori de la Generalitat de Catalunya, l'Ajuntament de Barcelona, BSC, CVC, i2CAT, IDEAI-UPC i les empreses Everis, Microsoft i SDG Group.

El Llibre Blanc sobre l'aplicació de la IA en l'àmbit de la Mobilitat s'ha elaborat amb la valuosa contribució i assessorament de diversos experts del sector, la qual cosa ha permès copsar i analitzar la realitat del sector a Catalunya. CIDAI agraeix la seva dedicació i suport en l'elaboració d'aquest document. La participació ha estat la següent:

### Redactors

- EURECAT: Mireia Dilmé, Circe Serra, Lluís Surroca.

### Contribuïdors

- BSC: Marina Valls, Eduardo Quiñones
- CVC : Carlos Sierra
- I2Cat: Jordi Contreras, Xavier Costa
- IDEAI-UPC: Elisa Sayrol, Karina Gibert
- CIDAI: Joan Mas, Marco Andrés Orellana

### Revisors

- CIDAI: Joan Mas, Marco Andrés Orellana

### Assessors

- MICROSOFT: José Antonio Ondiviela
- EVERIS: Jose Miralles
- SDG: Joan Salvador Bou, Diego Della
- GENERALITAT DE CATALUNYA: Daniel Santanach
- AJUNTAMENT DE BARCELONA: Anna Majó
- EURECAT: Laia Garriga, Eulàlia Soler

### Comitè d'experts (*Think Tank*) consultats

- ATM: Lluís Alegre.
- IDEAI-UPC: Cecilio Angulo
- CIMALSA: Simon Batlle
- REBY: Cristina Castillo, Fran Ginot
- FGC: Paula Ciria, Josep Carles Teres, Albert Tortajada
- AUTOPISTAS: Xavier Daura, Xavier Serra
- SEAT: Mireia Gilibert, Oriol Mas
- AJUNTAMENT DE BARCELONA: Adrià Gomila
- FACTUAL: Martí Jofre

- SCT: Oscar Llatje
- TMB: Margarida López, Francesc Plana, Carles Teixidó
- CVC: Antonio López
- EIT Urban Mobility: Martí Massot, Daniel Serra
- RACC: Lluís Puerto
- AMB: Ramon Pruneda
- ATLANTIS: Ricard Soler
- IDIADA: Stefan Vries



# ANNEX I. Caracterització de l'impacte de la IA en casos d'ús de mobilitat

Per a ajudar a estructurar els casos d'ús impulsats per organitzacions (empreses, universitats, centres tecnològics, etc.) catalanes, analitzats en aquest document a l'ANNEX II, es presenta el diagrama d'impacte de la IA en mobilitat. El diagrama reflecteix, d'una forma visual, entorn a quins eixos es sol focalitzar la innovació i aplicació d'IA en mobilitat.

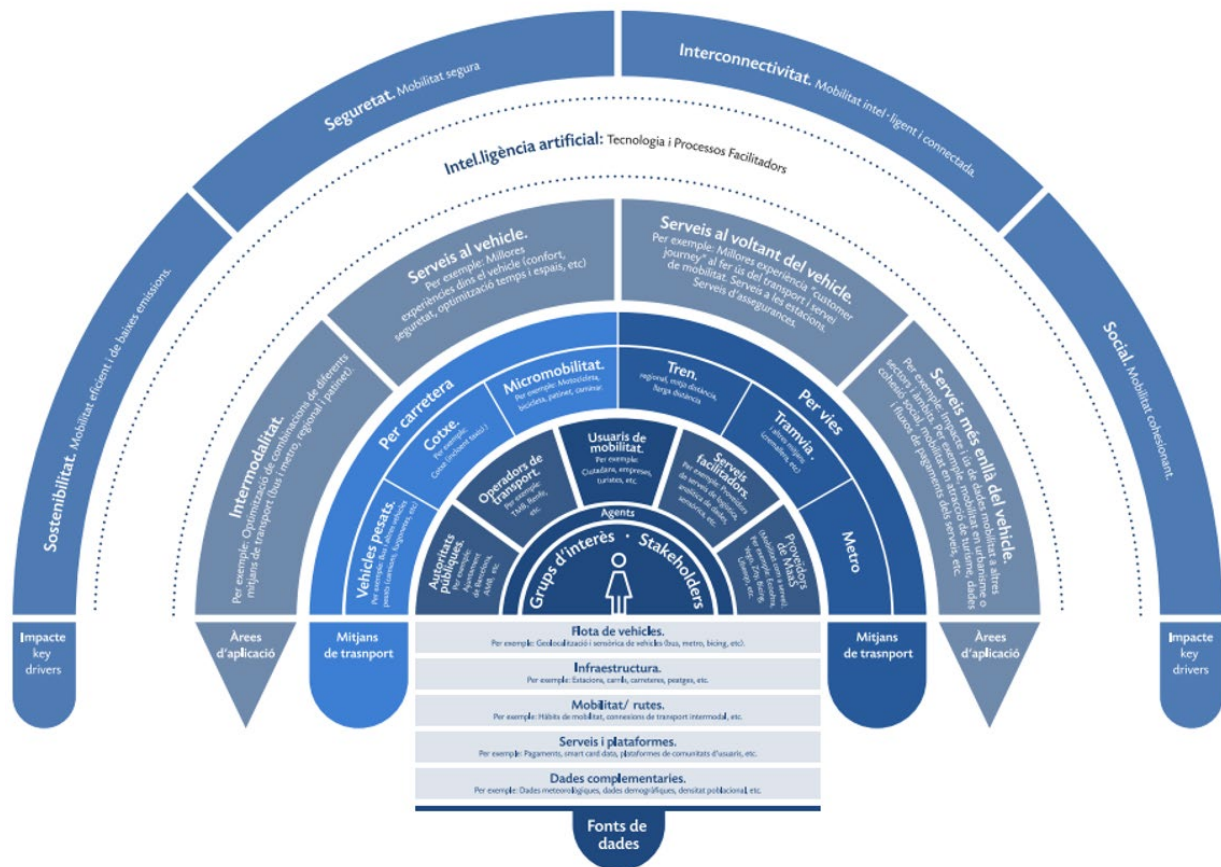


Figura 17. Impacte de la IA en mobilitat. FONT: Elaboració pròpia.

- **Dades:** indispensables per a l'entrenament i validació dels models i algorismes d'IA, les dades en el sector de la mobilitat poden proveir de diverses fonts com:
  - **Vehicles i flotes de vehicles:** Geolocalització i sensòrica de vehicles (bus, metro, **bicing**, etc), vehicle2X, dades transport públic, **ebike**, etc.
  - **Infraestructura i ITS:** Estacions, carrils, carreteres, telepeatges, **càmeres urbanes**, sistemes de control del trànsit, etc.
  - **Mobilitat/ rutes:** traces de dispositius mòbils per determinar matrius origen / destí i rutes realitzades, sistemes de transport **intermodal**, etc.
  - **Serveis i plataformes:** Pagaments, **smart card data**, plataformes de comunitats d'usuaris, etc.
  - **Dades complementàries / dades de tercers:** Dades meteorològiques, dades demogràfiques, densitat poblacional, esdeveniments, etc.
- **Grups d'interès:** els usuaris de mobilitat (ja siguin ciutadans individuals, col·lectius, empreses, etc.) i les seves necessitats han de ser prioritari en un context en què l'usuari s'ubica al centre del



disseny de les solucions de mobilitat i la presa de decisions. La gestió i implementació de solucions de mobilitat pot venir de la mà d'altres grups d'interès com són:

- **Administracions o entitats públiques:** poden influir sobre la mobilitat amb el tipus de polítiques, legislacions, regulacions o prioritats que estableixin els diferents nivells de l'administració pública a Catalunya.
  - **Operadors de transport:** essencials en la gran conurbació metropolitana de Barcelona com TMB, ATM, FGC i també Renfe, Rodalies de Catalunya i operadors municipals d'autobusos urbans i operadors d'autobusos interurbans
  - **Serveis facilitadors:** Proveïdors de serveis de logística, analítica de dades, **sensòrica**, etc.
  - **Proveïdors de MaaS:** on es poden ubicar empreses de compartició de vehicles (*carsharing*) com Ubeejo o de lloguer de vehicles (scooters com Yego eCooltra, automòbils com Zity).
- Àrees d'aplicació: AI combinat a tot l'ecosistema de solucions tan hardware com software aplicable a millorar processos en tota cadena mobilitat:
    - **Serveis al vehicle:** Milliores experiències dins el vehicle (confort, seguretat, espais, etc)
    - **Serveis al voltant del vehicle:** Milliores recorregut de compra i ús del transport i serveis de mobilitat. Serveis a les estacions.
    - **Serveis més enllà del vehicle:** Impacte i ús de dades mobilitat a altres sectors i àmbits. Per exemple, mobilitat en urbanisme o cohesió social, mobilitat en atracció de turisme, dades i fluxos de pagaments dels serveis, serveis d'assegurances, etc.
    - **Intermodalitat:** Optimització de combinacions de diferents mitjans de transport (bus i metro, regional i patinet).
  - IA i les grans tendències en la mobilitat (introduïdes a l'apartat 2.4.2.)
    - **Mobilitat sostenible i electrificada** (eMobility): la IA és un element clau en el disseny i operació dels vehicles elèctrics, per exemple en l'optimització del consum energètic dels sistemes electrònics per tal de no perjudicar l'autonomia, o per la gestió òptima de la infraestructura de càrrega. La creixent xifra de vendes i acceptació social de la mobilitat elèctrica, incentivada per una legislació favorable i una progressiva implantació de la infraestructura de càrrega faran que l'ús de solucions basades en IA en aquest segment de la mobilitat esdevingui imprescindible (per exemple manteniment predictiu de les estacions de recàrrega per tal de proveir el nivell de servei necessari)
    - **Mobilitat compartida:** la compartició de vehicles (*carsharing*) es gestiona amb aplicacions alimentades amb algorítmia IA (per personalització de servei, recomanacions, ajustament de tarifes segons determinats paràmetres, etc.). La IA a també és clau per a altres casos d'ús com per exemple la determinació a través de visió artificial del nombre de passatgers en vehicles circulant per carrils d'alta ocupació (*carpooling*).
    - **Mobilitat intel·ligent i connectada** (smart): aquesta tendència s'encamina cap a l'adopció de vehicles autònoms connectats, vehicles sense conductors, MaaS, les connexions amb altres tecnologies capacitadores com la IoT i el 5G i en definitiva, l'establiment d'un entorn de transport intel·ligent, que en l'entorn urbà dona lloc a la implantació de la ciutat intel·ligent. La IA juga un paper cabdal en aquest context perquè confereix a les màquines que mouen tots aquests engranatges la capacitat de resoldre problemes de manera eficient i en temps real. Tot aquest nou entorn tecnològic, però, per tal d'esdevenir una realitat, necessita una robustesa i uns nivells de confiança molt exigents per tal d'eliminar els riscos inherents, així com el desenvolupament d'un marc regulatori que l'acompanyi.
    - **Mobilitat integrada i multimodal:** referida tant a la integració de la infraestructura com a la seva operativa, és a dir diferents modes de transport interconnectats físicament i operacionalment. Això implica la integració dels respectius sistemes d'informació per tal de proveir a l'usuari un millor servei pel que fa a informació en temps real de la connectivitat dels

diferents models de transport, rutes possibles, tarifes (inclosa integració tarifària), etc. El desenvolupament i progressiva implantació de la mobilitat multimodal té grans aliats en la IA i la ciència de les dades en àrees com l'estudi dels models de tràfic multimodals i a la seva predicció, l'optimització de la senyalització del tràfic en funció dels fluxos de vehicles i viatgers en el context de la ciutat intel·ligent o el desenvolupament d'aplicacions per a la gestió operativa de la multimodalitat i la recomanació avançada per als usuaris en són alguns exemples.



# ANNEX II. Presentació de casos d'ús il·lustratius

En el present estudi s'han identificat un conjunt de 26 casos il·lustratius de projectes destacables promoguts per agents catalans en l'aplicació d'IA en mobilitat. Per a cadascun dels casos d'aplicació s'identifiquen els següents aspectes (amb lleugeres modificacions al tractar-se de casos impulsats per empreses o bé de projectes de recerca):

- **REPTE:** Quin és el repte que vol solucionar?
- **SOLUCIÓ:** En què consisteix la innovació (projecte/ solució)? Quin és l'objectiu del projecte?
- **PERFIL TECNOLÒGIC:** Com s'aplica la intel·ligència artificial en el cas? Com funciona la solució proposada?
- **DURACIÓ (sols per projectes de recerca):** Quina és la durada del projecte?
- **TRL (sols per projectes de recerca):** Quin és el nivell de maduresa tecnològica de la solució? (Technology Readiness Level o TRL). De l'1 (principis bàsics i idea), al 9 (Aplicació real de la tecnologia en la seva forma final i sota les condicions definides).
- **PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR:** Quina empresa/consorci impulsor està al darrera de la innovació? (país origen, àmbit d'especialització, etc)
- **ENTITAT FINANÇADORA (sols per projectes de recerca):** Quina entitat ha donat el suport financer necessari per l'execució del projecte.
- **BENEFICIS DERIVATS:** Quines implicacions té pel sector mobilitat? Quins aprenentatges es poden concloure del cas d'ús presentat?
- **LÍNIES DE FUTUR:** Quin és el potencial de creixement i escalat del cas il·lustratiu? Quines són les futures línies estratègiques dels impulsors?
- **CONTACTE:** punts de contacte dels dels impulsors del projecte.

Adicionalment, cada exemple es caracteritza a partir dels:

- **atributs** "dades, grup d'interès, mitjans de transport, àrees d'aplicació i contribució a principals tendències" definits en l'ANNEX I.
- **reptes** de mobilitat, segons s'han definit la secció 2.4.1, que adreça cada cas d'ús.

## A II.1. Pressió ambiental

### A-II.1.1. Canvi d'hàbits cap a una mobilitat més sostenible de forma participativa PROJECTE MUV2020 - I2CAT

Projecte	Canvi d'hàbits cap a una mobilitat més sostenible de forma participativa / PROJECTE MUV2020 - I2CAT					
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències	
Classificació en diagrama mobilitat	Flota vehicles	X Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	X	Sostenible i electrificada
	Infraestructura	Autoritats públiques	Cotxe	Servei al vehicle		Compartida
	Rutes	Operadors transport	X Vehicles pesats	Servei al voltant del vehicle		Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	X Tren, tram	X Servei més enllà vehicle		Integrada i multimodal
	X Dades complementàries	Proveïdors MaaS	X Metro			
Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta	X	Pressió ambiental				
		Congestió ciutats i carrers				
		Canvis en estil de vida				
		Gestió distribuïda i canvis econòmics				
		Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
		Accidentalitat, seguretat i ètica				
		Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
		Integració social				

<b>Projecte recerca</b>	
<b>Canvi d'hàbits cap a una mobilitat més sostenible de forma participativa / PROJECTE MUV2020 - I2CAT</b>	
<b>REPTTE</b>	MUV2020 (Valors de Mobilitat Urbans) és un projecte de recerca i innovació amb l'objectiu principal de promoure el canvi modal mitjançant noves tecnologies. El sistema MUV és un "joc seriós", resultat de la combinació de tècniques de canvi de comportament, noves tecnologies, ciència de dades i disseny. La solució inclou una aplicació mòbil en la que es pot experimentar i aprendre alhora, amb la participació de la ciutadania, empreses locals i gestors de la mobilitat urbana. L'aplicació fa un seguiment de les rutes diàries dels usuaris i l'assignació de punts per a comportaments sostenibles i una xarxa d'estacions de control ambiental.
<b>OBJECTIU</b>	Millorar la qualitat de vida a les ciutats incentivant un canvi d'hàbits cap a una mobilitat més sostenible de forma participativa.
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	Recollir dades de moviment de ciutadans (caminar, anar amb bicicleta i transport públic) a través de l'aplicació MUV, així com de diverses estacions de seguiment desplegades a les ciutats pilot. Les dades recopilades s'analitzen juntament amb les dades locals com el temps, el preu de la gasolina, el transport públic.
<b>DURACIÓ</b>	Juny 2017 - Maig 2020
<b>TRL</b>	TRL inicial: 1, TRL final: 9 5 pilots implementats a Barcelona, Amsterdam, Palerm, Gant i Fundao.
<b>IMPULSORS, CONSCORCI</b>	MUV es duu a terme a sis districtes de sis ciutats europees amb la col·laboració de diversos centres tecnològics, associacions i municipis. A Barcelona es realitza al districte de Sant Andreu i hi participa també el centre i2CAT. El coordinador del projecte és la Palermo Urban Solutions Hub.
<b>ENTITAT FINANÇADORA</b>	Comissió Europea. Programa Horizon 2020.
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	Fomentar hàbits responsables i saludables, mesurar la reducció de CO2 i, recopilar dades d'utilitat per als ciutadans, les empreses i les institucions. El codisseny participatiu no és només una manera de trobar solucions, és un mètode de governança i una nova implementació de polítiques.
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	Desenvolupament de futurs projectes, solucions i accions relacionades amb: mobilitat sostenible, qualitat de l'aire, urbanisme, dades obertes, IA, ciència ciutadana..
<b>Contacte</b>	<p>info@muv2020.eu  <a href="https://www.muv2020.eu/">https://www.muv2020.eu/</a> (web site del projecte)  <a href="https://barcelona.muv2020.eu">https://barcelona.muv2020.eu</a> (web site del pilot de Barcelona)  <a href="https://www.muvgame.com/">https://www.muvgame.com/</a> (web de la solució final)</p> <p>Per descarregar l'aplicació a Google play: <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.muvsrl">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.muvsrl</a>  Per descarregar l'aplicació a l'apple store: <a href="https://apps.apple.com/it/app/id1527234105">https://apps.apple.com/it/app/id1527234105</a></p> <p>Per accedir al portal de dades Obertes (open data) MUV <a href="http://195.81.194.49/">http://195.81.194.49/</a></p>

## A-II.1.2. Mapes de qualitat de l'aire a través de patinets REBY

Projecte	Mapes de qualitat de l'aire a través de patinets / REBY									
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències					
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	X	Flota vehicles	X	Usuari	X	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	X	Sostenible i electrificada	
		Infraestructura		Autoritats públiques		Cotxe		Servei al vehicle	Compartida	
		Rutes		Operadors transport		Vehicles pesats		Servei al voltant del vehicle	Intel·ligent i connectada	
		Serveis i plataformes		Serveis facilitadors		Tren, tram	X	Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal	
	X	Dades complementàries	X	Proveïdors MaaS		Metro				
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>	X	Pressió ambiental								
		Congestió ciutats i carrers								
		Canvis en estil de vida								
		Gestió distribuïda i canvis econòmics								
		Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma								
		Accidentalitat, seguretat i ètica								
		Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica								
	Integració social									

Cas il·lustratiu	Mapes de qualitat de l'aire a través de patinets / REBY
<b>REPTA</b>	<p>Moltes ciutats disposen d'estacions fixes de monitoratge que mesuren amb molta precisió els nivells de contaminació de l'aire a diferents punts de la ciutat. Aquestes estacions, però, són costoses i, per tant, la seva distribució en l'espai és escassa i dispersa.</p> <p>Amb les dades d'aquestes estacions es poden generar mapes de qualitat de l'aire, però és molt complex fer estimacions raonables a nivell de carrer, que és el que més interessa als ciutadans.</p>
<b>SOLUCIÓ</b>	<p>Crear mapes de contaminació de les ciutats en temps real de forma distribuïda mitjançant la instal·lació de sensors de contaminació (CO i NO2) de baix cost en una flota de vehicles de mobilitat compartida que registren mesures de qualitat de l'aire amb molta freqüència.</p>
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	<p>S'instal·len sensors en tots o part dels vehicles de la flota de vehicles de mobilitat compartida que hi ha disponibles a una ciutat. Les mesures de cadascun dels sensors es processen al núvol per a generar els mapes de contaminació actuals i s'apliquen algorismes d'IA per millors prediccions a futur.</p>
<b>PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR</b>	<p>Reby Rides, empresa barcelonina especialitzada en solucions de mobilitat compartida, és la que impulsa el projecte. Des del 2019 Reby dissenya i administra flotes de patinets i bicicletes elèctriques compartides a Espanya i Itàlia. Ara mateix està present a Barcelona, Sevilla, Terrassa, Tarragona, Zaragoza, Gijón, Bèrgamo, Florència, Nàpols, Caserta, Lecce, Minturno, Grosseto i Ponza.</p>
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	<p>Conèixer la qualitat de l'aire als carrers d'una ciutat permet proposar rutes menys contaminades als usuaris del servei. A més, poden ser una eina molt útil a l'hora de dissenyar nous plans de mobilitat. Els ajuntaments també se'n podrien beneficiar per a proposar mesures més específiques en episodis d'alta contaminació o bé per impulsar la creació de zones de vianants o zones verdes en els epicentres de més contaminació urbana.</p>
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	<p>En aquest moment s'està fent una prova pilot a Terrassa juntament amb la UPC. aquest pilot servirà per a validar el model amb l'objectiu d'escalar-lo a altres ciutats d'Europa. El potencial de creixement és enorme. Reby ja té una gran flota de vehicles. El proper pas es acabar de desenvolupar una placa modular que s'integri amb l'IoT dels vehicles per a poder instal·lar els sensors massivament i canviar-los quan el temps de vida útil d'aquests s'esgoti. Després, caldria aplicar algorismes de DL a les dades recollides pels sensors per a poder fer prediccions de qualitat de l'aire.</p>
<b>Contacte</b>	<p><a href="https://www.reby.co">https://www.reby.co</a> gerard@reby.co</p>

## A II.2. Congestió ciutats i carrers

### A-II.2.1. Hubs per la distribució urbana de mercaderies DATACITYLAB

Projecte	Hubs per la distribució urbana de mercaderies / DATACITYLAB				
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	X Flota vehicles	Usuari	X Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	X Sostenible i electrificada
	Infraestructura	Autoritats públiques	Cotxe	Servei al vehicle	Compartida
	X Rutes	Operadors transport	X Vehicls pesats	Servei al voltant del vehicle	Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	X Serveis facilitadors	Tren, tram	X Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
	Dades complementàries	Proveïdors MaaS	Metro		
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>	Pressió ambiental				
	X Congestió ciutats i carrers				
	Canvis en estil de vida				
	Gestió distribuïda i canvis econòmics				
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
	Accidentalitat, seguretat i ètica				
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
	Integració social				

**Cas il·lustratiu** **Hubs per la distribució urbana de mercaderies DATACITYLAB**

**REPTE** A Barcelona, la distribució urbana de mercaderies (UDG) té un impacte considerable sobre el medi ambient i la salut pública, considerada com la responsable del 40% de la congestió a la ciutat i del 20% de la contaminació de la ciutat [1]. A més a més, s'espera que les entregues de comerç electrònic creixin més d'un 25% anual [2].  
 Reduir l'impacte de la distribució de mercaderies urbanes és un repte urgent per a la ciutat de Barcelona, inclòs com a prioritat al Pla de mobilitat urbana 2019-2024.  
 [1] Pla de mobilitat urbana de l'Ajuntament de Barcelona 2019-2024  
 [2] Ministeri de Foment, Govern d'Espanya.

**SOLUCIÓ** La creació de centres de distribució urbana per a un lliurament de mercaderies d'última milla mitjançant flotes de transport de zero emissions és una solució que s'està provant actualment a l'Estació de França de Barcelona [3]. Però abans de plantejar-se un desplegament a escala de ciutat, s'ha de demostrar el seu impacte positiu i queden moltes preguntes sense resposta:

- Quants paquets s'envien diàriament a Barcelona?
- Quin tipus de paquets es lliuren?
- Quin és l'origen i la destinació de cada paquet?
- La implementació de centres de distribució tindria un impacte positiu sobre el trànsit i la contaminació atmosfèrica?
- Si és així, quants hubs s'han de crear a Barcelona i on s'han d'ubicar?

A través de l'aplicació de la IA, el projecte va permetre realitzar un estudi de simulació per respondre a aquestes preguntes i validar el desplegament de centres de distribució urbana com a solució concreta per reduir la contaminació atmosfèrica a la ciutat de Barcelona.  
 [3] VanAPEDAL <https://www.vanapedal.eu/en/>

**PERFIL TECNOLÒGIC** Per a realitzar l'estudi es va fa ús d'avanços en ciències de dades, aprenentatge automàtic i tecnologies de càlcul, juntament amb un bon sentit comú del sector per donar poder i informació clau als decisors.

- Model de dades: L'estudi va iniciar amb l'avaluació i caracterització de la demanda de distribució de béns urbans a Barcelona. Responent a preguntes com: quin tipus de paquets entren a la ciutat i cap a on van? Van a petites botigues, oficines i / o cases? 300.000km/s van caracteritzar la demanda en funció dels conjunts de dades disponibles reunits i van avaluar el nombre i les localitzacions de centres que absorbirien el volum de lliuraments de comerç electrònic.
- Simulació virtual: Immense Simulations va utilitzar la seva plataforma de simulació per avaluar l'impacte de les configuracions de diferents flotes sobre la densitat de trànsit i la contaminació atmosfèrica en l'últim lliurament de paquets de comerç electrònic a dues zones específiques de Barcelona: Gràcia i Eixample (Mercat del Ninot).

**PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR** El projecte va ser impulsat per DataCity Lab és un programa d'innovació urbana basat en dades que reuneix autoritats públiques, grans empreses i una selecció d'empreses per desenvolupar solucions innovadores als reptes de les ciutats mitjançant l'ús de dades i tecnologia. Els socis implicats en el projecte van ser l'Ajuntament de Barcelona, Ferrovial Servicios i dues empreses tecnològiques locals, 300.000Km /s i Immense Simulations.

**BENEFICIS DERIVATS** L'estudi va permetre arribar a les següents conclusions:

- Una distribució adequada de centres a la ciutat de Barcelona permetria absorbir la demanda de lliuraments de comerç electrònic.
- Combinat amb la implementació de flotes d'emissions zero per a l'últim lliurament de paquets de comerç electrònic, es reduiria fins a un 55% dels viatges realitzats per vehicles contaminants i reduiria fins a un 70% les emissions causades per l'últim lliurament de milles de paquets de comerç electrònic.

**LÍNIES DE FUTUR** Aquest treball en col·laboració basat en dades, per al qual es van reunir per primera vegada informació i conjunts de dades de diverses fonts per entendre l'impacte dels lliuraments de comerç electrònic a Barcelona, és un treball preliminar que té com a objectiu proporcionar a la Ciutat de Barcelona un coneixement més profund sobre futurs eixos de treball per millorar la gestió del transport de mercaderies a la ciutat.

**Contacte** <https://www.datacitylab.com/post/reducing-the-impact-of-e-commerce-deliveries-in-barcelona>  
 Tel: 692680839  
 Mail: [Judith.J@datacitylab.com](mailto:Judith.J@datacitylab.com)



## A-II.2.2. Classificació automàtica d'imatges de vehicles aparcats REBY

Projecte	Classificació automàtica d'imatges de vehicles aparcats / REBY					
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències	
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	X Flota vehicles	X Usuari	X Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada	
	Infraestructura	Autoritats públiques	Cotxe	Servei al vehicle	X	Compartida
	Rutes	Operadors transport	Vehicles pesats	X Servei al voltant del vehicle	Intel·ligent i connectada	
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	Tren, tram	Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal	
	Dades complementàries	X Proveïdors MaaS	Metro			
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>	Pressió ambiental					
	X Congestió ciutats i carrers					
	Canvis en estil de vida					
	Gestió distribuïda i canvis econòmics					
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma					
	Accidentalitat, seguretat i ètica					
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica					
	Integració social					

Cas il·lustratiu	Classificació automàtica d'imatges de vehicles aparcats / REBY
<b>REPTE</b>	Disposar de més coneixement de com s'aparcuen els vehicles (en aquest cas, patinets i bicicletes elèctriques) a les ciutats i prendre mesures en base a aquestes dades.
<b>SOLUCIÓ</b>	Classificador d'imatges amb intel·ligència artificial per conèixer els diferents indrets i estats de pàrquing dels patinets elèctrics a la ciutat, que funcioni 24h, 365 dies l'any i que serveixi per a qualsevol ciutat on s'operi.
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	Model classificador basat en DL, el qual s'entrena amb desenes de milers d'imatges de final de trajecte, classificades en diferents carpetes en funció de com s'ha aparcad (rack, arbre, banc, llum, entre molts altres). El model opera al núvol, pel que cal configurar una màquina virtual en una plataforma com ara AWS o Microsoft Azure. Finalment, cada imatge de final de trajecte que fa l'usuari s'envia a aquest model per a que faci una predicció i conclusió del seu estat, la qual s'emmagatzema en una base de dades per a posterior estudi.
<b>PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR</b>	Reby Rides, empresa barcelonina especialitzada en solucions de mobilitat compartida. Des del 2019 Reby dissenya i administra flotes de patinets i bicicletes elèctriques compartides a Espanya i Itàlia. Ara mateix està present a Barcelona, Sevilla, Terrassa, Tarragona, Zaragoza, Gijón, Bérgamo, Florència, Nàpols, Caserta, Lecce, Minturno, Grosseto i Ponza.
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	Reducció d'hores de treball dedicats a la classificació manual d'imatges. A més, conèixer com s'aparcuen els vehicles als espais públics permet prendre decisions i actuar en favor d'una millor convivència, com ara millorant la col·locació dels vehicles per al seu ús o per notificar al conductor, en cas de mal aparcament, per a que sigui més respectuós amb l'espai públic.
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	Projecte està en producció i els models actuals han classificat més de 160.000 imatges. Però encara hi ha molt camí a recórrer. La intenció és que els models de DL es vagin perfeccionant a mesura que s'obtinguin més imatges, per tal de prescindir al 100% de la mà d'obra humana per aquesta tasca. Per a que això passi també cal millorar les estructures dels models i també crear models específics per cada ciutat i vehicle, augmentant la probabilitat d'encert en les prediccions. Per altra banda, amb aquestes dades emmagatzemades es podran crear eines d'AI que permetin prendre millors decisions de col·locació de flota de vehicles per les diferents ciutats.
<b>Contacte</b>	<a href="https://www.reby.com">https://www.reby.com</a> eugeni@reby.com

## A-II.2.3. Planificador intel·ligent de rutes de repartiment SMARTMONKEY

Projecte		Planificador intel·ligent de rutes de repartiment / SMARTMONKEY				
		Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>		Flota vehicles	Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	X Sostenible i electrificada
		Infraestructura	Autoritats públiques	X Cotxe	Servei al vehicle	Compartida
	X	Rutes	Operadors transport	X Vehicles pesats	X Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada
		Serveis i plataformes	X Serveis facilitadors	Tren, tram	Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
		Dades complementàries	Proveïdors MaaS	Metro		
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>		Pressió ambiental				
	X	Congestió ciutats i carrers				
		Canvis en estil de vida				
		Gestió distribuïda i canvis econòmics				
		Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
		Accidentalitat, seguretat i ètica				
		Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
	Integració social					

## Cas il·lustratiu Planificador intel·ligent de rutes de repartiment / SMARTMONKEY

<b>REPTE</b>	El mercat del repartiment a domicili té una tendència creixent, i aquest any s'ha vist fortament impulsat a causa de l'COVID-19. El repte és aconseguir que aquest creixement sigui sostenible. Moltes vegades, les operacions de logística i repartiment sobre el terreny es basen en l'experiència dels treballadors. Per aquest motiu, les empreses no tenen dades mestres fiables. Sense una font de dades fiable, és impossible automatitzar el procés de planificació ni millorar el rendiment de manera constant.
<b>SOLUCIÓ</b>	La solució consisteix en un planificador de rutes intel·ligent (eina de <i>business intelligence</i> ) que suggereix les rutes més òptimes a les empreses. El planificador es basa en els criteris de negoci i amb tecnologies d'IA i aprenentatge automàtic ofereix visibilitat en temps real sobre les operacions i informes de com s'està duent a terme l'operativa per monitoritzar l'evolució de l'acompliment operatiu. Per a petites empreses disposen d'una eina que els permet generar rutes optimitzades directament des d'un Excel en 3 senzills clics. Per a empreses mitjanes i grans, la solució permet optimitzar i controlar en temps real les operacions de tots els vehicles de forma totalment integrada.
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	El funcionament de la solució està basat en tècniques d'optimització i aprenentatge automàtic del comportament geoespacial utilitzant la informació pròpia de negoci i recolzat de forma sòlida per una interfície fluida i intuïtiva. El programari aprèn de la història digital operativa i logística de l'empresa, així com metodologies IoT per garantir la precisió en entorns pobres en dades. La solució és capaç de digitalitzar de forma autònoma la informació rellevant dels sistemes actuals. Per a l'obtenció de dades s'utilitzen per exemple sistemes ERP i GPS. La tecnologia d'aprenentatge automàtic permet a les companyies generar un perfilat d'alta precisió sobre el comportament dels seus punts de lliurament, empleats, clients i transportistes. Aquesta informació és vital per a l'automatització del procés de planificació. El seu optimitzador de rutes s'alimenta d'aquesta informació d'alta precisió per suggerir rutes fins a un 30% més eficients.
<b>PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR</b>	SmartMonkey.io és una start-up barcelonina amb més de 5 anys d'experiència en el sector de l'optimització d'operacions en l'última milla. Treballa per a multinacionals com Volkswagen, Suez, Shell o Heineken així com varietat de petites i mitjanes empreses. Actualment opera a Espanya, Mèxic, Xile i l'Argentina principalment i amb un gran creixement en tota Amèrica.
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	Fer el repartiment a domicili més intel·ligent, automatitzant decisions complexes té una repercussió directe tant en una millora en el compte de resultats de les empreses, com en la satisfacció de client, com en la petjada de carboni. A més a més, permet augmentar la resiliència de les empreses que utilitzen la solució ja que deleguen tota la part de coneixement operatiu i són agnòstics a modificacions urbanístiques (el sistema té en compte aquesta problemàtica). Els principals beneficis derivats són: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Millorar la productivitat de les operacions fins a un 30%.</li> <li>• Valoritzar les dades com a nou actiu generat per l'empresa.</li> <li>• Optimitzar el processament de dades. Neteja de dades de forma autònoma.</li> <li>• Reducció del risc i errors operatius.</li> <li>• Vista detallada a temps real de dades empresarials amb dades operatives combinades. Millora en la presa de decisions.</li> </ul>
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	El potencial de creixement rau en la necessitat d'automatització de processos ja que la velocitat i per tant, els temps de latència en el repartiment i en els serveis s'estan reduint al mínim. L'objectiu és ajudar a les companyies a preparar-se pel futur de la logística autònoma i per això la base de tot seran les dades. Aquest actiu nou per a la companyia permetrà prendre millors decisions operatives i de negoci així com crear nous models de negoci. Els propers passos són acompanyar les empreses en la conversió a flotes elèctriques i definir les bases operatives en un entorn de vehicles autònoms.
<b>Contacte</b>	<a href="https://www.smartmonkey.io">https://www.smartmonkey.io</a> +34 910 47 07 14 info@smartmonkey.io

## A II.3. Canvis estil vida

### A-II.3.1. Valor del temps de transport Projecte MOTIV- EURECAT

Projecte	Valor del temps de transport / PROJECTE MOTIV- EURECAT					
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències	
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	Flota vehicles	X Usuari	X Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	X	Sostenible i electrificada
	Infraestructura	Autoritats públiques	X Cotxe	Servei al vehicle		Compartida
	Rutes	Operadors transport	X Vehicles pesats	Servei al voltant del vehicle		Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	X Tren, tram	X Servei més enllà vehicle	X	Integrada i multimodal
	X Dades complementàries	Proveïdors MaaS	X Metro			
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>	Pressió ambiental					
	Congestió ciutats i carrers					
	X	Canvis en estil de vida				
	Gestió distribuïda i canvis econòmics					
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma					
	Accidentalitat, seguretat i ètica					
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica					
	Integració social					

Projecte recerca	Valor del temps de transport / PROJECTE MOTIV- EURECAT					
<b>REPE</b>	El projecte MoTiv (Mobility and Time Value) investiga sobre el valor del temps de transport (VTT), el valor del temps que les persones passen en itinerància, mitjançant la introducció i validació d'un marc conceptual per a l'estimació del VTT a través d'un recull de dades a escala europea.					
<b>OBJECTIU</b>	Avançar en noves formulacions del valor del temps de transport (VTT), que no estiguin basats només en el cost, durada i longitud del viatge mitjançant una aproximació basada en les dades i hiperpersonalitzada per cada usuari.					
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	Es desenvolupa una aplicació mòbil per recopilar dades de comportament i mobilitat dels usuaris (Woorti - <a href="https://www.woorti.com/">https://www.woorti.com/</a> ). L'aplicació ofereix als usuaris un planificador de viatges i un registre d'activitat, a partir del qual l'usuari pot avaluar fàcilment les seves decisions de mobilitat i viatges amb l'objectiu de trobar alternatives per fer millor ús del temps propi					
<b>DURACIÓ</b>	En el marc del projecte s'han desenvolupat algorismes d'encaix entre usuaris individuals i un comportament col·lectiu per entendre com unes classes d'usuaris donen un valor del temps de viatge semblant.					
<b>TRL</b>	01/11/2017 – 31/07/2020					
<b>IMPULSORS, CONSCORCI</b>	TRL 7 (l'App Woorti es troba a l'App Store i a Google Play). S'ha realitzat una campanya de captura de dades a 10 països europeus: Bèlgica, Croàcia, Finlàndia, França, Itàlia, Noruega, Portugal, Eslovàquia, Espanya i Suïssa.					
<b>ENTITAT FINANÇADORA</b>	University of Žilina, Slovakia (coordinador), Eurecat, INESC ID, TIS.pt, CoReorient, routeRANK i European Cyclists' Federation (ECF)					
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	Comissió Europea (Horizon 2020).					
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	S'han introduït noves definicions del valor de temps de viatge, que poden tenir contribucions directe en els planificadors de viatges, per exemple emprant altres opcions de viatge. Els resultats del projecte s'espera que proporcionin informació comercial que es pugui utilitzar per a la millora en el desenvolupament de productes existents i serveis. D'altra banda les dades obtingudes durant el projecte es compartiran perquè la comunitat científica segueixi realitzant recerca en l'àmbit objecte d'estudi.					
<b>Contacte</b>	Continuar en la recerca i altres projectes sobre el valor del temps en el transport, incorporant nous criteris qualitatius d'avaluació i noves fonts de dades.					
	<a href="https://motivproject.eu/">https://motivproject.eu/</a> <a href="mailto:info@motivproject.eu">info@motivproject.eu</a>					

## A-II.3.2. Manteniment intel·ligent i prevenció de danys en mobilitat compartida PROJECTE ANTITRASH – EIT URBAN MOBILITY

Projecte		Manteniment intel·ligent i prevenció de danys en mobilitat compartida / PROJECTE ANTITRASH – EIT URBAN MOBILITY					
		Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències	
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>		Flota vehicles	Usuari		Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
		Infraestructura	Autoritats públiques	X	Cotxe	X Servei al vehicle	X Compartida
		Rutes	Operadors transport	X	Vehicles pesats	Servei al voltant del vehicle	Intel·ligent i connectada
	X	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	X	Tren, tram	Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
		Dades complementàries	X Proveïdors MaaS	X	Metro		
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>		Pressió ambiental					
		Congestió ciutats i carrers					
	X	Canvis en estil de vida					
		Gestió distribuïda i canvis econòmics					
		Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma					
		Accidentalitat, seguretat i ètica					
		Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica					
	Integració social						

Cas il·lustratiu		Manteniment intel·ligent i prevenció de danys en mobilitat compartida / PROJECTE ANTITRASH – EIT URBAN MOBILITY
<b>REPTE</b>	Millorar la neteja dels vehicles compartits, trens i tramvies per millorar la satisfacció dels usuaris i l'atractiu dels diferents modes de transport.	
<b>SOLUCIÓ</b>	Sistema de detecció d'olors i escombraries basat en visió artificial, així com materials més adequats per vehicles compartits.	
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	Sistema per detectar automàticament brossa o danys potencials al vehicle compartit o al transport públic. Mitjançant tècniques d'aprenentatge automàtic s'utilitzaren imatges obtingudes per una càmera que inspecciona l'interior del vehicle per avaluar-ne l'estat. Això també permet identificar la persona responsable dels danys i / o escombraries dins del vehicle compartit perquè puguin cobrar directament els costos de manteniment, si fos necessari. El sistema també servirà als usuaris de vehicles compartits ajudant-los a no oblidar els seus objectes de valor als vehicles.	
<b>DURACIÓ</b>	1 /01/2020 – 24 mesos	
<b>IMPULSORS, CONSCORCI</b>	El projecte està coordinat per la Universitat AALTO, i també participen SEAT, la UPC, la NFF a Braunschweig, Zone Clúster i la ciutat d'Hamburg.	
<b>ENTITAT FINANÇADORA</b>	EITUrbanMobility	
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	Promoció de la multimodalitat i mobilitat sostenible. Es manté l'atractiu dels mitjans de transport eficients assegurant el seu confort i seguretat.	
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	El projecte executarà pilots a diferents ciutats d'Alemanya, Hongria i Espanya i comercialitzarà la solució.	
<b>Contacte</b>	<a href="https://www.eiturbanmobility.eu/projects/smart-trash-detection-and-damage-prevention-for-shared-mobility/">https://www.eiturbanmobility.eu/projects/smart-trash-detection-and-damage-prevention-for-shared-mobility/</a> Mail: kari.tammi@aalto.fi	

## A-II.3.3. Assistent de viatge per la millora del benestar de l'usuari PROJECTE AI-TRAWELL – EITURBAN MOBILITY

Projecte		Assistent de viatge per la millora del benestar de l'usuari PROJECTE AI-TRAWELL – EITURBAN MOBILITY						
		Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències		
Classificació en diagrama mobilitat	Flota vehicles	X	Usuari	X	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada	
	Infraestructura		Autoritats públiques	X	Cotxe	Servei al vehicle	Compartida	
	Rutes		Operadors transport	X	Vehicles pesats	X	Servei al voltant del vehicle	Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes		Serveis facilitadors	X	Tren, tram		Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
	X	Dades complementàries		Proveïdors MaaS	X	Metro		
Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta	Pressió ambiental							
	Congestió ciutats i carrers							
	X	Canvis en estil de vida						
	Gestió distribuïda i canvis econòmics							
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma							
	Accidentalitat, seguretat i ètica							
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica							
	Integració social							

Projecte recerca	Assistent de viatge per la millora del benestar de l'usuari PROJECTE AI-TRAWELL – EITURBAN MOBILITY
REPTE	Actualment la creixent complexitat per gestionar la mobilitat personal davant l'amplia oferta de mitjans de transport, els llargs desplaçaments diaris, els múltiples intercanvis, els viatges poc fiables, la massificació dels transports, els retards, la contaminació acústica i atmosfèrica causen un impacte negatiu en la salut i benestar de les persones.
OBJECTIU	AI-TraWell combina informació sobre les necessitats dels usuaris, preferències, benestar físic/mental amb informació en temps real i predictiva sobre tots els mitjans de transport per proposar les millors solucions de mobilitat.
PERFIL TECNOLÒGIC	Desenvolupament d'un robot de xat actiu i impulsat per IA que monitoritza l'experiència d'usuari i recomana alternatives de viatge personalitzades que s'ajusten a les necessitats/ preferències dels viatgers i millora la seva experiència de viatge.
DURACIÓ	Gener 2020 – 24 mesos
IMPULSORS, CONSCORCI	Projecte impulsat per Fraunhofer Society, Achmea, municipalitat de Munich i Lublin i UCL i finançat per la iniciativa amb seu a Barcelona EIT Urban Mobility.
ENTITAT FINANÇADORA	EIT Urban Mobility
BENEFICIS DERIVATS	Per una banda una millora del benestar i la salut dels ciutadans amb recomanacions personalitzades i tenint en compte aspectes de benestar i la salut general de les persones per aconseguir uns serveis de mobilitat millors i més fiables. D'altra banda aprofundir en el desenvolupament de tecnologies d'intel·ligència artificial.
LÍNIES DE FUTUR	Continuar treballant en el recomanador resultat del projecte i comercialitzar la solució.
Contacte	<a href="https://www.eiturbanmobility.eu/projects/ai-trawell/">https://www.eiturbanmobility.eu/projects/ai-trawell/</a> Dr. Bani Anvari UCL b.anvari@ucl.ac.uk

## A-II.3.4. Millorar la situació de confort dels passatgers TMB

Projecte	Bus sota demanda / TMB					
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències	
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	Flota vehicles	X Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada	
	X Infraestructura	Autoritats públiques	Cotxe	Servei al vehicle	X Compartida	
	Rutes	X Operadors transport	Vehicles pesats	X Servei al voltant del vehicle	Intel·ligent i connectada	
	X Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	Tren, tram	Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal	
	Dades complementàries	Proveïdors MaaS	X Metro			
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>	Pressió ambiental					
	Congestió ciutats i carrers					
	X	Canvis en estil de vida				
	Gestió distribuïda i canvis econòmics					
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma					
	Accidentalitat, seguretat i ètica					
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica					
Integració social						

Projecte recerca	
	<b>RESPIRA</b>
REPTE	Els darrers anys, degut al canvi climàtic, la temperatura mitja global a Barcelona ha augmentat 1,6°C. Això repercuteix directament en la temperatura interior de les estacions de metro. El repte és millorar la situació de confort dels passatgers i treballadors. A més a més, a causa de la crisi sanitària originada per la COVID-19, el repte de mantenir la màxima captació d'aire exterior fresc i renovat. L'objectiu és millorar aquestes necessitats tenint sempre present la sostenibilitat i optimització dels recursos.
SOLUCIÓ	La solució consisteix en un sistema d'IA que recopila en un any més de 500 milions de dades durant els viatges, tots ells dirigits a gestionar variables com ara temperatura, humitat, qualitat de l'aire interior en les estacions, el consum elèctric de ventilació i els paràmetres de temperatura i humitat exteriors. D'aquesta manera, un cop analitzats tenint en compte la sensació tèrmica dels usuaris i treballadors mitjançant un índex de confort, s'implementa un algoritme dinàmic de predicció de les condicions ambientals en l'interior de les estacions millorant la qualitat de l'aire i el consum elèctric de la ventilació. Gràcies a això, el sistema és capaç de realitzar projeccions a llarg termini dotant a FMB d'una eina per a prioritzar futures inversions de treballs de manteniment.
PERFIL TECNOLÒGIC	RESPIRA® és una plataforma d'intel·ligència artificial capaç de millorar la sensació tèrmica del passatge i dels treballadors de metro a partir de la definició de diversos criteris i de la lectura de variables en temps real, com la temperatura, la humitat, la qualitat de l'aire interior en les estacions i el consum elèctric. Amb aquestes dades, un algoritme dinàmic de predicció de les condicions ambientals a l'interior de les estacions (en funció de la previsió meteorològica i del servei previst, entre d'altres) és l'encarregat d'aplicar un mode de funcionament a cada ventilador amb l'objectiu de millorar la sensació tèrmica i optimitzar, al seu torn, el consum energètic. D'aquesta manera, RESPIRA® permet implantar una estratègia de ventilació òptima, enviant consignes de velocitat individualitzades als ventiladors, segons l'hora i el dia. A més, amb el control intel·ligent de la ventilació s'aconsegueix la màxima entrada d'aire fresc procedent de l'exterior, una mesura que permet augmentar la higiene dins de la xarxa de metro i reduir el risc de proliferació del coronavirus responsable de la COVID-19 i de altres microorganismes, d'acord amb les orientacions de les autoritats sanitàries.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	El metro de Barcelona (TMB) es el principal operador de transport públic de Catalunya, un dels més grans d'Espanya i dels pocs d'Europa d'abast global ferroviari i de superfície. Actualment, TMB gestiona una xarxa de metro de 8 línies, 161 estacions, 122 km de túnel i amb un passatge diari d'1,4M. Els principals objectius d'aquesta infraestructura són satisfer les necessitats de mobilitat i fer més còmode i ràpids els desplaçaments, oferir un servei públic accessible per a tots i millorar la qualitat de vida en l'àrea metropolitana de Barcelona. SENER és un grup privat d'enginyeria i tecnologia fundat el 1956 que busca oferir als seus clients les solucions tecnològiques més avançades i que gaudeix d'un reconeixement internacional gràcies a la seva independència i al seu compromís amb la innovació i la qualitat. SENER compta amb 2.350 professionals en quatre continents.
BENEFICIS DERIVATS	Dur a terme una ventilació intel·ligent, automatitzant decisions complexes té una repercussió directe en la satisfacció de client i els treballadors, i a més a més en la petjada de carboni. Els principals beneficis derivats són: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permetre augmentar la higiene dens de la xarxa de metro reduint els riscos de proliferació de la COVID-19 i altres.</li> <li>• Repercussió positiva en el monitoritzat i gestió del manteniment.</li> <li>• Optimitzar el processament de dades. Neteja de dades de forma autònoma.</li> <li>• Reducció del risc i errors operatius.</li> <li>• Vista detallada a temps real de dades. Millora en la presa de decisions.</li> <li>• Millora de l'eficiència dels equips</li> </ul>
LÍNIES DE FUTUR	El potencial de creixement rau en la necessitat d'automatització de processos de grans magnituds per a la millora continua i optimització intel·ligent dels recursos. Actualment el projecte respira està integrat i en fase de proves en la les línies de metro L1,L2, L3,L4 i L5. El projecte RESPIRA® és anterior a la situació de pandèmia i està encarat al confort dels usuaris i treballadors de la xarxa de metro. Gràcies a les aplicacions que té, ha jugat un paper crucial en la situació de crisi sanitària actual tot i no haver estat plantejat des de un principi per aquest fi. És per això que de cara el futur, es planteja continua apostant per la regulació dinàmica de la ventilació complementada per un mode sanitari per a no només preveure i actuar en el confort sinó també la millora de la qualitat de l'aire.
CONTACTE	TMB Fernando Rego <a href="mailto:frego@tmb.cat">frego@tmb.cat</a> SENER Guillem Peris <a href="mailto:Guillem.peris@tmb.cat">Guillem.peris@tmb.cat</a>



## A-II.3.5. Bus sota demanda SHOTL

Projecte		Bus sota demanda / SHOTL				
		Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>		Flota vehicles	Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
		Infraestructura	Autoritats públiques	Cotxe	Servei al vehicle	X Compartida
	X	Rutes	Operadors transport	X Vehicles pesats	X Servei al voltant del vehicle	Intel·ligent i connectada
		Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	Tren, tram	Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
		Dades complementàries	X Proveïdors MaaS	Metro		
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>		Pressió ambiental				
		Congestió ciutats i carrers				
	X	Canvis en estil de vida				
		Gestió distribuïda i canvis econòmics				
		Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
		Accidentalitat, seguretat i ètica				
		Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
	Integració social					

### Cas il·lustratiu Bus sota demanda / SHOTL

<b>REPTE</b>	<p>La missió de Shotl es fonamenta en abordar tres tipologies de reptes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repte Social: Ajudar persones en risc d'exclusió sense accés a mobilitat degut a no disposar de vehicle privat (gent gran, joves, dificultats econòmiques...) o bé degut a la manca d'infraestructures de transport en zones de baixa densitat de població.</li> <li>• Repte ecològic: Reduir la petjada de carboni, la contaminació sonora i el trànsit derivats de l'ús massiu del cotxe privat.</li> <li>• Repte Econòmic: Reduir les línies de bus fixes deficitàries (busos buits) oferint una solució econòmica a operadors, municipis i persones en zones de baixa densitat per accedir al transport públic.</li> </ul>
<b>SOLUCIÓ</b>	<p>Shotl és una solució intermèdia entre el bus i el taxi oferint una opció flexible de transport a demanda. El bus no té ni ruta ni horaris fixes. Els passatgers reserven un viatge a través d'una aplicació o una trucada per ser recollits el més aviat possible o quan els convingui. La plataforma Shotl actua com un agent intel·ligent que s'encarrega d'assignar la recollida i la descàrrega de cada passatger al vehicle de manera que es redueixi el temps d'espera i de trajecte de tots els usuaris. Els passatgers poden compartir vehicle i aquest va recollint i deixant altres passatgers al llarg del seu recorregut. Al disposar de parades virtuals, permet cobrir zones molt més grans amb un menor número de vehicles optimitzant tant l'operació com el temps de trajecte dels passatgers, trencant així el compromís de "cobertura vs. velocitat".</p>
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	<p>Shotl funciona com un agent intel·ligent, proposa tant a conductors com a usuaris la millor solució des del punt de vista de mobilitat per cobrir tota la demanda de serveis en un moment donat. Quan un usuari realitza una petició de servei se li assigna un vehicle tenint en compte la capacitat del mateix (incloent usuaris amb necessitats especials com poden ser cotxet o cadira de rodes), així com uns temps esperats de recollida i d'arribada a les parades d'origen i de destinació. Shotl treballa amb una sèrie d'algoritmes basats en teoria de grafs i combinatòria que calculen quina és la ruta òptima per tal de cobrir satisfactòriament tots els serveis. L'algoritme enrutador funciona dinàmicament i pot modificar el recorregut tenint en compte tots els serveis ja confirmats que s'han de dur a terme així com l'entrada de nous serveis.</p>
<b>PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR</b>	<p>Shotl és una start-up creada el 2017 a Sant Cugat, que ofereix una plataforma de mobilitat que consisteix en dues aplicacions mòbils i un sistema central, per implementar i operar serveis de transport col·lectiu a demanda en temps real, combinant tecnologia, algorítmica, coneixement i suport tècnic. L'objectiu de la companyia és ajudar a ciutats i operadors de transport a oferir un servei de transport públic més flexible i eficient, pensat sobretot per a zones amb poca cobertura de serveis i on la gent depèn del seu vehicle privat.</p>
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	<p>El motor d'enrutament amb el qual treballa la plataforma Shotl dona solucions de mobilitat tant a usuaris com a conductors. Amb la missió de millorar la mobilitat dels usuaris, es considera com a ruta òptima a aquell recorregut que minimitza els retards i els temps total de trajecte de tots els usuaris. Tanmateix, l'optimització de la ruta també contempla la minimització del temps de recorregut per part del vehicle, facilitant així la tasca dels conductors i alhora pal·liant el repte ecològic que suposen els desplaçaments innecessaris en línies fixes en absència de demanda.</p>
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	<p>Actualment hi ha més de 20 operacions funcionant a 9 països d'Europa, Brasil i Japó. La visió a Shotl es dirigeix cap a una mobilitat accessible i igualitària que sigui autònoma, connectada, elèctrica i compartida. La missió és que les ciutats del futur siguin capaces de transportar la mateixa quantitat de persones amb molts menys vehicles.</p>
<b>Contacte</b>	<p><a href="https://shotl.com/">https://shotl.com/</a> hello@shotl.com, , scoronado@shotl.com</p>

## A-II.3.6. Bus sota demanda ByBus SEAT

Projecte	Bus sota demanda / ByBus SEAT				
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	Flota vehicles	Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	Infraestructura	Autoritats públiques	Cotxe	Servei al vehicle	X Compartida
	X Rutes	Operadors transport	X Vehicles pesats	X Servei al voltant del vehicle	Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	Tren, tram	Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
	Dades complementàries	X Proveïdors MaaS	Metro		
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>	Pressió ambiental				
	Congestió ciutats i carrers				
	X	Canvis en estil de vida			
	Gestió distribuïda i canvis econòmics				
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
	Accidentalitat, seguretat i ètica				
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
Integració social					

Cas il·lustratiu	Bus sota demanda / ByBus SEAT
<b>REPTE</b>	Reduir km recorreguts amb busos regulars buits o amb ocupació molt baixa per guanyar eficiències i reduir emissions.
<b>SOLUCIÓ</b>	ByBus és un bus sota de demanda, gestionada de manera 100% digital que permet a través d'una app seleccionar origen i destí del passatger i indicar al conductor la ruta més eficient amb les recollides dels passatgers. Al <i>backoffice</i> l'operador disposa de tota la informació en temps real.
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	L'Algoritme d'IA automatitza l'encaix entre els passatgers i els conductors / busos amb l'objectiu de: 1) maximitzar l'ocupació dels vehicles 2) minimitzar els quilòmetres recorreguts dels busos 3) millorar l'eficiència del nombre de busos necessaris per operar el servei.
<b>PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR</b>	SEAT: CODE, empresa 100% participada per SEAT S.A., es dedica al desenvolupament de programari d'última generació. Amb els seus més de 150 desenvolupadors al centre de Barcelona, desenvolupa i comercialitza solucions 100% digitals de mobilitat, logística i enfocat en l'experiència digital del client final.
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	Els beneficiaris són en primer lloc els ciutadans i els operadors d'autobusos. Gràcies a la solució digital basat en IA els operadors poden reduir costos gràcies a la disminució de busos mentre els ciutadans es beneficien per una reducció en trànsit i guanyen en flexibilitat de moure's a demanda en lloc d'adaptar-se a les línies tradicionals fixes d'autobús, sobretot en hores valls de servei o en àrees amb poca densitat de població.
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	El producte ByBus es troba en funcionament a Alemanya i Espanya des 2019. Principalment els àmbits d'aplicació són transport públic o mobilitat corporativa d'empreses o zones industrials. S'està desenvolupant el servei de forma contínua implementant noves funcionalitats constantment. Aquest servei és la base de poder operar flotes de vehicles autònoms en el futur.
<b>Contacte</b>	<a href="http://bybus.io/">http://bybus.io/</a> jordi.garcia@code.seat i oli@code.seat

## A II.4. Gestió distribuïda i Canvis econòmics

### A-II.4.1. Detecció de desperfectes en paviment SOTAVIA

Projecte	Detecció de desperfectes en paviment / SOTAVIA				
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	Flota vehicles	Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	X Infraestructura	X Autoritats públiques	X Cotxe	Servei al vehicle	Compartida
	Rutes	Operadors transport	X Vehicles pesats	Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	X Serveis facilitadors	Tren, tram	X Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
	Dades complementàries	Proveïdors MaaS	Metro		
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>	Pressió ambiental				
	Congestió ciutats i carrers				
	Canvis en estil de vida				
	X Gestió distribuïda i canvis econòmics				
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
	Accidentalitat, seguretat i ètica				
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
	Integració social				

Cas il·lustratiu	Detecció de desperfectes en paviment / SOTAVIA
<b>REPTE</b>	Els mètodes actuals per a la detecció de desperfectes en el paviment consisteixen en la inspecció visual per part d'operaris. Això comporta costos elevats i una baixa freqüència d'inspecció.
<b>SOLUCIÓ</b>	Oferir als ajuntaments i les empreses adjudicatàries de contractes de manteniment un servei automàtic de monitoratge de l'estat del paviment (detecció, localització i alerta de desperfectes a les calçades).
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	La solució consisteix en un vehicle que captura imatges tridimensionals del paviment, un servidor que les processa, detecta i classifica els desperfectes, i un servidor web que permet la visualització dels resultats sobre un mapa de la ciutat. La intel·ligència artificial s'aplica en la detecció dels desperfectes i en la seva classificació, ja sigui per determinar la seva severitat, així com per determinar la tipologia del desperfecte (forat, fissura, pell de cocodril...).
<b>PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR</b>	Sotavia és una empresa que neix fruit de guanyar el concurs d'idees innovadores BCN Open Challenge convocat per l'Ajuntament de Barcelona.
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	El mètode automatitzat permet una millor gestió dels recursos i un estalvi en temps i diners enfront als mètodes d'inspecció tradicionals. A més, es recullen dades que poden servir per planificar actuacions de prevenció i manteniment. Tot això possibilita una reducció en la despesa actual en manteniment del paviment.
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	El servei es va introduir al mercat fa dos anys i mig i ja s'ofereix a una quinzena de ciutats catalanes com Barcelona, Badalona, Sant Cugat, Lloret, Santa Coloma de Gramenet o Sant Boi de Llobregat entre d'altres. Actualment Sotavia està en procés d'expansió a l'estat espanyol per posteriorment internacionalitzar-se de la mà de socis comercials.
<b>Contacte</b>	www.sotavia.com info@sotavia.com Sotavia Technologies SL C/ Marie Curie, 8-10 0842 Barcelona

## A-II.4.2. Predicció del nivell d'ocupació en el transport públic per carretera PROJECTE INTELLIBUS- INLABFIB UPC

Projecte	Detecció de desperfectes en paviment / SOTAVIA				
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	X Flota vehicles	X Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	Infraestructura	Autoritats públiques	Cotxe	X Servei al vehicle	Compartida
	Rutes	Operadors transport	X Vehicles pesats	Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	Tren, tram	Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
	Dades complementàries	Proveïdors MaaS	Metro		
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>	Pressió ambiental				
	Congestió ciutats i carrers				
	Canvis en estil de vida				
	X	Gestió distribuïda i canvis econòmics			
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
	Accidentalitat, seguretat i ètica				
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
Integració social					

Cas il·lustratiu	Predicció del nivell d'ocupació en el transport públic per carretera PROJECTE INTELLIBUS- INLABFIB UPC
<b>REPTE</b>	Caracterització i modelització de la demanda de passatgers als autobusos per informar els usuaris sobre l'ocupació a cada parada del trajecte. La idea no és només informar de l'ocupació actual sinó també de l'ocupació que pot haver-hi en les properes hores o inclús en els propers dies. D'aquesta manera es permet que els usuaris sàpiguen com aniran de plens els busos amb antelació per a poder planejar millor els viatges, optar per aquelles expedicions que van més buides, equilibrant així l'oferta i la demanda del servei, i evitar les aglomeracions en el transport públic.
<b>SOLUCIÓ</b>	Desenvolupament de models i algorismes de ML amb la finalitat de predir l'ocupació de passatgers a un autobús utilitzant metodologies dirigides per dades, a partir de dades de fonts heterogènies (ticketing, calendari, càmeres als busos, etc.) Alhora, integració dels resultats d'aquestes prediccions perquè es puguin mostrar a les apps o webs de les operadores on els usuaris puguin consultar-les fàcilment.
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	Estudi de mètodes clàssics per tractament de sèries temporals, com podria ser el mètode ARIMA, i algorismes de xarxes neuronals que permeten incorporar a la sèrie temporal d'ocupacions altres variables importants com és per exemple el calendari escolar. En concret, s'utilitzen xarxes neuronals que s'entrenen amb dades històriques de les expedicions de totes les línies de bus d'una operadora perquè siguin capaces de predir l'ocupació que hi haurà en el futur. D'aquesta manera es tracta el problema com un problema de regressió sobre sèries temporals entrenant els models de manera supervisada. Les xarxes neuronals, en aquest cas, funcionen molt bé, ja que són molt versàtils i permeten poder fer prediccions fent ús d'un únic model per a totes les línies i parades d'una operadora. A més, s'ha implementat una infraestructura en la qual aquests models es reentrenen periòdicament quan es disposa de noves dades per anar captant canvis en els patrons d'ocupacions al llarg del temps.
<b>PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR</b>	L'entitat impulsora d'aquest projecte és Geoactio, una empresa TIC de desenvolupament software de Navarra, que, amb assessorament d'experts en mobilitat de l'operadora de busos Autocorb (Barcelona), estan oferint aquest sistema de predicció com a producte que pot ser integrat en altres operadors de busos. L'inLab FIB de la UPC també està col·laborant en el projecte.
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	Els usuaris, amb les estimacions de l'ocupació, poden tenir una millor experiència de viatge en transport públic. A més, amb la situació actual de la pandèmia de la covid-19, s'ha accelerat la implementació d'aquesta funcionalitat, ja que pot ajudar a frenar els contagis i evitar aglomeracions: per exemple, si s'informa a la gent de com aniran de plens els busos amb suficient antelació, els usuaris podran optar per viatjar en autobusos que vagin més buits.
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	Actualment, s'estan començant a fer proves en alguna operadora com Autocorb, i s'està acabant d'implementar el sistema en altres operadores com ara la Sagalés, Sarfa, la Mancomunitat de Pamplona, adaptant els sistemes a les necessitats de cada operadora. La virtut d'aquest sistema de predicció és que s'està desenvolupant de manera genèrica per a poder desplegar-lo i replicar-lo de manera fàcil i automatitzada a altres companyies d'autobusos i a altres ciutats.
<b>Contacte</b>	inlab@fib.upc.edu http://intelibus.com/ / info@intelibus.com

### A-II.4.3. Predicció de la demanda TMB

Projecte	Predicció de la demanda -TMB				
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
Classificació en diagrama mobilitat	X Flota vehicles	Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	Infraestructura	Autoritats públiques	Cotxe	X Servei al vehicle	Compartida
	Rutes	X Operadors transport	Vehicles pesats	Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	Tren, tram	Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
	Dades complementàries	Proveïdors MaaS	X Metro		
Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta	Pressió ambiental				
	Congestió ciutats i carrers				
	Canvis en estil de vida				
	X	Gestió distribuïda i canvis econòmics			
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
	Accidentalitat, seguretat i ètica				
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
Integració social					

Cas il·lustratiu	Predicció de demanda TMB
<b>REpte</b>	Durant els mesos d'estiu, el negoci de Bus ( <i>Transports de Barcelona S.A., empresa que forma part de TMB</i> ), necessita disposar diàriament de dades relatives a la predicció de demanda (passatgers) a línies i parades amb destí i origen a la zona de platges de Barcelona en un horitzó de temps de fins a 3 dies vista i a nivell horari. Aquesta dada nova li permet ajustar de forma més eficient l'oferta de busos en aquestes línies i hores. El predictor s'activa cada any en època estival (entorn del 24/06 al 10/09), fora de l'època escolar.
<b>SOLUCIÓ</b>	El funcionament de la solució està basat en tècniques d'aprenentatge automàtic supervisat utilitzant informació ( <i>dades</i> ) massiva pròpia del negoci de Bus (Sistema de Ticketing) i informació ( <i>dades</i> ) contextual de fora del negoci com són les dades de meteorologia de l'àrea de Barcelona i d'esdeveniments massius a la ciutat de Barcelona, tot recolzat de forma sòlida per una interfície fluida i intuïtiva. El programari aprèn de la història digital operativa i logística de l'empresa, així com metodologies IoT per garantir la precisió en entorns que fins llavors no disposava de dades, ni per tant d'informació relativa per a millorar l'operació del negoci..
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	Consisteix en dissenyar una solució basada en tecnologia BigData IA, concretament ML/DL (Machine Learning i Deep Learning, <i>aprenentatge automàtic supervisat</i> ), on regularment ( <i>setmanalment</i> ) es re entrenen 3 autòmats predictors basats en 3 models matemàtics diferents ( <i>un Random Forest, un Gradient Boosting i una xarxa neuronal MLP Regressor</i> ) i seleccionant el més precís dels tres autòmats resultants. Setmanalment, l'autòmat resultant donarà diàriament la predicció amb un horitzó de fins a 3 dies vista.
<b>PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR</b>	TMB ( <i>Transports Metropolitans de Barcelona</i> ) és la principal empresa gestora del transport públic de l'àrea metropolitana de Barcelona. Anualment desplaça més de 600 milions de passatgers. Actua com a unitat gestora i la marca comercial sota la qual operen varies empreses municipals de transport públic de Barcelona, entre les quals destaquen: Ferrocarril Metropolità de Barcelona S.A. ( <i>FMB</i> ), que gestiona la xarxa de metro; i Transports de Barcelona S.A. ( <i>TB</i> ), responsable de la gestió dels autobusos. La finalitat de TMB és oferir serveis de transport col·lectiu a la ciutat de Barcelona i diversos municipis dels voltants. Les oficines centrals de l'empresa estan situades a la Zona Franca de Barcelona.
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	El primer i més important benefici per al negoci ha estat disposar per primera vegada a la història centenària del mateix no tant sols de dades i informació precisa de la demanda geo-localitzada al territori ( <i>per línia/parada</i> ) i instanciada en el temps ( <i>quan ha succeït</i> ), sinó també disposar d'una predicció de la mateixa al mateix nivell, a curt termini (fins a 3 dies vista). Els principals beneficis derivats són: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Millorar la planificació de les operacions.</li> <li>• Valoritzar les dades com a nou actiu generat per l'empresa.</li> <li>• Optimitzar el processament de dades. (<i>Aprenentatge de les dades de forma autònoma</i>).</li> <li>• Reduir el risc i errors operatius que abans no era possible conèixer-los.</li> <li>• Millorar en la presa de decisions.</li> </ul>
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	L'objectiu més important és ajudar als tres negocis de TMB (Bus, Metro i Transport de l'Oci) tant a preparar-se pel futur de la logística el més autònoma possible i per a això la base de tot seran les dades massives sensoritzades (IoT) com el BigData AI/ML/DL. Aquest actiu nou per a les companyies permetrà prendre millors decisions operatives i de negoci així com crear nous models de negoci.
<b>Contacte</b>	<a href="http://www.tmb.cat">http://www.tmb.cat</a> <a href="mailto:tmb@tmb.cat">tmb@tmb.cat</a> 932 987 000

## A II.5. Accidentalitat i seguretat

### A-II.5.1. Detecció d'individus als passos de vianants PROJECTE FEMIOT-CVC

Projecte	Detecció d'individus als passos de vianants / projecte femiot- CVC				
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	Flota vehicles	X Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	X Infraestructura	X Autoritats públiques	X Cotxe	Servei al vehicle	Compartida
	Rutes	Operadors transport	Vehicles pesats	Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	Tren, tram	X Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
	Dades complementàries	Proveïdors MaaS	Metro		
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>					Pressió ambiental
					Congestió ciutats i carrers
					Canvis en estil de vida
					Gestió distribuïda i canvis econòmics
					Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma
	x				Accidentalitat, seguretat i ètica
					Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica
					Integració social

Projecte recerca	
<b>Detecció d'individus als passos de vianants / projecte femiot- CVC</b>	
<b>REPTE</b>	Evitar accidents a través de la detecció de vianants i bicicletes a punt de creuar un pas de vianants. La detecció ha de ser prou ràpida com per a que sigui útil per emetre avisos que evitin accidents i ha de poder executar-se en sistemes encastats de carrer.
<b>OBJECTIU</b>	L'objectiu del projecte consisteix en aplicar en un entorn real de gestió de passos de vianants l'estat de l'art en algorismes de detecció de persones. Sota l'objectiu d'intentar evitar accidents a través d'aquestes deteccions. També és innovador utilitzar aquestes deteccions de vianants per obtenir estadístiques horàries d'ús, temps d'espera per creuar i perillositat dels passos de vianants.
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	<p>El projecte planteja 2 esquemes de funcionament:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>D'una banda, instal·lació d'infraestructura pròpia IoT al carrer que permeti la captura i el processament d'imatges de passos de vianants. Instal·lació de càmeres a la part superior de fanals connectada (amb tecnologia sense fils) a un dispositiu d'alta capacitat de processament encastat que realitzarà les deteccions i les podrà enviar a vehicles que s'acostin al pas de vianants.</li> <li>D'altra banda, creació d'una plataforma de valorització de dades que sigui capaç de processar vídeos obtinguts de passos de vianants. El processament automàtic d'aquests vídeos ha de permetre l'obtenció d'estadístiques (per franques temporals) com ara: número de persones que creuen, temps d'espera mitjà de les persones abans de creuar, quantitat de bicicletes que creuen, etc.</li> </ul> <p>En ambdós casos la IA s'aplica per detectar les persones i les bicicletes a punt de creuar. S'aplicaran les últimes tècniques de Visió per Computador, basades en Xarxes Neuronals Convolucionals.</p>
<b>DURACIÓ</b>	El projecte va començar el gener del 2020 i està previst que acabi el desembre de 2022.
<b>TRL</b>	El projecte té un TRL inicial de valor 2, ja que existeixen publicacions i bibliografia que indiquen que els actuals algorismes de detecció de persones son perfectament aplicables a entorns reals. Està previst que el projecte acabi amb un TRL de 5, en el cas de l'esquema de funcionament que instal·la la nova infraestructura al carrer. No es descarta arribar a un TRL de 7 si finalment s'obtenen permisos per a la instal·lació d'un demostrador en un entorn real. En el cas de la plataforma de valorització de dades, es preveu arribar a un TRL de 7, ja que està previst utilitzar vídeos obtinguts en entorns i condicions reals.
<b>IMPULSORS, CONSCORCI</b>	El projecte està impulsat per l'agrupació FEM IOT, creada a l'entorn català i corresponent a l'àmbit emergent de la IoT.
<b>ENTITAT FINANÇADOR A</b>	El projecte està subvencionat amb fons FEDER per un valor de 2.036.243,39€.
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	Millora de les prestacions del vehicle connectat, oferint un mecanisme de seguretat vial i per altra banda millora en la gestió intel·ligent de les ciutats ( <i>Smartcities</i> ), oferint una eina per a una gestió òptima dels passos de vianants.
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	Aquest projecte vol ser un primer pas en la integració de tecnologies de Visió per Computador en el desenvolupament del vehicle connectat i de la gestió intel·ligent de les ciutats. Un èxit en el desenvolupament d'aquest cas d'ús propiciaria l'ús de tecnologies similars en casos d'ús més complexos que impliquessin la detecció de cotxes o motocicletes en passos de vianants, així com la gestió de cruïlles perilloses sense passos de vianants.
<b>Contacte</b>	<a href="https://femiot.cat/">https://femiot.cat/</a> InfoFEMIoT@i2cat.net



## A-II.5.2. Millora de la seguretat dels micro-vehicles KICK-SCOOTER – CARNET, UPC

Projecte		MILLORA DE LA SEGURETAT DELS MICRO-VEHICLES / KICK-SCOOTER – CARNET, IDEAI-UPC					
		Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències	
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	X	Flota vehicles	Usuari	X	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	X	Infraestructura	Autoritats públiques		Cotxe	Servei al vehicle	Compartida
		Rutes	Operadors transport		Vehicles pesats	Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada
		Serveis i plataformes	Serveis facilitadors		Tren, tram	X Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
		Dades complementàries	X Proveïdors MaaS		Metro		
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>		Pressió ambiental					
		Congestió ciutats i carrers					
		Canvis en estil de vida					
		Gestió distribuïda i canvis econòmics					
		Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma					
		x Accidentalitat, seguretat i ètica					
		Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica					
		Integració social					

Cas il·lustratiu		MILLORA DE LA SEGURETAT DELS MICRO-VEHICLES / KICK-SCOOTER – CARNET, UPC
<b>REPTE</b>	Actualment, les grans ciutats, com Barcelona, pateixen un trànsit massiu de vehicles que dificulten i redueixen la mobilitat. En conseqüència, en els darrers anys s'ha generalitzat l'ús de micro-vehicles, ja que són més àgils i senzills. Ara bé, aquests VMP (Vehicles de Mobilitat Personal), com els Scooters, també presenten una major vulnerabilitat als accidents de trànsit. És necessari, així doncs, incrementar la seguretat d'aquests micro-vehicles per a poder gestionar correctament el seu ús entre la població.	
<b>SOLUCIÓ</b>	KickScooter és un prototip experimental que vol augmentar la seguretat dels conductors d'aquests micro-vehicles a través de la captació visual de l'entorn. Així doncs, a través de la càmera d'un dispositiu mòbil situat al vehicle, el projecte pretén interpretar els obstacles que es situïn en el trajecte i actuar en conseqüència, prevenint accidents de trànsit.	
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	La interpretació de l'entorn del vehicle s'aconsegueix a través de l'ús de xarxes convolucionals que extreuen informació sobre les imatges de la càmera, detectant els possibles obstacles del voltant (vianants, vehicles, senyals de trànsit) i monitoritzen la seva posició amb el temps. Per això es fan ús d'arquitectures de DL amb detecció i seguiment d'objectes. Finalment, també s'ha fet ús d'AI per a la creació d'un classificador del tipus de via en que circula el vehicle, permetent adequar la velocitat màxima dels scooters en funció del resultat.	
<b>PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR</b>	KickScooter sorgí d'una proposta realitzada per CARNET que va ser dirigida a través de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Estudiants de telecomunicacions de l'UPC, dirigits per professorat de IDEAI-UPC, han contribuït al disseny d'un prototip en el marc del seu treball de fi de grau.	
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	El projecte impulsarà l'ús dels micro-vehicles en les ciutats, permetent reduir el trànsit de grans vehicles i promocionant aquest sector. A més, KickScooter ha esdevingut un èxit al demostrar la gran viabilitat d'utilitzar algoritmes d'AI en la seguretat dels vehicles i ha demostrat la possibilitat de la seva integració en dispositius mòbils.	
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	L'optimització del prototip està en procés i hauria de permetre la unificació de totes les xarxes neuronals en una sola, millorant la velocitat del mòdul i possibilitant la integració com una aplicació mòbil d'ús en temps real. El potencial de l'aplicació podria suposar una ruptura en la concepció de vulnerabilitat dels micro-vehicles.	
<b>Contacte</b>	<a href="https://carnetbarcelona.com/">https://carnetbarcelona.com/</a> (+34) 93 413 76 04 <a href="mailto:info@carnetbarcelona.com">info@carnetbarcelona.com</a>	

## A-II.5.3. Nous sistemes de gestió del trànsit per la nova mobilitat cooperativa, connectada i autònoma ABERTIS

Projecte		Desenvolupament de nous sistemes de gestió del trànsit per la nova mobilitat cooperativa, connectada i autònoma - ABERTIS				
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències	
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	Flota vehicles	Usuari	X Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada	
	X Infraestructura	X Autoritats públiques	Cotxe	Servei al vehicle	Compartida	
	Rutes	X Operadors transport	Vehicles pesats	X Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada	
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	Tren, tram	Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal	
	Dades complementàries	Proveïdors MaaS	Metro			
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>	Pressió ambiental					
	Congestió ciutats i carrers					
	Canvis en estil de vida					
	Gestió distribuïda i canvis econòmics					
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma					
	X	Accidentalitat, seguretat i ètica				
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica					
	Integració social					
Cas il·lustratiu		Desenvolupament de nous sistemes de gestió del trànsit per la nova mobilitat cooperativa, connectada i autònoma – ABERTIS				
<b>REPTE</b>	Desenvolupar centres de gestió del trànsit que accelerin la introducció del vehicles connectats i autònoms. Entendre com les xarxes 5G poden accelerar aquest procés ja que ens permeten crear una gestió més local en el MEC del operador i en el Núvol per fer una gestió més global.					
<b>OBJECTIU</b>	Transmetre les imatges de les càmeres en temps real utilitzant xarxes 5G o C-V2X i les dades que generin els algorismes d'IA aplicats en el MEC de l'operador junt amb les dades dels vehicles connectats. Per poder facilitar la introducció dels vehicles autònoms amb una situació de tràfic mix (vehicles convencionals, connectat i autònoms) tots els projectes previs de recerca introdueixen el Centre de gestió del trànsit com un element clau per poder ajudar aquesta transició. Es necessiten dades amb temps real de diferents fonts i algorismes de transit utilitzant la intel·ligència artificial per facilitar que en diferents condicions de transit, atmosfèrica... la transició sigui el més segura possibles.					
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	Existeixen dos nivells de gestió un més locals aplicats en el MEC de l'operador on es té una visió més curta però té com objectiu aplicar estratègies més local de seguretat amb latències molt baixes i un segon nivell on la gestió es més macroscòpica i s'apliquen casos d'ús més genèrics. La intel·ligència artificial s'aplica en els dos nivells.					
<b>DURADA</b>	L'inici del projecte va ser el setembre de 2020 i finalitzarà el setembre de 2023					
<b>TRL</b>	Les diferents solucions es mouen entre el TRL 4 i TRL 7. Els desenvolupament es provaran en dos demostradors. Un primer demostrador a petita escala en un circuit tancat ubicat a Castellolí on es verificaran tots els desenvolupament i les integracions abans de passar a la prova a gran escala i entre països, ubicat a l'autopista AP7 a la zona de la frontera amb França. L'objectiu es demostrar la interoperabilitat de totes les solucions.					
<b>IMPULSORS, CONSORCI</b>	El consorci esta format de 21 empreses de 7 nacionalitats, de les quals 9 son espanyoles. S'identifiquen 6 tipus d'empreses: sector de les telecomunicacions, sector del transport i la mobilitat, proveïdors de solucions, consultors i proveïdors de servei, Instituts d'investigació i recerca i organitzacions que fomenten la divulgació.					
<b>ENTITAT FINANÇADORA</b>	Comissió Europea, el projecte global té una pressupost de 15,7 M€ amb una subvenció global de 12M€. Call H2020-ICT-2019-3 (sustainable 5G deployment model future mobility in the mediterranean Cross-Border Corridor).					
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	Una millora dels algorismes d'intel·ligència artificial ajudarà a garantir la seguretat de tots els usuaris de la carretera i accelerarà la introducció dels vehicles autònoms. Una gestió amb temps real i proactiva de la mobilitat facilitarà la creació de plataformes de MAAS, creació de nous serveis de mobilitat,...					
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	Desplegar sistemes proactius de gestió del transit en el context actual, treballar junt amb Europa per aconseguir una classificació de les infraestructures segons els nivells de digitalització i de sistemes avançats de gestió. L'objectiu és que les infraestructures amb un nivell X de classificació seran les primeres en rebre els vehicles autònoms. Finalment, serà important treballar en els casos de negoci per entendre la viabilitat de les inversions.					
<b>Contacte</b>	<a href="http://www.autopistas.com">www.autopistas.com</a> <a href="mailto:autopistas@autopistas.com">autopistas@autopistas.com</a> 902 200 320 – 934 927 827					

## A-II.5.4. Distribució òptima de fluxos de persones degut a la covid BASETIS

Projecte	Distribució òptima de fluxos de persones degut a la COVID/ BASETIS				
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
Classificació en diagrama mobilitat	X Flota vehicles	X Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	X Infraestructura	X Autoritats públiques	Cotxe	Servei al vehicle	Compartida
	Rutes	X Operadors transport	Vehicles pesats	X Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	X Tren, tram	Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
	Dades complementàries	Proveïdors MaaS	X Metro		
Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta	Pressió ambiental				
	Congestió ciutats i carrers				
	Canvis en estil de vida				
	Gestió distribuïda i canvis econòmics				
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
	X	Accidentalitat, seguretat i ètica			
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
Integració social					

### Cas il·lustratiu DISTRIBUCIÓ ÒPTIMA DE FLUXOS DE PERSONES DEGUT A LA COVID/ BASETIS

#### REPTE

En la situació actual de pandèmia és clau l'equilibri entre garantir les mesures sanitàries (distància de seguretat i aforaments màxims, principalment) i la recuperació de sectors econòmics especialment perjudicats, com poden ser els culturals (teatres, cinemes, etc.), els esportius o la tornada a les oficines i llocs de treball presencials de forma segura. Part dels reptes existents en aquest àmbit estan relacionats amb el flux de persones tan al arribar com al moure's dins als recintes / llocs de treball. És possible fer-ho de forma segura? Podem aprofitar al màxim l'espai disponible al recinte mantenint els criteris sanitaris? És possible distribuir els fluxos de persones per entrar o sortir del recinte minimitzant els riscos de contagi?

#### SOLUCIÓ

La solució de *Smart Mobility* consisteix de tres peces principals:

- Smart Routes: Distribució òptima de fluxos de persones considerant diferents criteris (distància recorreguda mínima o passar pel màxim nombre de punts d'interès) mantenint els criteris sanitaris (no crear-se amb altres grups de persones). Aquesta solució s'aplica tant per indicar rutes des dels punts d'origen de les persones fins als recintes i viceversa, com des de l'entrada dels recintes al seient assignat.
- Smart Venues i Smart Offices: Distribució òptima de persones (maximitzant seients assignats, mantenint equips de treball) en recintes i oficines, mantenint les garanties sanitàries.

#### PERFIL TECNOLÒGIC

La intel·ligència artificial es troba al nucli de la solució. En concret, els algorismes d'optimització permeten trobar una solució òptima a un repte (ex. assignar seients a assistents a un esdeveniment) maximitzant un criteri (ex. l'ocupació del recinte) tenint en compte unes determinades restriccions (ex. distància mínima de seguretat, aforament màxim permès).

#### PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR

Basetis és una consultora TIC catalana fundada el 2009. Actualment compta amb més de 300 persones amb un model organitzatiu participatiu basat en el paradigma Teal: autogestió, completitud i propòsit evolutiu.

#### BENEFICIS DERIVATS

La solució té impacte directe per la mobilitat segura i sostenible. Alhora, beneficia positivament els organitzadors d'esdeveniments pels sectors culturals i esportius ja que la capacitat usada dels recintes augmenta en un 13% respecte a altres solucions existents.

#### LÍNIES DE FUTUR

La solució Smart Mobility està plenament desenvolupada des d'un punt de vista algorítmic. A més, està implantada a diferents casos d'ús. Actualment el repte principal és portar-la a altres casos d'ús i actors (organitzadors d'esdeveniments culturals, cinemes, sales de teatre i concerts, així com organitzadors d'esdeveniments esportius en recintes tancats).

#### Contacte

<https://smartvenues.basetis.com/cat>  
[david.comas@basetis.com](mailto:david.comas@basetis.com)

## A II.6. Noves tecnologies i fonts de dades

### A-II.6.1. Sistemes intel·ligents de transport cooperatius PROJECTE C-ROADS – INLABFIB UPC

Projecte	Projecte C-Roads: sistemes intel·ligents de transport cooperatius (C-ITS)				
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	Flota vehicles	Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	X Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	X Infraestructura	X Autoritats públiques	Cotxe	Servei al vehicle	Compartida
	Rutes	X Operadors transport	Vehicles pesats	X Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	X Tren, tram	Servei més enllà vehicle	X Integrada i multimodal
	Dades complementàries	X Proveïdors MaaS	X Metro		
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>	Pressió ambiental				
	Congestió ciutats i carrers				
	Canvis en estil de vida				
	Gestió distribuïda i canvis econòmics				
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
	x	Accidentalitat, seguretat i ètica			
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
Integració social					

**Cas  
il·lustratiu**

**Projecte C-Roads: sistemes intel·ligents de transport cooperatius (C-ITS)**

Els ITS Cooperatius (C-ITS o sistemes cooperatius) abasten un grup de tecnologies i aplicacions que permeten un intercanvi de dades eficaç a través de tecnologies de comunicació sense fils entre components i actors del sistema de transport, entre vehicles (vehicle a vehicle o V2V) o entre vehicles i infraestructura (vehicle a infraestructura o V2I). El desplegament de C-ITS a Europa s'enfronta a reptes importants encara no resoltes, com ara qüestions legals, d'arquitectura, administratives, de govern, tècniques i de normalització, així com a les licitacions d'implementació i adquisició.

**REPTE**

Per superar aquestes qüestions la plataforma europea C-Roads és una iniciativa de diferents estats membres i operadors de carreteres que desitgen col·laborar per aconseguir el desplegament de serveis C-ITS de forma harmonitzada i interoperable a tot Europa.

El projecte està subdividit en diversos pilots. Els dos subpilots realitzats a Catalunya s'han enfocat a donar resposta a dos grans reptes:

1. Ones de trànsit: les ones de trànsit són un tipus d'embús provocades per les accions i reaccions dels conductors en una carretera. En tràfic dens, qualsevol acció, com un canvi de carril, pot tenir un efecte en cadena que acabi provocant una ona de trànsit, que es propaga i condueix a una alteració a llarg termini del flux de trànsit. El repte a fer front és la detecció i mitigació d'aquestes ones de trànsit (abans que aquestes es propaguin) per tal de reduir l'impacte negatiu que poden tenir en el flux de la carretera.
2. Prediccions precises sobre el temps de viatge a les carreteres: per tal que els usuaris puguin planificar amb la màxima informació possible els seus desplaçaments.

**SOLUCIÓ**

1. Ones de trànsit: Per poder detectar i mitigar les ones de trànsit, es necessiten dades dels vehicles (com posició i velocitat). Fins ara, la majoria dels estudis sobre la detecció i mitigació d'aquestes ones es duen a terme utilitzant dades de mòbils (GPS). En aquest projecte, s'ha dut a terme la implementació de diversos algorismes de detecció i mitigació que usen dades de vehicles connectats, estudiant com afecta el percentatge de vehicles connectats present a la carretera a la detecció i mitigació de les ones de trànsit.

2. Prediccions sobre el temps de viatge: La innovació rau principalment en que per fer les prediccions s'utilitza les dades proporcionades pel vehicles connectats i per magnetòmetres (detectors instal·lats sota la via que registren la velocitat dels vehicles que hi passen per sobre). La majoria dels mètodes de predicció actual utilitzen dades dels mòbils (GPS) per predir el temps de viatge. A més de les dades utilitzades, en aquest projecte s'ha treballat per obtenir prediccions a llarg termini, fent prediccions de temps de viatge fins a diversos dies vista.

**PERFIL  
TECNOLÒGIC**

1. Ones de trànsit: S'han estudiat dos mètodes de detecció diferents. El primer, utilitza les dades dels vehicles connectats per obtenir la velocitat mitjana de diferents trams de la carretera i poder detectar zones congestionades que es mouen amb el temps. El segon busca ones de trànsit analitzant l'evolució de les velocitats dels vehicles per trobar punts en la carretera on la velocitat dels vehicles canvia bruscament. El mètode de mitigació analitza les propietats de l'ona de trànsit detectada i aplica diverses restriccions sobre la carretera per intentar mitigar-la. En el mètode implementat, s'utilitzen les senyals de trànsit variables per modificar el límit de velocitat en certs trams de la carretera al voltant de l'ona, amb l'objectiu d'eliminar-la sense que afecti negativament a l'estat del trànsit.

2. Prediccions sobre el temps de viatge: Per fer les prediccions sobre el temps de viatge, s'han utilitzat diversos mètodes, que inclouen mètodes lineals com ARIMA i SARIMA, així com de no lineals com xarxes neuronals. Les prediccions es duen a terme dividint la carretera en diverses seccions, i predient per cadascuna la velocitat mitjana dels vehicles en cada moment. Amb les velocitats, es pot obtenir fàcilment el temps de viatge mig d'aquella secció. Tots els models utilitzen les dades històriques dels dies i setmanes anteriors, així com les dades de les seccions adjacents per fer les prediccions.

**PERFIL  
D'EMPRESA O  
IMPULSOR**

Projecte part de la iniciativa europea C-Roads, en la que participen diversos estats i operadors de carreteres, per desenvolupar i implementar sistemes intel·ligents de transport cooperatius (C-ITS) comuns i interoperables per tota Europa. L'inLab participa dins del projecte C-Roads Espanya. El treball s'ha realitzat dins del subpilot català, situat dins del pilot mediterrani.

**BENEFICIS  
DERIVATS**

1. Ones de trànsit: La implementació del servei de mitigació d'ones de trànsit té un impacte beneficiós directe sobre el flux de les carreteres. Mitigant aquest tipus d'embús es millora la circulació de les carreteres, reduint el temps de viatge dels vehicles i, per tant, té un impacte econòmic positiu sobre els usuaris de les carreteres.

2. Prediccions sobre el temps de viatge: amb una precisió elevada i a suficient temps vista permet als usuaris de les carreteres planificar millor els seus desplaçaments. D'aquesta manera, un usuari podrà saber quina hora és la millor per anar el més ràpid possible, reduint les aglomeracions, a la vegada que millorant la mobilitat en general.

**LÍNIES DE  
FUTUR**

Els mètodes de predicció implementats fins el moment són funcionals i obtenen bons resultats (focalitzats en estudi de trànsits de trams de l'AP-7). Els propers passos dins del projecte de C-Roads comporten la col·locació de la infraestructura necessària (diverses unitats a la carretera) per recollir les dades reals dels vehicles connectats, amb el que es podrà usar l'algorisme implementat utilitzant dades reals. Un cop es comenci a obtenir dades reals amb els que alimentar els models, es podrà començar a afegir informació addicional per millorar les prediccions, com per exemple el clima o la proximitat d'algun dia festiu.

**Contacte**

Web: [inlab.fib.upc.edu](http://inlab.fib.upc.edu)  
Contacte: [inlab@fib.upc.edu](mailto:inlab@fib.upc.edu)

## A-II.6.2. Generació de matrius origen-destí a partir de dades wifi i càmeres infraroges TRAM- EURECAT

Projecte		Generació de matrius origen-destí a partir de dades wifi i càmeres infraroges / TRAM- EURECAT				
		Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
Classificació en diagrama mobilitat		Flota vehicles	X Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	X	Infraestructura	X Autoritats públiques	Cotxe	Servei al vehicle	Compartida
		Rutes	X Operadors transport	Vehicles pesats	X Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada
		Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	X Tren, tram	Servei més enllà vehicle	X Integrada i multimodal
	X	Dades complementàries	Proveïdors MaaS	Metro		
Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta		Pressió ambiental				
		Congestió ciutats i carrers				
		Canvis en estil de vida				
		Gestió distribuïda i canvis econòmics				
	X	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
		Accidentalitat, seguretat i ètica				
		Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
		Integració social				

Cas il·lustratiu	Generació de matrius origen-destí a partir de dades wifi i càmeres infraroges / TRAM- EURECAT
REPTE	Generació de Matrius OD, a partir de dades wifi i càmeres infraroges per evitar l'alt cost i el temps dedicat en realitzar enquestes a peu de via a través d'altres mitjans (tablets i enquestadors).
SOLUCIÓ	S'ha desenvolupat una plataforma de sensors embarcada i un model d'Intel·ligència Artificial que permet calcular una matriu Origen / Destí amb el flux de pujada i baixada dels passatgers a bord del Tram.
PERFIL TECNOLÒGIC	Integració de diferents fonts de dades i la implementació d'un sistema basat en Internet de les Coses (IoT). La solució es basa en detectar els senyals wifi anònims dels mòbils de les persones usuàries quan entren al tramvia, durant el seu trajecte i quan surten del vehicle, conjuntament amb la geolocalització de cada un dels tramvies, el sistema de comptatge d'usuaris habitual de TRAM i les seves dades històriques. Gràcies als models matemàtics desenvolupats, s'obté una matriu d'origen-destí que permet analitzar els hàbits d'ús dels viatgers a les diferents parades i línies del Tramvia. Tota aquesta informació <i>Big Data</i> s'emmagatzema en una plataforma interactiva que permet filtrar les dades – per data, hora, línia, parada, zona, direcció, número de vehicle, etc. – per donar resultats molt més acurats i, en un futur proper, fer prediccions utilitzant les dades emmagatzemades.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Empresa de transport públic que opera el tramvia metropolità de Barcelona. El centre tecnològic Eurecat ha aportat, juntament amb la start-up catalana Air-Fi, la tecnologia necessària.
BENEFICIS DERIVATS	S'han dissenyat i generat les mètriques i indicadors del comportament dels usuaris envers el servei que permeten comprendre la mobilitat en diferents hores del dia incloent matrius Origen - Destí. Les dades es poden filtrar per a cada línia, direcció, dia de la setmana i analitzar l'impacte d'esdeveniments especials o davant de situacions excepcionals com podria ser el COVID19. El càlcul dels trajectes origen-destí dels viatgers suposa una millora en la capacitat i precisió dels estudis de demanda de TRAM i facilitarà poder estudiar canvis en el seu servei que s'adaptin millor a la demanda real, en el moment en que siguin necessaris.
LÍNIES DE FUTUR	Extensió a altres fonts de dades com per exemple les càmeres compta-persones, dades meteorològiques, dades de context geogràfic i socioeconòmic, etc. Millora de la precisió del model amb <i>sniffers</i> de darrera generació. Desenvolupament d'un sistema d'alertes per sobre ocupació en funció de la situació COVID.
Contacte	<a href="http://www.eurecat.org">www.eurecat.org</a> <a href="mailto:daniel.gonzalez@eurecat.org">daniel.gonzalez@eurecat.org</a> <a href="http://www.tram.cat">www.tram.cat</a> +34 900 70 11 81

## A-II.6.3. Generació de matrius origen-destí a partir de dades de telefonia mòbil ATM

Projecte		Generació de matrius origen-destí a partir de telefonia mobil / ATM				
		Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>		Flota vehicles	X Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	X	Infraestructura	X Autoritats públiques	Cotxe	Servei al vehicle	Compartida
		Rutes	X Operadors transport	Vehicles pesats	X Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada
		Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	X Tren, tram	Servei més enllà vehicle	X Integrada i multimodal
	X	Dades complementàries	Proveïdors MaaS	Metro		
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>		Pressió ambiental				
		Congestió ciutats i carrers				
		Canvis en estil de vida				
		Gestió distribuïda i canvis econòmics				
	X	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
		Accidentalitat, seguretat i ètica				
		Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
	Integració social					

### Cas il·lustratiu ATM-Generació de Matrius OD, a partir de dades de telefonia mòbil

<b>REPTE</b>	Les matrius OD (origen-destí) són elements fonamentals per analitzar les iniciatives de transport, i desenvolupament d'infraestructures per a la millora de la mobilitat. Tradicionalment s'obtenen amb enquestes telefòniques però impliquen un gran desplegament de diners, temps i recursos.
<b>SOLUCIÓ</b>	Elaboració de la Matriu O/D a partir de dades de telefonia mòbil dels usuaris. S'obtenen resultats precisos fins a nivell d'agregació de districtes a BCN i municipis a la resta de l'AMB. Existeix la limitació d'identificar amb exactitud els viatges de poca durada per la resolució espacial.
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	S'analitza la informació de dades de telefonia mòbil i es recopila la informació de totes les transaccions realitzades (connexió de dades, trucades i sms). Es seleccionen els mòbils de major activitat, i es crea una matriu d'adjacències per eliminar transaccions entre dues zones d'antenes adjacents perquè sol estar associat a un mateix mòbil (efecte ping-pong). Per a l'extracció dels desplaçaments, es fixa com a origen del desplaçament la primera posició del dia. Si es van realitzant més moviments, el desplaçament segueix fins que hi hagi una aturada de 60 minuts, moment que es considera que el desplaçament ha acabat. Amb la totalitat dels registres obtinguts, s'obté una matriu total de viatges, es depura en funció a la utilització de cada persona usuària, i se li resta la mobilitat associada als modes actius (peu, bicicleta, patinet, etc.) a partir de les dades de l'EMQ (Enquesta de Mobilitat Quotidiana), i s'obté la matriu de modes mecanitzats (transport públic i vehicle privat). Per a la realització de la desagregació dels modes mecanitzats, s'utilitzen les dades del SGIT (Sistema de gestió de la Integració Tarifària) que recull totes les validacions del sistema de transport públic en l'àmbit de la demarcació de Barcelona, i que permet obtenir una estimació de les matrius origen-destinació dels desplaçaments. Es realitza un contrast territorial dels resultats obtinguts en relació amb l'EMQ; es constaten variacions importants amb les zones territorials externes que es corregeixen mitjançant un recàlcul dels viatges generats segons l'EMQ. També es realitza una comprovació de la distribució horària dels desplaçaments, on es constata la coherència de resultats
<b>PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR</b>	ATM- Autoritat del Transport Metropolità
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	La viabilitat d'emprar la informació de dades de telefonia mòbil per poder extreure la matriu O/D representa una alternativa a la metodologia tradicional d'enquestes, més eficient en termes de cost i esforços.
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	En el futur, es plantegen diversos reptes: ampliació de l'àmbit territorial a tot Catalunya, millora de la precisió espacial d'acord amb l'evolució tecnològica i millora del repartiment modal mitjançant un aprofundiment de la metodologia i la incorporació dels resultats de la T-mobilitat.  L'existència de les xarxes wifi limita actualment el nombre de connexions però tendirà a desaparèixer per la política de les companyies d'oferir dades il·limitades.
<b>Contacte</b>	<a href="https://www.atm.cat/">https://www.atm.cat/</a> Muntaner, 315-321 08021 Barcelona Tel: +34 933 620 020

## A-II.6.4. Digitalització d'infraestructura a través d'analítica de vídeo ABERTIS

Projecte	Analítica vídeo- ABERTIS				
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
Classificació en diagrama mobilitat	Flota vehicles	Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	X Infraestructura	X Autoritats públiques	X Cotxe	Servei al vehicle	Compartida
	Rutes	Operadors transport	X Vehicles pesats	X Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	X Serveis facilitadors	Tren, tram	Servei més enllà vehicle	Integrada i multimodal
	Dades complementàries	Proveïdors MaaS	Metro		
Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta	Pressió ambiental				
	Congestió ciutats i carrers				
	Canvis en estil de vida				
	Gestió distribuïda i canvis econòmics				
	x Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
	Accidentalitat, seguretat i ètica				
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
Integració social					

### Cas il·lustratiu Analítica de vídeo- ABERTIS

<b>REpte</b>	La digitalització de la infraestructura de transport pot ser costós i complex.
<b>SOLUCIÓ</b>	Iniciativa per digitalitzar la infraestructura de carreteres catalanes a través de càmeres d'infraroig existent o de nova instal·lació d'una forma econòmica respecte altres solucions del mercat. El projecte va optar per instal·lar càmeres d'alta definició (HD) disponibles a mercat ubicades al lateral de la infraestructura i cobrint fins a 4-5 carrils. S'utilitza les imatges en temps real i a través d'algorismes d'intel·ligència artificial d'última generació utilitzant xarxes neuronals es pot obtenir informació de numero de vehicles, tipus de vehicle, vehicle per carril, velocitat de pas, posició GPS, característiques del vehicles, detecció de cues, accidents, animals, etc.
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	La càmera transmet imatges i a través de xarxes neuronals amb eines de codi obert i sota qualsevol condició atmosfèrica podem conèixer en temps real informació del estat del trànsit.
<b>PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR</b>	És un producte propietat d'Abertis Autopistas i els algorismes d'intel·ligència artificial estan sent desenvolupats conjuntament amb una empresa de desenvolupament de software on una de les seves especialitzacions es la IA aplicada al anàlisi de vídeo. Tot el desenvolupament es fa amb empreses Espanyoles.
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	El projecte permet amb un cost molt baix poder digitalitzar les infraestructures. L'objectiu és distribuir càmeres al llarg de la infraestructura per poder disposar d'informació en temps real, aquesta informació permet disposar d'una visió microscòpica de l'estat del transit al llarg de l'autopista. Aquestes dades seran la base per desenvolupar algorismes de transit en temps real i aplicar estratègies de transit a un grup de vehicles que permetin millor l'eficiència del transit. L'objectiu es desenvolupar un sistema proactiu de gestió del transit que permeti estar preparats per la futura mobilitat col·laborativa, connectada i autònoma.
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	Seguir millorant els algorismes d'intel·ligència artificial i crear una plataforma comú de vídeo analítics interna que permeti afrontar diversos casos d'ús. La idea es poder aprofitar aquest coneixement intern dins el Grup Abertis. També s'estan estudiant els avantatges de la futura xarxa 5G en reduir costos de computació a la banda de la càmera i aplicar aquest algorismes en el MEC del operador on es poden gestionar diverses càmeres.
<b>Contacte</b>	<a href="http://www.autopistas.com">www.autopistas.com</a> autopistas@autopistas.com 902 200 320 – 934 927 827



## A II.7. Dispersió extra-urbana

### A-II.7.1. Infraestructura de xarxa i computació multiproveïdor basada en 5g PROJECTE 5GMED – I2CAT

Projecte	Infraestructura de xarxa i computació multiproveïdor basada en 5G / PROJECTE 5GMED – I2CAT							
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències			
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>								
	X	Flota vehicles	Usuari	Micromobilitat i mobilitat activa	Sostenible i electrificada			
		Infraestructura	X	Autoritats públiques	Cotxe	Servei al vehicle	Compartida	
		Rutes	X	Operadors transport	Vehicles pesats	X	Servei al voltant del vehicle	Intel·ligent i connectada
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>		Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	X	Tren, tram	Servei més enllà vehicle	X	Integrada i multimodal
	X	Dades complementàries	Proveïdors MaaS		Metro			
		Pressió ambiental						
		Congestió ciutats i carrers						
		Canvis en estil de vida						
		Gestió distribuïda i canvis econòmics						
		Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma						
		Accidentalitat, seguretat i ètica						
	x	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica						
		Integració social						

Projecte recerca	INFRASTRUCTURA DE XARXA I COMPUTACIÓ MULTIPROVEÏDOR BASADA EN 5G / PROJECTE 5GMED – I2CAT
<b>REPTE</b>	Demostrar funcions de Mobilitat Cooperativa Connectada i Automatitzada i Serveis del Sistema de Comunicacions Mòbils Ferroviàries del Futur ( <i>Future Railway Mobile Communications System Services, FRMCS</i> ) en el corredor transfronterer Figueres – Perpinyà.
<b>OBJECTIU</b>	Generar una infraestructura de xarxa i computació multiproveïdor basada en 5G amb suport d'IA amb capacitat per oferir serveis avançats.
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	4 casos d'us: 1) Vehicle autònom teleconduït (IA en el cotxe) amb IA per predicció de la qualitat del servei (QoS) de la teleconducció 2) Detecció vehicles aturats en autopista (IA per processar vídeo 4K i detectar vehicles anòmals) 3) IA per processar CCTV càmeres al tren (passatgers i andanes) 4) Distribució de continguts basada en IA en funció geolocalització, estat xarxa, consum energia i qualitat de l'experiència (QoE).
<b>DURADA</b>	1/9/2020 a 30/8/2023
<b>TRL</b>	TRL Final IA : 4. Demostracions al 2023
<b>IMPULSORS, CONSCORCI</b>	El consorci, coordinat per Cellnex Telecom, inclou 21 socis de set països que representen el sector de les telecomunicacions (Vodafone, Hispasat, Retevisión); el sector del transport i la mobilitat (Abertis Autopistes, SNCF i Línia Figueres Perpinyà S.A., Anadolu Isuzu, Valeo), i proveïdors de solucions (Axbryd, Nearby Computing, Atos, Athens Technology Center, Comsa, Terra3D). També a proveïdors de serveis de consultoria (Eight Bells), institucions, institucions de recerca (CTTC, i2CAT, IRT-Saint Exupéry, Vedecom), i divulgació i creació d'ecosistema (Mobile World Capital Barcelona). El projecte també compta amb el suport de l'administració pública, la Generalitat, que des del primer moment han impulsat el corredor 5G.
<b>ENTITAT FINANÇADORA</b>	Comissió Europea, Pressupost € 15 717 821,75
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	Millora en la qualitat i ecologia del transport (autònom), Millor gestió de les infraestructures tant físiques com de xarxes de comunicacions
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	Milliores en els algorismes de conducció autònoma, detecció d'altres situacions com ara accidents a les carreteres / vehicles. Milliores en algorismes detecció / tracking de persones i millora en l'ús i explotació dels recursos de les xarxes mòbils.
<b>Contacte</b>	<a href="https://5g-ppp.eu/5gmed/">https://5g-ppp.eu/5gmed/</a> 5GMED-Contact@5g-ppp.eu

## A-II.7.2. Cap a la conducció autònoma en entorns rurals GENERALITAT DE CATALUNYA, CVC

Projecte		Cap a la conducció autònoma en entorns rurals / GENERALITAT DE CATALUNYA, CVC				
		Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències
<b>Classificació en diagrama mobilitat</b>	X Flota vehicles	X Usuari		Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	X Infraestructura	X Autoritats públiques	X Cotxe		X Servei al vehicle	Compartida
	Rutes	X Operadors transport	X Vehicles pesats		X Servei al voltant del vehicle	X Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	Tren, tram		Servei més enllà vehicle	X Integrada i multimodal
	X Dades complementàries	Proveïdors MaaS	Metro			
<b>Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta</b>		Pressió ambiental				
		Congestió ciutats i carrers				
		Canvis en estil de vida				
		Gestió distribuïda i canvis econòmics				
		Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
		Accidentalitat, seguretat i ètica				
	X	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
	Integració social					

<b>Projecte recerca</b>	
<b>REpte</b>	Desenvolupament de la conducció autònoma també en entorns rurals.
<b>OBJECTIU</b>	L'objectiu del projecte és provar un paradigma nou de conducció autònoma basat en percepció amb suport de balises locals V2I ( <i>Vehicle to Infrastructure</i> ) donada una ruta fixa.
<b>PERFIL TECNOLÒGIC</b>	El projecte es basa principalment en components de percepció clàssics com càmeres, radars, IMU de cara a «conèixer» l'entorn i, mitjançant una xarxa neuronal, prendre la decisió més adequada (End-To-End). Tot i això la percepció per si sola no permet una perfecta ubicació del vehicle dintre de la ruta i la solució es recolza en un sistema V2I: un conjunt de balises a la carretera que informen al vehicle de la seva posició.
<b>DURACIÓ</b>	El projecte va començar l'1 de novembre del 2020 i està previst que acabi el 30 d'abril de 2022.
<b>TRL</b>	El projecte té un TRL inicial de valor 2, ja que existeixen publicacions i bibliografia que indiquen que els actuals algorismes de conducció autònoma poden ser aplicables a entorns rurals. L'objectiu és arribar a un TRL de 7 de conformitat amb els estàndards europeus, ja que està previst generar al final del projecte un informe sobre la viabilitat de fer un recorregut autònom a la via proposada, basat en proves simulades i reals, definint-t'hi les condicions idònies i adverses.
<b>IMPULSORS, CONSCORCI</b>	Generalitat de Catalunya: departament de Territori i Sostenibilitat i CVC
<b>ENTITAT FINANÇADORA</b>	El projecte està subvencionat amb fons de la Generalitat de Catalunya / Departament de Polítiques Digitals i Administració Pública per un valor de 2.000.000€
<b>BENEFICIS DERIVATS</b>	Portar a terme aquest projecte implica generalitzar més els conceptes de la conducció autònoma (concepte de via, concepte d'obstacle, etc.) Els beneficis derivats del projecte són: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fer servir <i>End-To-End driving</i> per facilitar el procés d'aprenentatge, fent-ho més semblant a l'aprenentatge humà.</li> <li>• Reducció de la complexitat i costos de sensors (sense fer servir LIDAR).</li> <li>• Minimitzar la dependència amb sistemes/dades externes (GPS, 5G, HDMS).</li> <li>• Demostrar la conducció autònoma a entorns rurals, amb condicions bastant diferents a l'entorn urbà.</li> </ul>
<b>LÍNIES DE FUTUR</b>	Ampliar el concepte de conducció autònoma d'una forma més generalista i més propera a la conducció humana, possibilitant l'adaptació a d'altres entorns i vehicles i minimitzant els costos d'implantació a entorns coneguts al minimitzar la dependència de la infraestructura de localització (p. ex. no fent servir mapes d'alta definició).
<b>Contacte</b>	<a href="http://www.cvc.uab.es/">http://www.cvc.uab.es/</a> <a href="mailto:cvc@cvc.uab.es">cvc@cvc.uab.es</a> 08193 Bellaterra (Cerdanyola)

## A II.8. Integració social

### A-II.8.1. Inclusió de gènere en els sistemes de transport PROJECTE DIAMOND - EURECAT

Projecte		Inclusió de gènere en els sistemes de transport / PROJECTE DIAMOND - EURECAT				
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació		Contribució tendències
Classificació en diagrama mobilitat	Flota vehicles	X Usuari		Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada
	Infraestructura	Autoritats públiques	X	Cotxe	Servei al vehicle	Compartida
	Rutes	Operadors transport	X	Vehicles pesats	Servei al voltant del vehicle	Intel·ligent i connectada
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	X	Tren, tram	X Servei més enllà vehicle	X Integrada i multimodal
Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta	X Dades complementàries	Proveïdors MaaS	X	Metro		
		Pressió ambiental				
		Congestió ciutats i carrers				
		Canvis en estil de vida				
		Gestió distribuïda i canvis econòmics				
		Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma				
		Accidentalitat, seguretat i ètica				
		Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica				
		X Integració social				

Projecte recerca	INCLUSIÓ DE GÈNERE EN ELS SISTEMES DE TRANSPORT / PROJECTE DIAMOND - EURECAT
REPE	Els sistemes de transport actuals no tenen prou en compte les necessitats de les dones en el disseny de productes i serveis, ni tampoc el foment de l'ocupabilitat de les dones en el sector del transport. Diversos estudis mostren que hi ha diferències de gènere rellevants en quant a conductes de mobilitat i participació en llocs de treball relacionats amb el transport.
OBJECTIU	L'objectiu principal del projecte és analitzar les dades de mobilitat i convertir-les en informació i coneixement per a dur a terme accions que fomentin l'equitat, i així abordar les necessitats específiques de gènere en els sistemes de transport actuals i futurs.
PERFIL TECNOLÒGIC	El projecte desenvolupa una eina d'autodiagnosi i protocols per obtenir coneixement, recomanacions i suport en la inclusió de gènere en els sistemes de transport actuals i de futur.
DURACIÓ	01/11/2018 – 31/10/2021
TRL	TRL inicial:3 TRL final: 6
IMPULSORS, CONSORCI	El centre tecnològic Eurecat coordina el projecte, on també hi participa ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, universitats d'arreu d'Europa (Universitat de Stirling, Universitat Napier d'Edimburg, TUDublin, Universitat de Belgrad, Institut de Biomecànica de València) i altres entitats com Autoritat del Transport Públic de Varsòvia, Genre & Ville, AITEC, Systematica, RINA, etc).
ENTITAT FINANÇADORA	Comissió Europea, programa Horizon2020 € 2 628 408,75
BENEFICIS DERIVATS	Millor comprensió i nous conjunts de dades que s'utilitzaran en la planificació dels futurs sistemes de transport. Contribució a un sistema de mobilitat inclusiva, amb un nivell d'equitat social més alt.
LÍNIES DE FUTUR	Integrar a la <i>toolbox</i> noves fonts de dades i nous models perquè sempre estiguin actualitzats.
Contacte	<a href="https://diamond-project.eu/">https://diamond-project.eu/</a> <a href="http://www.eurecat.org">www.eurecat.org</a> <a href="mailto:info@eurecat.org">info@eurecat.org</a> 93 238 14 00

## A-II.8.2. Sistema de transport assistit per a persones que viuen amb discapacitats o disfuncions de memòria APP&TOWN

Projecte		Sistema de transport assistit per a persones que viuen amb discapacitats o disfuncions de memòria – APP&TOWN				
	Dades	Grup interès	Mitjans de transport	Àrees aplicació	Contribució tendències	
Classificació en diagrama mobilitat	Flota vehicles	X Usuari	X Micromobilitat i mobilitat activa	Intermodalitat	Sostenible i electrificada	
	Infraestructura	Autoritats públiques	X Cotxe	Servei al vehicle	Compartida	
	Rutes	Operadors transport	X Vehicles pesats	Servei al voltant del vehicle	Intel·ligent i connectada	
	Serveis i plataformes	Serveis facilitadors	X Tren, tram	X Servei més enllà vehicle	X Integrada i multimodal	
	X Dades complementàries	Proveïdors MaaS	X Metro			
Repte del sector mobilitat que es vol donar resposta	Pressió ambiental					
	Congestió ciutats i carrers					
	Canvis en estil de vida					
	Gestió distribuïda i canvis econòmics					
	Sorgiment de noves tecnologies i fonts de dades. Conducció autònoma					
	Accidentalitat, seguretat i ètica					
	Dispersió extra-urbana i dinàmica demogràfica					
	X Integració social					

Cas il·lustratiu		Sistema de transport assistit per a persones que viuen amb discapacitats o disfuncions de memòria – APP&TOWN
REPTE	Els avenços al voltant del GNSS ( <i>Global Navigation Satellite Systems</i> ) i l'augment dels dispositius mòbils han induït al desenvolupament de solucions tecnològiques que ofereixen ajuda en el transport, com ara aplicacions mòbils que proporcionen navegació / orientació. Tot i això, aquestes solucions no estan dissenyades per a persones que necessiten transport assistit (persones que viuen amb discapacitats o disfuncions de memòria) degut a la falta de precisió de les solucions actuals.	
SOLUCIÓ	<p>Per tal de garantir una orientació molt precisa, Mass Factory ha dissenyat un algorisme de geolocalització basat en:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'ús de tots els senyals GNSS processats per l'smartphone.</li> <li>2. L'ús de xarxes wifi i mòbils.</li> <li>3. Algorisme AI que té en compte:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Les dades històriques de l'usuari com a velocitat i trajectòria.</li> <li>b. La informació de precisió dels senyals GNSS recollida al llarg de cada segment de la ruta de tots els usuaris.</li> </ol> </li> </ol> <p>Com més usuaris i viatges s'emmagatzemin a la infraestructura Big Data, millor precisió proporciona l'algorisme AI. A més, l'empresa ha dissenyat un algorisme de guia impulsat per uns anomenats polígons de guia (PDGA) que generarà de forma autònoma, mitjançant principis d'intel·ligència artificial conjuntament amb tecnologies de geomapatge, un conjunt de polígons concèntrics al voltant de la ruta designada. Aquests polígons serviran de "contenedors" per a ubicacions acceptables dins de la ruta i cada polígon se superposarà al següent per tal de fer un seguiment correcte del progrés del viatge. Quan l'usuari surt d'un polígon, el sistema activarà una alerta que inclourà la posició exacta i la direcció del moviment per oferir una nova instrucció de guia per tornar a la ruta i evitar així la pèrdua o la desorientació.</p>	
PERFIL TECNOLÒGI	L'algorisme AI per a la geolocalització és un algorisme predictiu basat en la informació proporcionada per les xarxes GNSS i sense fils, millorada amb l'experiència dels usuaris. La IA s'utilitza per construir la ruta i els polígons de guiatge més adequats per a cada usuari en funció de la seva experiència.	
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Mass Factory Urban Accessible Mobility S.L. és una spin-off de la Universitat Autònoma de Barcelona, creada amb l'objectiu de crear solucions innovadores que aportin valor afegit a la societat. Desenvolupen tecnologia aplicada al benestar social: sistemes per millorar la mobilitat, la qualitat de vida i la inclusió social de tots els ciutadans.	
BENEFICIS DERIVATS	App & Town Compagnon és el sistema de transport assistit per a persones que viuen amb discapacitats o disfuncions de memòria que els permet utilitzar el transport públic com a mode de transport habitual. La solució redueix les barreres d'accessibilitat que dificulten l'autonomia personal de les persones vulnerables. La solució obre el camí a les noves tecnologies, que poden ampliar les possibilitats de la gent de gaudir d'una mobilitat independent i segura.	
LÍNIES DE FUTUR	Tan l'algorisme de geolocalització com el PDGA s'adaptaran als entorns on els senyals GNSS no estiguin disponibles, és a dir, a zones interiors com estacions i magatzems.	
Contacte	<a href="http://www.appandtown.com">www.appandtown.com</a> <a href="mailto:info@massfactory.com">info@massfactory.com</a>	

# ANNEX III. Com desenvolupar un projecte d'IA per mobilitat

El concepte de Big Data i analítica de dades no és nou, i fa temps que s'ha fet palesa la necessitat de la digitalització de les empreses i la importància de les dades. Per desenvolupar un projecte d'IA cal estar prèviament digitalitzat i disposar de dades, element indispensable per desplegar solucions basades en IA. Cal tenir en compte que treballar amb dades (Big Data) i amb algoritmes d'IA usualment va de la mà de la computació al núvol. Això permet accedir a recursos computacionals i algorítmics independentment dels recursos propis, sovint insuficients o condicionats pels sistemes *legacy* existents o per importants inversions en infraestructures.

En aquests moments d'implantació de la IA, les empreses estan apostant per una intel·ligència híbrida, és a dir: emprar la potència dels ordinadors i l'experiència de l'home com una palanca per implementar amb èxit la IA. Això és degut a dos factors, per una banda la capacitat d'aprenentatge d'una màquina és diferent a la d'una persona i, requereix en molts casos de la seva experiència i supervisió, i per altra, una màquina no té empatia, i en moltes decisions es requerirà aquest factor, que no pot ser substituït per una màquina. Qualsevol projecte n'hauria de ser conscient i, per tant, hauria d'adoptar un enfocament que combini tots dos.

Per altra banda, cal destacar també la importància de **disposar d'un equip multidisciplinari i "àgil", on els tecnòlegs treballin estretament amb el negoci**. N'haurien de formar part personal de negoci amb científics de dades, arquitectes d'informació, enginyers de dades, experts en visualització de dades i experts en el canvi.

Per desenvolupar qualsevol projecte d'IA és fonamental començar avaluant les dades que es tenen, tan internes i externes a l'empresa, i comprendre com poden ajudar. A més, caldrà **centrar-se en la gestió, la governança i l'emmagatzematge de les dades**: elements bàsics per construir el motor d'IA de la seva empresa, obtenir informació autònoma i oferir dades fiables per als algorismes. És necessari formular i intentar buscar respostes a les preguntes adequades:

- De quina manera pot ajudar-me la IA a resoldre (i de manera escalable) els *pain points* o necessitats de client, empresa, etc. Les iniciatives han d'anar lligades a l'operativa i generar valor empresarial i/o comercial.
- Quins indicadors i millores es volen obtenir?
- Com s'adaptarà la iniciativa al marc treball actual? Possiblement sigui necessari realitzar una auditoria tecnològica per assegurar-vos que la solució s'adapta perfectament al vostre entorn tecnològic.
  - La solució tecnològica funciona com se suposa que funciona?
  - La solució és assequible per a l'empresa?
  - La solució és rendible en el flux de treball empresarial actual?
  - Hi ha instal·lada la infraestructura de programari i maquinari per permetre un funcionament alimentat per IA?
  - La solució compleix totes les normatives pertinents? (GDPR i similars)
  - La proposta de valor de la solució ressona amb la proposta de valor de l'empresa?

Es recomana començar a petita escala, a través de proves de concepte, projectes demostratius i pilots. És clau **que els primers projectes tinguin èxit per poder fer palanca i donar continuïtat**, això permetrà

demostrar a la direcció de negoci la seva viabilitat. Aquests projectes pilot han de ser prou significatius perquè ajudin a l'empresa a familiaritzar-se amb la IA i convèncer a altres membres de l'empresa que inverteixi en projectes més ambiciosos d'IA i que no es consideri trivial. D'aquesta manera seran la base per construir i desplegar els fonaments per dur a terme noves oportunitats d'IA d'analítica de dades.

S'aconsella no focalitzar-se de forma immediata en el ROI (retorn de la inversió) o KPIs (indicadors clau de rendiments) Les empreses es solen centrar fàcilment en el cost total de propietat i el ROI quan s'adopten noves, i sovint costoses, tecnologies. La IA és un camp en constant evolució dins la transformació digital, és una bona pràctica prendre el temps necessari per pilotar nous projectes amb l'estratègia adequada, avaluar quins serveis d'IA s'ajusten millor als objectius de l'empresa i permetre als equips usuaris que participin en el procés, que s'hi adaptin i que puguin anar detectant errors per anar obtenint millores. L'experiència dels usuaris és molt més assolible en aquesta fase incipient.

En els projectes s'ha de tenir en compte els següents aspectes:

- **Validació de les dades.** El conjunt de dades inicial utilitzades per formar el model IA és clau, però cal tenir present que aquestes es poden anar ampliant. Normalment, rebem dades noves a mesura que passa el temps i volem actualitzar el model amb les noves dades per ensenyar coses noves al model. Per tant, és necessària la verificació automatitzada de les dades, de manera que puguem alertar-nos immediatament si hi ha problemes amb la veracitat o processament d'aquestes dades.
- **Interoperabilitat.** Les recomanacions d'un model només són útils si el procés de presa de decisions és explicable. Els agents de mobilitat han d'estar preparats per explicar les seves decisions i criteris als usuaris dels seus serveis.
- **Fiabilitat i escalat.** A l'hora de posar un model en producció, necessitem un pla de com escalarà. Hem de planificar esdeveniments com pics d'ús o interrupció del servidor. Es pot dissenyar el sistema per implementar-lo en diversos servidors al núvol, de manera que es puguin afegir servidors nous en qualsevol moment i que no hi hagi cap punt d'error.
- **Augment i supervisió humana.** Dissenyem intencionadament com els humans poden treballar junts amb el model i supervisar el seu funcionament. El model pot ajudar en tasques repetitives, però al final és l'ésser humà qui pren les decisions importants.
- **Actualització automàtica del model.** Per implementar amb èxit un model d'IA, ha d'aprendre coses noves basades en dades noves. Això hauria d'estar totalment automatitzat i no un procés manual. D'aquesta manera, evitem possibles errors i ens assegurem que les actualitzacions es produeixin amb freqüència.
- **Interfície d'usuari.** És important fer coincidir el vostre model IA d'última generació amb una interfície d'usuari que els usuaris finals puguin utilitzar en les seves tasques sense friccions.
- **Ètica.** Disposar d'un comitè ètic que avaluï si es garanteix la privacitat de les dades (de clients o de persones), si es destinen per un us consentit, evitar els biaixos de les dades resultants (de raça, gènere, econòmic, etc.) i dels algorismes resultants (si són de presa de decisions que no estiguin basades en factors discriminadors).

---

<sup>1</sup> Oliver Wyman Forum. Mobility [www.oliverwymanforum.com/mobility.html](http://www.oliverwymanforum.com/mobility.html)

<sup>2</sup> Directorate-General for Mobility and Transport. [https://ec.europa.eu/transport/modes\\_es](https://ec.europa.eu/transport/modes_es)

<sup>3</sup> Llibre verd de la comissió europea de 2009, cap a una nova cultura de mobilitat urbana i llei 9/2003 13 de juny, de mobilitat de Catalunya.

<sup>4</sup> Anuari estadístic d'accidents de trànsit a Catalunya 2019, SCT.

- 
- <sup>5</sup> Dades de 2008, Institut d'Estadística de Catalunya.
- <sup>6</sup> Anotacions: Nombre d'empreses per a cadascun dels grups CNAE-2009 d'interès a Catalunya. Es consideren els codis del subsector de mobilitat, transport i les activitats afins codis CNAE del 49 al 53. Font: INE, 2020.
- <sup>7</sup> Idescat, 2019.
- <sup>8</sup> Territori Gencat 2020.
- <sup>9</sup> Anotacions: Espanya; any 2018. Publicat el març de 2019. Font: Electromaps; ID 772065.
- <sup>10</sup> Anotacions: Dades d'Espanya; Del 20 de juliol al 10 d'agost de 2020 i del 13 de febrer al 27 de març de 2020; 18-64 anys; 1892 enquestats que es desplacen de forma diària. Font: Statista Global Consumer Survey; ID 1001474.
- <sup>11</sup> EMEF 2018.
- <sup>12</sup> McCarthy, J., Minsky, M., Rochester, N., Shannon, C.E., A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, 1955.
- <sup>13</sup> Stuart Russell and Peter Norvig. Artificial intelligence : a modern approach ISBN 0-13-103805-2 1, 1995.
- <sup>14</sup> Kaplan, A., Haelnelin, M., Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. Business Horizons, Volume 62, Issue 1, Jan-Feb 2019, pg 15-25.
- <sup>15</sup> A Definition of AI: Main Capabilities and Scientific Disciplines. High-Level Expert Group on Artificial Intelligence. European Commission, 2018.
- <sup>16</sup> <https://plato.stanford.edu/entries/artificial-intelligence/>
- <sup>17</sup> Which method to use? An assessment of data mining methods in Environmental Data Science <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364815218308715>
- <sup>18</sup> New Insights into Human Mobility with Privacy Preserving Aggregation. Google AI Blog. (2019, November 12). <https://ai.googleblog.com/2019/11/new-insights-into-human-mobility-with.html>.
- <sup>19</sup> I. Semanski, S. Gautama, R. Ahas, F. Witlox, Spatial context mining approach for transport mode recognition from mobile sensed big data, Computers, Environment and Urban Systems. Volume 66, 2017, Pages 38-52, ISSN 0198-9715, <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.07.004> (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0198971516304367>)
- <sup>20</sup> Object Detection with 10 lines of code. Olafenwa. <https://towardsdatascience.com/object-detection-with-10-lines-of-code-d6cb4d86f606>
- <sup>21</sup> Krizhevsky, Alex; Sutskever, Ilya; Hinton, Geoffrey E. (2017-05-24). "ImageNet classification with deep convolutional neural networks" (PDF). Communications of the ACM. 60 (6): 84–90. doi:10.1145/3065386. ISSN 0001-0782. S2CID 195908774.
- <sup>22</sup> Feng, D., Haase-Schutz, C., Rosenbaum, L., Hertlein, H., Glaser, C., Timm, F., ... Dietmayer, K. (2020). Deep Multi-Modal Object Detection and Semantic Segmentation for Autonomous Driving: Datasets, Methods, and Challenges. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 1–20. <https://doi.org/10.1109/tits.2020.2972974>
- <sup>23</sup> Janai, J., Guney, F., Behl, A., & Geiger, A. (2017). Computer vision for autonomous vehicles: Problems, datasets and state-of-the-art. ArXiv. <https://arxiv.org/abs/1704.05519>
- <sup>24</sup> Deep Multi-Modal Object Detection and Semantic Segmentation for Autonomous Driving.
- <sup>25</sup> Advanced traffic management: a powerful union of robotics, IoT and AI <https://medium.com/@Intetics/advanced-traffic-management-a-powerful-union-of-robotics-iot-and-ai-7785987141e5>
- <sup>26</sup> Ver, A. O. (2018). Tracking human mobility using Twitter through natural language processing techniques. Animo Repository. [https://animorepository.dlsu.edu.ph/etd\\_masteral/5584/](https://animorepository.dlsu.edu.ph/etd_masteral/5584/)
- <sup>27</sup> A. Serna, J. Kepa Gerrikagoitia, U. Bernabé, T. Ruiz. Sustainability analysis on Urban Mobility based on Social Media content, Transportation Research Procedia, Volume 24, 2017, Pages 1-8, ISSN 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.059>.
- <sup>28</sup> Bakalos, N., Papadakis, N., & Litke, A. (2020). Public Perception of Autonomous Mobility Using ML-Based Sentiment Analysis over Social Media Data. Logistics, 4(2), 12. <https://doi.org/10.3390/logistics4020012>
- <sup>29</sup> Jarrahi, J. (2021, January 6). Bird introduces ID verification tool with biometrics support powered by AU10TIX: Biometric Update. Biometric Update. <https://www.biometricupdate.com/202101/bird-introduces-id-verification-tool-with-biometrics-support-powered-by-au10tix>
- <sup>30</sup> MADRAS – Materials Avançats i Processos en Electrònica Orgànica. Eurecat. (2020, July 7). <https://eurecat.org/portfolio-items/madras/>
- <sup>31</sup> Spiro, J. (2021, January 5). E-scooter service Bird will implement face recognition technology from Israel's AU10TIX. CTECH - [www.calcalistech.com. https://www.calcalistech.com/ctech/articles/0,7340,L-3885911,00.html](https://www.calcalistech.com/ctech/articles/0,7340,L-3885911,00.html)
- <sup>32</sup> Smart Moves required – The road towards Artificial Intelligence in Mobility, Mckinsey Center for future mobility, September 2017.
- <sup>33</sup> La intel·ligència Artificial a Catalunya, ACCIO i Secretaria de Polítiques Digitals, juny 2019.



---

<sup>34</sup> Informe L'estratègia d'intel·ligència artificial a Catalunya. Juny 2019. Catalonia.AI. Generalitat de Catalunya Departament de Polítiques Digitals i Administració Pública Secretaria de Polítiques Digitals.

<sup>35</sup> Karina Gibert (2020, April 8). La IA a Catalunya, un ecosistema prometededor. Revista IDEES. <https://revistaidees.cat/la-ia-a-catalunya-un-ecosistema-prometedor/>

<sup>36</sup> Programa marc de Recerca i Innovació de la Unió Europea, Horizon 2020. Direcció General de Recerca i AGAUR. Consell Europeu de Recerca (European Research Council).

<sup>37</sup> Anàlisi de l'especialització en intel·ligència artificial, Col·lecció "Monitoratge de la Ris3CAT", número 13, gener de 2021.

<sup>38</sup><https://www.europapress.es/catalunya/barcelona-economias-00982/noticia-barcelona-cuarta-ciudad-mundo-mas-preparada-futuro-tecnologico-20190112201027.html>

<sup>39</sup> Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen normas armonizadas en materia de Inteligencia Artificial (Ley de Inteligencia Artificial) y se modifican determinados actos legislativos de la Unión [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e0649735-a372-11eb-9585-01aa75ed71a1.0008.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e0649735-a372-11eb-9585-01aa75ed71a1.0008.02/DOC_1&format=PDF)

# CIDAI

Centre of Innovation  
for Data tech  
and Artificial Intelligence

[www.cidai.eu](http://www.cidai.eu)

