

Desembre 2020

TRA-19PR93



Guia per a la compra de vehicles de transport de mercaderies segons diferents tecnologies de motor

Informe final



Generalitat de Catalunya
**Departament de Territori
i Sostenibilitat**

Contingut

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducció | 4 |
| 1.1. Context i objectiu | 4 |
| 1.2. Metodologia i estructura del document | 5 |
| 2. Estat de la tecnologia | 8 |
| 2.1. Introducció | 8 |
| 2.2. Tecnologies actuals | 8 |
| 2.2.1. Convencional | 8 |
| 2.2.2. Gas | 9 |
| 2.2.3. Hidrogen | 13 |
| 2.2.4. Elèctric | 14 |
| 2.2.5. Híbrid | 16 |
| 2.3. Tipus d'infraestructures d'energies alternatives | 18 |
| 2.3.1. Infraestructura de recàrrega elèctrica | 18 |
| 2.3.2. Infraestructures de recàrrega de gas | 21 |
| 2.3.3. Infraestructures de recàrrega d'hidrogen | 24 |
| 2.4. Subcategoria de flotes de vehicles de mercaderies | 27 |
| 2.5. Normativa | 27 |
| 2.5.1. Llei 34/2007 | 28 |
| 2.5.2. Reial Decret 102/2011 | 28 |
| 2.5.3. Llei 16/2017 | 29 |
| 2.5.4. Directiva 2014/94/UE | 29 |
| 2.5.5. Revisió de la directiva EU de vehicles nets | 29 |
| 2.5.6. Reglament (UE) 2019/1242 del parlament europeu i del consell | 30 |
| 2.6. Subvencions | 32 |
| 2.6.1. Pla MOVES II | 32 |
| 2.6.2. Altres subvencions | 33 |
| 2.7. Resum tecnologies | 34 |
| 3. Guia d'adquisició de vehicles | 36 |
| 3.1. Introducció | 36 |
| 3.2. Algorisme de decisió | 36 |
| 3.3. Etapa 0. Valors de referència | 41 |
| 4. Etapa 1 i 2. Avaluació econòmica i tècnica | 45 |
| 4.1. Introducció | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2. Etapa 1. Avaluació econòmica | 45 |
| 4.2.1. Cost diferencial actualitzat dels vehicles durant la seva vida útil | 45 |
| 4.2.2. Pay-back de les energies alternatives | 47 |
| 4.2.3. Eina del model de càlcul | 48 |
| 4.3. Etapa 2. Avaluació tècnica | 51 |
| 4.3.1. Càlcul de la producció diària màxima possible | 51 |
| 5. Etapa 3. Avaluació de la infraestructura | 53 |
| 6. Etapa 4. Matriu de riscos i oportunitats | 55 |
| 6.1. Introducció | 55 |
| 6.2. Riscos | 55 |
| 6.3. Aspectes que poden representar una oportunitat per a cada tecnologia | 59 |
| 6.4. Projectió dels riscos i oportunitats en les principals variables de decisió en un horitzó a 15 anys | 63 |
| 6.4.1. Matriu DAFO per als propers 15 anys | 65 |
| 7. Etapa 5. Emissions | 67 |
| 8. Exemples | 70 |
| 8.1. Exemple d'aplicació d'un vehicle lleuger | 70 |
| 8.2. Exemple d'aplicació d'un vehicle pesant | 74 |
| 9. Consideracions finals | 79 |
| 10. Equip de treball | 83 |
| 10.1. Equip redactor | 83 |
| 10.2. Equip de seguiment | 83 |
| 11. Referències | 84 |
| 12. Annex A: Entrevistes | 86 |
| 12.1. Gasnam | 86 |
| 12.2. ICAEN | 87 |
| 12.3. AeH2 | 88 |
| 12.4. Entrevistes transportistes | 90 |
| 12.4.1. Resum entrevistes | 90 |
| 12.4.2. Agraïments: | 91 |
| 13. Annex B: Taula d'acrònims | 92 |

Fitxa del projecte

| | |
|----------------------|--|
| Títol | Guia per a la compra de vehicles de transport de mercaderies segons diferents tecnologies de motor |
| Data | 4 de desembre de 2020 |
| Referència | 2019PR93 |
| Arxiu | Informe |
| Autors | Eglantina Dani, Paco Gasparin i Sergí Saurí |
| Client | Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Transports i Mobilitat. Direcció General de Qualitat Ambiental i Canvi Climàtic |
| Contractació | Treball tècnic |
| Persones de contacte | Eglantina Dani (eglantina.dani@upc.edu) Paco Gasparín, (francesc.gasparin@upc.edu) Sergi Saurí (sergi.sauri@upc.edu) |

Resum del document entregat

Aquest document constitueix l'informe final de l'estudi "Guia per a la compra dels vehicles de transport de mercaderies per a diferents tecnologies del motor" encarregat pel Departament de Territori i Sostenibilitat, concretament per les direccions generals de Transports i Mobilitat i Qualitat Ambiental i Canvi Climàtic al CENIT, grup RTD del CIMNE. L'objectiu principal d'aquest document és ser una guia que faciliti la decisió per l'adquisició de vehicles de mercaderies per a diferents fonts d'energia adreçada a les empreses de logística. El treball inclou l'estat del mercat automobilístic de transport de mercaderies, quins riscos i/o oportunitats hi ha segons la tecnologia del motor i quins escenaris pot haver-hi en un futur segons el tipus de tecnologia.

1. Introducció

1.1. Context i objectiu

La Unió Europea, d'acord amb la Decisió n^o406/2009/CE¹, d'esforços compartits (anomenada ESD, en anglès *Effort Sharing Decision*), està compromesa amb la reducció² del 10% de les seves emissions difuses pel 2020 i del 30% al 2030, respecte de 2005 en ambdós casos. L'objectiu de reducció per a Espanya i Catalunya a l'any 2020 és del 10% i 13% respecte a l'any 2005, respectivament.

Les emissions GEH a Catalunya³ l'any 2018 (últim any disponible) van ser de 44 milions de tones de CO₂ equivalent. Les emissions de Gasos nocius per a la salut⁴ són: 221.750 tones de NO_x i 29.600 tones de PM₁₀. L'àmbit del transport contempla totes les emissions de GEH i de gasos nocius per a la salut que es produeixen als diferents modes de transport (per carretera, ferroviari, aeri i marítim), que suposen:

- Un 29% de CO₂ eq. (12,9 milions de tones) de les emissions totals.
- Un 85% de NO_x (188.351 de tones) de les emissions totals.
- Un 38% de PM₁₀ (11.233 de tones) de les emissions totals.

Pel que fa a les emissions, és important distingir entre locals i globals. Això és:

- TTW (*Tanks to wheels*) fa referència a les emissions de CO₂ produïdes directament pels vehicles (aquesta guia es centrarà en aquest tipus d'emissions).
- WTT (*Well to tank*) són les emissions de CO₂ produïdes tant en la producció com en la distribució del combustible/electricitat.
- WTW (*Well to wheel*) indica les emissions produïdes durant producció, distribució del combustible i l'ús de vehicles.

Per tal de disminuir les emissions GEH per transport de carretera són necessaris els avenços tecnològics adreçats a reduir la dependència amb

¹ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2009.140.01.0136.01.SPA

² https://ec.europa.eu/clima/policies/effort_en

³ <https://govern.cat/govern/docs/2020/06/03/12/45/59fa30f5-5c08-40d2-9d85-eea280d26735.pdf>

⁴ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/Inventario-Contaminantes.aspx>

les energies fòssils. Aquestes necessitats han impulsat l'aparició en el mercat de vehicles pel transport de mercaderies amb energies alternatives, com l'elèctrica i el gas natural comprimit, per exemple. Si bé aquestes solucions són viables a nivell tècnic, sovint es troben davant de problemes d'implementació pràctica, ja sigui per falta d'infraestructura de subministrament energètic (com és el cas, per exemple, de la infraestructura de recàrrega elèctrica) i/o aspectes normatius, per citar alguns exemples. A aquestes dificultats, cal afegir la incertesa de com evolucionen tant aquestes traves inicials o d'altres futures que puguin sorgir, com la pròpia tecnologia en el temps. Tot plegat introdueix un important nivell d'incertesa en la decisió de compra de nous vehicles amb energies alternatives per part de les empreses de transport de mercaderies.

Davant d'aquesta situació, i per tal de facilitar i promocionar aquesta decisió de compra i adquisició de nous vehicles amb diferents tecnologies de motor, és recomanable establir uns escenaris futurs per analitzar l'evolució de la variable de decisió i, a partir d'aquí, establir la viabilitat econòmica d'adquirir determinades tecnologies de motors en el moment actual.

En virtut d'això, l'objectiu d'aquest document és l'elaboració d'una guia per a l'adquisició de vehicles de mercaderies amb energies alternatives a la convencional destinada a les empreses de transport terrestre. Els resultats del treball han d'ajudar a la presa de decisions de les empreses de transport de mercaderies sobre les tecnologies de motors a adquirir actualment.

1.2. Metodologia i estructura del document

El procés de treball seguit en aquest document es reflecteix en la Figura 1. Tal com indica la figura, a partir de diferents informes i entrevistes s'han identificat diverses variables de decisió (tipus de vehicles, cost de l'energia, subvencions, etc.), el que ha servit de base per a l'elaboració del procés de presa de decisió de l'adquisició de vehicles amb diverses tecnologies d'energia i la posterior redacció de la guia.

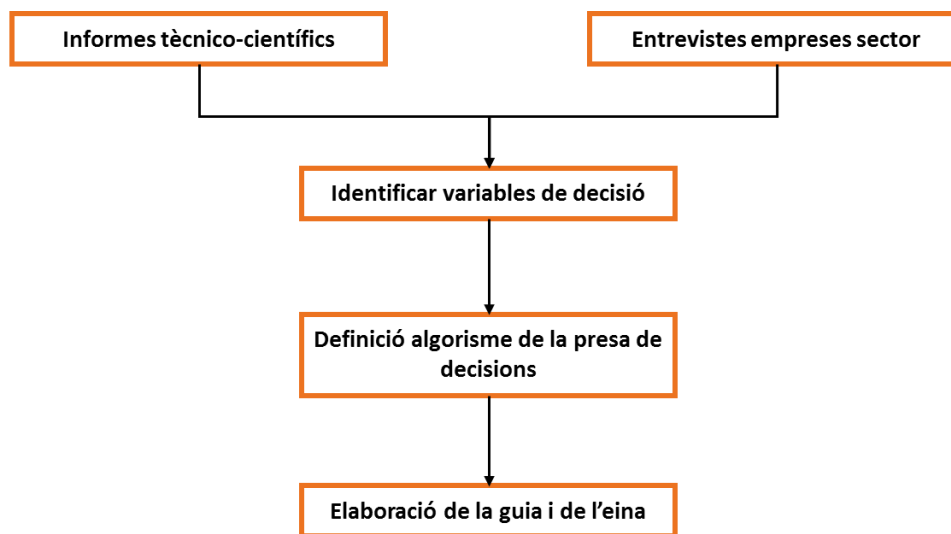


Figura 1: Procés realitzat en el document

En virtut d'aquesta metodologia el document s'ha estructurat de la següent manera:

- **Estat de la tecnologia:** anàlisi de totes les tecnologies actuals en el mercat, principals inconvenients i avantatges, normativa, així com de la infraestructura de recàrrega.
- **Guia d'adquisició de vehicles:** estructura i passos a seguir sobre la utilització de la guia d'adquisició de vehicles.
- **Avaluació econòmica i tècnica:** s'analitza la idoneïtat econòmica des d'una doble vessant, tant en termes de període d'amortització de la inversió com en productivitat diària dels vehicles en funció de l'autonomia, temps i infraestructura de recàrrega.
- **Avaluació de la infraestructura:** anàlisi de la situació actual de la infraestructura de recàrrega.
- **Riscos i oportunitats:** es crea una matriu de riscos/oportunitats de cada tecnologia i es projecta temporalment pels escenaris a 5, 10 i 15 anys, per tal de comparar els períodes d'amortització de les inversions (en l'anterior bloc) amb els riscos. Així mateix es mostra una matriu DAFO (Debilitats, Amenaces, Fortaleses i Oportunitats).
- **Emissions:** es mostra un inventari de les emissions per a cada tipus de tecnologia.
- **Exemples:** es realitzen dos exemples (vehicle lleuger i vehicle pesant) per ensenyar el funcionament de la guia d'adquisició de vehicles.

- **Consideracions finals:** idees i reflexions més importants dels punts anteriors.

2. Estat de la tecnologia

2.1. Introducció

En aquesta secció es descriuen detalladament les principals tecnologies, actuals, en relació als motors de propulsió de vehicles de mercaderies, incloent llurs infraestructures, normatives, directrius, subvencions actualment vigents, així com emissions relacionades. Primerament, s'introdueix una definició general dels diferents tipus de fonts d'energia. Posteriorment, s'inclou una descripció de cadascun dels motors aptes i habitualment comercialitzats per a cada tipus de combustibles. La descripció es complementa amb un recull de les infraestructures de recàrrega esteses arreu de l'estat, així com les normatives, directrius i subvencions vigents.

2.2. Tecnologies actuals

Els combustibles són aquells elements que desprenen energia mitjançant una reacció química, la combustió. Es tracta d'una reacció d'oxidació en la qual l'oxigen reacciona amb un carburant alliberant l'energia utilitzada pel moviment del vehicle. En aquest document els combustibles que s'estudien són: els convencionals (gasolina i dièsel), el gas (gas natural comprimit, gas natural líquat i gas líquat de petroli) i l'hidrogen.

Per altra banda, s'anomena energia elèctrica a la forma d'energia fruit de l'existència d'una dissimilitud de potencial entre dues parts. La qual cosa coincideix a establir un corrent elèctric entre ambdues parts quan se'ls posa en contacte mitjançant un conductor elèctric.

A continuació es descriuen cadascun d'ells més acuradament.

2.2.1. Convencional

Descripció

Els combustibles convencionals es diferencien entre la gasolina, o benzina, i el dièsel, o gasoil. El funcionament dels respectius motors en cada tecnologia es podrien sintetitzar en:

- *Motor de gasolina* (motor d'explosió): tots aquells motors de combustió interna que obtenen l'energia mecànica directament de l'energia química produïda per l'explosió d'un combustible.

- *Motor dièsel*: és un motor tèrmic que transforma calor en treball mecànic a través del gradient de temperatura entre una font de calor (focus calent) i un embornal de calor (focus fred).

Tipologia de vehicles

La utilització d'aquests dos tipus de motor és diferent dependentment del volum o càrrega útil per a la qual estan dedicats: els camions de càrrega reduïda o mitjana utilitzen majoritàriament els motors a gasolina, especialment a països com els Estats Units, Canadà, Rússia i la Xina; mentre que per a camions més grans de càrrega pesada l'opció preferida és el motor dièsel.

Mercat

Actualment, és la tecnologia present a tots els tipus de vehicles de mercaderies del mercat.

2.2.2. Gas

Descripció

Els motors que fan ús de combustible gasós són motors que de la mateixa manera que com els que fan ús de carburants líquids com la gasolina o el dièsel, utilitzen una cambra de combustió interna. Entre aquests es poden identificar els següents:

- *Gas natural vehicular (GNV)*: és una font d'energia fòssil, està constituïda per una barreja d'hidrocarburs, molècules formades per àtoms de carboni i hidrogen. Hi ha dos tipus de GNV: en estat gasos (GNC) i en estat líquid (GNL).
- *Gas líquid de petroli (GLP)*: és una barreja de butà i propà amb una composició, característiques i proporcions que el converteixen en apte per a la automoció.

Tant el GNC com el GNL es poden substituir per l'anomenat gas natural renovable, el biogàs. Aquest gas és un combustible generat a través dels processos de degradació de matèria orgànica (residus animals, vegetals i aigües residuals) que, un cop net, es transforma en biometà, un combustible renovable que es considera neutre d'emissions de CO₂. Aquest canvi de gas no requereix realitzar cap modificació, ni inversió addicional, tant en infraestructura com al motor.

Un altre tipus de motor que es pot utilitzar per a gas és el bifuel⁵. El motor

⁵ <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2013-26-0015/>

bifuel és un motor de combustió interna que utilitza alternativament un combustible líquid (gasolina o dièsel) i un combustible gasós (GNL, GLP o rarament hidrogen), emmagatzemats en dipòsits diferents i seleccionats per un sistema de control del mateix vehicle o bé a voluntat del conductor. El motor pot funcionar només amb combustible fòssil però no solament amb gas. La possibilitat d'operar amb dièsel o gasolina disminuiria les preocupacions sobre no poder trobar una estació de proveïment de gas.

Tipologia de vehicles

Els motors GNC acostumen a ser emprats en vehicles particulars de tot tipus i en vehicles urbans tals com: autobusos urbans, camions de recollida de brossa, flotes de distribució (furgonetes i camions lleugers) i taxis. En canvi, els motors amb GNL s'utilitzen per a vehicles pesants i de llarg recorregut.

Els motors de gasolina de doble combustible i GLP són menys comuns als vehicles pesants, però s'utilitzen en gran mesura en vehicles lleugers i mitjans.

Avui dia hi ha quatre tecnologies bàsiques de motors⁶ relacionades amb l'ús de l'GLP com a combustible:

- Motors d'encesa per guspira (cicle Otto), motors específics (mono combustible).
- Motors d'encesa per guspira (cicle Otto), motors de gasolina de dos combustibles i GLP.
- Motors dièsel d'encesa per compressió dièsel / GLP de doble combustible (HDDF en motors HD).
- Motors de turbina.

Comparació amb els combustibles convencionals

Els principals avantatges del GNC respecte dels convencionals són:

- Permet una molt bona autonomia combinada amb el dièsel en els híbrids dièsel-GNC.
- La càrrega és molt ràpida, carregant el combustible en un temps aproximat al d'una càrrega de dièsel.

⁶ <https://www.wlpga.org/wp-content/uploads/2017/11/LPG-for-Heavy-Duty-Engines-2017.pdf>

- El GNC és més lleuger que la mescla de gasos que constitueixen l'atmosfera, per la qual cosa s'eleva quan es vessa, el que redueix el risc.

El principals beneficis del GLP són:

- Disponible en grans quantitats arreu del món i en excedents de producció.
- Més econòmic que la gasolina i el dièsel en la majoria dels casos. El GLP es converteix en el combustible alternatiu més assequible.
- Ofereix el rang de funcionament més llarg de qualsevol opció de combustible alternatiu. Gràcies a un índex d'octanatge més alt i a l'eficiència.
- Els motors de GLP poden utilitzar relacions de compressió més altes, el que dona com a resultat una major potència i una millor eficiència en el consum de combustible.
- Amb els sistemes moderns, la potència i el parell motor del GLP és major o igual al seu equivalent en gasolina.
- El GLP s'emmagatzema a pressions més baixes que el GNC, el que fa que els tancs d'emmagatzematge siguin més lleugers i econòmics.
- Els tancs de GLP són 20 vegades més resistents a les perforacions que els tancs de gasolina o dièsel.

Els nous camions pesats amb GNL ofereixen el mateix rendiment, facilitat de conducció i consum de combustible que els models dièsel. Els nous vehicles amb GNL s'ofereixen amb 420 o 460 CV per a operacions de transport pesant regional i de llarg recorregut. És per això que el GNL^{7 8} constitueix actualment un combustible alternatiu al dièsel per al transport per carretera a llarga distància. Per exemple, el motor de gas de 460 CV de Volvo ofereix un parell motor màxim de 2.300 Nm, mentre que la versió de 420 CV produeix 2.100 Nm. Aquestes xifres són similars a les dels corresponents motors dièsel de Volvo.

Pel que fa als dipòsits de combustible: disponible amb 115 kg (275 l), 155

⁷ <https://www.broadviewenergysolutions.com/lng-distribution/lng-road-transport/>

⁸

https://www.researchgate.net/publication/300468826_LNG_an_alternative_fuel_for_road_freight_transport_in_Europe

kg (375 l) o 205 kg (495 l). També compten amb un petit dipòsit de dièsel (Gasnam).

Els motors bifuel tenen una sèrie d'avantatges potencials:

- La flexibilitat de combustible.
- Major relació de compressió.
- Millor eficiència.
- Fàcil conversió de motors de combustió interna existents sense grans modificacions de hardware.

Manteniment

Els vehicles tant de GNC com de GNL es revisen o reparen als tallers oficials dels fabricants o tallers autoritzats, amb un cost pràcticament igual o inferior al d'un vehicle dièsel o de benzina, tenint en compte el canvi d'oli i/o filtre d'interval·s fixos i la verificació del sistema de gas. Pel que fa als depòsits, els vehicles GNC han de ser revisats cada 5 anys, mentre que els de GNL han de ser revisats cada 10 anys.

Les característiques i els interval·s de les operacions de manteniment i seguretat dels vehicles de GLP són similars als vehicles amb GNC.

Autonomia i recàrrega

Pel que fa a la infraestructura d'aprovisionament de gas natural, existeixen dos tipus d'instal·lacions: les connectades a la xarxa de gas exclusiva dels proveïdors del GNC, i les que compren el GNL per emmagatzemar-lo en tancs criogènics per a distribuir-lo com GNL o regasificar-lo com GNC. La primera es caracteritza per la infraestructura, que ha d'estar pròxima al proveïdor del GNC, ja que es necessari connectar-se a la xarxa. En conseqüència, la inversió s'incrementa de manera significativa com més allunyada es troba l'estació.

Pel que fa a la infraestructura de recàrrega, la càrrega de GLP no comporta un canvi d'hàbits en la conducció ja que els sortidors públics d'aquest combustible es troben a les mateixes estacions de combustible convencional i el temps de parada és similar.

L'autonomia operativa d'un GNL o GNC pot variar en funció del model. En el cas dels GNL poden arribar als 1.600 km. D'altra banda, els GNL es troben al voltant dels 1.200km.

Mercat

El gas és la tecnologia que està sorgint amb més força al mercat de vehicles de mercaderies, on es poden trobar la majoria de models respecte als convencionals.

2.2.3. Hidrogen

Descripció

Els vehicles a hidrogen funcionen amb un motor elèctric, on l'energia per a que funcioni s'obté de l'hidrogen emmagatzemat que es converteix amb electricitat per la pila de combustible.

Tipologia de vehicles

Les bateries elèctriques són idònies per als vehicles de baix pes i per desplaçaments de curta distància, en canvi les piles de combustible són més adients per als vehicles pesants i de llarga distància.

Autonomia i recàrrega

El principal avantatge que assenyalen els fabricants dels vehicles de pila de combustible en comparació amb els elèctrics és el temps per a una recàrrega completa. Les marques asseguren que ronda els cinc minuts, com ara l'Honda Clarity Fuel Cell o el nouvingut Nexe Hyundai.

Recarregar el tanc d'hidrogen és una tasca pràcticament idèntica a la recàrrega amb combustibles tradicionals: a través d'una mànega que queda segellada al dipòsit.

L'autonomia d'aquest tipus de vehicles és molt similar a la de vehicles de combustió. La primera generació de pila de combustible de Hyundai arribava gairebé als 430 km, mentre que aquesta segona generació, amb el Nexe, l'autonomia màxima s'estima que serà al voltant dels 600 km.

Un exemple⁹ d'un vehicle de pila de combustible és el HDC-6 Neptune de Hyundai que aposta per l'hidrogen com a combustible de futur. El camió HDC-6 Neptune Concept és un prototip de camió pesant per a trajectes de llarga distància 100% elèctric gràcies a una pila d'hidrogen. Aquest model compta amb una autonomia d'entre 1.000 i 1.300 quilòmetres. Per al fabricant coreà, l'hidrogen té unes característiques que el fan competitiu com a combustible alternatiu de futur: àmplia autonomia, menor temps de càrrega, major càrrega útil del vehicle i menors costos

⁹ <https://www.lavanguardia.com/motor/eco/20200709/482197037684/hyundai-xcient-fuel-cell-camion-pila-de-combustible-hidrogeno-europa.html>

operatius.

Mercat

Actualment, no es troben vehicles de mercaderies amb pila d'hidrogen al mercat espanyol. Tot i això, hi ha algun model comercialitzat al mercat europeu, com ara algun vehicle lleuger.

2.2.4. Elèctric

Descripció

Un vehicle elèctric és un vehicle propulsat per un o més motors elèctrics, utilitzant energia elèctrica emmagatzemada en bateries recarregables. El motor elèctric és una màquina rotativa que transforma l'energia elèctrica en energia mecànica.

Les bateries que s'han imposat en el darrers temps són les d'ió liti, atès que milloren les prestacions de les bateries tradicionals de plom o de níquel. Aquesta tecnologia s'està desenvolupant a gran velocitat, amb voluntat d'incrementar la seva capacitat d'emmagatzematge d'electricitat i la seva vida útil, i se'n redueixi el preu i el pes. Per aquest motiu, diversos fabricants ofereixen la compra de la bateria del vehicle per separat, o fins i tot el seu arrendament.

Tipologia de vehicle

Aquestes tendències en la reducció de costos i la millora de la densitat específica han dut a un ràpid augment de vehicles elèctrics de passatgers (superant els 2 milions de vendes a nivell mundial), autobusos urbans elèctrics i l'aparició de camions pesants.

Actualment, es poden trobar tres tipus de bateries recarregables per a l'ús de vehicle elèctric al mercat. Basen el seu funcionament en l'emmagatzematge d'energia elèctrica emprant un electròlit de liti, potassi o sodi, que aconsegueix els ions necessaris per a la reacció electroquímica reversible, i té lloc entre el càtode i l'ànode. A continuació s'expliquen els tres tipus:

- *Bateria recarregable ió-liti:* són les més usades en el mercat actual pel fet que compten amb una major densitat d'emmagatzematge d'energia. No obstant això, el liti és un recurs limitat. És per això que s'han de buscar alternatives, d'aquí neix la idea de les bateries d'ió-potassi i ió-sodi.

- *Bateria recarregable ió-potassi*: tenen un disseny de la cèl·lula més simple i tant el material utilitzat, com els procediments necessaris per a la fabricació de les cèl·lules són més barats. El principal avantatge que ofereix aquest tipus de bateries enfront de les d'ió-liti és l'alta disponibilitat de grafit de potassi.
- *Bateria recarregable ió-sodi*: també s'ofereixen com una alternativa econòmica enfront de les bateries ió-liti. Aquestes bateries poden contenir tanta energia com les de liti a un cost molt de menor pel fet que el sodi és una sal omnipresent i barata. No obstant això, per a fer possible el seu ús, s'ha de canviar el grafit usat en l'ànode per òxid d'estany.

Autonomia i recàrrega

Pel que fa a la recàrrega, hi ha quatre modes de càrrega (veure l'apartat 2.3.1), que varien en funció del tipus de corrent, de la velocitat de càrrega i de la infraestructura necessària. Aquests modes són: punt de recàrrega normal, estació de recàrrega semi-ràpida, estació de recàrrega ràpida i punt de càrrega ultra-ràpida. Algunes necessiten que el vehicle disposi d'instal·lació elèctrica d'alta tensió.

El fet de poder optar a aquestes quatre tipologies depèn dels sistemes de control de càrrega incorporats en aquests vehicles i de la capacitat de la bateria. I el mode de recàrrega (la potència amb què es fa la càrrega) depèn del dispositiu que té el punt de recàrrega. S'ha de tenir en compte que els vehicles lleugers necessiten un temps inferior de recàrrega que els pesants, ja que la capacitat de la bateria és molt més gran que la dels pesants.

Actualment, l'autonomia per aquest tipus de vehicles és d'entre 200 i 300 km com a màxim. Cal tenir en compte dos aspectes, per una banda, requereixen bateries més grans, el que implica més pes del vehicle, i, per altra banda, depenen molt de la càrrega que dugui el vehicle. A més càrrega o pes, l'autonomia és menor.

Manteniment

Els vehicles elèctrics tenen un manteniment més senzill, ja que no han de fer les tasques periòdiques relacionades amb els motors de combustió interna (bugies, olis, filtres...). Cal tenir present que els motors elèctrics no requereixen d'un manteniment específic per part dels mecànics i, per tant, les accions de manteniment periòdic programat requerides per un motor elèctric són de menor freqüència que les del motor tèrmic, com

per exemple el canvi de frens, (atès el sistema de recuperació d'energia a les frenades), o l'absència de canvis d'olis i corretges.

Per tant, els vehicles elèctrics es poden revisar o reparar als mateixos tallers on es revisen els altres vehicles, als concessionaris oficials o a qualsevol taller mecànic. A més, s'estan desenvolupant programes de formació que permetin a altres professionals (mecànics, serveis d'emergència, concessionaris...) obtenir la qualificació per manipular aquests tipus de vehicles.

Comparació amb els combustibles convencionals

Les condicions per als camions elèctrics amb bateria (BET, de l'anglès *Battery Electric Truck*) han canviat dràsticament des del 2010, un any en que els preus de les bateries d'ions de liti van rondar els 675-900 €/kWh amb densitats d'energia al voltant de 110 Wh/kg. En comparació amb 2018, els preus han baixat al voltant d'un factor de quatre, i les densitats s'han més que duplicat. En altres termes, les bateries són prou econòmiques i denses com per a considerar-se viables per al transport amb vehicles pesants.

Quant a les garanties del vehicle elèctric, aquestes depenen del fabricant. La majoria ofereix garanties similars a la resta dels seus vehicles i una garantia superior per a la bateria (atès el seu elevat cost).

Finalment, els vehicles elèctrics compleixen amb les mateixes directives de seguretat que els vehicles convencionals, per la qual cosa resulten igual de segurs en cas d'accident.

Mercat

Els vehicles elèctrics de mercaderies en el mercat encara són escassos. Cal destacar que tot i no haver vehicles pesants elèctrics comercialitzats, de furgonetes petites sí que n'hi ha.

2.2.5. Híbrid

Descripció

Es regeixen per dos tipus de motors: un motor elèctric i un motor tèrmic. Són dos motors encarregats de diferents tasques necessàries per al funcionament del vehicle. En aquest tipus de vehicle, és el propi vehicle el qui pren la decisió més eficient, i de forma autònoma, sobre quin motor a d'utilitzar en cada moment, llevat casos excepcionals de funcionalitats concretes d'alguns dissenys de vehicles.

Existeixen dos tipus d'híbrids:

- *Vehicle híbrid "tradicional" (HEV)*: el que realitza el treball la major part del temps és el motor de combustió, element que en ocasions, i en funció de la càrrega de la bateria, pot rebre el suport del propulsor elèctric. En ser el motor elèctric més eficient, en termes energètics, i en aprofitar l'energia que es perd al desaccelerar per recarregar la bateria, són vehicles capaços d'aconseguir un estalvi important en la despesa de combustible en comparació amb un turisme tradicional, especialment en zones urbanes a causa del gran nombre d'acceleracions i frenades. A altes velocitats aquest estalvi desapareix, entre altres coses, perquè les seves bateries no són prou grans per a proporcionar suport durant períodes de temps perllongats. Cal destacar que d'aquest tipus, per vehicles de mercaderies, no n'hi ha al mercat.
- *Vehicle híbrid elèctric endollable o PHEV* (de l'anglès, *plug-in hybrid electric vehicle*), és un vehicle híbrid elèctric que pot carregar les bateries endollant el vehicle a una font externa d'energia elèctrica, o fer-ho com els HEV.

Autonomia i recàrrega

En trànsit urbà, on es necessita menys potència, el cotxe funciona gairebé sempre usant les bateries i recuperant l'energia de les frenades, la qual cosa fa que aquests vehicles tinguin millors rendiments que els de combustible convencionals. D'altra banda, per recorreguts interurbans, cal destacar que l'autonomia del motor elèctric és baixa per als PHEV i molt baixa per als híbrids tradicionals (HEV), i per tant s'utilitza quasi sempre el motor dièsel o gasolina, per tant funcionaria com un convencional.

Manteniment

En aquests models la dependència dels tallers oficials autoritzats pels fabricants era molt visible al principi, atesa la complexitat tecnològica. Actualment, els tallers no oficials han rebut formació i estan igualment preparats. El cost de manteniment és lleugerament inferior al manteniment del vehicle amb combustió interna, ja que hi ha un motor elèctric que comporta accions de manteniment predictiu menys freqüents, juntament amb un ús menys intensiu del motor de combustió.

Mercat

Actualment en el mercat es poden cercar furgonetes amb tecnologies híbrides, especialment indicades per rutes urbanes per tal d'aprofitar el màxim la part elèctrica. Per altra banda, encara no hi ha oferta de vehicles pesants híbrids.

2.3. Tipus d'infraestructures d'energies alternatives

En aquesta secció es presenten les infraestructures d'ús públic (tant per vehicles de mercaderies com per turismes) per a la recàrrega del vehicle elèctric, a gas i d'hidrogen actualment disponibles en el mercat.

2.3.1. Infraestructura de recàrrega elèctrica

Aquest apartat es divideix en dos subapartats: el tipus de recàrrega de vehicles i els tipus d'estacions de recàrrega.

Tipus de recàrrega de vehicles

Els principals tipus de recàrrega per a vehicles elèctrics actualment en el mercat són:

1. Recàrrega amb pantògraf

La recàrrega mitjançant pantògraf s'està estenent, així i tot, aquest tipus de càrrega no s'estandarditzarà fins a l'arribada de la versió CCS¹⁰ (*Combined Charging System*). Actualment, s'està imposant a marxes forçades per la necessitat del mercat. Hi ha dos tipus de pantògraf en el mercat: càrrega mitjançant pantògraf estàndard i càrrega mitjançant pantògraf invertit.

La gamma de pantògrafs estàndards consta de vuit models amb una caiguda de 2,2 a 5 metres. Cada pantògraf està equipat amb una aixeta de 28 mm (la part superior) i un receptor de tres punts (la part inferior). Els clips de cable d'alta resistència estan instal·lats per prendre un cable d'alimentació més un cable de senyal.

El pantògraf invertit es connecta a una interfície ferroviària bàsica ubicada en el sostre del vehicle: això redueix el pes i el cost general del vehicle, millorant així la seva eficiència energètica i augmentant la capacitat de passatgers.

¹⁰ <https://thedriven.io/2018/12/10/what-is-ccs-charging/>

2. Recàrrega cablejada

Aquesta modalitat és, de fet, per als vehicles elèctrics ubicada a les cotxeres de les flotes municipals. La recàrrega es realitza fora del període d'operació del vehicle, normalment per la nit. La recàrrega cablejada en un vehicle es tracta d'una recàrrega a potències en el rang de (43 -200) kW en funció de la tipologia de càrrega. Es poden diferenciar tres tipologies de recàrrega lenta, en funció del seu connector: càrrega en AC, CHAdeMO i CCS.

3. Recàrrega per Inducció

La càrrega inductiva és una tipologia de recàrrega poc estesa. Aquest tipus de càrrega té uns estàndards de càrrega ja definits o en estat d'esborrany (IEC 61980, SAI J1773 i SAE J2954) però el mercat hi confia encara poc.

Les pèrdues no són menyspreables i els protocols de comunicació, igual que en el pantògraf invertit, no estan clars. Hi ha projectes pilots (*Euramet MICEV Project*¹¹, *The FastInCharge project concept*¹², *Innovative fast inductive charging solution for electric vehicles*¹³, entre d'altres) tant de càrrega inductiva estàtica com dinàmica a nivell europeu, però la seva explotació és poc aconsellable encara. La potència màxima instal·lada de recàrrega d'aquesta tecnologia és de 100 kW.

Tipus d'estacions de recàrrega

Existeixen quatre tipologies de recàrrega en funció de la potència de càrrega i de les capacitats del vehicle:

- *Punt de recàrrega normal*: es tracta de l'opció més senzilla però alhora la més lenta i consisteix en un endoll de 220 V amb un corrent d'entre 10-16 A, amb una configuració recollida a la normativa bàsica. Per a recarregar de forma completa la bateria d'un vehicle que acostuma a ser d'uns 20-64 kWh de capacitat, cal que el vehicle estigui endollat entre 6-8 h a un potència igual o superior a 3,6 kW i inferior a 15 kW. Han d'estar dotats per un connector CSS 2 (Combo 2).

¹¹ <https://www.micev.eu/>

¹² <https://ieeexplore.ieee.org/document/7386104>

¹³ <https://cordis.europa.eu/project/id/314284/es>



Figura 2: Connector CCS S (Combo 2). Font: efimob.

- *Estació de recàrrega semi-ràpida:* permet recarregar el vehicle en unes 3 hores de forma completa i usen una potència de corrent d'entre 7,5kW, fins als 20kW. S'associa sobretot per a donar cobertura a les estacions de recàrrega al sector terciari (centres d'oci, hospitals o centres comercials). Amb corrent alterna, dotat d'almenys un connector AC Tipus (Mennekes) i amb corrent continua, dotat almenys del CCS 2 (Combo 2) segons es defineix en l'estàndard IEC 62196-3 IV.



Figura 3: Connector Mennekes. Font: efimob.

- *Estació de recàrrega ràpida:* permet recarregar el 80% de la bateria en uns 20 minuts. Ofereix la recàrrega en corrent continu a 50kW, i en alterna 43kW. La seva ubicació adient és en vies ràpides o prop d'aquestes, ja que el temps que un vehicle hi estarà estacionat es correspon a una parada de descans, al voltant dels 25 minuts. Té una potència igual o superior a 40 kW e inferior a 100 kW. Podrà estar dotat simultàniament dels següents connectors segons es defineixen en l'estàndard IEC 62196-3 IV: CCS 2 (Combo 2), CHAdeMO i AC Tipus 2, sent únicament obligatori el disposar de l'estàndard europeu.

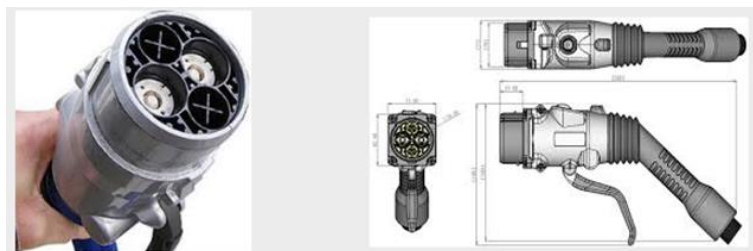


Figura 4: Connector CHAdeMO. Font: conducerucidad.

- *Punt de càrrega ultra-ràpida*: potència igual o superior a 100 kW. Podrà estar dotat simultàniament dels següents connectors segons es defineixen en l'estàndard IEC 62196-3 IV: CSS 2 (Combo 2), CHAdeMO i corrent alterna Tipus 2, sent únicament obligatori el disposar del estàndard europeu.

2.3.2. Infraestructures de recàrrega de gas

A Espanya¹⁴ hi ha 73 punts oberts de GNC i 37 projectes pilot, mentre que de GNL n'hi ha 48 d'oberts i 28 projectes pilot. Les últimes obertures de GNL estan ubicades a Murcia i València i són propietat d'HAM¹⁵ (és el líder en el servei integral de GNL i GNC, tant en indústries com en entorns mòbils-vehiculars, marítims, etc.). Les de GNC estan localitzades a Fuenlabrada i Ciudad Real i són propietat de Naturgy.

A Europa, la infraestructura s'està desenvolupant de forma molt ràpida i alguns països com Alemanya tenen ja més de 1.000 estacions GNC.

Les estacions de servei de gas són similars a les tradicionals, funcionen en règim d'autoservei mitjançant sistemes de pagament automàtic i assortidors específics per a cada combustible. Existeixen dos tipus d'estacions de servei (EESS) de gas:

- GNC: orientades a vehicles lleugers i semi pesants, subministren gas natural a alta pressió, sempre en fase gas.
- GNC+GNL: a més de GNC disposen de gas natural en fase líquida, orientada a vehicles pesants que permeten una gran autonomia.

La Figura 5 mostra els punts de recàrrega públics de GNL presents a Espanya. De manera detallada, segons Gasnam, a Catalunya hi ha presents 7 estacions públiques obertes de GNL i 2 en projecte. Les estacions obertes es situen a: Tarragona, Sant Sadurn d'Anoia, Santa

¹⁴ <https://gasnam.es/>

¹⁵ <https://www.ham.es/>

Perpètua de Mogoda, Abrera, Hospitalet de Llobregat y Barcelona. Les estacions en projecte es troben en El bruc i Sant Joan Vilatorrada.



Figura 5: Punts de recàrrega de GNL. Font: Gasnam.

La Figura 6 mostra els punts de recàrrega públics de GNC.

A Catalunya, es troben 18 estacions públiques obertes de GNC i 4 en projecte. La majoria de les estacions es troben a la Província de Barcelona.

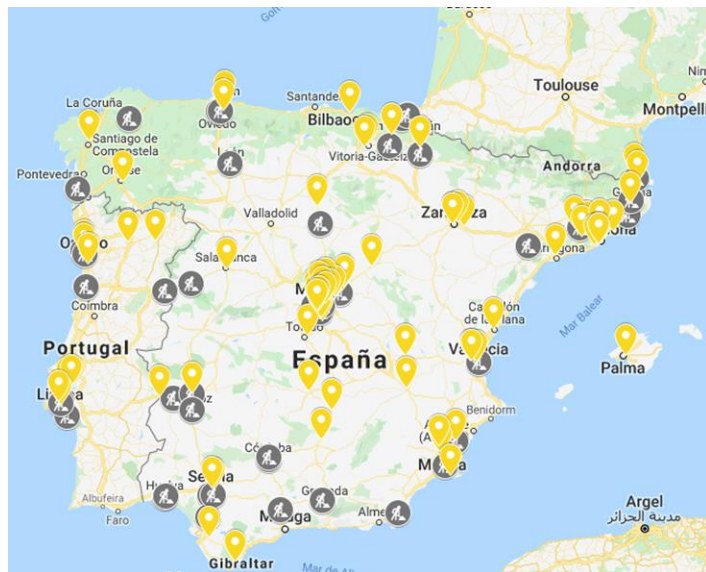


Figura 6: Punts de recàrrega de GNC. Font: Gasnam.

El funcionament dels punts de recàrrega de GNL és descriu a la Figura 7. El procés és:

- El GN arriba a l'estació de servei a través del gasoducte.
- Un compressor específic de GNC aspira el GN del gasoducte.
- El GNC és enviat a l'emmagatzematge compostat per un grup de botelles a alta pressió.
- Aquest emmagatzematge és el que garanteix que el combustible estigui llest per a ser comercialitzat.
- Finalment, mitjançant una canalització des del conjunt d'emmagatzematge de GNC fins als dispensadors específics.

Hi ha dos tipus d'endolls als dispensadors:

- NGV1: és el que s'utilitza per als vehicles lleugers i furgonetes.
- NGV2: s'utilitza per a vehicles pesants.

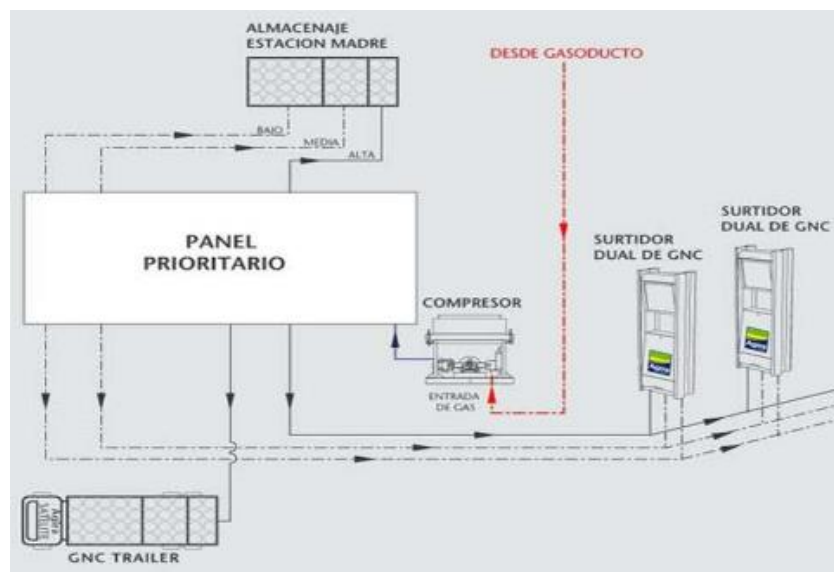


Figura 7: Funcionament gasinera de GNL. Font: agas21

A més, les estacions públiques de GLP a Espanya estan representades a la Figura 8, on es pot observar que Catalunya té una alta concentració d'estacions públiques.

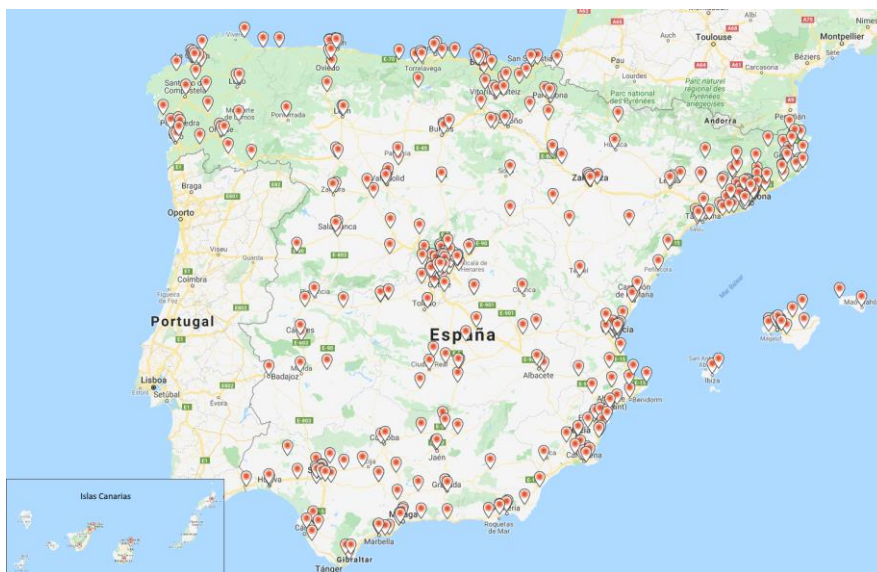


Figura 8: Punts de recàrrega de GLP. Font: iRCONGAS.

La Figura 9 mostra un exemple d'assortidor de GLP que està instal·lat a continuació d'un assortidor convencional a una gasolinera.



Figura 9: Sortidor de GLP. Font: ircongas.

2.3.3. Infraestructures de recàrrega d'hidrogen

Les infraestructures d'hidrogen estan formades per dues parts¹⁶: el sistema d'emmagatzematge i els compressors.

¹⁶ <https://www.nrel.gov/hydrogen/hitrf-animation.html>

Sistemes d'emmagatzematge d'hidrogen

Hi ha tres tipus d'emmagatzematge:

- Baixa pressió: onze dipòsits d'hidrogen d'acer a una pressió fins a 200 bar que poden emmagatzemar 190 quilograms d'hidrogen a pressió completa.
- Pressió mitjana: sis dipòsits d'hidrogen a una pressió de fins a 415 bar que poden emmagatzemar 85 quilograms d'hidrogen a pressió completa.
- Alta pressió: sis dipòsits d'hidrogen tipus II a una pressió de fins a 900 bar que poden emmagatzemar 90 quilograms d'hidrogen a pressió completa.

Compressors

Hi ha tres tipus de compressors:

- Compressor de baixa pressió a mitjana pressió pot prendre hidrogen des de 7 bar fins a 415 bar.
- Compressor de pressió mitjana a alta pressió pot prendre hidrogen des de 415 bar fins a 900 bar.
- Compressor de baixa pressió a alta pressió pot prendre hidrogen de 20 bar a 478 bar en la primera etapa i de 478 bar fins a 930 bar en la segona etapa.

Punts de recàrrega

S'han de diferenciar dos tipus de punts de recàrrega de pressió¹⁷ a 350 bar i a 700 bar. Aquests primers són per a vehicles pesants i autobusos, mentre que els segons són per a vehicles lleugers i turismes.

Les estacions d'hidrogen que hi ha actualment a Espanya són: Puertollano, Sevilla, Albacete (350 bar autobusos i turismes), Osca (350 bar turismes)¹⁸ i Saragossa. Hi ha projectes pilot¹⁹ en marxa que es realitzen a: Tarragona, Lleida i Mallorca. I projectes antics a Barcelona i Madrid.

¹⁷ https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2020/01/Path-to-Hydrogen-Competitiveness_Full-Study-1.pdf

¹⁸ <https://h2-map.eu/>

¹⁹ <http://h2piyr.eu/es/objetivos-del-proyecto/>

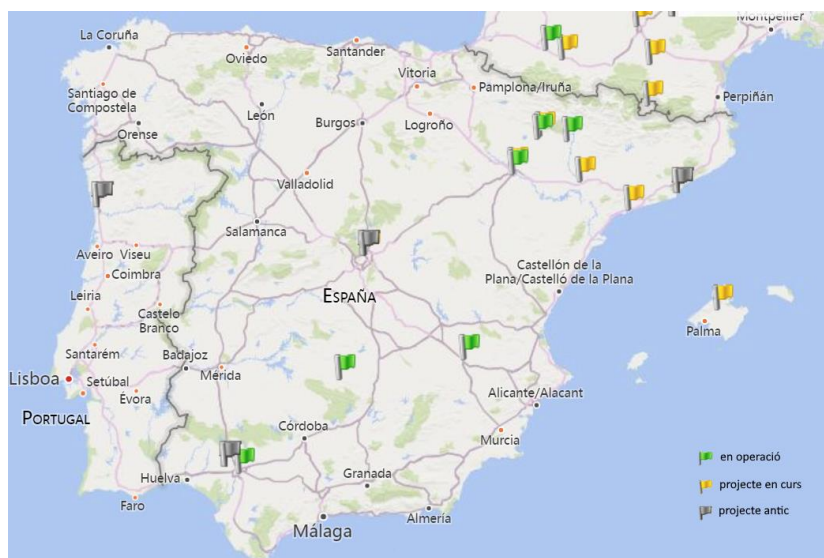


Figura 10: Punts de recàrrega d'hidrogen. Font: aeh2

La Figura 11 és un exemple d'un assortidor d'hidrogen. La recàrrega d'un vehicle propulsat per hidrogen és tan senzilla com la d'un vehicle tradicional.



Figura 11: Sortidor hidrogenera. Font: cnh2

Hi ha diversos projectes europeus²⁰ amb l'objectiu d'ampliar les infraestructures de recàrrega d'hidrogen, alguns d'ells són: CHIC²¹, H2Haul²², CAMELOT²³, FURTHER-FC²⁴, entre d'altres. Una de les hipòtesis

²⁰ <https://www.fch.europa.eu/page/fch-ju-projects>

²¹ <https://cordis.europa.eu/project/id/256848>

²² <https://www.h2haul.eu/>

²³ <https://www.fch.europa.eu/page/transport#CAMELOT>

²⁴ <https://www.fch.europa.eu/page/transport#FURTHER-FC>

que hi en aquest sector és que hi hauria suficient en introduir un 5% d'hidrogen a la xarxa per evitar l'emissió de més de 5 milions de tones de CO₂ equivalent.

2.4. Subcategoria de flotes de vehicles de mercaderies

Per a distingir els tipus de vehicles a Espanya existeix una classificació que està enfocada a distingir la funcionalitat, la massa, quines carregues poden transportar, entre altres factors.

D'aquesta forma, per exemple, la categoria “M” és el vehicle convencional pel transport de persones i el seu equipatge. La categoria “N”, per la seva banda, està dissenyada pel transport de mercaderies i queden subdividits segons la massa i la quantitat que poden transportar. La categoria “O” quedaria reservada per a vehicles amb remolc, que estan capacitats per a transportar en el mateix temps persones i mercaderies. La “L” és la lletra reservada per a les motos i vehicles de menys de quatre rodes. La categoria “T” està enfocada a tota mena de vehicles agrícoles de molts diversos tipus que a més es complementa amb la “R” destinada a tota classe de remolcs.

Més detalladament, la categoria de flotes de vehicles de mercaderies es divideixen en tres subcategories:

- Furgonetes o camions lleugers amb massa màxima no superior a 3,5 tones (N1).
- Camions pesants amb massa màxima superior a 3,5 tones (N2 o N3).
- Serveis especials realitzats amb vehicles de categoria N1, N2 i N3.

2.5. Normativa

La Unió Europea s'ha fixat l'objectiu²⁵ de reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle en un 80-100% al 2050 respecte als nivells de 1990, on l'últim valor representa una economia neutral pel clima al 2050.

L'objectiu és respectar els termes de l'Acord de París de 2015 i mantenir l'escalfament global d'aquest segle per sota dels 2°C en comparació amb els nivells preindustrials. Aquesta política ha tingut el seu trasllat

²⁵ https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/long_term_strategy_brochure_en.pdf

normatiu.

A continuació, es presenten les lleis, directrius, directives i reglaments més rellevants que afecten més a aquest informe.

2.5.1. Llei 34/2007²⁶

Llei 34/2007, de 15 de novembre, de qualitat de l'aire i protecció de l'atmosfera. Té per objecte establir les bases en matèria de prevenció, vigilància i reducció de la contaminació atmosfèrica amb el fi d'evitar i, quan aquest no sigui possible, disminuir els danys que d'aquesta puguin derivar-se per a les persones, el medi ambient i altres béns de qualsevol naturalesa.

2.5.2. Reial Decret 102/2011²⁷

Reial Decret 102/2011, de 28 de gener, relatiu a la millora de la qualitat de l'aire, té per objecte:

- a) Definir i establir objectes de qualitat de l'aire, d'acord amb l'annex III de la Llei 34/2007, respecte a les concentracions de diòxid de sofre, diòxid de nitrogen i òxids de nitrogen, partícules, plom, benzè, monòxid de carboni, ozó, arsènic, cadmi, níquel i benzo(a)pire a l'aire ambient.
- b) Regular l'avaluació, el manteniment i la millora de la qualitat de l'aire en relació amb les substàncies enumerades a l'apartat anterior i els hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP) diferents al benzo(a)pire.
- c) Establir mètodes i criteris comuns d'avaluació de les concentracions de les substàncies regulades en l'apartat 1, el mercuri i els HAP i dels dipòsits d'arsènic, cadmi, mercuri, níquel i HAP.
- d) Determinar la informació a la població i a la Comissió Europea sobre les concentracions i els dipòsits de les substàncies mencionades en els apartats anteriors., el compliment dels seus objectius de qualitat d l'aire, els plans de millora i altres aspectes.

²⁶ <https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-19744-consolidado.pdf>

²⁷ <https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-1645-consolidado.pdf>

- e) Establir, per amoníac (NH₃), d'acord amb l'annex III de la Llei 34/2007, mètodes i criteris d'avaluació i establir la informació a facilitar a la població i a intercanviar entre administracions.

Tot això amb la finalitat d'evitar, prevenir i reduir els efectes nocius de les substàncies mencionades sobre la salut humana, el medi ambient en el seu conjunt i altres béns de qualsevol naturalesa.

2.5.3. Llei 16/2017²⁸

Llei 16/2017, de 1 d'Agost, del canvi climàtic. L'objecte de la present llei és la regulació de les mesures encaminades a la mitigació i l'adaptació al canvi climàtic, la definició del model de governança de l'Administració pública amb la relació al canvi climàtic i l'establiment d'impostos com a instrument per actuar contra el canvi climàtic.

2.5.4. Directiva 2014/94/UE²⁹

La present Directiva estableix un marc comú de mesures per a la implementació d'una infraestructura per als combustibles alternatius a la Unió a fi de minimitzar la dependència dels transports respecte del petroli i mitigar l'impacte mediambiental del transport. La present Directiva estableix requisits mínims per a la creació d'una infraestructura per als combustibles alternatius, incloent-hi punts de recàrrega per als vehicles elèctrics i punts de proveïment de gas natural (GNL i GNC) i d'hidrogen, que s'hauran d'aplicar mitjançant els marcs d'acció nacionals dels Estats membres, així com mitjançant les especificacions tècniques comuns sobre aquests punts de recàrrega i proveïment, i els requisits d'informació als usuaris.

2.5.5. Revisió de la directiva EU de vehicles nets³⁰

El 8 de novembre del 2017, la Comissió Europea va presentar un paquet de mesures de mobilitat neta, consistent en propostes legislatives de vehicles de transport per carretera, infraestructures i transport combinat de mercaderies, mesures no legislatives presentades en un pla d'acció sobre combustibles alternatius, i una comunicació sobre mobilitat de baixes emissions.

²⁸ <https://www.boe.es/buscar/pdf/2017/BOE-A-2017-11001-consolidado.pdf>

²⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0094>

³⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017PC0653&from=EN>

El paquet inclou una proposta legislativa per a una directiva revisada sobre la promoció de vehicles nets de transport per carretera i energèticament eficients (Directiva sobre vehicles nets). El seu objectiu es promoure solucions de mobilitat neta en les licitacions públiques (compra arranament financer, arranament-venta de vehicles de transport per carretera i contractes de servei públic de transport públic de viatgers per carretera i ferrocarril) i, d'aquest mode, augmentar la demanda y el desplegament de vehicles nets.

Per als vehicles lleugers, la proposta proporciona una definició de vehicles nets basada en un llimitar combinat d'emissions de CO₂ i contaminats atmosfèrics, mentre que s'utilitza una definició basada en combustibles alternatius (electricitat, hidrogen, gas natural, incloent el biometà) per als vehicles pesants.

També permet adoptar un acte de delegar per utilitzar llimitars d'emissió per als vehicles pesants a traves de una futura adopció de normes d'emissió de CO₂ per aquets vehicles. Els llimitars d'emissió de CO₂ per als vehicles lleugers oscil·len entre 25 i 40 grams de CO₂/km el 2025 i arribaran a 0 el 2030.

2.5.6. Reglament (UE) 2019/1242 del parlament europeu i del consell³¹

Reglament (UE) 2019/1242 del Parlament Europeu i del Consell, de 20 de juny de 2019, pel qual es fixen els estàndards de rendiment de les emissions de CO₂ per a vehicles nous de càrrega pesada i es modifica el Reglament (CE) n° 595/2009 i (UE) 2018/956 de l'Europeu Directiva 96/53 / CE del Parlament i del Consell i del Consell.

Article 1: A fi de contribuir amb el compliment de l'objectiu de la Unió de reduir les seves emissions d'efecte hivernacle en un 30% per sota dels nivells de 2005 al 2030 en els sectors coberts per l'article 2 del Reglament (UE) 2018/843 i al complement dels objectius de l'Acord de París, així com de garantir el funcionament adequat del mercat interior, el present Reglament estableix els requisits de comportament en matèria d'emissions de CO₂ per als vehicles pesants nous per les que les emissions específiques de CO₂ del parc de vehicles pesants nous de la Unió han de reduir-se en comparació del CO₂ de referència de la forma

³¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R1242&from=EN>

següent:

- a) per als períodes de comunicació de l'any 2025 des d'ara, el 15%;
- b) per als períodes de comunicació de l'any 2030 des d'ara, el 30%, a menys que es decideixi d'un altre mode amb acord la revisió prevista en l'article 15.

Les emissions de CO₂ de referència es basaran en les dades de control notificades en virtut del Reglament (UE) 0218/956 per al període comprès entre l'1 de juliol de 2019 i el 30 de juny de 2020, des d'ara "el període de referència", exclosos els vehicles professionals, i es calcularan amb conformitat amb el punt 3 de l'annex I del present Reglament.

Article 2: àmbit d'aplicació:

1. El present Reglament s'aplicarà als vehicles pesants nous de les categories N2 i N3 que presenten les categories següents:
 - a) camions rígids amb una configuració d'eixos de 4x2 i una massa màxima en càrrega tècnicament admissible superiora 16 tones.
 - b) camions rígids amb una configuració d'eixos 6x2.
 - c) caps tractors amb una configuració d'eixos de 4x2 i una massa màxima de càrrega tècnicament admissible superior a 16 tones.
 - d) caps tractors amb una configuració d'eixos de 6x2.

També s'aplicarà, a l'efecte de l'article 5 i el punt 2.3 de l'annex I del present reglament, als vehicles pesants nous de la categoria N que no entren en l'àmbit d'aplicació del Reglament (UE) n.º 510/2011 del Parlament Europeu i del Consell que no compleixin les característiques establertes als punts a) a d) del paràgraf primer.

Les categories de vehicles mencionats als paràgrafs primer i segon del present apartat fan referència a les categories de vehicles tal i com es defineixen a l'annex II de la Directiva 2007/46/CE del Parlament Europeu i del Consell.

2. Els vehicles mencionats a l'apartat 1, als fins del present Reglament, es consideraran vehicles pesants nous en un període de 12 mesos determinats a partir de l'1 de juliol, si es matriculen a la Unió per primera vegada en aquest període i no ha estat matriculats prèviament fora de la Unió.

No es tindran en compte les matriculacions anteriors realitzades fora de la Unió menys de tres mesos abans de la matriculació a la Unió.

3. La Comissió adoptarà, mitjançant actes d'execució, un procediment específic per a identificar aquells vehicles pesants que estan certificats com a vehicles professionals de conformitat amb el Reglament (CE) n.º595/2009 i les seves mesures d'execució però no estan registrats com a tals, i aplicarà les correccions a les emissions específiques mitjanes anuals de CO₂ d'un fabricant per a tenir en compte aquests vehicles, començant pel període de comunicació de l'any 2021 i per a cada període de comunicació posterior. Aquests actes d'execució s'adoptarà de conformitat amb el procediment d'examen a que es refereix l'article 16, apartat 2. del present Reglament.

Per a mesurar les emissions de CO₂ i el consum de combustible, els fabricants de vehicles hauran d'utilitzar VECTO³², una eina de simulació desenvolupada per la Unió Europea. Es preveuen recompenses per als operadors proactius, així com mesures de recolzament financer.

2.6. Subvencions

2.6.1. Pla MOVES II

Abans conegut com a *Plan PIVE*. Consisteix en un pla per incentivar la mobilitat eficient i sostenible. Va dirigit a incentivar la compra de vehicles alternatius, instal·lar infraestructures de recàrrega de vehicles elèctrics; el desenvolupament d'incentius para implementar sistemes de préstec de bicicletes elèctriques i la implementació de mesures recollides als Plans de Transport als centres de Treball. De la resolució del Reial Decret 569/2020³³ es destaquen els dos articles que interessin més en aquest

³² Eina de simulació per a vehicles pesants (HDV) VECTO és la nova eina de simulació (des de l'1 de gener del 2019) que ha estat desenvolupada per la Comissió Europea i que s'utilitzarà per a determinar les emissions de CO₂ i el consum de combustible dels vehicles pesants (camions, autobusos i autocars) amb un pes brut del vehicle superior a 3500 kg. Les entrades per al VECTO són paràmetres característics per a determinar el consum d'energia de cada component rellevant del vehicle. Entre altres, els paràmetres de resistència al rodament, resistència a l'aire, masses i inèrcies, fricció de la caixa de canvis, potència auxiliar i rendiment del motor són valors d'entrada per a simular el consum de combustible i les emissions de CO₂ en cicles de conducció normalitzats.

³³ http://icaen.gencat.cat/web/.content/20_Energia/26_ajuts_financament/MOVES-II/Arxius/BOE-A-2020-6235.pdf

document, són els següents:

Article 7: Actuacions subvencionables.

- Actuació 1: Adquisició de vehicles d'energies alternatives (elèctric, híbrid, hidrogen, GN o GLP), essent opcional el desballestament d'un vehicle M1, M2, M3, N1, N2 i N3 matriculat abans de 1 de gener de 2013 en les adquisicions de vehicles nous M1, M2, M3, N1, N2 o N3, optant a un import superior d'ajust en el cas de desballestar-ne un.
- Actuació 2: Implantació d'infraestructura de recàrrega de vehicles elèctrics o a la pre-instal·lació. Són elegibles les diferents tipologies d'estacions i punts de recàrrega, amb el ventall de potències que ofereix actualment el mercat, amb el compliment tècnic recollit en l'Annex I del RD (Reial Decret).

Article 8: Aplicació pressupostària i import dels ajuts. A cada una de les activitats subvencionables definides a l'article 3 es destinaran els imports següents:

- Actuació 1: 6.979.586,12 euros. Imports que van dels 600 € per un quadricicle lleuger fins els 15.000 € per un camió, en funció de la tipologia de vehicle i tecnologia de propulsió. Els imports estan detallats a l'Annex III del RD.
- Actuació 2: 5.642.131,60 euros. Import màxim d'ajut per beneficiari de 100.000 €. Ajut del 30% per les persones jurídiques recollides al RD i del 40% per la resta de beneficiaris. Tots els punts de recàrrega han de ser com a mínim mode 3 i els d'accés públic, a més disposar com a mínim d'un connector tipus 2 ("Mennekes") de corren altern.

2.6.2. Altres subvencions

A continuació, es citen altres subvencions que hi ha tant en àmbit estatal com europeu.

- Subvencions de l'AMB³⁴ per ajudar els autònoms a renovar el parc mòbil amb vehicles menys contaminants i adaptar-lo a la ZBE Rondes BCN.

³⁴<https://www.amb.cat/ca/web/amb/actualitat/sala-de-premsa/notes-de-premsa/detall/-/notaprensa/l-amb-obre-la-primera-linia-de-subvencions-per-ajudar-els-autonoms-a-renovar/8903044/11696>

- Plan Renove 2020³⁵: incentiva la compra de vehicles nous (menys vehicles pesants), però també podrà ser aplicat a l'adquisició de vehicles utilitzats (menys vehicles pesants) sempre i quan estiguin particulars a partir de l'u de gener del 2020.
- Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya³⁶: impulsa un Pla de reactivació econòmica del sector del transport de mercaderies i la logística.
- Oficina Catalana del Canvi Climàtic: Resolució TES/738/2019³⁷, de 18 de març, de convocatòria de subvencions a ens locals de Catalunya per al desenvolupament d'actuacions de mitigació i d'adaptació al canvi climàtic per als anys 2019 i 2020 (ref. BDNS 445877).

2.7. Resum tecnologies

A continuació, es realitza una taula resum de les tecnologies descrites amb les principals característiques per a cadascuna d'elles.

³⁵ <https://www.boe.es/boe/dias/2020/07/06/pdfs/BOE-A-2020-7311.pdf>

³⁶ <https://territori.gencat.cat/ca/inici/nota-premsa/?id=386263>

³⁷ <https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/7841/1734855.pdf>

Taula 1: Resum tecnologies

| Tecnologies | Convencional (línia de referència) | Gas | Elèctric | Híbrid | Hidrogen |
|---|------------------------------------|--|--|---|---|
| Cost d'adquisició | | Semblant als convencionals | El doble que els convencionals. El cost depèn molt de la capacitat de les bateries que s'utilitzen | És més elevat per a híbrids endollables, ja que tenen un motor elèctric | El doble que els convencionals |
| Cost de manteniment | | Menys que els convencionals, però han de realitzar una revisió addicional cada 5 anys els GNC i cada 10 anys els GNL | La meitat que els convencionals | Inferior al convencional | No hi ha experiència |
| Infraestructura de recàrrega | | 111 (GNC) i 76 (GNL) gasineres a Espanya 23 (GNC) i 13 (GNL) gasineres a Catalunya | Hi ha més de 5.000 punts de recàrrega a Espanya (vehicles lleugers) Hi ha més de 900 punts de recàrrega a Catalunya (vehicles lleugers) | Semblant als elèctrics | 6 hidrogeneres a Espanya 0 hidrogeneres a Catalunya |
| Inversió addicional en infraestructura | | Sí (canvis en la infraestructura convencional) | Si | Si | Si |
| Autonomia dels vehicles | | [1.000, 1.600] km | Màxim 200 - 300 km. Per a més autonomia, es requereixen bateries més grans, amb preus més elevats. Depenent de la càrrega | Conducció totalment elèctrica fins els 50 km (híbrid endollable) | [400, 600] km |
| Flexibilitat de ruta | | | | Millor que els elèctrics, ja que tenen un motor dièsel | Pocs punts de recàrrega |
| Cost combustible | | Depèn del tipus de gas, el GNC és molt més baix que el GLP | Aproximadament 80% menys que el convencional | Aproximadament 15% menys que el convencional | Semblant al convencional, ja que el mercat no està extens |

3. Guia d'adquisició de vehicles

3.1. Introducció

Aquesta guia presenta les instruccions que s'han de seguir per avaluar l'opció més convenient en el moment de l'adquisició de vehicles de mercaderies. Es presenta un model de càlcul amb unes fórmules incorporades i gràfiques i taules preestablertes.

Està disponible una Eina en forma de full de càlcul en Excel, com annex a la Guia, ja que aquesta és l'eina que ha de permetre a les empreses aplicar a la pràctica la metodologia de la guia.

L'usuari disposa d'una interfície en la qual afegir les dades del vehicle que pretén adquirir. El model compararà els resultats que surten amb els resultats ja existents dels vehicles convencionals.

A partir d'aquesta eina es realitzen dos filtres segons els cost diferencial i pay-back, i l'anàlisi de la producció diària relacionant-la amb l'autonomia. Seguidament, a partir de les tecnologies filtrades és procedeix a l'últim filtre, que és l'anàlisi de la infraestructura segons la zona de la ruta i la ubicació de l'empresa. La tercera etapa és l'avaluació de la infraestructura, una anàlisi de identificar els punts de recàrrega a la zona de distribució. A continuació, amb les tecnologies resultants s'analitzen els riscos i/o oportunitats que poden tenir en un futur. Finalment, es realitza una anàlisi d'emissions i així procedir amb l'elecció final del vehicle.

3.2. Algorisme de decisió

El procés realitzat en aquest projecte ha estat analitzar tots els tipus de vehicles de mercaderies segons el tipus de tecnologia (motor) i la seva vida útil. Seguidament, l'esquema de la Figura 12 indica els criteris que es segueixen per a escollir el vehicle de mercaderies més apte per a l'empresa. Aquests criteris s'apliquen per a cadascuna de les tecnologies que hi ha al mercat per al tipus de vehicle que es vol comprar i es comparen entre elles per veure quina és la millor opció. També s'inclou el càlcul de les emissions i així complir les directrius europees.

Més concretament, el procediment és el següent:

1. A partir de la inversió inicial, si hi ha algun tipus de subvenció, el cost anual del combustible, cost del manteniment i la seva vida útil s'obté el cost diferencial, i per una altra banda s'analitza el pay-back. Això permet identificar les tecnologies que durant la seva vida útil tenen uns costos menys elevats. Amb això s'obté el Filtre I.
2. Mitjançant el quilometratge de la producció diària i l'autonomia dels vehicles que han passat la primera preferència i la producció diària màxima s'obté el Filtre II. És important observar que l'autonomia dels vehicles a adquirir depenen dels quilòmetres necessaris per a la producció diària. És més, una millor autonomia significa bateries amb capacitat més alta i de conseqüència preu més elevat per al vehicle. Com a resultat de què s'ha explicat anteriorment, abans de completar el pas 2, es necessita una reiteració del pas 1 que tingui en compte els nous preus dels vehicles.
3. Seguidament, es té en compte la infraestructura de recàrrega disponible a l'àrea d'acció del vehicle/es implicat, per tal que l'empresa tingui la màxima informació i així obté la preferència III. És possible que algunes tecnologies requereixin la construcció de fonts de recàrrega per part de l'empresa, el que això implica és afegir-lo a la comparativa de costos entre tecnologies.
4. Per últim, es crea una matriu de riscos i/o oportunitats per a cada tipus de motor segons la legislació, tecnologies actuals, economia, infraestructura, cost d'energia, eficiència i emissions. Això serveix per veure quines mancances hi ha actualment i quins avantatges tenen aquests tipus de motors. Posteriorment, es creen tres escenaris a 5, 10 i 15 anys per a cada tipus d'energia. De cada tecnologia es consideren diferents aspectes (preu d'adquisició, emissions, infraestructura...) que s'analitzen per veure com evolucionen en cadascun dels escenaris proposats. A partir d'aquests resultats s'obté l'elecció final.
5. Així mateix, dins del marc de la responsabilitat social i corporativa de les organitzacions, s'inclouria una avaluació de les emissions per a cada tipus de vehicle.

En la següent Figura 12 es mostra amb un esquema la metodologia que s'ha seguit per escollir el model final del vehicle a adquirir.

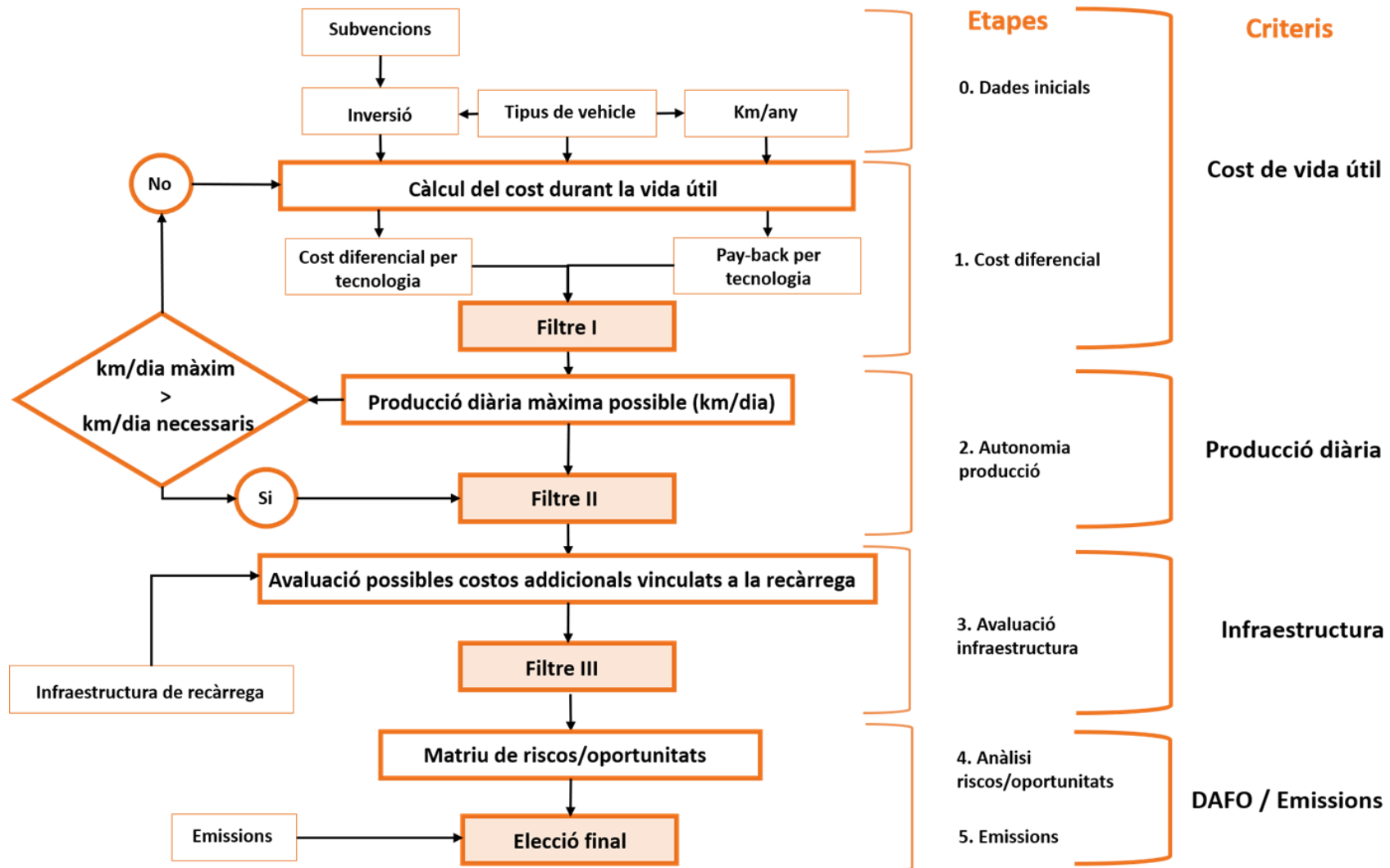


Figura 12: Esquema de la metodologia

A continuació, s'expliquen detalladament les etapes a seguir:

| Etapa | Procediment |
|----------------------------|--|
| <p>0. Dades inicials</p> | <p>Per dur a terme el procés de selecció del tipus de vehicle més convenient per a les empreses de logística, es necessiten les següents dades inicials:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estimació de costos d'adquisició, <i>renting</i> o <i>leasing</i> del vehicle. 2. Subvencions disponibles. 3. Quilòmetres anuals i diaris realitzats pel tipus de vehicle que es vol adquirir. <p>L'informe posa a disposició informació genèrica sobre els diferents tipus de tecnologies disponibles actualment en el mercat dels vehicles de transport de mercaderies. Però, és important que les empreses de logística sol·licitin pressupostos als fabricants de vehicles en relació amb les tecnologies que s'han introduït en l'informe. Aquests pressupostos es basen en les necessitats específiques de les empreses i permetran que els càlculs siguin el més acurats i representatius a la realitat.</p> <p>Un aspecte important a tenir en compte és la vida útil dels vehicles; els diferents experts entrevistats durant el desenvolupament del projecte coincideixen en el fet que les empreses logístiques utilitzen els seus vehicles més enllà de la vida útil oficial declarada pels fabricants. Per tant, l'eina que s'ha desenvolupat hauria de prendre com a dada d'entrada la vida útil del vehicle tal com la consideren les empreses (si no tenen experiència en una tecnologia en particular, haurien d'afegir 3 anys aproximadament a la vida útil declarada pel fabricant).</p> <p>Respecte a les subvencions, l'informe ofereix una descripció de les subvencions disponibles actualment en la comunitat autònoma de Catalunya, com el Pla Moves i el PIRVEC. Els enllaços disponibles on es pot trobar la informació actualitzada sobre les subvencions són:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajuts ICAEN • Ajuts Gasnam • Ajuts AeH2 <p>En quant als quilòmetres recorreguts per any, les empreses logístiques ja disposen d'aquesta informació (classificant entre viatges urbans, nacionals i internacionals).</p> |
| <p>1. Cost diferencial</p> | <p>Primerament, es calcula el cost diferencial actualitzat dels vehicles utilitzant la fórmula explicada a la secció 4.2 i el <i>pay-back</i> per tecnologia</p> <p>Al full de càlcul està l'eina on aquesta fórmula està aplicada a les dues primeres pestanyes (urbà i interurbà), on s'han d'afegir les informacions anomenades anteriorment (inversió inicial, vida útil, subvencions, cost del manteniment i quilometratge anual). En aquest moments, la variable cost de manteniment no té ningun valor, ja que encara no es té la suficient experiència amb les diferents tecnologies per poder tenir un cost.</p> <p>Com a resultat del càlcul s'obté una taula i un gràfic amb què es pot realitzar la primera comparació de les tecnologies. On el color verd de la taula ens informa la tecnologia més econòmica i la vermella la més elevada. També ens informa quants anys han de passar per amortitzar la diferència entre el cost d'adquisició inicial per a les tecnologies alternatives i la convencional</p> <p>Amb aquesta informació ja es pot realitzar el Filtre I.</p> |

2. Autonomia producció

En aquesta segona etapa s'examina l'**autonomia** dels vehicles. L'informe introdueix valors genèrics de l'autonomia, però com s'ha esmentat anteriorment és recomanable adaptar aquestes dades als valors d'adquisició proporcionats pels fabricants específics per a cada tecnologia. El valor de l'autonomia hauria de ser comparat amb el nombre màxim de **quilòmetres diaris recorreguts** pels vehicles. En cas que l'autonomia sigui menor que aquest valor, és necessari un valor més elevat d'autonomia i per tant el preu del vehicle seria més elevat. En aquest cas, el primer pas s'hauria de repetir a mesura que el preu canvia. Per a poder aplicar aquest càlcul s'ha d'anar al full de càlcul de producció diària, on s'han d'introduir els següent valors: velocitat mitjana de la ruta, autonomia del vehicle, temps de càrrega (tenir-ho en compte si és elèctric). Si l'autonomia és major o igual als quilòmetres necessaris per a ser recorreguts per dia, llavors el procés pot passar a l'etapa 3 ja que hauria passat el **Filtre II**.

3. Avaluació infraestructura

L'**etapa 3** consisteix en valorar la **infraestructura de càrrega** disponible a la zona d'interès. Depenent de la tecnologia que es consideri a l'anàlisi es proposa a continuació informació d'ús lliure a Internet, relativa a: *Electromaps*³⁸, **punts de recàrrega** per a vehicles elèctrics. En quant a les **estacions de servei de gas**, el lloc web de *Gasnam*³⁹ conté una àmplia informació. Respecte a les **estacions d'hidrogen**, la "*Asociación Española del Hidrógeno*"⁴⁰ disposa de la informació més recent. Aquest pas consisteix a verificar que la tecnologia preseleccionada fins aquest punt té estacions de càrrega disponibles i també ajudar a prendre la decisió més adequada en referència a la infraestructura de la càrrega.

4. Anàlisi riscos/oportunitats

L'última fase consisteix a utilitzar el filtre definitiu per a l'elecció de la tecnologia: la **matriu de riscos i oportunitats**, que permetrà comparar avantatges i desavantatges de cada tecnologia, i així ajudar a triar la tecnologia més òptima.

1. No risc: verd
2. Risc amb un sobre cost assumible: Groc
3. Risc que implica un sobre cost molt important: taronja
4. Risc que implica un sobre cost que invalida la solució: vermell

| Vehicles elèctrics | Riscos | Oportunitats | Valoració global |
|----------------------------|------------------------|-------------------------|--|
| Tecnologies actuals | Rendiment/ autonomia | | Risc que implica un sobre cost important |
| Econòmics | | Cost de manteniment 50% | |
| Infraestructura | Estacions de recàrrega | Potencial d'inversió | |
| Cost d'energia | | Baix | |
| Emissions | | No emissions | |

| Vehicles a gas | Riscos | Oportunitats | Valoració global |
|----------------------------|------------------------|--|----------------------------------|
| Tecnologies actuals | | Inversions | Risc amb un sobre cost assumible |
| Econòmics | Cost de manteniment | | |
| Infraestructura | Estacions de recàrrega | Potencial d'inversió | |
| Cost d'energia | Elevat/Baix | | |
| Eficiència | Menys eficients | | |
| Emissions | | Un 5% CO ₂ i 85% NO _x menys que el dièsel (vehicle lleuger)- | |

³⁸ <https://www.electromaps.com/>

³⁹ <https://gasnam.es/>

⁴⁰ <http://aeh2.org/>

| Vehicles de pila combustible | Riscos | Oportunitats | Valoració global |
|------------------------------|------------------------|----------------------|--|
| Tecnologies actuals | | Inversions | Risc que implica un sobre cost que invalida la solució |
| Infraestructura | Estacions de recàrrega | Potencial d'inversió | |
| Cost d'energia | Elevat | | |
| Emissions | | No emissions | |

5. Emissions

Anàlisi a partir dels valors de la secció 7

3.3. Etapa 0. Valors de referència

A continuació, es mostren els costos d'adquisició dels tipus de vehicles segons la tecnologia actual que hi ha al mercat i la seva vida útil. S'ha de tenir en compte que les dades són valors de referència (gener 2020) i aquests valors canvien molt ràpidament en el mercat actual. També cal destacar que sobre diversos tipus de vehicles no hi ha informació disponible (preu d'adquisició sense IVA i vida útil), ja que no existeixen en el mercat o les empreses automobilístiques no donen aquesta informació. D'altra banda, els preus del remolc o semiremolc són iguals per a totes les tecnologies, ja que no depenen del tipus de motor. Es cerquen tots els tipus de vehicles de mercaderies (furgoneta, tren de carretera, vehicle rígid de 3 eixos de càrrega general, etc.) segons la tipologia del motor (Euro VI per a dièsel i gas) que hi ha actualment al mercat.

Taula 2: Tipus de vehicles segons les tecnologies actuals. Font: Ministerio del Fomento⁴¹ i ICAEN.

| Tipus de vehicles: Interurbà | | Convencional | | Elèctric | | Gas | | Híbrid elèctric | | Hidrogen | |
|--|---------------------|--------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| | | Preu | Vida útil | Preu | Vida útil | Preu | Vida útil | Preu | Vida útil | Preu | Vida útil |
| Vehicle articulat de càrrega general en transport internacional | Cap tractor | 113.983 € | 5 | NA | NA | 120.000 € | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Semiremolc | 35.440 € | 7 | 35.440 € | 7 | 35.440 € | 7 | 35.440 € | 7 | NA | 7 |
| Tren de carretera | Camió carrossat | 106.546 € | 8 | NA | NA | 120.000€ | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Remolc | 30.052 € | 10 | 30.052 € | 10 | 30.052 € | 10 | 30.052 € | 10 | NA | 10 |
| Vehicle rígid de 3 eixos de càrrega general | Camió | 95.577 € | 9 | NA | NA | 160.000 € | NA | NA | NA | 200.000 € | NA |
| | Carrossat | 10.366 € | 8 | 10.366 € | 8 | 10.366 € | 8 | 10.366 € | 8 | 10.366 € | 8 |
| Vehicle frigorífic articulat | Cap tractor | 113.983 € | 6 | NA | NA | 120.000 € | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Semiremolc | 61.078 € | 10 | 61.078 € | 10 | 61.078 € | 10 | 61.078 € | 10 | NA | 10 |
| Vehicle frigorífic articulat en transport internacional | Cap tractor | 113.983 € | 5 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Semiremolc | 61.078 € | 9 | 61.078 € | 9 | 61.078 € | 9 | 61.078 € | 9 | NA | 9 |
| Vehicle cisterna articulat de mercaderies perilloses (químics) | Cap tractor | 113.983 € | 6 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Semiremolc cisterna | 87.270 € | 8 | 87.270 € | 8 | 87.270 € | 8 | 87.270 € | 8 | NA | 8 |
| Vehicle cisterna articulat de mercaderies perilloses (gasos GLP) | Cap tractor | 113.983 € | 6 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Semiremolc cisterna | 87.270 € | 10 | 87.270 € | 10 | 87.270 € | 10 | 87.270 € | 10 | NA | 10 |
| Vehicle cisterna articulat de productes d'alimentació | Cap tractor | 113.983 € | 6 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Semiremolc cisterna | 69.404 € | 10 | 69.404 € | 10 | 69.404 € | 10 | 69.404 € | 10 | NA | 10 |

⁴¹ https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/listado/recursos/observatorio_de_costes_enero_2019.pdf

| Tipus de vehicles: Interurbà | | Convencional | | Elèctric | | Gas | | Híbrid elèctric | | Hidrogen | |
|--|------------------------|--------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------------|-----------|----------|-----------|
| | | Preu | Vida útil | Preu | Vida útil | Preu | Vida útil | Preu | Vida útil | Preu | Vida útil |
| Vehicle cisterna articulat de productes pulverulents | Cap tractor | 113.983 € | 6 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Semiremorc cisterna | 67.883 € | 12 | 35.440 € | 7 | 35.440 € | 7 | 35.440 € | 7 | NA | 7 |
| Portavehicles (tren de carretera) | Camió | 98.402 € | 6 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Carrossat | 43.071 € | 12 | 30.052 € | 10 | 30.052 € | 10 | 30.052 € | 10 | NA | 10 |
| | Remorc | 54.817 € | 12 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Portavehicles industrials (tren de carretera) | Camió | 98.402 € | 6 | 10.366 € | 8 | 10.366 € | 8 | 10.366 € | 8 | NA | 8 |
| | Carrossat | 45.514 € | 12 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Remorc | 57.927 € | 12 | 61.078 € | 10 | 61.078 € | 10 | 61.078 € | 10 | NA | 10 |
| Bolquet articulat de granel | Cap tractor | 113.983 € | 6 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Semiremorc amb volquet | 38.319 € | 10 | 61.078 € | 9 | 61.078 € | 9 | 61.078 € | 9 | NA | 9 |
| Bolquet articulat d'obra | Cap tractor | 113.983 € | 8 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Semiremorc | 31.462 € | 12 | 87.270 € | 8 | 87.270 € | 8 | 87.270 € | 8 | NA | 8 |
| Vehicle rígid de 3 eixos d'animals vius | Camió | 95.577 € | 8 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Carrossat | 13.034 € | | 87.270 € | 10 | 87.270 € | 10 | 87.270 € | 10 | NA | 10 |
| Vehicle articulat portacontenidors | Cap tractor | 113.983 € | 8 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Semiremorc | 27.794 € | 12 | 69.404 € | 10 | 69.404 € | 10 | 69.404 € | 10 | NA | 10 |
| Furgoneta | >3.500 Kg | 23.857 € | 8 | 66.320 € | 10 | 26.000 € | NA | 41.118 € | NA | 48.300 € | NA |

| Tipus de vehicles: Interurbà | | Convencional | | Elèctric | | Gas | | Híbrid elèctric | | Hidrogen | |
|---|-------------|--------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|----------|-----------|
| | | Preu | Vida útil | Preu | Vida útil | Preu | Vida útil | Preu | Vida útil | Preu | Vida útil |
| Vehicle articulat de càrrega general | Cap tractor | 113.983 € | 6 | NA | NA | 114.000 € | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Semiremolc | 35.440 € | 8 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Vehicle rígid de 2 eixos de càrrega general | Camió | 70.482 € | 10 | NA | NA | 114.000 € | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Carrossat | 7.646 € | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Vehicle rígid de 2 eixos de distribució | Camió | 42.476 € | 10 | NA | NA | 114.000 € | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Carrossat | 6.797 € | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Furgoneta | <3.500 Kg | 16.000 € | 7 | 43.000 € | 7 | 18.500 € | 7 | NA | NA | NA | NA |
| Vehicle frigorífic de 2 eixos | Camió | 70.482 € | 10 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | Carrossat | 39.101 € | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |

4. Etapa 1 i 2. Avaluació econòmica i tècnica

4.1. Introducció

En aquest apartat, es desenvolupen les dues primeres etapes. La primera realitza el cost diferencial actualitzat seguit del *pay-back* de les energies alternatives a la convencional, i s'explica l'eina del càlcul per a cadascuna. En la segona etapa, s'explica el càlcul de la producció diària màxima possible amb la seva eina de càlcul. Finalment, es realitza un exemple amb els dos càlculs.

4.2. Etapa 1. Avaluació econòmica

4.2.1. Cost diferencial actualitzat dels vehicles durant la seva vida útil

Un dels criteris essencials per optar a la compra d'un vehicle amb energia alternativa a la fòssil és avaluar el seu cost diferencial, incloent l'adquisició del vehicle, *renting o leasing* (quan sigui el cas), el manteniment, les subvencions i el cost de l'energia anual durant el període de la vida útil del vehicle i, comparar-lo respecte el mateix cost en cas d'un vehicle amb energia fòssil (Euro VI dièsel). Això ha de permetre, per exemple, establir quin és el període mínim necessari per tal que un possible sobre cost d'adquisició d'un vehicle amb energia no fòssil quedi compensat pels estalvis en el seu cost manteniment, les subvencions i el cost de l'energia que podria tenir. Val a dir que la part diferencial fa referència a que tan sols es tenen en compte aquells costos que diferencien les tecnologies.

En aquest apartat, es detalla el càlcul del cost diferencial actualitzat (referenciat al dia de la compra, del *renting o leasing*) dels vehicles al llarg de la seva vida útil. Per això es parteixen de les següents variables:

- T : període d'amortització, vida útil del vehicle
- q_t : quilòmetres anuals per l'any t
- C_D^T : cost diferencial per a T anys
- I_0 : inversió inicial, cost del vehicle més infraestructura
- S_0 : subvenció per comprar un nou vehicle

- C_e^t : cost energètic per l'any t
- C_e^q : cost energètic per quilòmetre
- C_m^t : cost del manteniment per l'any t
- C_r^t : cost del *reanting* o *leasing* per l'any t
- r : coeficient d'actualització o taxa de descompte (3%)⁴²

En la Figura 13 es representa com es distribuïrien les costos durant els anys de vida útil. Es parteix de la hipòtesi que els costos de manteniment i d'energia s'actualitzen al llarg de la vida del vehicle mitjançant un coeficient d'actualització.

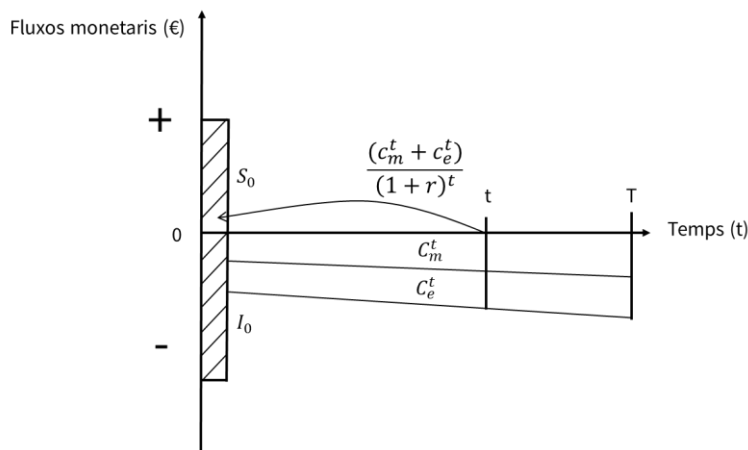


Figura 13: Representació de la distribució dels costos durant la vida útil del vehicle

La fórmula que resumeix la figura anterior és la següent:

$$C_D^T = I_0 - S_0 + \sum_{i=1}^T \frac{C_e^i + C_m^i + C_r^i}{(1+r)^i}$$

Es tenen en compte les següents hipòtesis:

- Els quilòmetres són els mateixos per a cadascun dels anys de vida útil: $q_t = q, \forall t$, i per tant, $C_e^t = C_e^q \cdot q_t, \forall t$
- Per saber entre quants de vehicles es repartiria el cost d'una infraestructura de recàrrega nova s'ha de realitzar la següent operació: $\frac{C_{infraestructura}}{n}$, on n és el nombre de vehicles que es volen adquirir i $C_{infraestructura}$ és el cost de la infraestructura. Així

42

http://territori.gencat.cat/web/.content/home/01_departament/documentacio/territori_mobilitat/carreteres/documentacio_tecnica/01_pdf_documents/manual_SAIT_2015.pdf

se sap quin és el cost adicional que s'ha d'aplicar a cada vehicle nou.

Pel que fa a la resta de variables que afecten al cost total del vehicle (com el salari conductor, assegurances, costos fiscals, pneumàtics, dietes, peatges, entre d'altres)⁴³ s'han considerat igual per a totes les tecnologies, per això no s'han afegit a la fórmula del cost diferencial.

Aquest procediment serveix per veure quines tecnologies tenen menys costos a la seva vida útil segons el quilometratge anual de cada empresa i el manteniment del vehicle.

4.2.2. Pay-back de les energies alternatives

Paral·lelament a la secció anterior, es calcula els anys que es tardarà en compensar la diferència entre la inversió inicial, el *renting* o *leasing* d'un vehicle amb energia alternativa (en principi superior al convencional) i un convencional, a partir dels possibles estalvis anuals per diferents conceptes (cost de l'energia, manteniment, etc.). Això ajuda a veure si durant la vida útil del vehicle es pot amortitzar la diferència inicial amb una energia i/o manteniment més econòmic, per exemple. La fórmula per calcular-ho és la següent:

$$P_{B_l^j} = \left\{ \left(I_0^c - (I_0^j - S_0^j) + \sum_{i=1}^l \frac{\Delta C_e^i + \Delta C_m^i + \Delta C_r^i}{(1+r)^i} \right) > 0 \right\}, l \in T,$$

$$j \in \{\text{elèctric, gas, híbrid, hidrogen}\}$$

$$f(\text{argmin}(P_B)) = i, i \in T, \text{ si } f = \infty$$

\Rightarrow no es pot amortitzar en la vida útil

Les variables que s'utilitzen són les següents:

- P_B : vector del cost diferencial entre un vehicle convencional i un amb energia alternativa
- T : període d'amortització, vida útil del vehicle
- I_0^c : inversió inicial, cost del vehicle convencional

⁴³ Tot i que aquí no s'hagin tingut en compte aquests costos no diferencials, es poden trobar a l'observatori de costos del transport de mercaderies per carretera de la Generalitat: http://territori.gencat.cat/ca/01_departament/06_estadistica/07_publicacions_estadistiques/01_territori_i_mobilitat/observatori_costos_transport_mercaderies/index.html

- I_0^j : inversió inicial, cost del vehicle segons l'energia alternativa més infraestructura
- S_0^j : subvenció per comprar un nou vehicle segons l'energia alternativa
- ΔC_e^t : diferencial cost energètic per l'any t entre el convencional i energia alternativa
- ΔC_m^t : diferencial cost del manteniment per l'any t entre el convencional i energia alternativa
- ΔC_r^t : diferencial del *renting o leasing* per l'any t entre el convencional i energia alternativa
- r : coeficient d'actualització o taxa de descompte (3%)
- *argmin*: retorna el valor mínim d'un vector

4.2.3. Eina del model de càlcul

Per tal de facilitar els càlculs de les seccions anteriors, s'ha desenvolupat una eina en format .xls a disposició, juntament amb aquesta guia. Per a la seva utilització són necessàries les següents dades: el preu inicial del vehicle, renting o leasing, si obtenen alguna subvenció, la vida útil, cost d'energia €/100 km, cost del manteniment i el quilometratge anual realitzat per l'empresa i/o usuari. L'eina està preparada per a totes les dades, tant si les tenen actualment com si es tindran en un futur.

Un cop introduïdes es genera, amb la fórmula de l'apartat 4.2, una taula i una gràfica amb el cost diferencial de cadascuna de les tecnologies disponibles. La taula mostra quina és la tecnologia més convenient en color verd i en vermell la que menys, per a diferents valors de quilòmetres anuals.

D'altra banda, es genera una altra taula per veure si amb els anys de vida útil del vehicle es pot amortitzar la diferència d'inversió d'un vehicle convencional i un amb energia alternativa. On el seu output pot ser: un "NO" que indica que no s'amortitza la diferència o els anys que tarda en amortitzar la diferència. La següent Figura 14 mostra una captura de pantalla de l'eina.

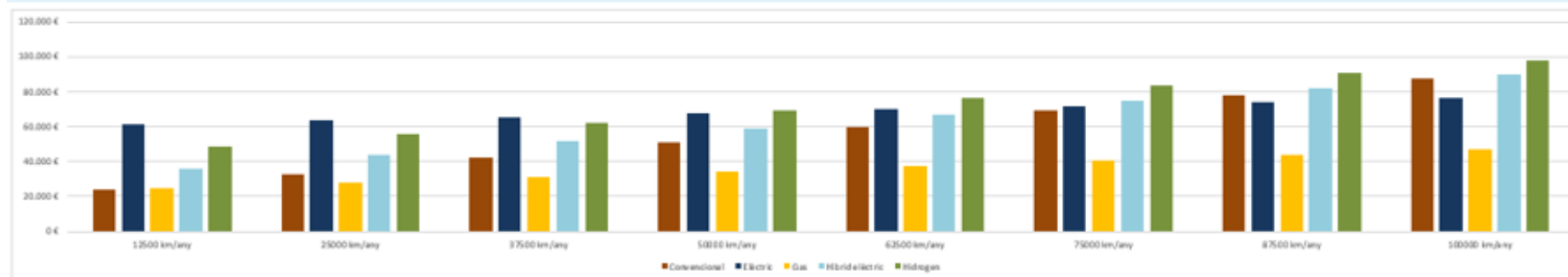
A l'apartat 8.1 es mostra un exemple d'aquesta eina amb la furgoneta com a vehicle d'exemple.

S'ha de tenir en compte que la variable cost de manteniment no s'utilitza

de moment, perquè sobre el manteniment dels motors amb energia alternativa encara no es tenen dades o no hi ha suficient experiència per tenir un valor, com sí és en el cas del convencional. Però s'ha de tenir present que pot tenir un pes important en certs casos.

| FILTRE-I | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|---------|-------------|---------|-------------------------|-------------|-----------|--------------------|---------------------|------------------|----------------------------|---------|
| Tecnologia | Inversió inicial | Renting | | Leasing | | Subvencions | Vida útil | Quilòmetres anuals | Cost energia /100km | Cost manteniment | Coeficient d'actualització | Total |
| | | €/Mes | Total mesos | €/Mes | Total mesos (vida útil) | | | | | | | |
| Convencional | 23.857€ | 0€ | | 0€ | 96 | | 8 | 50000 | 10,310€ | | 0,03 | 60.043€ |
| Elèctric | 66.320€ | 0€ | | 0€ | 120 | 5.000€ | 10 | 50000 | 2,400€ | | 0,03 | 71.556€ |
| Gas | 25.000€ | 0€ | | 0€ | 120 | | 10 | 50000 | 3,640€ | | 0,03 | 40.525€ |
| Híbrid elèctric | 41.181€ | 0€ | | 0€ | 120 | 5.000€ | 10 | 50000 | 8,764€ | | 0,03 | 73.495€ |
| Hidrogen | 48.300€ | 0€ | | 0€ | 120 | | 10 | 50000 | 8,000€ | | 0,03 | 82.421€ |

| Cost diferencial | | | | | | | | | | |
|------------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--|
| Tecnologia | 0 km/any | 12500 km/any | 25000 km/any | 37500 km/any | 50000 km/any | 62500 km/any | 75000 km/any | 87500 km/any | 100000 km/any | |
| Convencional | 23.857€ | 32.903€ | 41.950€ | 50.996€ | 60.043€ | 69.090€ | 78.136€ | 87.183€ | 96.230€ | |
| Elèctric | 61.320€ | 63.426€ | 65.532€ | 67.638€ | 69.744€ | 71.850€ | 73.955€ | 76.061€ | 78.167€ | |
| Gas | 25.000€ | 28.194€ | 31.388€ | 34.582€ | 37.776€ | 40.970€ | 44.164€ | 47.358€ | 50.552€ | |
| Híbrid elèctric | 36.118€ | 43.808€ | 51.497€ | 59.187€ | 66.877€ | 74.566€ | 82.256€ | 89.945€ | 97.635€ | |
| Hidrogen | 48.300€ | 55.320€ | 62.339€ | 69.359€ | 76.379€ | 83.398€ | 90.418€ | 97.438€ | 104.458€ | |



| Pag-back | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Tecnologia | Valor Inicial | Diferència Inversió inicial | 12500 km/any | 25000 km/any | 37500 km/any | 50000 km/any | 62500 km/any | 75000 km/any | 87500 km/any | 100000 km/any |
| Convencional (referència) | 23.857€ | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Elèctric | 61.320€ | -37.463€ | NO | NO | NO | NO | NO | 8,00 | 6,00 | 6,00 |
| Gas | 25.000€ | -1.143€ | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Híbrid elèctric | 36.118€ | -12.261€ | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO |
| Hidrogen | 48.300€ | -24.443€ | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO |

Figura 14: Eina del model. Sortida de resultats.

4.3. Etapa 2. Avaluació tècnica

4.3.1. Càlcul de la producció diària màxima possible

Es calcula la producció diària, és a dir, els quilòmetres que els vehicles poden fer al dia tenint en compte els següents paràmetres: la velocitat mitjana (km/h), autonomia (km), temps de recàrrega (h), temps màxim de conducció (h) i descans (h). S'ha de tenir en compte que el valor mínim d'autonomia per inserir a l'eina és de 50 km.

En la Figura 15 es mostra un exemple de càlcul:

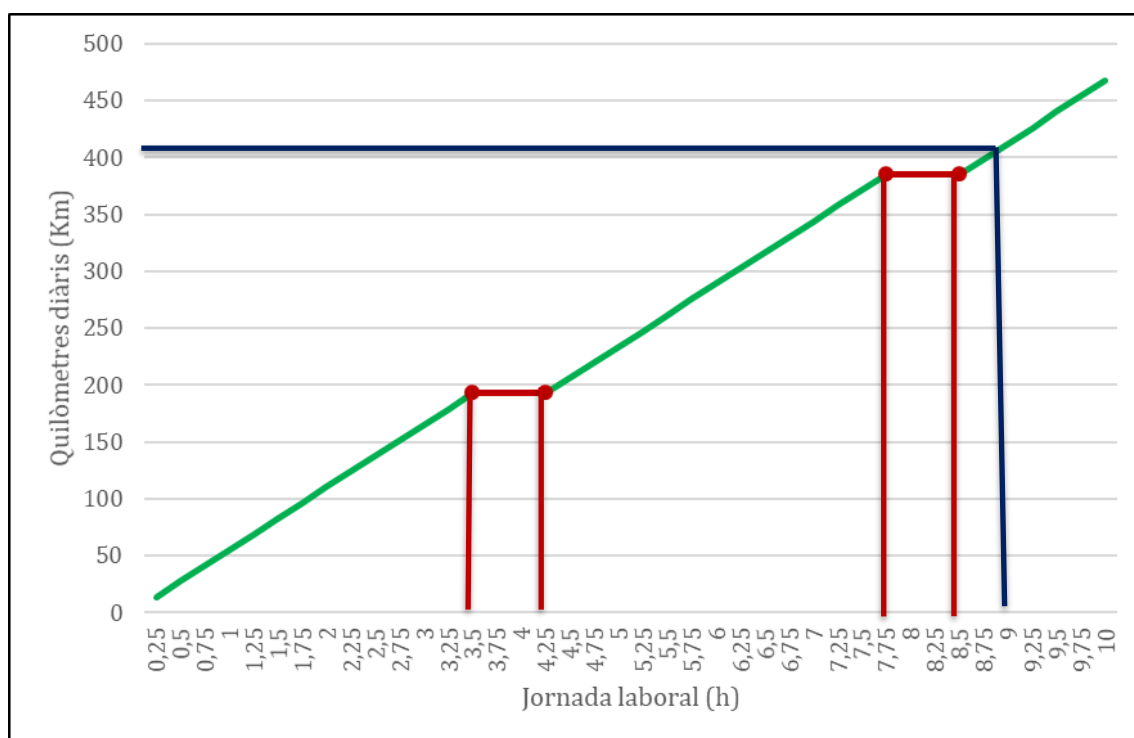


Figura 15: Exemple de càlcul de producció diària. Sortida de resultats

El càlcul s'ha realitzat tenint en compte que la jornada laboral dels conductors és de 9 hores i tenen un descans obligatori de 45 minuts cada 4,5 hores.

El gràfic anterior mostra el quilometratge diari segons la jornada laboral: el color verd ens indica quan està en moviment, el vermell quan està descansant i/o carregant el vehicle i el blau és la finalització de la jornada laboral a les 9h.

Aquest càlcul permet, per exemple, identificar si el temps de recàrrega de les bateries del vehicle elèctric coincideix amb els 45 minuts de descans

en l'interval de temps de les 4,5 h, minimitzant així el temps no productiu del conductor.

5. Etapa 3. Avaluació de la infraestructura

Un dels problemes o barreres que hi ha alhora d'adquirir vehicles de mercaderies amb tecnologies alternatives és si hi ha la infraestructura necessària per a recarregar els vehicles sense fer quilòmetres en buit.

A continuació, es realitza una avaluació de la infraestructura a Catalunya de les següents tecnologies: gas i recàrrega elèctrica. Atès que d'hidrogen no existeixen encara punts de recàrrega, no es fa aquesta avaluació.

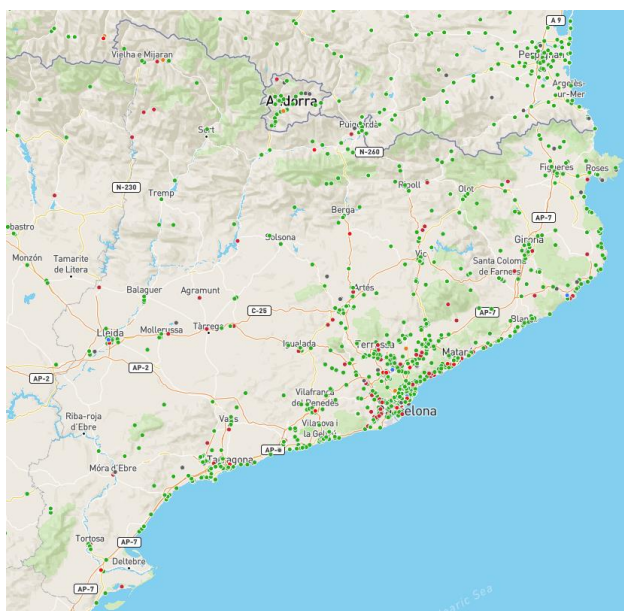


Figura 16: Punts de recàrrega de vehicle elèctric a Catalunya. Font: electromaps.

S'ha de tenir en compte que per recarregar un vehicle pesant són necessaris punts de recàrrega de 500 kW⁴⁴, o sigui, tant a Espanya com a Catalunya no hi ha encara punts de recàrrega amb aquesta potència. Per tant, la Figura 16 només mostra els punts per a vehicles lleugers.

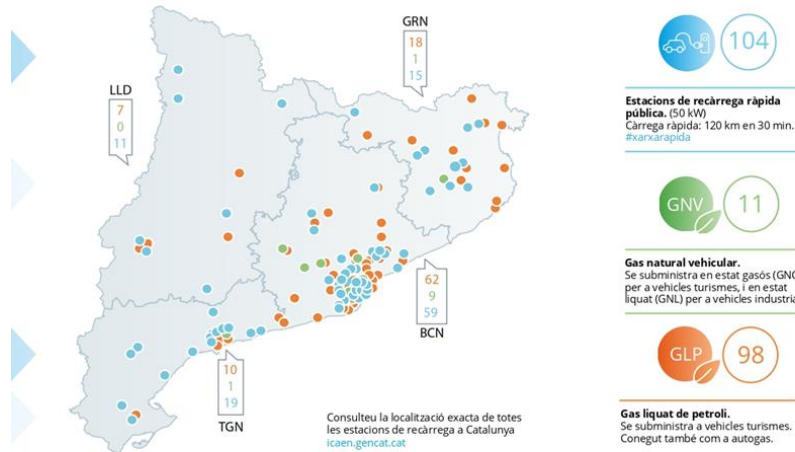
ICAEN actualitza cada any la informació sobre els punts de recàrrega disponibles a Catalunya. Segons dades d'aquest organisme, actualment hi ha 104 estacions de recàrrega ràpida pública d'electricitat. A continuació, es mostra el mapa de Catalunya i les estacions de recàrrega

⁴⁴ <https://movilidadelectrica.com/acea-denuncia-la-falta-de-puntos-de-carga-para-camiones-electricos/>

elèctrica ràpida, GNV i GLP amb la quantitat d'estacions de cada tipus.

Estacions de recàrrega elèctrica ràpida, GNV i GLP a Catalunya

Cada ubicació pot contenir més d'un endoll.
Font: icaen



1.720 endolls de vehicle elèctric a Catalunya

| Tipus de càrrega | Quantitat | Tipus de vehicle |
|--|-----------|--|
| Càrrega superràpida (120kW) | 49 | Tesla, Ionity |
| Càrrega ràpida (entre 50kW i 22kW) | 302 | CCS Combo2-DC, CHAdeMO-DC, Tipus 2 - Mennekes-AC |
| Càrrega semiràpida (entre 22kW i 11kW) | 292 | Tipus 2 - Mennekes-AC, CHAdeMO i CCSCombo2 |
| Càrrega normal (<11kW) | 1077 | SAE J1772, Schuko, Tipus 2 - Mennekes-AC |

Figura 17: Estacions de recàrrega elèctrica ràpida, GNV i GLP a Catalunya al 2019. Font: ICAEN.

De la figura anterior es pot observar que la Província de Barcelona té la concentració més alta d'estacions de recàrrega en comparació amb les altres províncies catalanes.

A continuació, es mostren els punts de recàrrega de GNC i GNL que hi ha a Catalunya, on la majora se situen a prop de la ciutat de Barcelona i a prop de la frontera amb França.

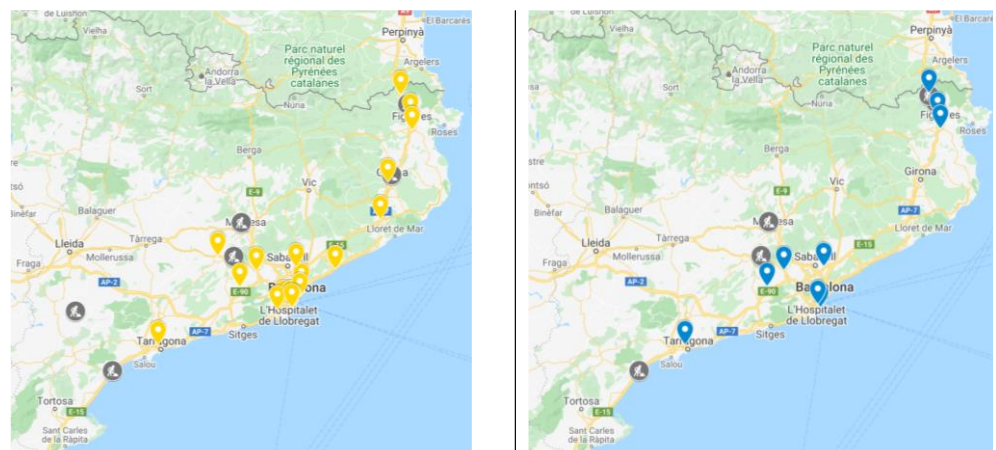


Figura 18: Punts de recàrrega de GNC (esquerra) i GNL (dreta) a Catalunya. Font: Gasnam.

6. Etapa 4. Matriu de riscos i oportunitats

6.1. Introducció

Un dels elements cabdals en la presa de decisions per l'adquisició d'un vehicle amb energia alternativa a la fòssil és la incertesa inherent a l'evolució futura dels aspectes que influeixen en la presa de decisió, com per exemple, l'existència d'una infraestructura de recàrrega adequada. Incertesa que s'agreuja davant l'incipient estudi d'implementació d'algunes tecnologies.

L'objectiu d'aquest apartat és identificar incerteses i/o oportunitats que puguin influir en la decisió de l'adquisició dels vehicles. Aquestes incerteses es recolliran en forma de matriu i es projecten per uns horitzons temporals a 5, 10 i 15 anys, el màxim del qual abastaria el període màxim de vida útil d'un vehicle, en forma d'anàlisi DAFO (Debitats, Amenaces, Fortaleses i Oportunitats).

La matriu de riscos i oportunitats considera 7 característiques principals a estudiar per a cadascuna de les tecnologies, això és: legislació, tecnologies actuals, economia, infraestructures, cost d'energia, eficiència i emissions.

L'anàlisi DAFO servirà per identificarà en els horitzons temporals a 5, 10 i 15 anys quins factors interns i externs són favorables i desfavorables per a cadascuna de les tecnologies.

6.2. Riscos

A partir de diversos tipus d'informació com ara entrevistes, informes, etc.; en aquest apartat es presenta una descripció dels riscos que existeixen actualment per a cadascuna de les tecnologies que són objecte d'aquest estudi.

Legislació

- Convencionals⁴⁵: ja existeixen en ciutats com Londres (Ultra Low Emission Zone)⁴⁶, París (al 2020 no es permetran els vehicles dièsel i els vehicles elèctrics tindran aparcament gratuït) o Hamburg (restriccions parcials en rutes específiques per a vehicles que no compleixin els estàndards Euro VI) lleis per a reduir el nombre de vehicles que emeten una major concentració de pol·lució. A Barcelona, per exemple, a partir del 2021 s'aplicarà la zona de baixes emissions (ZBE) per a vehicles de mercaderies. A aquests tipus de mesures cal afegir-ne d'altres amb resultats similars, com el peatge urbà.
- Elèctrics: La falta de capacitat de reciclatge i la incertesa al voltant de l'economia mostren que el marc regulador actual necessita urgentment una reforma. La Comissió ja ha publicat la revisió⁴⁷ de la Directiva sobre les bateries de la UE de 2006.
- Gas: Actualment no hi ha restriccions legals per als vehicles a gas.
- Hidrogen: Les regulacions limiten actualment el desenvolupament d'una indústria neta d'hidrogen (anomenat hidrogen verd), per dues raons⁴⁸: alt cost de producció i la seva producció és poc eficient. El govern i la indústria han de treballar junts per garantir que les regulacions existents no siguin una barrera innecessària per a la inversió.

Tecnologies actuals

- Elèctrics: Les principals consideracions de rendiment de les bateries dissenyades per a l'ús de camions elèctrics són la gravetat i la densitat d'energia volumètrica, la potència específica (en watts per kg), la durabilitat i el nombre de cicles (vida útil de la bateria).

⁴⁵

https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_trends_trucks_trailer.pdf

⁴⁶

<https://www.lowcvp.org.uk/assets/reports/TheFutureofTrucksImplicationsforEnergyandtheEnvironment.pdf>

⁴⁷ https://ec.europa.eu/info/news/commission-publishes-evaluation-eu-batteries-directive-2019-apr-09-0_en

⁴⁸ <https://www.iea.org/news/international-action-can-scale-up-hydrogen-to-make-it-a-key-part-of-a-clean-and-secure-energy-future-according-to-new-iea-report>

Els obstacles al vehicle elèctric són menors per als camions amb menor velocitat i menor quilometratge anual. Les bateries que s'utilitzen actualment en camions prototip adopten progressivament tecnologies que s'han trobat recentment en la fase de recerca. Un dels problemes de les bateries són el pes i volum, ja que major autonomia implica un creixement d'aquestes dues variables.

- Gas: S'està invertint en investigar el biometà com a combustible de transport. El biometà té menys emissions de carboni en comparació amb la gasolina o el dièsel degut al menor contingut de carboni del combustible.
- Hidrogen: actualment el 95%⁴⁹ de la producció d'hidrogen es produeix mitjançant el procés de reforma amb vapor del metà (SMR, de l'anglès *Steam Methane Reforming*).

Economia

- Elèctrics: Els vehicles elèctrics tenen un preu més elevat que els convencionals. Si bé el vehicle elèctric no requereix un manteniment rutinari però encara no es té l'experiència per a conèixer la duració mitjana d'una bateria elèctrica.
- Gas: El cost de manteniment dels vehicles a gas és més elevat, atès que cal incloure les inspeccions obligatòries per llei cada 5-10 anys.

Infraestructura

- Elèctrics: cal instal·lar un punt de recàrrega en la zona en la que estigui estacionat el vehicle, amb un cost associat. A més, durant una càrrega no controlada, el vehicle es connecta a un carregador ràpid quan la bateria s'esgota, independentment de la demanda o el preu de l'energia. Encara que aquest tipus de flexibilitat (domiciliació bancària) pot ser requerit i altament desitjable per als transportistes, no cal en el cas de que s'adopti a gran escala. Aquest tipus d'operació requereix una inversió excessiva en infraestructura i generalment resulta en preus d'electricitat més elevats. La càrrega ràpida planteja una tensió diferent en la xarxa ja que la infraestructura en sí mateixa pot limitar la quantitat d'energia que es pot transferir. Per exemple⁵⁰, en un escenari futur

⁴⁹ <https://4thgeneration.energy/life-cycles-emissions-of-hydrogen/>

⁵⁰

d'una flota completa de BET (*Battery Electric Truck*), la càrrega ràpida en qualsevol lloc entre 5-50 camions en un punt de recàrrega en la carretera podria atreure de 1,5 MW a 20 MW.

- Gas: Hi ha poques estacions arreu del país, actualment 90, 42 de les quals són públiques.
- Hidrogen: en aquests moments no hi ha cap estació d'hidrogen a Catalunya; a Espanya n'hi ha 5. El desenvolupament de la infraestructura d'hidrogen és lent, però s'ha acceptat àmpliament com una de les possibles tecnologies que alentiran el canvi climàtic. Els preus de l'hidrogen per als consumidors depenen molt de la quantitat d'estacions de combustible que hi ha, de la freqüència que s'utilitzen les estacions i de la quantitat d'hidrogen que s'entrega al dia.

Cost d'energia

- Convencionals: En general, les economies europees apliquen taxes elevades sobre la gasolina i el gasoil amb algunes excepcions entre els països de l'Europa de l'est que adopten impostos intermedis.
- Gas: el preu de GNC és lleugerament superior al del convencional, encara que depèn del volum i la capacitat de compra.
- Hidrogen: Produir hidrogen a partir d'energia baixa en carboni és costós actualment.

Eficiència

- Gas: menys eficients que els convencionals.

Emissions

- Convencionals: Elevades. El combustible dièsel no és només un combustible fòssil, sinó que té una barreja de contingut de biocombustibles derivats de fonts com l'oli de palma i l'oli de colza que poden generar majors emissions a causa del canvi en l'ús del sòl. El dièsel a base de fòssils també pot provenir dels pous tradicionals a les arenas petrolíferes i després tenen emissions de producció associades. La publicació de IARC⁵¹ (*International Agency for Research on Cancer*) reconeix que en alts nivells d'exposició amb els gasos d'escapament dels motors dièsel són

https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/20180725_T%26E_Battery_Electric_Trucks_EU_FINAL.pdf

⁵¹ https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/IARC_mono105.pdf?ua=1

cancerígens. Les persones més afectades són les que estan en contacte directament amb aquests gasos, com és el cas dels conductors dels vehicles de mercaderies.

- Elèctrics: Una anàlisi⁵² realitzada a camions elèctrics de bateria de llarga distància a la UE va concloure que les bateries elèctriques de vehicles de llarga distància són entre 51% i 67% més netes que les de les camionetes equivalents alimentades amb combustibles fòssils. En el cas de Polònia, com un exemple d'alta intensitat de carboni amb 671 gCO₂ / kWh, un camió elèctric encara tindria un 19% menys d'emissions que un dièsel mitjà de la flota, encara que un 20% pitjor que el rendiment òptim del millor model de la seva classe; a França amb 35 gCO₂ / kWh, seria 94% a 96% més net. Aquesta bretxa entre intensitats de carboni tendirà progressivament a tancar-se i a la descarbonització a mesura que el 100% de la xarxa elèctrica es descarbonitzi sota el *Sistema de Comercio de Emisiones* de la UE.

6.3. Aspectes que poden representar una oportunitat per a cada tecnologia

Quant a les oportunitats observades per a les tecnologies que són objecte d'aquest estudi es pot indicar que:

Legislació

- Convencionals: El següent pas serà desenvolupar, mitjançant assajos, els marcs normatius i les pràctiques operatives adequades per permetre l'ajustament segur dels vehicles pesants (HGV, *Heavy Goods Vehicles*) a les carreteres públiques.
- Elèctrics: hi ha quatre països, Canadà, Xina, Japó i EUA, on han implantat normes d'utilització del combustible per a camions de gran utilitat (inclosos MFT i HFT). A més, en referència a les bateries dels vehicles elèctrics, la Comissió Europea ha confirmat la seva intenció de revisar la Directiva sobre les bateries de la UE de 2006. Aquesta seria una oportunitat per fer de les bateries una part integral de l'economia circular.

52

https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/20180725_T%26E_Battery_Electric_Trucks_EU_FINAL.pdf

Tecnologies actuals

- Gas: el biometà a Espanya començarà a tenir disponibilitat a partir del 2021. A Europa el 25% de les gasineres ja subministren biometà.
- Hidrogen: Moltes empreses fabricants estan invertint en vehicles de pila de combustible.

Economia

- Convencionals: La fiscalitat diferenciada sobre la compra de vehicles, també coneguda com a "*feebates*" (combinació de taxes i descomptes), ja s'aplica als vehicles de tipus lleuger.
- Elèctrics i gas: Els impostos i els vehicles "*feebates*" diferenciats poden dissenyar-se per a imposar no només vehicles poc eficients i amb emissions elevades, sinó també utilitzar els ingressos que recapten d'aquests impostos per subvencionar la compra de vehicles amb una economia de combustible superior o amb un rendiment de les emissions contaminants locals. A més, és important tenir en compte que els costos de manteniment dels vehicles elèctrics es redueixen un 50% respecte als convencionals.

Infraestructura

- Convencionals: La infraestructura actual és per als vehicles convencionals.
- Elèctrics: El repte per a l'electrificació de camions, particularment per HGV, és com reduir les necessitats de bateria mitjançant el subministrament d'electricitat als vehicles en moviment. Els sistemes de carretera elèctrics (ERS, de l'anglès *Electric Road Systems*) es basen en vehicles que puguin rebre electricitat a les instal·lacions de transferència d'energia al llarg de la carretera per on circulen els vehicles. A més, els vehicles que utilitzen ERS poden ser vehicles híbrids, amb bateries elèctriques o amb combustible d'hidrogen i tenen la capacitat de realitzar operacions de conducció normals, com ara l'avançament i la conducció autònoma fora de les carreteres elèctriques.
- Gas: la creació d'estacions va en augment, on Espanya és el país amb més estacions de GNL d'Europa.

- Hidrogen: atesa la manca d'infraestructures, hi haurà una gran inversió en els pròxims anys. Utilitzar la infraestructura de gas existent per impulsar nous subministraments d'hidrogen nets.

Cost d'energia

- Elèctrics: preus baixos.
- Gas: el GNL és més barat que el convencional, ja que és un combustible en fase líquida no necessita compressió. Estalvis econòmics d'entre el 25% i el 50%, en funció de la solució adoptada.
- Hidrogen: les piles de combustible, els equips de combustible i els electrolitzadors (que produeixen hidrogen a partir de l'electricitat i l'aigua) poden beneficiar-se de la fabricació en massa.

Eficiència

- Elèctrics: Quan es condueix per una carretera no controlada, un camió modern pot aconseguir eficàcies des del motor fins a la roda no superior al 30%, mentre que els camions elèctrics poden arribar a una eficiència fins a un 85% o més. La càrrega inductiva té diversos avantatges respecte a la càrrega conductiva, però també presenta diversos inconvenients, incloent-hi una eficiència inferior, requisits de material més alts per carril-km, canvis més invasius a la infraestructura existent i components més complexos.
- Hidrogen: és un combustible que presenta una major densitat energètica per unitat de massa: 1kg d'hidrogen allibera quasi el triple d'energia que 1kg de gasoil, gasolina o gas natural. *Tank-to-wheel* 43-60%.

Emissions

- Elèctrics: no CO₂ ni NO_x.
- Gas: els vehicles lleugers emeten un 5% menys de CO₂ i un 85% menys NO_x respecte al dièsel. En el cas dels vehicles pesants no es tenen dades per a afirmar el mateix. Si s'utilitza més biometà encara es reduiran més les emissions.
- Hidrogen: Emissions CO₂ i NO_x nul·les.

A títol de síntesi, a la Taula 3 es mostra el resum dels riscos i oportunitats per a cada tecnologia.

Taula 3: Matriu de riscos i/o oportunitats

| Riscos/ Oportunitats | Convencionals | Elèctrics | Gas | Híbrids | Hidrogen |
|---|--|--|---|---|---|
| Legislació | ZBE Altres mesures per promoure energies alternatives | Legislació per a reciclar bateries | Incentius per a la venda de vehicles de baixes/zero emissions | | Desenvolupament normativa |
| Tecnologies actuals | Vehicles autònoms | Rendiment/ autonomia bateries | Inversions en millores d'aquesta tecnologia (biometà) | | Inversions en vehicles de H2 |
| Econòmics | Cost de manteniment elevat | Cost de manteniment reduït en un 50% | Feebates (taxes i descomptes) | | Cost de manteniment reduït en un 50% |
| Infraestructura | Extensa | Cost punt de recàrrega Poques estacions de recàrrega ERS (sistemes de carretera elèctrics) Potencial d'inversió | Poques estacions de recàrrega Potencial d'inversió | Poques estacions de recàrrega Potencial d'inversió | No hi ha hidrogeneres Potencial d'inversió |
| Cost d'energia | Taxes elevades | Cost baix | Cost elevat GNC Cost baix GNL | Cost baix | Cost elevat |
| Emissions | | No CO ₂ ni NO _x | 5% menys de CO ₂ i un 85% menys NO _x respecte al dièsel | | No CO ₂ ni NO _x |
| Eficiència del motor (%) ⁵³ | 10-20% | 85% | Menys eficients | Més eficiència, depèn de l'ús del motor elèctric | 43-60% |

⁵³ L'eficiència d'un motor és la relació entre l'energia total que conté el combustible i la quantitat d'energia que s'utilitza per realitzar treball útil.

6.4. Projecció dels riscos i oportunitats en les principals variables de decisió en un horitzó a 15 anys

A partir de la informació analitzada en els apartats anteriors de riscos i oportunitats, es realitza una projecció a 5, 10 i 15 anys per analitzar què pot influir en un futur per a cadascuna de les tecnologies alternatives. Així, es pretén tenir una visió més acurada a l'hora de prendre una decisió final en la compra d'un vehicle de mercaderies.

Per analitzar les tecnologies en un horitzó a 15 anys s'han de tenir en compte tres tendències: la forta pressió en els àmbits social i mediambiental, i el desenvolupament de l'economia digital sembla conduir a un augment de les entregues urbanes. Això és:

1 - Escassetat de conductors a Europa

L'escassetat, que ja és un problema important, hauria d'augmentar a mesura que centenars de milers de conductores es jubilen en els pròxims 10 anys. L'atractiu de la professió és un tema clau.

Així, per exemple segons una estimació de l'empresa de contractació Grow Up Polska, la meitat dels 700.000 conductors polonesos (transport de mercaderies i passatgers junts) tenen més de 55 anys. Clarament, el model econòmic dels transportistes polonesos va rebre un cop i el seu lideratge podria ser qüestionat.

El progrés tècnic que representen els camions autònoms no serà suficient per a resoldre el problema. Per tant, la millora de les condicions socials serà una de les principals preocupacions, el que conduirà inevitablement a un augment dels preus.

2 - Pressió ambiental

El transport ja es troba sota una forta pressió dels impostos, les regulacions de la motorització i la seva pobra imatge pública. El sector, però, ja està realitzant grans esforços i obtenint resultats. La digitalització permetrà reduir encara més els quilòmetres sense càrrega, accelerant l'intercanvi d'informació i millorant la capacitat de posada en comú.

No obstant això, les distàncies est-oest recorregudes han de mantenir-se a un nivell elevat, ja que representen la meitat de les tones-quilòmetres recorregudes. Els canvis normatius europeus en corredors específics

haurien de permetre una reducció significativa de la petjada de carboni del transport, com demostren els resultats obtinguts en els Països Baixos. Això suposaria l'harmonització del límit de 44 tones, el foment dels megacamions i els escamots.

3 - El desafiament del "quilòmetre final"

Encara que l'augment de les rutes de menys de 50 km no és encara significatiu, l'entrega en "l'últim quilòmetre" (o última milla) és una preocupació important per als grans grups de transport i està a l'avantguarda de les seves ambicions de desenvolupament. Representa un transport de valor afegit, ja que és l'últim esglaió cap al client.

Les ciutats amb una població superior a 250.000 habitants representaran el 65% del PIB de la Unió Europea⁵⁴.

D'altra banda, s'han realitzat unes taules resum on s'han adoptat unes hipòtesis, la informació recollida en els apartats anteriors i en altres estudis per poder fer una previsió de futur en els pròxims quinze anys per a cada tecnologia, segons les principals variables afectades a cadascuna.

Taula 4: Impacte dels riscos per a vehicles elèctrics⁵⁵

| Elèctric | 5 anys | 10 anys | 15 anys |
|-------------------------|--|--|---------|
| Infraestructura | Construcció de >8.500 nous punts de recàrrega a Espanya | | |
| Preu | Els preus dels vehicles baixaran. | | |
| Cost manteniment | No hi haurà canvis | | |
| Autonomia | L'autonomia dels vehicles va augmentant, amb la millora de l'eficiència de les bateries. | | |
| Recàrrega | Recàrrega ràpida 90 minuts | El temps de recàrrega serà més baix. | |
| Eficiència | Més elevada | Les millores del motor a la propera dècada podrien conduir a un estalvi de combustible d'aproximadament el 4% (en vehicles de servei / lliurament) fins al 18% (en camions de llarg recorregut). | |
| Bateria | Més grans i que ocupin menys | Es van a desenvolupar macrobateries per a acumular energia en els transformadors i permetre una potència més elevada de càrrega. | |
| Peatges/ taxes | Mantenir impostos combustible. | | |
| Subsidis | Els subsidis es reduiran. | | |

⁵⁴ <https://www.skanska.pl/4a84fa/contentassets/6f039757cf75421da7922cfdac7d8de7/raport-skanska-colliers-dentons-investing-in-cee.pdf>

⁵⁵ <http://icaen.gencat.cat/ca/inici>

Taula 5: Impacte dels riscos per a vehicles amb gas⁵⁶

| Gas | 5 anys | 10 anys | 15 anys |
|------------------------------|---|---------------------|---|
| Preu | El cost dels vehicles amb combustible doble incrementarà (pel preu del dièsel). El preu dels vehicles únicament de gas es reduirà, però tot depèn de la demanda. | | |
| Cost manteniment | 0.16-0.17 €/km | 0.15-0.16 €/km | |
| Emissions GHG ⁵⁷ | Reducció fins un 4% | Reducció fins un 5% | Reducció fins un 8% (les emissions baixaran amb l'ús del biometà) |
| Peatges/taxes | Si no s'utilitza el gas renovable com a combustible, es restringiran els accessos dels vehicles a gas per a reduir les emissions. | | |
| Eficiència | Milliores amb el temps | | |
| Infraestructura | Hi haurà fins a 250 sortidors (Catalunya) | | |
| % de vehicles sobre el total | 15-25% | 25-30% | 35% |

Taula 6: Impacte dels riscos per a vehicles amb hidrogen⁵⁸

| Hidrogen | 5 anys | 10 anys | 15 anys |
|---------------------------|--|---|---------|
| Preu | Es reduirà | Es reduirà a més de la meitat comparat amb 2015 | |
| Cost manteniment | 0.11-0.12 €/km (es reduiran els costos un 80% menys respecte del 2015) | | |
| Cost de producció energia | L'anàlisi de la IEA (International Energy Agency) ⁵⁹ constata que el cost de produir hidrogen a partir d'electricitat renovable podria caure un 30% el 2030 | | |

6.4.1. Matriu DAFO per als propers 15 anys

L'anàlisi DAFO serveix per identificar les amenaces, oportunitats, fortaleses i debilitats de cadascuna de les tecnologies per als pròxims 15 anys. La taula següent és la matriu DAFO per a totes les tecnologies.

⁵⁶ <https://gasnam.es/>

⁵⁷ <https://d2umxnkyjne36n.cloudfront.net/teaserImages/Natural-Gas-Pathway-Analysis-for-Heavy-Duty-Vehicles-Matthew-Joss.pdf?mtime=20171101113809>

⁵⁸ https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/180926_FCHJU_Regions_Cities_Final_Report.pdf

⁵⁹ www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen#

Taula 7: Matriu DAFO per als propers 15 anys

| DAFO | Convencional | Gas | Elèctric | Híbrid | Hidrogen |
|---------------------|--|--|---|--|---|
| Debilitats | Combustible fòssil Emissions elevades | Combustible fòssil | Gran dimensió de les bateries (autonomia) Infraestructura de recàrrega poc extensa | Gran dimensió de les bateries (autonomia) | Infraestructura de recàrrega poc extensa |
| Amenaces | Augment dels impostos Restriccions | Emissions elevades (si no s'utilitza biogàs) | Preu bateries elevat Cost d'adquisició elevat | Preu bateries elevat | Cost d'adquisició elevat Cost combustible elevat |
| Fortaleses | Experiència en la tecnologia Infraestructura de recàrrega extensa | Cost d'adquisició baix | Només PM ₁₀ degut al desgast dels pneumàtics amb el paviment | | Només PM ₁₀ degut al desgast dels pneumàtics amb el paviment |
| Oportunitats | | Utilitzar biogàs Creació punts de recàrrega | Creació punts de recàrrega Reducció cost d'adquisició Reducció pes bateries (autonomia) | Reducció del pes de les bateries (autonomia) Creació punts de recàrrega | Creació punts de recàrrega Reducció del cost d'adquisició Reducció cost combustible |

7. Etapa 5. Emissions

Les emissions de l'àmbit del transport terrestre tenen un pes molt important respecte al conjunt de les emissions totals, tal com s'ha mencionat al principi del document. Hi ha dos grans grups de gasos: els que contribueixen al canvi climàtic (els gasos d'efecte hivernacle, GEH) i els que afecten directament a la salut humana. En efecte:

1. **Gasos d'efecte hivernacle:** Els principals són: el vapor d'aigua (H₂O), el diòxid de carboni (CO₂), l'òxid nítrós (N₂O), el metà (CH₄), i l'ozó (O₃).
2. **Gasos nocius per a la salut:** Els gasos més importants són: els òxids de nitrogen (NO_x), monòxid de carboni (CO), els compostos orgànics volàtils (COV) i les partícules (PM) entre d'altres.

A causa de l'augment de les emissions, tant de gasos d'efecte hivernacle com els gasos nocius per a la salut, cada cop hi ha més restriccions a les ciutats que impedeixen entrar certs tipus de vehicles, com per exemple la Zona de Baixes Emissions Rondes de Barcelona.

A continuació, es mostren les dades de les emissions segons si són vehicles lleugers (furgoneta) o pesants (rígid i articulat). També s'ha considerat la velocitat mitjana per a les emissions de CO₂; els vehicles lleugers realitzen més quilòmetres en zona urbana la velocitat mitjana és de 21 km/h, i per als pesants de 59 km/h. Aquestes dades són:

Taula 8: Emissions realitzades per-furgoneta

| Emissions | Dièsel Euro VI | Gasolina Euro VI | Gas GNL/GNC Euro VI | Elèctric |
|------------------------------------|----------------|------------------|---------------------|---------------------|
| CO ₂ eq. g/km (21 km/h) | 245,65 | 332,92 | 235 ⁶⁰ | 0 |
| NO _x g/km | 0,480 | 0,014 | 0,07 ⁶¹ | 0 |
| PM ₁₀ total g/km | 0,021 | 0,022 | 0,022 | 0,020 ⁶² |

⁶⁰ http://marcas.elespanol.com/wp-content/uploads/2016/09/2016-06_Gasnam_Catalogo_GNV_LQ.pdf

⁶¹ https://gasnam.es/wp-content/uploads/2019/09/INFORME-DE-EMISIONES-DE-VEH%C3%8DCULOS-QUE-AFECTAN-A-LA-CALIDAD-DEL-AIRE_GASNAM.pdf

⁶² Només desgast

Taula 9: Emissions realitzades per camions rígids

| Emissions | Dièsel Euro VI | Gas GNL/GNC Euro VI | Elèctric |
|------------------------------------|----------------|---------------------|----------|
| CO ₂ eq. g/km (59 km/h) | 407,6 | No disponible | 0 |
| NO _x g/km | 0,0987 | No disponible | 0 |
| PM ₁₀ total g/km | 0,0692 | No disponible | 0,0666 |

Taula 10: Emissions realitzades per camions articulats

| Emissions | Dièsel Euro VI | Gas GNL/GNC Euro VI | Elèctric |
|------------------------------------|----------------|---------------------|----------|
| CO ₂ eq. g/km (59 km/h) | 564,08 | No disponible | 0 |
| NO _x g/km | 0,1229 | No disponible | 0 |
| PM ₁₀ total g/km | 0,0845 | No disponible | 0,0813 |

Les dades de les taules anteriors (Taula 8,

Taula 9 i Taula 10) s'han extret de les mateixes fonts d'informació: Generalitat de Catalunya⁶³ i European Environment Agency⁶⁴.

La Taula 9 i la Taula 10 no tenen dades disponibles corresponents als vehicles a gas, ja que no hi ha unes dades de referència al respecte per part de la UE, ni de les seves guies de càlcul d'emissions de contaminants degudes al trànsit. Fins i tot, hom pot cercar estudis⁶⁵ on presenten dades contradictòries. On aquestes dades estan resumides a la Taula 11 i

⁶³

https://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/04_ACTUA/Com_calcular_emissions_GEH/guia_de_calcul_demissions_de_co2/200301_Guia-practica-calcul-emissions_CA.pdf

⁶⁴ <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>

⁶⁵

https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2019_09_Briefing_Gas_trucks_paper_Your_questions_answered_0.pdf

⁶⁶ https://www.ngva.eu/wp-content/uploads/2019/09/NGVA-Europe_comments-on-TE-report_Do-gas-trucks-reduce-emissions_20190923.pdf

Taula 12 respectivament.

Taula 11: Dades de l'estudi Transport & Environment

| Emissions | Dièsel Euro VI | Gas GNL/GNC Euro VI |
|--------------------------|----------------|---------------------|
| CO ₂ eq. g/km | 850 | entre 765 i 807,5 |
| NO _x g/km | entre 0,5 i 1 | 1,5 |

Taula 12: Dades emissions locals NOx g/km de l'estudi de NGVA

| Categoria de carretera | Dièsel Euro VI | Gas GNL/GNC Euro VI |
|------------------------|----------------|---------------------|
| Autopista | 0,39 | 0,17 |
| Carretera principal | 0,98 | 0,40 |
| Autovia | 0,37 | 0,15 |
| Rural | 1,33 | 0,48 |
| Zona urbà | 1,75 | 1,06 |

8. Exemples

Per veure el funcionament de la guia es presenten dos exemples, un per a un vehicle lleuger i un altre de pesant. Així, es pot veure el funcionament i tenir una idea de com està el mercat segons el tipus de vehicle de mercaderies i si es tracta de una ruta urbana o interurbana.

8.1. Exemple d'aplicació d'un vehicle lleuger

0.Dades inicials

Tipus de vehicle: furgoneta de mercaderies amb les següents característiques:

- Potència: 130 CV (96kW)
- Càrrega útil: > 3,500 kg
- Vida útil: 8 anys

Tipus de tecnologia: convencional, elèctrica, gas, híbrid elèctric i hidrogen.

Dades: inversió inicial, subvencions, vida útil, quilòmetres anuals, cost energia €/100 km, cost manteniment i coeficient d'actualització.

Taula 13: Inputs eina per a un vehicle lleuger

| Tecnologia | Inversió inicial | Subvencions | Vida útil | Quilòmetres anuals | Cost energia €/100km | Cost manteniment | Coeficient d'actualització |
|----------------------------|------------------|-------------|-----------|--------------------|----------------------|------------------|----------------------------|
| Convencional | 23.857 € | | 8 | 50000 | 10,310 € | | 0,03 |
| Elèctric | 66.320 € | 5.000 € | 10 | 50000 | 2,400 € | | 0,03 |
| Gas | 25.000 € | | 10 | 50000 | 3,640 € | | 0,03 |
| Híbrid elèctric endollable | 41.118 € | 5.000 € | 10 | 50000 | 8,764 € | | 0,03 |
| Hidrogen | 48.300 € | | 10 | 50000 | 8,000 € | | 0,03 |

1. Cost diferencial i pay-back

Utilitzant l'eina del càlcul, els resultats són els següents:

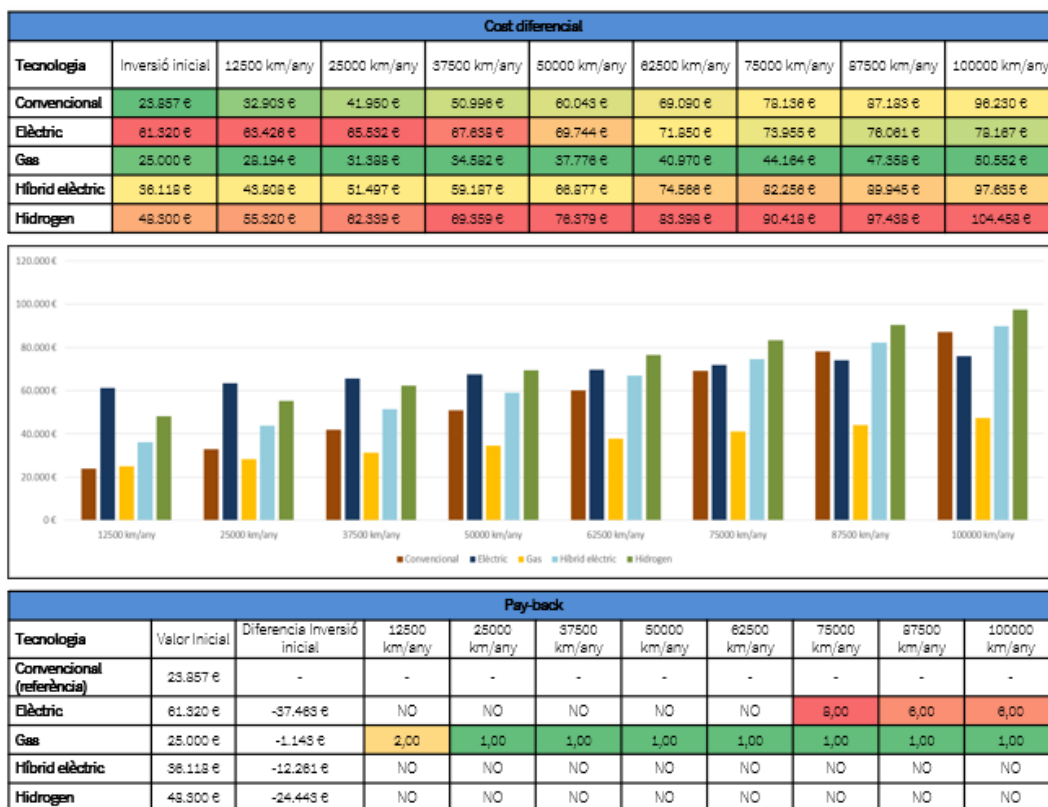


Figura 19: Càlcul cost diferencial per a una vehicle lleuger. Sortida resultats de l'eina

Amb els anteriors resultats la tecnologia que passa el Filtre I és la de gas. Per una banda és la del cost diferencial més baixa, i per l'altra amb 1 any ja està amortitzat la diferència de la inversió inicial entre una furgoneta convencional i una de gas.

Cal tenir en compte que si s'augmenta el quilometratge anual a 75.000 km, la furgoneta elèctrica també passaria el Filtre I.

2. Autonomia producció

Les dades necessàries per realitzar aquest càlcul són:

- Velocitat comercial: 55 km/h
- Gas: autonomia 400km
- Temps de recàrrega: 30 minuts
- Temps màxim conducció: 4,5 hores
- Descans: 45 minuts

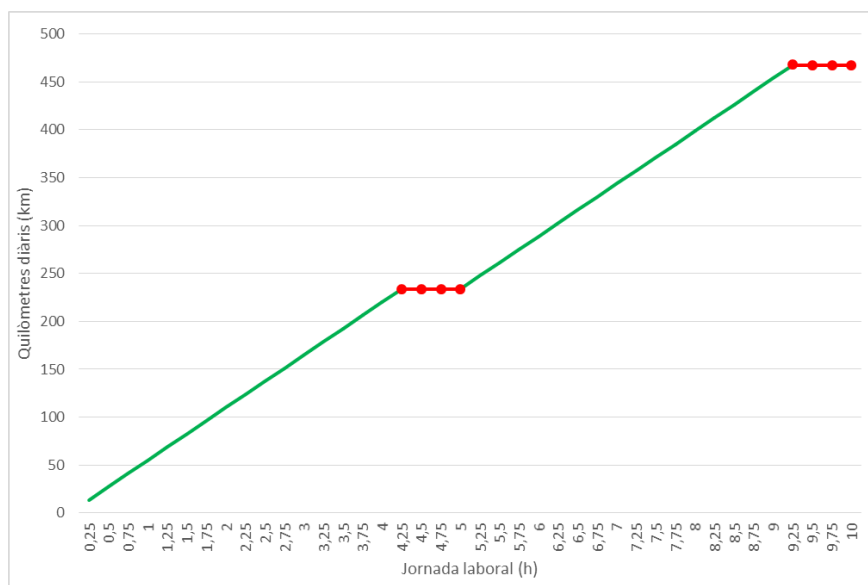


Figura 20: Sortida resultats autonomia de producció per a una vehicle lleuger

A partir del gràfic, si es realitzen uns 450 quilòmetres diaris, la furgoneta a gas seria una bona opció, per tant passaria el Filtre II.

3. Avaluació infraestructura

Un cop la tecnologia alternativa ha passat el Filtre II, s'avalua la infraestructura que hi ha a l'àrea de treball de l'empresa que vol comprar aquesta furgoneta.

En la imatge següent es mostren els punts de recàrrega de GNC a la zona de Barcelona. Es pot observar que si es té l'empresa a la zona sud (Hospitalet de Llobregat, Cornellà o al Districte Sants-Montjuïc de Barcelona) hi ha unes 5 gasineres per poder recarregar el vehicle, però si es situa per la zona de Rubí, doncs no hi ha cap gasinera a prop, s'han de recórrer un 25 quilòmetres fins la més propera.

Per tant, en aquest exemple se suposa que l'empresa se situa per la zona d'Hospitalet de Llobregat. Per tant, la furgoneta a gas passa el Filtre III.

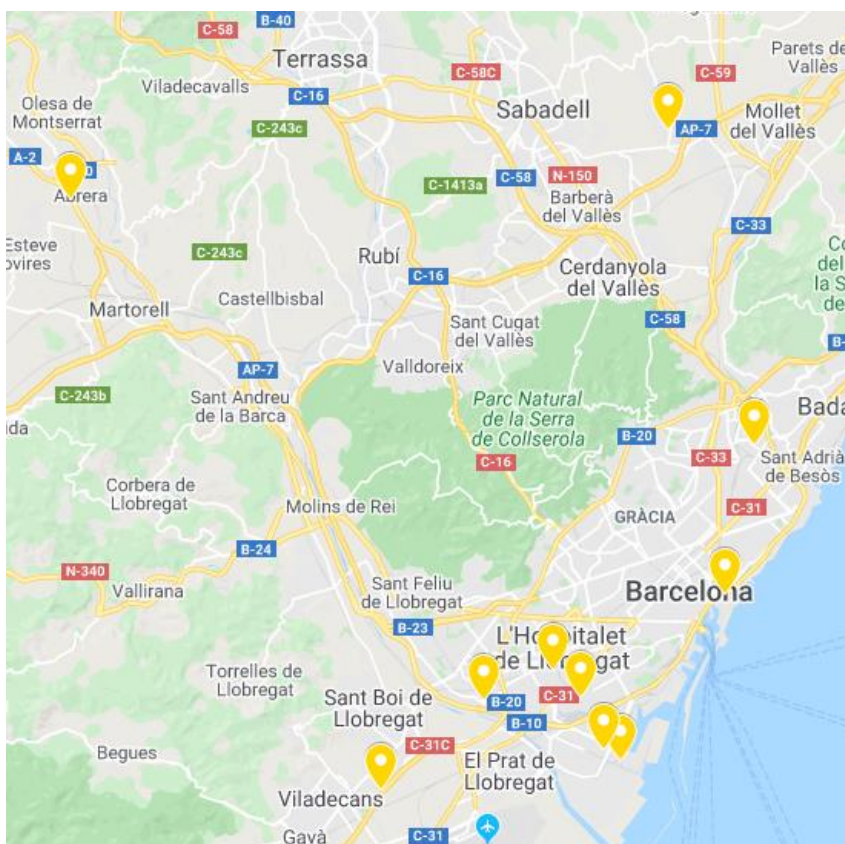


Figura 21: Estacions de GNC a Barcelona i als municipis del voltant

4. Anàlisi riscos/opportunitats i emissions

Aquesta és l'última etapa de la guia. Només ha arribat una tecnologia de motor fins a aquesta fase, per tant, només s'analitzaran els riscos i oportunitats i emissions d'aquest, mitjançant la següent taula:

Taula 14: Matriu de riscos i oportunitats per a la tecnologia de gas

| Vehicles a gas | Riscos | Oportunitats | Valoració global |
|---------------------|------------------------|--|----------------------------------|
| Tecnologies actuals | | Inversions | Risc amb un sobre cost assumible |
| Econòmics | Cost de manteniment | | |
| Infraestructura | Estacions de recàrrega | Potencial d'inversió | |
| Cost d'energia | Elevat/Baix | | |
| Eficiència | Menys eficients | | |
| Emissions | | Un 5% CO ₂ i un 85% NO _x menys que el dièsel - | |

Observant l'última columna, s'observa que el risc té un sobre cost assumible per a l'empresa. Amb el següent gràfic es pot veure millor aquesta informació:

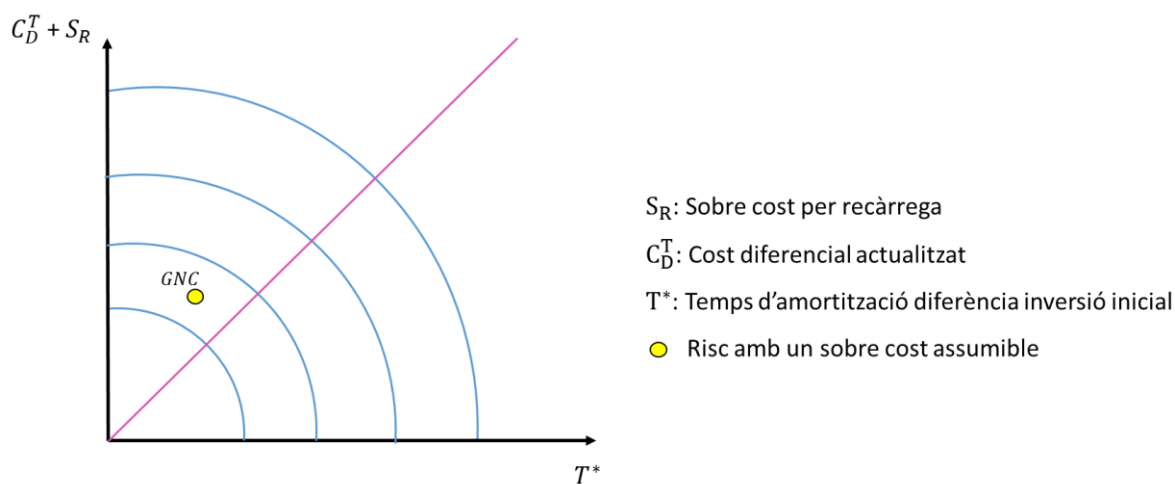


Figura 22: Visualització de la tecnologia de gas respecte a l'amortització i el cost

Aquest gràfic ens informa d'on està situat el GNC respecte al temps d'amortització i el cost diferencial més el sobre cost. O sigui, com més prop de la intersecció del temps i el cost, menys risc hi ha. Per tant, hi ha un risc d'un sobre cost assumible.

La conclusió final de la guia és que la millor tecnologia per aquest tipus de vehicle és el de gas.

8.2. Exemple d'aplicació d'un vehicle pesant

0. Dades inicials

Tipus de vehicle: vehicle rígid de 3 eixos de càrrega general amb les següents característiques:

- 350 CV (257 kW)
- Càrrega útil 16.000 kg
- MMA 26.000 kg
- 9 anys de vida útil

Tipus de tecnologia: convencional, gas i hidrogen.

Dades: inversió inicial, subvencions, vida útil, quilòmetres anuals, cost energia €/100 km, cost manteniment i coeficient d'actualització.

Taula 15: Inputs eina per a un vehicle pesant

| Tecnologia | Inversió inicial | Subvencions | Vida útil | Quilòmetres anuals | Cost energia €/100km | Cost manteniment | Coefficient d'actualització |
|-----------------|------------------|-------------|-----------|--------------------|----------------------|------------------|-----------------------------|
| Convencional | 95.577 € | - | 9 | 120000 | 29,80 € | - | 0,03 |
| Elèctric | - | - | - | - | - | - | 0,03 |
| Gas | 160.000 € | - | 9 | 120000 | 14,95 € | - | 0,03 |
| Híbrid elèctric | - | - | - | - | - | - | 0,03 |
| Hidrogen | 200.000€ | - | 9 | 120000 | 26,670 € | - | 0,03 |

1. Cost diferencial i pay-back

Utilitzant l'eina del càlcul, els resultats són els següents:

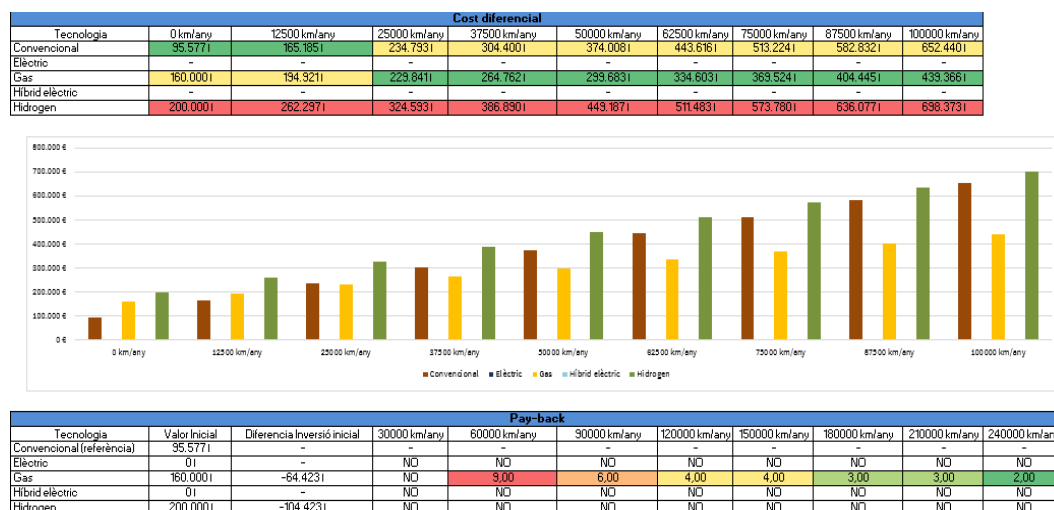


Figura 23. Cost diferencial per a un vehicle pesant. Sortida de resultats

Amb els anteriors resultats la tecnologia que passa el Filtre I és la de gas. Per una banda és la del cost diferencial més baixa, i per l'altra a partir del vuitè any ja s'amortitza la diferència de la inversió inicial entre un camió convencional i un de gas.

2. Autonomia producció

Les dades necessàries per realitzar aquest càlcul són:

- Velocitat comercial: 70 km/h
- Gas: autonomia 600km
- Temps de recàrrega: 30 minuts
- Temps màxim conducció: 4,5 hores

- Descans: 45 minuts

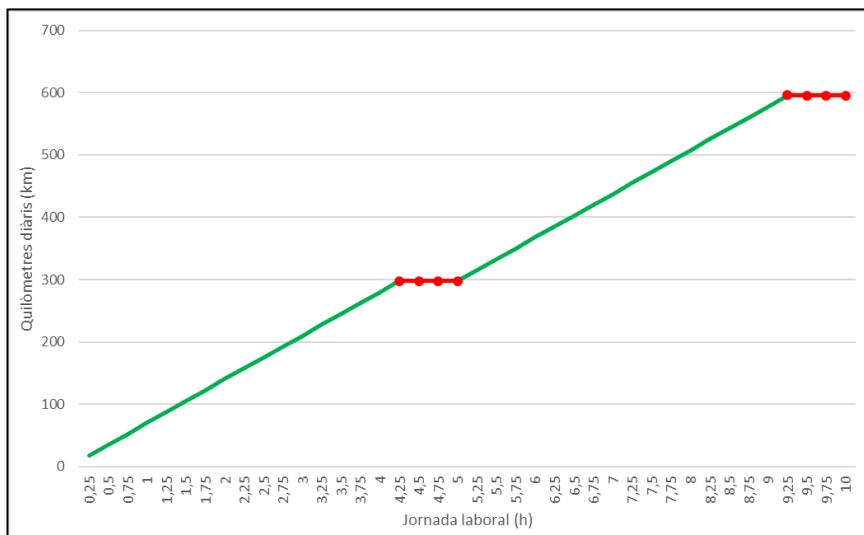


Figura 24: Sortida resultats autonomia de producció per a una vehicle pesant

A partir del gràfic, si es realitzen uns 600 quilòmetres diaris, la furgoneta a gas seria una bona opció, per tant passaria el Filtre II.

3. Avaluació infraestructura

Un cop la tecnologia alternativa ha passat el Filtre II, s'avalua la infraestructura que hi ha a l'àrea de treball de l'empresa que vol comprar aquesta furgoneta.

En la imatge següent es mostren els punts de recàrrega de GNC a la zona de Barcelona. Es pot observar que si es té l'empresa a la zona sud (Hospitalet de Llobregat, Cornellà o al Districte Sants-Montjuïc de Barcelona) hi ha unes 5 gasineres per poder recarregar el vehicle, però si es situa per la zona de Rubí, doncs no hi ha cap gasinera prop, s'han de recórrer un 25 quilòmetres fins la més propera.

Per tant, en aquest exemple es suposa que l'empresa es situa per la zona d'Hospitalet de Llobregat. Per tant, la furgoneta a gas passa el Filtre III.

D'altra banda, s'ha de tenir en compte la destinació de la ruta, ja que es tracta d'una ruta interurbana i s'hauria d'analitzar la infraestructura en aquesta zona. Aquesta anàlisi no es té en compte en aquest exemple, perquè hi ha moltes destinacions possibles.

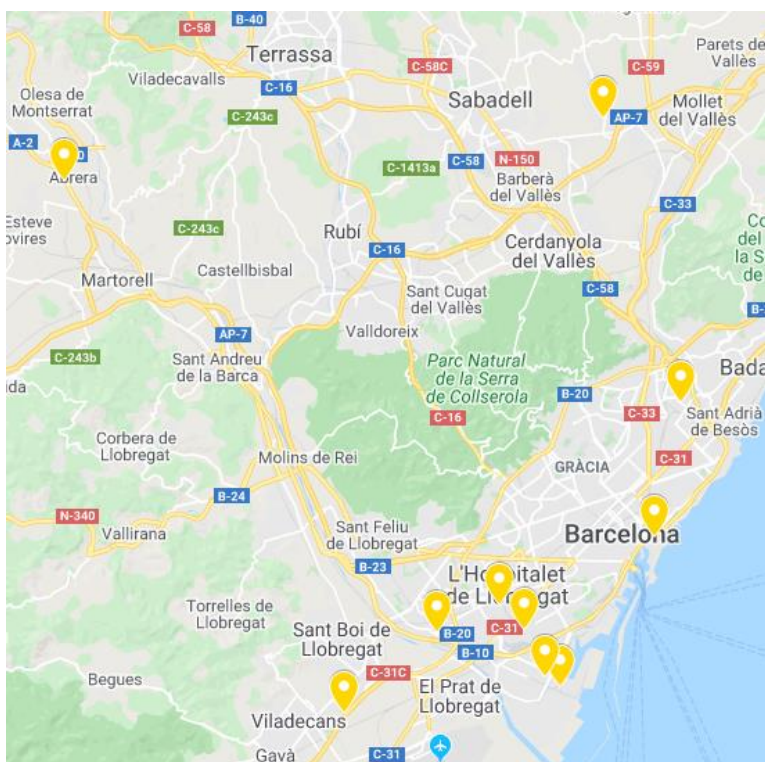


Figura 25: Estacions de GNC a Barcelona i als municipis del voltant

4. Anàlisi riscos/opportunitats i emissions

Aquest és l'última etapa en la guia. Com que només ha arribat una tecnologia de motor fins a aquesta fase, només s'analitzaran els riscos i oportunitats i emissions d'aquest, mitjançant la següent taula:

Taula 16: Matriu de riscos i oportunitats per a la tecnologia de gas

| Vehicles a gas | Riscos | Oportunitats | Valoració global |
|---------------------|------------------------|----------------------|----------------------------------|
| Tecnologies actuals | | Inversions | Risc amb un sobre cost assumible |
| Econòmics | Cost de manteniment | | |
| Infraestructura | Estacions de recàrrega | Potencial d'inversió | |
| Cost d'energia | Elevat/Baix | | |
| Eficiència | Menys eficients | | |
| Emissions | | | |

Observant l'última columna, s'observa que el risc té un sobre cost assumible per a l'empresa. Amb el següent gràfic es pot veure millor aquesta informació:

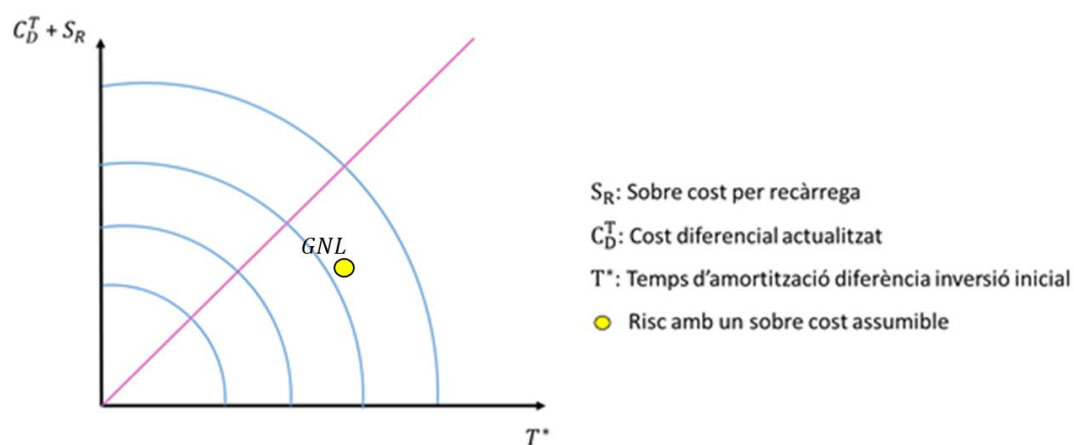


Figura 26: Visualització de la tecnologia de gas respecte a l'amortització i el cost

Aquest gràfic ens informa d'on està situat el GNL respecte al temps d'amortització i el cost diferencial més el sobre cost. O sigui, com més prop de la intersecció del temps i el cost, menys risc hi ha. Per tant, hi ha un risc d'un sobre cost assumible.

La conclusió final de la guia és que la millor tecnologia per aquest tipus de vehicle és el de gas.

9. Consideracions finals

En aquest estudi, s'han exposat diferents tecnologies de motor de vehicles de mercaderies en referència a les característiques operacionals, emissions i costos. L'objectiu és, en última instància, ajudar a la presa de decisions sobre compra de vehicles de mercaderies amb energies alternatives a la fòssil.

Cal tenir present que probablement part de les xifres finals que apareixen en aquesta document depenguin del client final, com pugui ser el preu final del vehicle, i/o evolucionin amb el temps segons el mercat i l'estat de la tecnologia en qüestió. S'han de prendre aquestes dades, doncs, com una primera aproximació a l'estat d'art actual.

Finalment, i a títol de síntesi, algunes consideracions finals rellevants sobre les tecnologies de motor de vehicles de mercaderies:

- Els vehicles dièsel són els més econòmics en termes de cost d'adquisició del vehicle. I amb la tecnologia més recent d'Euro VI, les emissions s'han reduït dràsticament.
- Els vehicles de gas estan disponibles per diferents fabricants i l'avantatge de reducció d'emissions s'ha reduït amb la introducció de l'Euro VI en vehicles lleugers, també en vehicles pesants però no hi ha dades per poder-ho demostrar.
- Els vehicles elèctrics, amb un futur prometedori, encara tenen el problema de l'autonomia i pes de les bateries, especialment pels trajectes interurbans. I sense descuidar les importants inversions en infraestructura que són necessàries.
- Els vehicles d'hidrogen són una opció prometedora, encara que està en fase experimental. Cal tenir present que la inversió en infraestructura de recàrrega és rellevant.

En temes d'emissions, els vehicles elèctrics i d'hidrogen són els més adients per aconseguir els objectius de reducció d'emissions contaminants. És important, però, l'experiència en proves pilot amb aquestes tecnologies, atès que el desenvolupament complet amb preus competitius encara no es una realitat.

Altres consideracions:

És important crear un canal de comunicació entre els transportistes i els fabricants per tal que es pugui trobar solucions que adequades per a totes les parts involucrades.

El sector del transport és a la vegada participant i espectador en una economia lineal que lluita per fer el salt a l'economia circular. Les components que faran possible aquesta transformació ja existeixen, però el progrés és lent.

Sembla clar que una simple resposta és insuficient i que serà necessari complementar-la amb una sèrie d'elements essencials: la sensibilització, la formació, la fiscalitat i un sistema de recompenses que reconeixin i recompensin als implicats.

Algunes de les tendències rellevants que estan afectant al sector del transport són:

1. Digitalització per a compartir recursos i millorar l'eficiència

El desenvolupament de la digitalització en el transport de mercaderies per carretera hauria d'aportar tota una sèrie d'opcions per a optimitzar el rendiment del transport i millorar la forma en què s'utilitzen els equips. Entre altres coses, això significa que:

- La gestió de l'oferta i la demanda de transport a través de grans plataformes reduirà el nombre de quilòmetres recorreguts sense càrrega.
- La connexió en temps real amb la cadena de subministrament i la intel·ligència artificial permetrà reorganitzar els programes de càrrega i descàrrega en funció de les circumstàncies, garantint un millor aprofitament de la capacitat.
- El control permanent a través d'internet dels objectes i la geolocalització reduirà les pèrdues d'eficiència causades per la subcàrrega i el consum excessiu d'energia, a més de proporcionar una major seguretat per a les persones i els béns.

2. Combustibles nets i multimodalitat

La tendència actual a la Unió Europea és donar preferència als combustibles nets per a distàncies curtes i al transport multimodal per a distàncies llargues:

- Diferents transportistes ofereixen serveis de transport elèctric per distàncies curtes.
- Estacions de ferrocarril a Alemanya i Bèlgica s'han convertit en veritables centres multimodals europeus, trencant el domini indiscutible del transport per carretera en llargues distàncies.
- Però també s'estan fent esforços per a desenvolupar el transport multimodal per a distàncies curtes i l'ús d'energia neta per a distàncies llargues:
- Els camions propulsats per hidrogen (*Tesla, Nikola, Toyota i Hyundai*) amb zero emissions de carboni ofereixen interessants perspectives gràcies a la seva autonomia de combustible, comparable a la del dièsel.

3. *Optar pels curtcircuits per a reduir la distància*

La teoria de "l'economia local", que implica, per exemple, el consum de productes agrícoles locals, està molt de moda. Estem assistint a l'aparició de nous hàbits de consum que, a mesura que es desenvolupin, podrien contribuir a reduir les emissions de CO₂ generades pel transport de llarga distància, que representa el 50% de les tones-quilòmetre de CO₂ del transport a Europa.

Malgrat això, els esforços necessaris perquè el transport per carretera passi d'un model d'explotació lineal a un circular es trobaran sense cap dubte amb resistències i obstacles:

1. El sector europeu del transport està format per una infinitat d'empreses diferents. A més, el sector es regeix per un sòlid règim regulador europeu i per nombrosos règims nacionals. Això crea una situació molt complexa per a les grans plataformes digitals que depenen de la simplificació dels procediments i de la desregulació. Per tant, existeix una incomprensió i desconfiança naturals entre el sector del transport i les plataformes. És necessari trobar principis clars de governança abans que es pugui aconseguir una optimització general mitjançant economies d'escala.
2. Xoc model econòmic dels transportistes: el canvi en el ritme de renovació dels vehicles i la introducció de noves formes de comercialització del material rodant (es poden llogar camions impulsats per hidrogen per quilòmetre, a Espanya encara no)

tindran un impacte important en els transportistes. El model de negoci existent, que sovint es basa en beneficis excepcionals generats per la revenda d'equips, trobarà dificultats i tindrà un impacte negatiu en la liquiditat. Sense cap dubte, serà necessari el suport financer per a superar la costa.

3. Xoc d'inversions: l'aplicació d'una política ambiciosa de subministrament d'energia neta, el desenvolupament de la intermodalitat a través dels ferrocarrils i el desenvolupament de circuits o centres de reciclatge requeriran grans inversions en infraestructures. Amb pressupostos ja ajustats, els països dubtaran o inclús es resistiran a realitzar aquestes inversions.

I, per últim, cal tenir present que aquesta guia s'ha elaborat a partir de la informació disponible sobre l'estat de la tecnologia i les infraestructures de recàrrega a juny de 2020. Els futurs desenvolupaments caldrà actualitzar-los quan s'utilitzi aquesta guia.

10. Equip de treball

10.1. Equip redactor

Paco Gasparín. Màster en Estadística i Investigació d'Operativa i Graduat en Estadística. *Investigador del CENIT.*

Eglantina Dani. Enginyera Civil amb especialització en infraestructura i planificació de transport. *Enginyera de transport del CENIT.*

Sergi Saurí i Marchán. Dr. Enginyer de Camins, Canals i Ports. Llicenciat en Economia. *Director del CENIT.*

10.2. Equip de seguiment

Subdirecció General d'Ordenació del Transport i Desenvolupament Sectorial. Direcció General de Transport i Mobilitat i Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya.

Direcció General de Qualitat Ambiental i Canvi Climàtic. Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya.

11. Referències

1. <https://www.fomento.gob.es/transporte-terrestre/servicios-al-transportista/observatorios-del-transporte/observatorios-del-transporte-de-mercancias-por-carretera>
2. https://gasnam.es/wp-content/uploads/2019/03/Cat%C3%A1logo-2019_WEB.pdf
3. <http://www.dgt.es/es/>
4. <https://www.iru.org/resources/newsroom/iru-joins-forces-european-stakeholders-promote-use-hydrogen-road-transport>
5. <https://web.gencat.cat/ca/tramits/tramits-temes/Subvencio-per-al-foment-de-ladquisicio-de-vehicles-electrics-i-de-baixes-emissions-taxis-us-comercial-altres-serveis?moda=1>
6. http://territori.gencat.cat/ca/03_infraestructures_i_mobilitat/carreteres/SAIT/
7. http://icaen.gencat.cat/web/.content/20_Energia/26_ajuts_financament/Arxius/1744082.pdf
8. http://icaen.gencat.cat/web/.content/20_Energia/26_ajuts_financament/Arxius/20190412-RESUM-SUBVENCIONS-ICAEN_llarg.pdf
9. <http://www.aeh2.org/>
10. <https://www.infoelectrico.com/index.php/coches/2939-llega-la-bateria-que-duplica-la-autonomia-de-los-camiones-electricos>
11. <https://clusterenergia.cat/>
12. Analysis of long haul battery electric trucks in EU (https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/20180725_T%26E_Battery_Electric_Trucks_EU_FINAL.pdf)
13. Alternatives en la distribució de mercaderies des de la perspectiva de les fonts energètiques.
14. Empreses contactades: Volvo, Scania, Renault, Mercedes Benz, IVECO, MAN, FIAT, Volkswagen, Dacia – Renault i Nissan.

15. The Future of Trucks: Implications for energy and the environment (International Energy Agency).
16. Trends in the truck & tráiler market (Roland Berger).
17. The Future of Hydrogen, Seizing today's opportunities (IEA)
18. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>
19. https://canvclimatic.gencat.cat/web/.content/04_ACTUA/Com_calcular_emissions_GEH/guia_de_calcul_demissions_de_co2/19_0301_Guia-practica-calcul-emissions_CA.pdf
20. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/>



12. Annex A: Entrevistes

12.1. Gasnam

Gasnam és una associació que fomenta l'ús del gas natural i renovable en la mobilitat, tant terrestre com marítima, a la península Ibèrica.

Es va realitzar una entrevista telefònica a aquesta associació, i ens varen comentar el següent:

El gas natural comprimit (GNC) és un 30% més barat que el gas liquat de petroli (GLP). Varen realitzar amb la Universidad Politècnica de Madrid (UPM) un document anomenat "Informe de emisiones de vehículos que afectan a la calidad del aire". Consta d'un estudi que té com a principal objectiu la comparació de les emissions atmosfèriques procedents de la combustió del gas natural enfront al dièsel en diferents tipologies de vehicles durant la fase d'ús del combustible en el vehicle, en pauta de conducció urbana. Per tant, únicament es consideren les emissions directes fruit de la combustió durant l'etapa del tanc a la roda (Tank to Wheel, TtW). Les emissions que s'estudien són: òxids de nitrogen (NOx), òxids de sofre (SOx) i material particulat (PM_{2,5}). I els vehicles que s'utilitzen a l'estudi són: turismes, vehicles lleugers de transport de mercaderies $\leq 3.500\text{kg}$, vehicles pesants de transport de mercaderies ≥ 3.500 i autobusos.

Hi ha una directiva 2014/94/UE del parlament Europeu i del consell, relatiu a la implementació d'una infraestructura para els combustibles alternatius. Ja que hi ha dificultat administrativa i els permisos de llicència alhora de construir les infraestructures.

Hi ha un gas renovable que es comença a utilitzar que és el gas biometà. El biometà pot produir-se a partir de la depuració del biogàs generat per digestió anaeròbica, a bé a partir de rentat del gas de síntesis generat en la gasificació de la biomassa, sent 100% renovable. També s'inclou el metà del procés Power-to-gas, quan l'energia elèctrica utilitzada s'ha generat a partir de fonts renovables i el hidrogen es converteix biològicament en metà en el digestor, conjuntament amb el CO₂.

Alguns països que ja utilitzen aquesta energia són:

- Suècia: el 90% del gas comprimit que utilitzen ja és renovable, els vehicles que l'utilitzen poden aparcar gratis i si són taxis, tenen prioritat per accedir a l'aeroport. També tota la flota d'autobusos d'Estocolm utilitza biometà.
- França: és la gran referència. Utilitza un sistema d'incentius a la producció en funció de la inversió, la potència instal·lada o l'energia que es produeix.
- En l'actualitat, a Espanya, hi ha dues plantes de biometà, una a Salamanca que el distribueixen Enagás i Emgrisa, i l'altra a Madrid, situada al parc Tecnològic de Valdemingómez. On el biometà s'injecta al tubs de gas natural per mesclar-lo i distribuir-lo. Entre aquest any i el que ve s'obrirà una planta a Catalunya, concretament a La Galera, Tarragona, que es realitza amb capital privat. També hi ha algun cas pilot com ara CoSin. L'objectiu principal d'aquest projecte és desenvolupar combustibles sintètics a partir de carboni d'origen biogènic i aigua.

12.2. ICAEN

L'Institut Català d'Energia (ICAEN) és l'entitat de la Generalitat de Catalunya encarregada d'elaborar i dur a terme la política energètica catalana, especialment en el camp de la millora de l'estalvi i l'eficiència i el desenvolupament de les energies renovables.

Es va realitzar una entrevista a les seves oficines, i ens van comentar el següent:

Ens varen dir que tenen informació sobretot dels vehicles elèctric. Ens passaran dades sobre: tipus de vehicles de mercaderies, preu i via útil. D'altra banda ens donaran informació per completar la matriu de riscos/oportunitats sobre la legislació, tecnologies actuals, economia, infraestructures, cost d'energia, eficiència i emissions. També per completar els escenaris futurs de 5, 10 i 15 anys amb les oportunitats i riscos d'aquesta energia. On cal destacar, que en uns anys canviarà els preus dels vehicles, ja que ara l'energia funciona amb corrent altern i passarà a ser continu, això farà que el preu d'adquisició del vehicle disminueixi.

També ens varen informar sobre el Pla MOVES explicat en l'apartat

anterior.

Pel que fa a les altres tecnologies, ens podran passar informació sobre el gas, ja que estan involucrats a una projecte anomenat LIFE Methaporhosis. Es tracta d'un projecte de demostració de tecnologies que persegueix els mateixos objectius que el programa Life, especialment, la mitigació del canvi climàtic gràcies a l'increment d'energia renovable i, en particular, a la producció de biometà procedent del tractament de residus, que afavoreix la reducció dels gasos d'efecte hivernacle enfront a altres combustibles. Es suposa una revolució a la mobilitat urbana i al desenvolupament de les ciutats del futur. A més, es tracta d'una iniciativa que està d'acord amb les directrius sobre la economia que fonamenta la Comunitat Europea.

Ens informen que existeixen dos tipus de motors híbrids: endollables (bateria) i normals (optimitzar el consum). Això depèn del tipus de recorregut que s'hagi de realitzar i el tipus de transport.

12.3. AeH2

L'Associació Espanyola de l'Hidrogen (AeH2) és un organització sense ànim de lucre. El principal objectiu és fomentar les tecnologies de l'hidrogen com vector energètic, i promoure la seva utilització en aplicacions industrials. Pretén que el beneficiari principal dels èxits de l'associació sigui el conjunt de la societat, tant mediambientals com per l'impuls industrial que, a llarg termini, s'esperen obtenir.

Actualment a Espanya no hi ha vehicles de mercaderies que utilitzen hidrogen. Però, fora d'Espanya ja s'utilitzen furgonetes d'hidrogen i hi ha prototips de camions. Es pot mencionar el camió de Nikola Motor, el camió semiremolc de Hynday Neptune i Renault llançarà a la venda un nou vehicle de mercaderies a hidrogen a finals del 2019.

Així mateix, IVECO ha invertit amb camions d'hidrogen la quantitat de 250 milions d'euros.

L'hidrogen té avantatges més significatives quan s'aplica a vehicles pesants de llarg recorregut, per exemple, gran autonomia, redueix el temps de proveir-se, uniformitat de prestacions sense estar afectat pel temps d'operació o de les condicions climàtiques. Ja que el transport pesant i la indústria són els sectors més difícils de descarbonitzar, l'hidrogen podria ser una solució. Gràcies a l'ús de l'hidrogen, es pot

aconseguir un 100% de reducció d'energia elèctrica mitjançant fonts d'energia renovable.

És important ressaltar que les emissions de la tecnologia d'hidrogen són zero, no fan soroll i ofereixen la potència necessària per als vehicles de transport de mercaderies.

L'hidrogen es produeix a partir d'aigua i energia renovable que es necessita per trencar la molècula d'aigua separant l'oxigen d'hidrogen, el que s'emet només és vapor d'aigua que a més ajuda a millorar la qualitat de l'aire. (exemple la campanya de Hyundai NEXO amb Mireia Belmonte que respira directament les emissions del vehicle a hidrogen).

El problema principal a Espanya és la falta de infraestructura, però diversos projectes europeus estan en marxa per a desenvolupar corredors d'estacions per omplir el dipòsit per a vehicles d'hidrogen. Aquests projectes també utilitzen l'experiència del centre i nord d'Europa on el desplegament d'infraestructures associat a aquest tipus de mobilitat sostenible sense emissions està avançant. Es podrien mencionar els projectes: Corredor d'Hidrogen per a la Regió Pirenaica (H2PiyR), Advanced m-CHP fuel CELL System based on a novel bio-ethanol Fluidized bed membrane reformer FLUIDCELL, Building Innovate Green Hydrogen Systems in an Isolated Territory: a pilot for Europe BIG HIT (<https://hydrogeneurope.eu/projects> llistat de tots els projectes d'hidrogen).

Els països que tenen més experiència i han desenvolupat infraestructures per a vehicles impulsats per hidrogen són: EEUU (l'estat de Califòrnia), Japó, Corea i Alemanya. Però, Espanya també ha establert l'objectiu de desplegar 69 GW de nova generació d'energia renovable d'aquí a 2030. Actualment, hi ha 4 hidrogeneres instal·lades a Espanya que són a: Puertollano, Albacete, Saragossa, Sevilla i Osca. I zones d'interès: Madrid i Catalunya.

Preu en Alemanya: 8€/kg, amb 1 kg es recorren 120km.

12.4. Entrevistes transportistes

12.4.1. Resum entrevistes

Entrevistes realitzades:

- empreses de transportistes 5
- empresa automobilística 1

Característiques de les empreses:

- Tipus de rutes (última milla, urbanes, interurbanes, nacionals i internacionals)
- Nombre de vehicles disponibles (6-7, 30, 75..)
- Tipus de flota (Dièsel, gas GNC, gas GLP i elèctrics)
- Quilòmetres anuals
 - Viatges internacionals (250.000 Km)
 - Viatges nacionals (130.000 Km)
 - Viatges interurbans (70.000 - 90.000 Km)
 - Viatges urbans (50.000 - 60.000 Km)
 - Viatges última milla (30.000 Km)

Observacions:

1. El Dièsel per ara és l'opció més econòmica i amb més potència.
2. Els camions de gas:
 - Són petits, la càrrega transportada és petita
 - Tenen poca força
 - Velocitat màxima inferior als convencionals
3. Pel que es refereix als camions elèctrics, s'ha de tenir en consideració el temps de recàrrega que implica perdre temps i com a resultat l'augment del preu del viatge.
4. No hi ha oferta suficient de vehicles de tecnologies alternatives.
5. Es necessària més infraestructura de recàrrega
6. Ara per ara, l'ús dels vehicles elèctrics es difícil, depenen de la infraestructura de recàrrega.

7. Els camions de gas es van a usar per rutes de repartiment (urbanes)

12.4.2. Agraïments:

- Rutas Nicolás S.L
- Transportes Iruña SA
- ARMD AUXILIARES LOGISTICOS SL
- BIOMEDICAL LOGISTICS
- aravinc
- Motor Tàrrega TRUCK (Renault)

13. Annex B: Taula d'acrònims

| Taula d'acrònims | |
|------------------|---|
| Acrònim | Significat |
| AeH2 | Asociación Española del Hidrógeno |
| BET | Battery Electric Truck |
| BEV | Battery Electric Vehicles |
| CE | Comissió Europea |
| EFB | Enhanced Flooded Battery |
| EFB | Enhanced Flooded Battery |
| ERS | Electric Road System |
| FCHV | Fuel Cell Hybrid Vehicles |
| FCV | Fuel Cell Vehicles |
| GEI | Gas d'Efecte Hivernable |
| GLP | Gas líquid de petroli |
| GNC | Gas natural comprimit |
| GNL | Gas natural líquid |
| GNV | Gas natural vehicular |
| HAP | Hidrocarburs Aromàtics Policíclics |
| HEV | Vehicle híbrid "tradicional" |
| HFT | High Frequency Trading |
| HGV | Heavy Goods Vehicle |
| ICAEN | Institut Català de l'Energia |
| IEA | International Energy Agency |
| MFT | Millisecond Frequency Trading |
| PHEV | Plug-in Hybrid Electric Vehicle |
| PNIEC | Pla Nacional Integrat d'Energia i Clima |
| REEV | Range Extended Electric Vehicles |
| TTW | Tanks To Wheels |
| Wh / kg | Watt hora / kilogram |
| WTT | Well To Tank |
| WTW | Well To Wheel |



Centre d'Innovació del Transport (CENIT)
C/ Jordi Girona, 1-3, C3, S120, 08034, Barcelona

www.cenit.cat

A RTD group of:

