



# Le infrastrutture di ricarica per il trasporto merci elettrico

In collaborazione con:



Verso un trasporto merci  
**a zero emissioni**  
al 2050 in Italia

**28 Febbraio 2023**

## Chi siamo

**Motus-E** è la **prima associazione italiana** costituita su impulso dei principali operatori industriali, del mondo accademico e dell'associazionismo ambientale e d'opinione per favorire la transizione del settore nazionale dei trasporti verso l'adozione massiva di mezzi sostenibili, **promuovendo la mobilità elettrica e divulgandone i benefici connessi alla tutela ambientale.**

Nata nel 2018, Motus-E è oggi il principale interlocutore e punto di riferimento per tutte le tematiche connesse alla mobilità elettrica in Italia. Rappresenta una piattaforma di dialogo tra soggetti diversi, uniti dall'idea che stare insieme non significa perdere identità, ma rafforzarla, per vincere assieme la sfida che la rapida trasformazione del mondo dei trasporti ci mette davanti.

Oggi Motus-E **conta quasi 100 tra associati e partner esterni** in rappresentanza dell'intera filiera: costruttori di veicoli e di infrastrutture di ricarica, utilities, fornitori di servizi di noleggio, università e centri di ricerca, associazioni di consumatori e ambientaliste, assicurazioni, movimenti di opinione e osservatori sulla mobilità.

Motus-E vuole fare sistema, guidando il cambiamento verso un nuovo paradigma di mobilità. Per farlo, è necessario cambiare visione, business, prospettiva, in tre direzioni:

- **Nel modo di interpretare la mobilità come servizio, sempre più connesso e condiviso;**
- **Nel modello di formazione, che riscopre nuove opportunità di lavoro in un business che crea valore;**
- **Nella prospettiva, per costruire una realtà che punti a raccogliere interessi diversi per veicarli in modo operativo e concreto in un nuovo concetto di mobilità.**

# Indice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Chi siamo .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>Contesto e ringraziamenti.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>Executive summary .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>1. Perimetro dell'analisi, caratteristiche delle infrastrutture e tipologia di tariffe di ricarica .....</b>        | <b>8</b>  |
| 1.1 Segmentazione dei veicoli per il trasporto merci.....  | 8         |
| 1.2 Le strategie di ricarica dei veicoli per il trasporto merci.....   | 9         |
| 1.3 Il ciclo operativo dei veicoli per il trasporto merci .....  | 12        |
| 1.4 Le aree di ricarica: layout e impiantistica .....  | 12        |
| 1.5 Caratteristiche delle infrastrutture di ricarica.....  | 13        |
| 1.6 Tariffa per la ricarica .....  | 16        |
| Tariffe per la ricarica in deposito .....  | 16        |
| Tariffe per la ricarica ad uso pubblico .....  | 17        |
| 1.7 Soluzioni complementari e alternative: ricarica con accumulo e battery swap .....                                  | 18        |
| <b>2. Analisi dei costi per ricarica di veicoli commerciali: ambito urbano/regionale e tratte di lungo raggio.....</b> | <b>20</b> |
| 2.1 Analisi dei veicoli commerciali leggeri (LCV) fino a 300 km di percorrenza.....                                    | 21        |
| Input dei dati per l'analisi dei veicoli commerciali leggeri, in ambito urbano/regionale .....                         | 21        |
| Risultati Analisi dei veicoli commerciali leggeri, in ambito urbano/regionale.....                                     | 22        |
| 2.2 Analisi veicoli merci pesanti (HDV) fino a 300 km di percorrenza .....   | 26        |
| Input dei dati per l'analisi dei veicoli commerciali pesanti, in ambito regionale .....                                | 26        |
| Risultati dell'analisi della ricarica dei veicoli merci pesanti, in ambito regionale.....                              | 27        |
| 2.3 Analisi veicoli merci pesanti (HDV) oltre 300 km di percorrenza.....   | 31        |
| Input dei dati per l'analisi dei veicoli commerciali pesanti, per tratte a lungo raggio .....                          | 31        |
| <b>3. Stima degli investimenti necessari per l'elettrificazione dei depositi al 2030 .....</b>                         | <b>35</b> |
| <b>4. Analisi sugli obiettivi europei di ricarica dei mezzi pesanti .....</b>  | <b>37</b> |
| <b>5. Raccomandazioni e sviluppi futuri .....</b>  | <b>42</b> |
| Iniziative per favorire l'elettrificazione dei veicoli merci fino a 300 km di percorrenza .....                        | 42        |
| Iniziative per favorire l'elettrificazione dei veicoli merci oltre i 300 km di percorrenza .....                       | 43        |
| <b>Definizioni .....</b>   | <b>45</b> |

## Contesto e ringraziamenti

Il presente report si inserisce nel contesto di due progetti paralleli e in collaborazione: la **Roadmap di elettrificazione del trasporto merci**, che ha prodotto una stima delle quote di mercato dei veicoli elettrici nelle varie categorie e applicazioni del trasporto di beni su gomma in Italia, e il **Progetto ZET** (Zero Emission Trucks), che lo scorso anno ha portato alla pubblicazione di un report in cui si sono analizzati i percorsi tecnologici per il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione completa del settore nel 2050. Sulla base di questi due studi e a completamento di essi si è costruito **il presente report che si concentra più approfonditamente sulla infrastruttura di ricarica a supporto della transizione verso i power train elettrici di furgoni e camion**. Questa prima edizione vuole innanzitutto essere una base di partenza sia per svolgere ulteriori analisi (vista la carenza di dati pubblici disponibili soprattutto sulla numerosità e le caratteristiche dei nodi logistici e dei rimessaggi) sia per creare una base di discussione condivisa a livello nazionale che sappia dare risposta fundamentalmente a due domande, le stesse che ci siamo posti per preparare questa prima edizione:

- **Come, con che tempi e dove realizzare una rete di ricarica a supporto dei veicoli merci?**
- **Quanto costa la rete di ricarica per veicoli merci e come favorire gli investimenti su di essa?**

Vogliamo ringraziare tutti i partecipanti al **tavolo di lavoro Motus-E sul trasporto merci**, che hanno contribuito alle attività e hanno fornito un grande supporto al presente lavoro attraverso l'esperienza e le informazioni che hanno condiviso:

- ABB
- Edison
- Italscania
- Iveco Group
- MAN
- Renault
- Renault trucks
- Siemens
- Volkswagen group Italia
- Volvo trucks

Un ringraziamento anche a Kyoto Club per la condivisione del coordinamento del progetto ZET, a FitConsulting per lo studio sugli scenari di elettrificazione del trasporto merci, più volte citato all'interno di questo documento, e a Transport and Environment per il supporto e la condivisione di dati.

## Executive summary

L'obiettivo della ricerca è l'individuazione del fabbisogno delle infrastrutture di ricarica sul territorio italiano.

Nel perimetro individuato di 3,5 milioni di veicoli merci nei prossimi anni, ci siamo focalizzati principalmente sui più numerosi e complessi dei casi di uso:

- **Light Commercial Vehicle** (fino a 3,5 ton) in ambito urbano, con percorrenza giornaliera inferiore ai 300km. Questa classe di veicoli è stata suddivisa nelle fasce di percorrenza giornaliera: 0-70km; 71-150 km; 151-300 km;
- **Heavy & Super Heavy Truck** (superiori a 15,99 ton) in ambito regionale, con percorrenza giornaliera inferiore ai 300km. Questa classe di veicoli è stata suddivisa nelle fasce di percorrenza giornaliera: 0-70km; 71-150 km; 151-300 km;
- **Heavy & Super Heavy Truck** (superiori a 15,99 ton) per le lunghe tratte per le fasce di percorrenza giornaliera: 450 km e 800 km

Individuati i gruppi di veicoli, sono state caratterizzate le diverse tipologie di infrastrutture per ricaricarli dove queste dovranno essere installate (rimessaggio/deposito; hub pubblici/nodi di consegna; centri e nodi logistici; long haul), e quali sono le loro caratteristiche. Da questa prima analisi ne è risultato che, **la ricarica in AC a bassa potenza è preferibile, quando possibile, sia per i costi che per una migliore gestione delle sollecitazioni termiche della elettronica di potenza e della batteria del veicolo.**

Una volta affrontati gli aspetti tecnici dell'infrastruttura di ricarica, sono state analizzate le tariffe di ricarica ad uso pubblico, la loro possibile evoluzione e l'impatto sui costi di esercizio dei veicoli e confrontate con le tariffe di ricarica in deposito. Da questo confronto si è raggiunto un primo indirizzo:

**Quando possibile la ricarica in deposito è da preferire, per i minori costi di ricarica, anche considerando un aumento di prezzo del mezzo. In alternativa si svilupperanno accordi con gli operatori della ricarica ad uso pubblico, che anche grazie a pacchetti flat di servizio di ricarica, potrebbero essere molto più convenienti del prezzo a consumo.**

## Costi della ricarica – LCV Urbano/Regionale

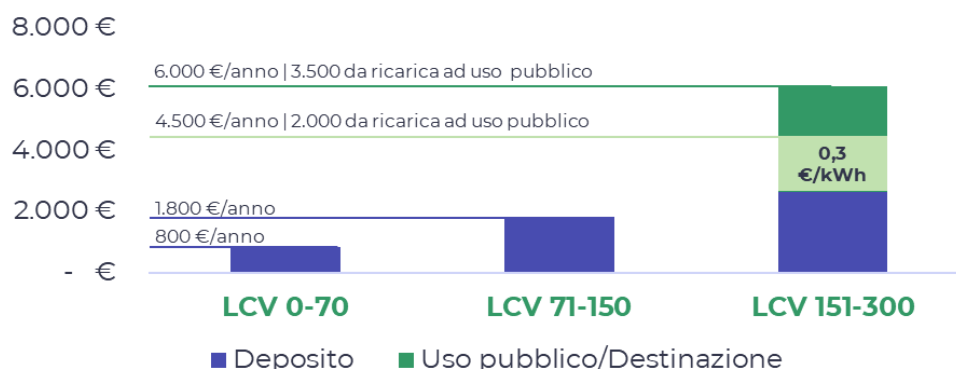


Figura 1 Costo annuo di rifornimento per singolo veicolo LCV per le diverse fasce di percorrenza. In particolare, per il caso d'uso LCV 151-300 km è stato mostrato l'impatto del costo della ricarica ad uso pubblico, evidenziando come la ricarica privata in deposito è da preferire rispetto alla ricarica uso pubblico.

È quindi chiaro che gli hub di ricarica ad uso pubblico avranno il compito da un lato di supportare i veicoli in ambito urbano, come tampone o nei casi di emergenza, dall'altro saranno abilitatori fondamentali per tutto il trasporto merci elettrico di lungo raggio (sopra i 300 km e in particolare dai 450 km/giorno).

Rispetto al costo medio della infrastruttura di ricarica in deposito per ciascuna dei tre casi d'uso analizzati (LCV, HDV <300km, HDV >300km), da cui è stato possibile effettuare le seguenti osservazioni:

1. **Il 90% del costo totale di infrastrutturazione del deposito è suddiviso in modo equo tra hardware e installazione**, per i tre i casi d'uso.
2. Inoltre, **il costo di infrastrutturazione del deposito per singolo veicolo** (per i tre casi d'uso) **vale tra il 15% e il 20% del prezzo d'acquisto del singolo veicolo commerciale elettrico**. È quindi fondamentale per l'operatore della flotta, svolgere le dovute valutazioni economiche per il dimensionamento dell'infrastruttura, in parallelo all'acquisizione dei veicoli elettrici.
3. Infine, si può osservare che **la differenza di costo del singolo punto di ricarica per veicolo è ridotta per i veicoli LCV (tra 7.300€ e 8900€) e molto ampia per i veicoli HDV (tra 41.400€ e 81.500€)**. Tale fenomeno è dovuto principalmente alle maggiori potenze in gioco e di conseguenza agli interventi sul deposito e all'allaccio richiesto al distributore.

Una volta sviluppata l'analisi dei costi sulle infrastrutture di ricarica in deposito, è stato valutato il fabbisogno infrastrutturale dei depositi in termini di investimenti necessari e potenza complessiva installata, per soddisfare i veicoli commerciali elettrici, sia LCV che HDV, che circoleranno al 2030, da cui è risultato che:

Per i **veicoli LCV** saranno necessari tra i **3,9 e 4,4 Mld€**, **corrispondenti a 2,2 GW di potenza installata**; mentre per i **veicoli HDV**, tra **5,4 e 5,5 Mld€**, **corrispondenti a 3,7 GW di potenza installata** (secondo lo scenario accelerato)

Tali risultati evidenziano delle ottime opportunità di mercato, ma soprattutto, data la necessità di infrastrutture di ricarica ad uso pubblico, specialmente per i veicoli che affrontano lunghe tratte, sarà importante in una prima fase una collaborazione con gli enti pubblici, anche tramite sviluppo di hub semi-pubblici per la ricarica di veicoli commerciali.

Infine, dall'analisi sui target europei delle infrastrutture di ricarica ad uso pubblico, dettate dall'AFIR, Motus-E ha stimato che solamente **per i veicoli commerciali pesanti (HDV) saranno presenti in Italia 3.200 punti di ricarica ad uso pubblico** distribuiti sui principali corridoi autostradali, nelle aree di parcheggio e nei nodi urbani, **di cui più della metà saranno MegaWatt Charger.**

Tale scenario, sarà in grado di supportare di circa **22.000 veicoli pesanti a lunga percorrenza, su un totale di circa 87.000 veicoli merci pesanti circolanti elettrici sia di breve sia di lunga percorrenza** (sotto e sopra i 300 chilometri giornalieri).

È possibile concludere che **i target AFIR sono un abilitatore del mercato** e come tali fondamentali per permettere una infrastrutturazione che abiliti la ricarica su lunghe percorrenze.

# 1. Perimetro dell'analisi, caratteristiche delle infrastrutture e tipologia di tariffe di ricarica

## 1.1 Segmentazione dei veicoli per il trasporto merci

All'interno della *Roadmap di elettrificazione del trasporto merci* su gomma è stata costruita una ipotesi di segmentazione dei veicoli circolanti per tipologia di attività (farmaceutico, filiera rifiuti, merci varie, edile, ecc.) e tipologia di veicoli, consentendo di stimare la ripartizione degli attuali furgoni e camion utilizzati nella filiera della logistica (escludendo il conto proprio e le partite IVA). Si sono perciò suddivisi per classe di percorrenza circa 3,54 milioni di veicoli su un totale di circa 4,2 milioni registrati.

Come punto di partenza per la stima del numero di infrastrutture a servizio della flotta di veicoli elettrici compresa nel perimetro individuato di 3,5 milioni di veicoli nei prossimi anni, **ci siamo focalizzati principalmente sui più numerosi e complessi dei casi di uso**, come evidenziato nella Tabella 1:

- **Light Commercial Vehicle** (ovvero Veicoli Commerciali Leggeri con un peso **fino a 3,5 ton**) ed una percorrenza media **al di sotto dei 300 km**
- **Heavy & Super Heavy Truck** (ovvero Veicoli Commerciali Pesanti con un peso **superiore a 15,99 ton**) in **tutte le fasce di percorrenza: 0-70km; 71-150 km; 150 km-300 km; oltre 300 km**

|  | <b>Light Commercial Vehicle</b> (fino a 3,5 ton) | Small Truck (fino a 6 ton) | Medium Truck (fino a 15,99 ton) | <b>Heavy &amp; Super Heavy Truck</b> (superiori a 15,99 ton) |
|--|--|----------------------------|---------------------------------|--|
| <b>Distanze brevi (0 - 70 km)</b>        | 2.320.358  | 22.562                     | 93.443                          | 155.854  |
| <b>Distanze medie (71 - 150 km)</b>      | 331.638  | 4.179                      | 73.935                          | 49.220   |
| <b>Distanze lunghe (150 km - 300 km)</b> | 281.321  | 3.444                      | 23.743                          | 50.803   |
| <b>Lunga Percorrenza (oltre 300 km)</b>  | 0  | 2.115                      | 13.885                          | 116.325  |
| <b>TOT</b>                               | <b>2.933.316</b>                                 | 32.300                     | 205.006                         | <b>372.202</b>   |

*Tabella 1 Segmentazione veicoli merci di tutte le alimentazioni per tipologia di veicolo e classi di percorrenza, elaborazione FIT Consulting - Motus-E*

Da questa prima classificazione, è possibile notare che il 96% dei veicoli per il trasporto merci circolanti in Italia, percorre meno di 300 km al giorno.



Una volta individuati questi gruppi di veicoli, abbiamo cercato di caratterizzare le varie tipologie di infrastrutture per ricaricarli, dove queste dovranno essere installate e quali sono le loro caratteristiche, sulla base delle esigenze del trasporto.

## 1.2 Le strategie di ricarica dei veicoli per il trasporto merci

Abbiamo cercato innanzitutto di inquadrare **le strategie di ricarica** dei mezzi commerciali su gomma. Nello specifico vengono individuate due principali strategie o applicazioni: **Una notturna**, quindi durante una sosta prolungata, e **una giornaliera**, o lungo il percorso, che maggiormente deve conciliarsi con i vincoli operativi degli utenti.

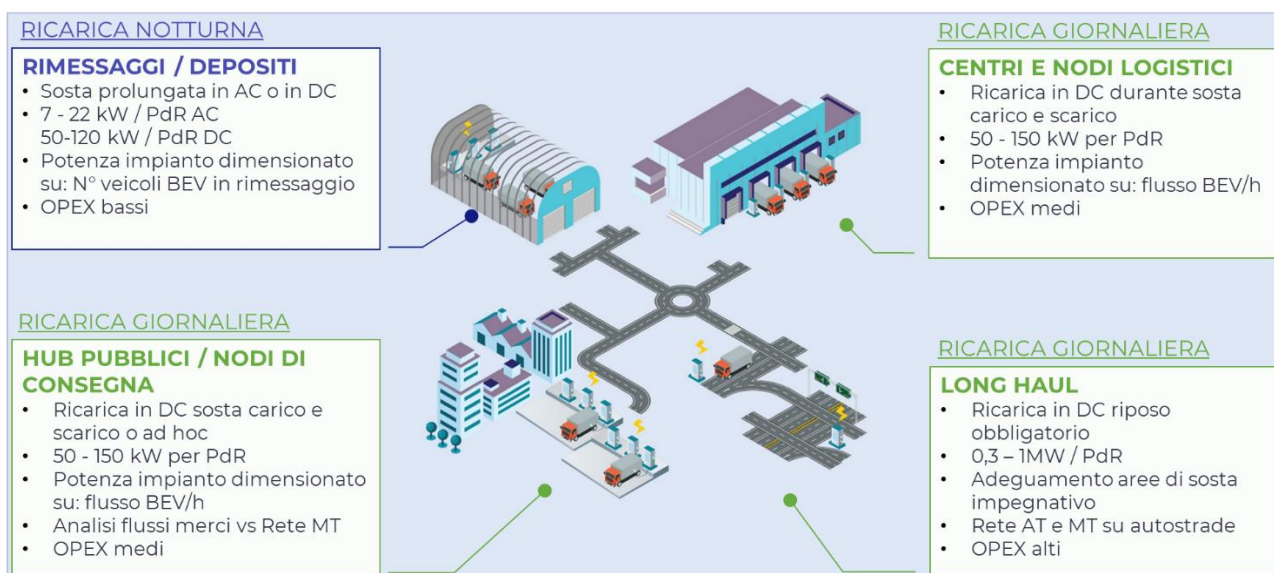


Figura 2 Sintesi delle strategie di ricarica per veicoli merci. Image source: T&E – Recharge EU truck

### Ricarica Notturna:

La ricarica notturna in rimessaggio è una ricarica di tipo più lento che sfrutta i tempi di fermo notturno o in generale le soste lunghe (in genere di almeno 6 ore). Il dimensionamento di una rete di ricarica in rimessaggio è legato unicamente al numero di veicoli che contemporaneamente effettuano una sosta prolungata e la potenza dell'intero impianto di ricarica, da richiedere come connessione alla rete a meno di non sfruttare sistemi di autogenerazione dell'energia, dipende dal ciclo operativo giornaliero dei mezzi, ovvero dalla percorrenza dei mezzi da ricaricare e dalla durata della sosta. **Questa strategia come si vedrà di seguito è sicuramente quella da perseguire per raggiungere un maggior risparmio sui costi operativi**, in particolare quelli dell'energia, riuscendo a cogliere maggior vantaggio dall'elettrificazione dei mezzi pur prendendo in carico l'investimento sul sistema di ricarica.

## Ricarica Giornaliera:

La ricarica giornaliera o lungo il percorso avviene durante il ciclo operativo e si individuano tre soluzioni a riguardo:

### 1. Hub pubblici

### 2. Centri logistici e Nodi di consegna

### 3. Ricarica per long haul

**Hub pubblici:** sono generalmente aree pubbliche in cui sono presenti stazioni di ricarica in corrente continua (DC) con potenze comprese tra 50 e 150kW per singolo punto di ricarica. La ricarica in queste aree è prevista durante le fasi di consegna o di rottura del carico (ovvero quando il carico viene scaricato e ricaricato su un altro vettore). In particolare, i punti di ricarica su suolo pubblico o privato ad accesso pubblico, devono necessariamente essere dedicati ai veicoli merci, data l'impossibilità di poter conciliare le necessità operative con l'incertezza di disponibilità dei punti di ricarica.



Figura 3 rappresentazione di un hub pubblico.  
Source: Siemens

Più in dettaglio, queste aree devono essere caratterizzate da:

- Per la localizzazione degli hub, è necessaria un'analisi coordinata tra Comuni e/o con associazioni di imprese locali;
- Sono necessari dai 4 ai 6 punti di ricarica in corrente continua, almeno da 100 kW ciascuno, scalabile all'aumentare del numero dei veicoli;
- Spesso la potenza richiesta implica una connessione in Media Tensione, che può implicare la richiesta di un nuovo POD.

**Centri logistici e nodi di consegna:** In modo simile agli Hub pubblici, caratterizzati da ricarica in corrente continua (DC) con potenze comprese tra 50 e 150 kW, ma si differenziano principalmente per il parametro di dimensionamento e in particolare per il numero dei potenziali punti di ricarica che possono essere molti di più rispetto ai casi precedenti; infatti, il numero di punti di ricarica dipenderà dal flusso di veicoli elettrici che insistono sul nodo. Uno studio ad hoc è necessario per dimensionare il numero di punti di ricarica, ma in prima battuta si possono



Figura 4 Rappresentazione di un nodo logistico, con punti di ricarica ad uso pubblico dedicati a veicoli merci (in basso) e raffigurazione di un destination charger, con punti di ricarica privati durante il carico/scarico merci. Source:ABB

dimensionare come un Hub di ricarica dedicato, la cui scelta ricade sul gestore del nodo indicato.

La richiesta del nodo logistico di installare impianti di ricarica implica la preesistenza di un POD, per il quale sarà necessario un aumento di potenza, per poter sostenere la ricarica dei veicoli. Questo può comportare dei vantaggi sul costo finale di ricarica.

Fanno parte di questa categoria anche i **'Destination Chargers'** (es. clienti delle aziende di logistica), ovvero punti di ricarica privati dedicati alla ricarica dei veicoli merci durante il carico/scarico merci.

I destination charger possono presentare le seguenti caratteristiche:

- 1 o 2 punti di ricarica in corrente continua, con potenze comprese tra 50 e 150 kW, scalabile all'aumentare del numero dei veicoli
- La scelta è in capo al cliente, non è necessaria una analisi di localizzazione
- La richiesta può essere gestita con POD esistente, con o senza aumento di potenza. Vantaggi sul costo di ricarica



*Figura 5 Esempio di Destination Charger, con punti di ricarica per ogni molo di carico e scarico.  
Source:ABB*

**Ricarica per Long Haul:** si tratta di stazioni di ricarica in corrente continua, destinate esclusivamente ai long haul, che ne possono usufruire durante il riposo obbligatorio. La potenza di ricarica (0,3 – 1MW) e le aree di ricarica dedicate ai long haul devono essere dimensionati come suggerito dalla proposta dell'AFIR, tra i 300 kW e 1 MW, e in punti strategici. Nei successivi capitoli si tratterà più approfonditamente questa soluzione.

## 1.3 Il ciclo operativo dei veicoli per il trasporto merci

Con ciclo operativo giornaliero, si intende le percorrenze e le tipologie di trasporto che i veicoli devono coprire ogni giorno. Dal punto di vista della ricarica dei veicoli elettrici questo può essere classificato in due gruppi, sulla base delle percorrenze:

- **Sotto i 300 km**, nel caso in cui i veicoli tornano sempre in deposito
- **Sopra i 300 km**, quando i veicoli effettuano viaggi più lunghi. Infatti, in questi casi la ricarica ad uso pubblico può essere utilizzata durante le pause obbligatorie dei guidatori durante il tragitto e a destinazione durante il carico e scarico merci.



### Sotto i 300 km

- I veicoli rientrano sempre in deposito
- La ricarica avviene in prevalenza in **deposito notturna** (tra i 22 kW ed i 150 kW, a seconda della classe di percorrenza)
- La **ricarica ad uso pubblico** è necessaria per **emergenze** o pochi casi di percorsi estesi (dai 150 kW al 1 MW)



### Sopra i 300 km – Long Haul

- I veicoli effettuano viaggi più lunghi, anche internazionali
- La ricarica avviene in **deposito notturna** (tra i 50 kW ed i 350 kW prima della partenza)
- La **ricarica ad uso pubblico** (su strada) può avvenire durante le **pause obbligatorie\*** dei guidatori lungo il tragitto (tra 350 kW ed 1 MW)
- La ricarica avviene anche a **destinazione e durante carico/scarico merci** (tra i 50 kW ed i 150 kW)

Figura 6 Classificazione dei cicli operativi sulla base delle percorrenze giornaliere

Possiamo concludere, che in funzione del ciclo operativo giornaliero è possibile utilizzare una delle strategie di ricarica evidenziate nel paragrafo precedente.

## 1.4 Le aree di ricarica: layout e impiantistica

Al fine di ridurre al minimo i costi di ricarica in deposito, quando possibile è sempre meglio connettersi in bassa tensione.

In Italia è possibile richiedere la connessione in bassa tensione fino a 100kW di potenza al contatore, ma in alcuni casi il distributore può decidere di connettere alla linea di bassa tensione POD con richiesta di potenza superiore a 100kW (es. 150 – 160kW) se la situazione di rete lo permette; questo è il caso in cui la cabina di trasformazione secondaria (cioè un trasformatore che abbassa la tensione da media, 15-20kV; a bassa 400V) è nei pressi del punto di prelievo.

È quindi importante valutare insieme al distributore, in presenza di un contatore esistente, l'eventuale aumento di potenza necessario sulla base delle necessità di ricarica valutate dall'operatore della flotta.

In linea generale, note le esigenze della flotta e quindi le necessità di ricarica in termini di energia e potenza, minimizzare la potenza richiesta alla rete riduce chiaramente i costi di connessione, ancor più quando è possibile richiedere un allaccio in bassa tensione.

Quando si dovrà richiedere un allaccio in media tensione o si dovrà superare la soglia del contatore esistente, sarà necessario connettere l'utenza a delle linee di media tensione o a una cabina primaria limitrofa. È inoltre necessario prevedere all'interno dell'area di ricarica (deposito, hub, nodo logistico, ecc.) l'installazione di una cabina di consegna utente, dove andranno posizionati i trasformatori, i quadri di protezione e i quadri di connessione dell'impianto utente. Tali opere hanno un impatto non trascurabile, in ambito di progettazione dell'intervento, sia termini di layout del sistema di ricarica, che di organizzazione degli spazi di parcheggio dei veicoli.

Da tenere in considerazione anche il posizionamento delle infrastrutture di ricarica rispetto agli spazi di carico e scarico, alla sosta dei camion nei gate di carico e alla posizione della presa sul veicolo rispetto al cavo uscente dalla infrastruttura di ricarica; **sistemi di ricarica mobili possono ovviare ad eventuali problemi di infrastrutture fisso che non fossero compatibili con le operazioni di carico e scarico del veicolo o con il layout della sosta.**

## 1.5 Caratteristiche delle infrastrutture di ricarica

Per quanto concerne i punti di ricarica, è importante fare presente che esistono diverse tipologie di connettori e prese.

Per quanto riguarda le infrastrutture di ricarica in corrente alternata (AC) viene utilizzata una modalità di ricarica, detta **Modo 3**, che consiste nel fornire energia elettrica (230V monofase o 400V trifase) al caricabatterie interno al veicolo elettrico; sarà quest'ultimo a operare la trasformazione e ricaricare la batteria in corrente continua. In questo caso di ricarica in corrente alternata si utilizzano stazioni di ricarica con prese specifiche per veicoli elettrici: **Tipo 2** (connettore standard europeo).



Figura 7: Connettore Tipo 2

Mentre, con la modalità di ricarica **Modo 4**, si ricarica direttamente la batteria del veicolo elettrico in corrente continua (DC); questa modalità permette di superare i vincoli imposti dal caricabatterie interno AC e rende possibile la ricarica ad alta potenza (quindi ultraveloce). Lo standard per la ricarica in corrente continua è il **Combined Charging System (CCS) Combo2**.



Figura 8: Combined Charging System (CCS)

Queste 2 tipologie di prese (la Tipo 2 e la CCS Combo2) sono state sviluppate prevalentemente per i veicoli leggeri e dato che per i veicoli commerciali è molto importante che i tempi di ricarica siano il più ridotti possibile, si sta sviluppando il nuovo sistema **Megawatt Charging System (MCS)**.

Il **Megawatt Charging System (MCS)** è un connettore di ricarica per veicoli elettrici a batteria di grandi dimensioni, ed è attualmente in fase di sviluppo da parte dell'organizzazione CharIN, che ne spiega le caratteristiche nel whitepaper dedicato<sup>1</sup>. Il Megawatt Charging System viene elaborato per rispondere alla domanda di mercato nel settore di autocarri e autobus di ricaricare i veicoli elettrici pesanti nel minor tempo possibile. Il connettore in questione ricarica alla velocità massima di 3,75MW e permette di raggiungere tensioni a 1.250 Volt e 3.000 Ampere.

Quindi, l'aumento della velocità di ricarica offerto dal **Megawatt Charging System (MCS)**, consentirà ai clienti di percorrere una maggiore distanza al giorno utilizzando le pause obbligatorie previste dalle norme sull'orario di servizio.

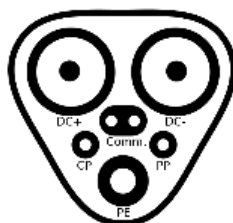


Figura 9: Megawatt Charging System

È importante sottolineare che, laddove possibile compatibilmente con le esigenze operative, **la ricarica in AC a bassa potenza è preferibile, sia per i costi che per meglio gestire le sollecitazioni termiche della elettronica di potenza e della batteria del veicolo**. Per tale ragione quando si indicano le basse potenze in AC si presuppone di riuscire a ricaricare alla potenza nominale che viene indicata (es. 22 kW), mentre per la corrente continua ad alta potenza si aggiunge un fattore di correzione legato al comportamento delle cosiddette **curve di potenza di ricarica**: perciò, pur indicando 50 kW o 100 kW di ricarica in DC nel seguito del documento, si terrà in conto che si ricaricherà a una potenza reale media minore durante l'intera sosta di ricarica. Quando

---

<sup>1</sup>CharIN Whitepaper Megawatt Charging System (MCS) - Recommendations and requirements for MCS related standards bodies and solution suppliers; version 1.0; 2022-11-24

si parla di ricarica e di potenza di ricarica **va sempre specificato a quale potenza effettivamente i veicoli sono in grado di ricaricare** al fine di valutare le soluzioni di ricarica migliori per le differenti tipologie di veicoli. Prendendo in esame la ricarica in corrente alternata (AC) con Modo 3 e connettore di Tipo 2, tipicamente a 11 e 22 kW come tenuto in considerazione nel resto del report. In questo caso la curva di ricarica che mostra l'andamento della potenza di ricarica, nel tempo che il veicolo impiega a ricaricare la batteria, è sostanzialmente "piatta", raggiunge cioè velocemente la potenza nominale e rimane a quel livello per la maggior parte del tempo fino al completamento della ricarica.

Nel caso della ricarica in corrente continua (DC) (Modo 4 e connettore di tipo CCS o connettore con standard MCS), il comportamento di questo tipo di grafico è invece quello mostrato in Figura 10. Infatti i sistemi elettronici di potenza che gestiscono la ricarica internamente al veicolo non riescono a ricaricare alla potenza nominale per tutto il tempo in cui il veicolo è connesso, dovendo gestire dei picchi di calore dovuti all'effetto joule dei componenti elettrici ed elettronici (maggiore la corrente, maggiore il calore che si sviluppa); **questo è una dei motivi per cui si sta cercando di aumentare la tensione dei sistemi di ricarica e dei veicoli**, giacché a parità di potenza a tensioni più alte corrispondono correnti più basse e quindi minore calore generato e minori perdite. Data la tendenza dei sistemi di ricarica di operare a tensioni maggiori per i veicoli commerciali pesanti, si sta iniziando ad adottare standard di tensione definito da normativa EN 17186:2019, di tipo "L".

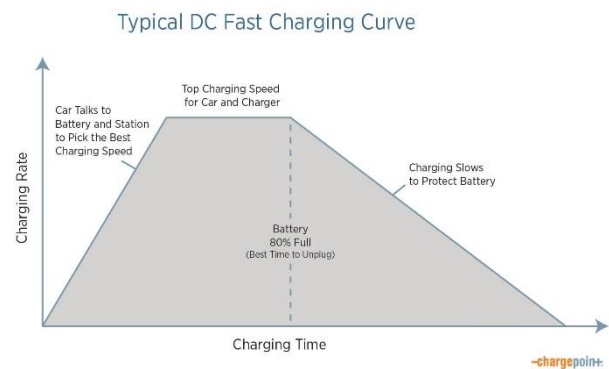


Figura 10: tipica curva di ricarica in corrente continua. Source: Chargepoint

## 1.6 Tariffa per la ricarica

### Tariffe per la ricarica in deposito

| Aggiornato a prezzi 2021 ARERA | Quota fissa c€/anno                               | Quota potenza c€/kW/anno                                   | Quota energia c€/kWh  |
|--------------------------------|---|--|---|
| <b>Assunzioni</b>              | Quote fisse non considerate per POD già esistente | Quota potenza calcolata solo su kW necessari alla ricarica | Quota energia calcolata solo su kWh necessari alla ricarica |
| <b>Materia energia</b>         |   |  | 5   |
| <b>Oneri di rete</b>           |   |  |   |
| Trasmissione                   |   |  | 0,73  |
| Distribuzione                  |   | 2816   | 0,048   |
| Misura                         |   |  |   |
| <b>Oneri di sistema</b>        |   | 2422   | 5,5544  |
| <b>Accise</b>                  |   |  | 1   |
| <b>IVA</b>                     | 22%   |  |   |
|                                | €/anno  | €/anno   | €/anno  |
|                                | 0   | 6.291  | 29.790  |

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| Potenza (kW)                 | 99      |
| Consumo (kWh/anno)           | 198.000 |
| Giorni di operatività / anno | 264     |

Tabella 2 Esempio di Tariffa energetica di un deposito in bassa tensione con 10 veicoli elettrici fino a 3,5 tonnellate

In Tabella 2 si riporta la composizione della **Tariffa dell'energia per ricaricare i veicoli in un'area di rimessaggio o di deposito dei mezzi**, in particolare di un caso esemplificativo in cui consideriamo un rimessaggio di 10 veicoli elettrici leggeri da 300 km al giorno.

La tariffa è composta da varie componenti che concorrono alla formazione del prezzo finale: **Materia energia, Oneri di rete, Oneri di sistema, Accise e IVA**.

La materia energia è l'unica componente non regolata, i trader infatti acquistano l'energia dal mercato all'ingrosso e la rivendono al cliente finale dimensionandola nella componente in bolletta relativa. Gli Oneri di rete invece rappresentano le spese che l'ente di trasmissione (Terna) e i gestori delle reti di distribuzione in media e bassa tensione, che installano e gestiscono i contatori, sostengono per esercire le reti elettriche e per connettere nuovi clienti; inoltre, si fa presente che tali costi si suddividono fra gli utenti del sistema elettrico.

**Gli oneri di sistema** invece racchiudono tutta una serie di voci di costo (incentivi, agevolazioni, sconti, ecc.) che ogni anno vengono utilizzate per supportare determinate tipologie di utenti, attivi e passivi, del sistema elettrico.

**Queste componenti appena descritte si declinano in tre voci o "quote" che compongono la tariffa finale.** Su queste abbiamo fatto alcune assunzioni immaginando un deposito di rimessaggio preesistente con una connessione alla rete e un contatore già disponibili:

- **una quota fissa**, non considerate per POD già esistente;
- **una quota potenza**, calcolata solo su kW necessari alla ricarica;



- **una quota energia**, calcolata solo su kWh necessari alla ricarica.

Da questo esempio si nota come **limitando la potenza richiesta alla rete si può ridurre il peso della quota potenza in bolletta**. E questo si può fare attraverso una gestione intelligente delle ricariche.

Infine, **il prezzo finale si calcola attraverso la somma di tutte le quote dell'energia diviso l'energia consumata**. Questo può essere preso come riferimento per tutti i casi d'uso che si sono analizzati per la valutazione dei costi delle infrastrutture e della ricarica. In questo caso d'uso in particolare **il prezzo finale è 0,18 €/kWh**, che consente di raggiungere **un quarto del costo chilometrico che si dovrebbe sostenere con un equivalente veicolo endotermico per il rifornimento**.

## Tariffe per la ricarica ad uso pubblico

Nella Tabella 3 si prendono in considerazione tra il 2022 e il 2025 **le tariffe a consumo al kWh applicate dalla maggior parte degli MSP agli utenti nel 2022**, per poter stimare l'impatto della ricarica ad uso pubblico sul costo totale della ricarica del veicolo. Questa è una assunzione fortemente conservativa per una serie di ragioni:

- Già oggi gli automobilisti possono usufruire di abbonamenti a 0,31-0,35€/kWh. Si può inoltre immaginare si stipulino accordi commerciali tra CPO (charging point operators) e aziende di trasporto, che a fronte di un prezzo unitario più basso, garantiscano una quantità minima di energia ricaricata;
- Nel corso degli anni si è considerato un ritorno ai prezzi al kWh che venivano applicati prima della crisi energetica; in realtà il tasso di utilizzo di ricariche ad hoc per veicoli commerciali sarà sicuramente maggiore della media di quelli per le auto, conseguentemente i prezzi unitari €/kWh saranno minori. **Accordi per tariffe fisse e l'aumento dei tassi di utilizzo delle infrastrutture di ricarica ad accesso pubblico a servizio dei veicoli merci saranno decisivi affinché i prezzi di questa soluzione di ricarica siano più bassi;**
- I prezzi delle ricariche a destinazione nei nodi di consegna (operatori che ricaricano dai clienti) nel modello di calcolo sono considerati uguali a quelli della ricarica ad uso pubblico. In realtà è plausibile che sfruttando POD esistenti di utenze con consumi e potenze alti (Supermarket, Centri commerciali, industrie) il valore €/kWh di queste ricariche sarà molto più basso, come si vede dal paragrafo precedente sulla struttura della tariffa e sulla quota potenza. **Infatti, più il consumo del POD è alto, più le quote si spalmano su un numero maggiore di kWh; quindi, il prezzo unitario è basso e il cliente può garantire al suo partner logistico un prezzo di ricarica più vantaggioso delle infrastrutture ad uso pubblico.**

| Potenza kW | 2022 €/kWh | 2025 €/kWh | 2030 €/kWh |
|------------|------------|------------|------------|
| 22         | 0,58       | 0,45       | 0,45       |
| 50         | 0,68       | 0,53       | 0,53       |
| 100        | 0,78       | 0,62       | 0,56       |
| 350        | 0,78       | 0,78       | 0,78       |

Tabella 3: Assunzioni sui costi della ricarica pubblica in base alla potenza di ricarica

- Si è assunto che se con una singola ricarica notturna non si riesce a soddisfare tutta la missione, si deve necessariamente ricaricare in un hub pubblico; tuttavia, questa assunzione non è necessariamente vera perché c'è anche la possibilità che si possa rientrare in deposito per dei rabbocchi durante il giorno, diminuendo i costi operativi.

## 1.7 Soluzioni complementari e alternative: ricarica con accumulo e battery swap

I Sistemi di accumulo associati ai sistemi di ricarica rappresentano soluzioni interessanti sia per limitare la potenza richiesta alla rete, dalle ricariche in rimessaggio sino al long haul, sia per alimentare sistemi di ricarica mobili utili a dare flessibilità al layout delle soluzioni di ricarica, sia in ultimo per massimizzare l'autoconsumo di energia da impianti rinnovabili, in particolare fotovoltaico, sui depositi e sugli hub di ricarica.

La scelta di tale soluzione è guidata perciò da esigenze di flessibilità operativa ma anche dall'obiettivo di evitare di remunerare l'energia autoprodotta e ceduta alla rete con il meccanismo dello *scambio sul posto*, che porta a un risparmio decisamente più basso rispetto all'autoconsumo e quindi al risparmio di energia richiesta alla rete. Infatti, le batterie dei sistemi di ricarica possono scaricarsi ad alta potenza per ricaricare i veicoli e, mentre questi sono fuori dal rimessaggio per le proprie missioni, ricaricarsi a più bassa potenza direttamente dagli impianti rinnovabili in loco.

Una possibile alternativa ai convenzionali punti di ricarica sono i sistemi di battery swap. Con i sistemi di ricarica convenzionali, il veicolo rimane allacciato al punto di ricarica, fintanto che sta caricando; nel caso del battery swap invece, l'intero pacco batterie del veicolo viene sostituito con un altro pacco batterie caricato in precedenza.

Questo sistema consentirebbe di ridurre i tempi di transito nelle apposite aree di ricarica (es. nodi commerciali, hub di ricarica), separando così le problematiche inerenti alla potenza richiesta per l'infrastruttura di ricarica e il tempo di ricarica.

Al contempo però, ogni produttore dovrebbe avere un proprio impianto di battery swap, o in alternativa tutti i veicoli dovrebbero avere un pacco batterie universale, adattabile su ogni veicolo, cose entrambe improbabili nel breve periodo.

Attualmente si stanno sviluppando alcune applicazioni di battery swap per veicoli commerciali in Cina.

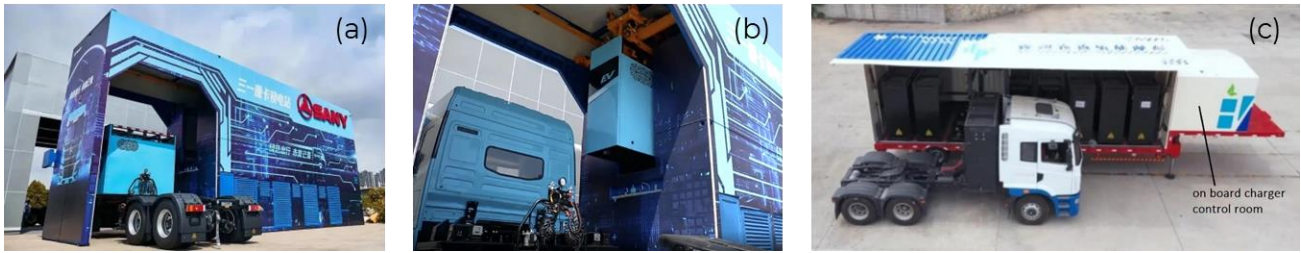


Figura 11 Rappresentazione del sistema di ricarica tramite battery swap. Fonte: (a): carnewschina.com; (b): Sany Global; (c): etrucks.co.nz.

## 2. Analisi dei costi per ricarica di veicoli commerciali: ambito urbano/regionale e tratte di lungo raggio

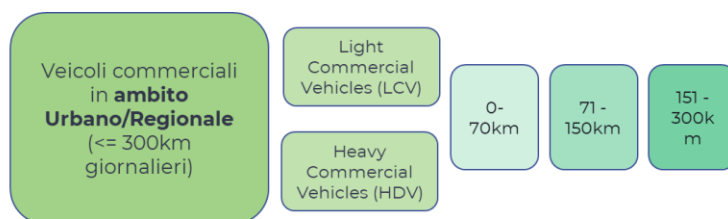
Lo scopo alla base delle analisi presentate in questo capitolo è di comprendere come varia il costo dell'infrastruttura di ricarica in deposito e costo di ricarica annuo per singola vettura al variare delle percorrenze giornaliere dei veicoli, del numero di veicoli da ricaricare (10 o 100 veicoli) e dal tipo di infrastruttura di ricarica (es. Tipo3 o Tipo4).

L'analisi verrà effettuata per i tre casi d'uso di veicoli selezionate (Figura 12):

- Ambito Urbano (<300 km giornalieri), Light Commercial Vehicle (LCV): 0-70 km; 71-150 km; 151-300 km
- Ambito Regionale (<300 km giornalieri), Heavy Duty Vehicles (HDV): 0-70 km; 71-150 km; 151-300 km
- Lunghe tratte (>300 km giornalieri), Heavy Duty Vehicles (HDV): 450 km; 800 km

### Veicoli merci in ambito Urbano/Regionale (<300 km) suddivisi in:

- *Light Commercial Vehicles (LCV):*  
0-70 km; 71-150 km; 151-300 km
- *Heavy Duty Vehicles (HDV):*  
0-70 km; 71-150 km; 151-300 km



### Veicoli merci pesanti per lunghe tratte (>300 km), suddivisi in:

- *Heavy Duty Vehicles (HDV):*  
450km giornalieri
- *Heavy Duty Vehicles (HDV):*  
800 km giornalieri

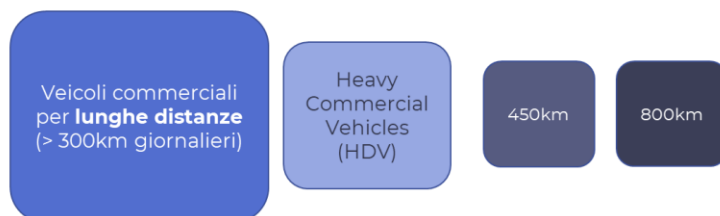


Figura 12 Casi d'uso dei veicoli merci selezionate

## 2.1 Analisi dei veicoli commerciali leggeri (LCV) fino a 300 km di percorrenza

### Input dei dati per l'analisi dei veicoli commerciali leggeri, in ambito urbano/regionale

| PARAMETRO   | LCV 0-70 km<br>=<br>LCV 71-150 | LCV 150-<br>300 km |
|---|--------------------------------|--------------------|
| <b>N. veicoli in flotta caso d'uso</b>                                | 10                             | 10                 |
| <b>Percorrenza media</b><br>[km/giorno]                               | 70-150                         | 300                |
| <b>Consumo</b> [kWh/km]   | 0,25                           | 0,25               |
| <b>Capacità batteria veicolo</b> [kWh]                                | 50                             | 50                 |
| <b>Ricarica uso pubblico</b><br>%                                     | 0%                             | 33%                |
| <b>P<sub>nominale</sub> ricarica infrastruttura uso pubblico</b> [kW] | -                              | 50                 |
| <b>P<sub>nominale</sub> punto di ricarica</b> [kW]                    | 11                             | 11                 |
| <b>Tempo di fermo in deposito</b> [h]                                 | 8                              | 8                  |
| <b>Giorni di lavoro</b>   | 264                            | 264                |

Tabella 4 Sintesi input per la valutazione dei costi di ricarica dei veicoli merci leggeri elettrici

In Tabella 4 sono riportati gli input di calcolo per le tre fasce di percorrenza (0-70 km; 71-150 km; 151-300 km) per i veicoli commerciali leggeri che percorrono **distanze giornaliere inferiori ai 300 km**, quindi in ambito urbano e periurbano.

I parametri di input sono stati ricavati dalla collaborazione con le case costruttrici di veicoli e infrastrutture del tavolo di lavoro di MOTUS-E e utilizzati nella *Roadmap di elettrificazione del trasporto merci* per il calcolo del TCO dei veicoli e per gli scenari di penetrazione dei veicoli elettrici nel mercato di furgoni e camion italiani fino al 2030.

Al fine di dimensionare l'infrastruttura di ricarica in deposito, è necessario conoscere il numero di veicoli da ricaricare e nell'analisi effettuata da Motus-E, non avendo informazioni sulla flotta media, né per attività né in

assoluto, o sul numero medio di veicoli in rimessaggio, sono stati considerati due scenari rappresentativi di 10 e 100 veicoli da ricaricare in deposito, in modo da poter apprezzare la differenza di CAPEX per le Infrastrutture, e degli OPEX per l'energia.

Nell'elenco seguente si riportano alcuni commenti sui parametri di input e sulle assunzioni ad essi relative:

- Si considerano equivalenti le fasce 0-70 e 71-150 km poiché la maggior parte dei modelli di veicoli N1 sul mercato possono percorrere queste distanze giornaliere senza ricaricare lungo il percorso;
- La capacità della batteria è stata assunta come media sul mercato. Attualmente sul mercato sono presenti veicoli commerciali con una capacità delle batterie superiore a quella considerata; scegliendo un veicolo con una maggiore capacità si potrebbe evitare di ricaricare il veicolo su stazioni di ricarica ad uso pubblico a prezzi più elevati rispetto della ricarica in deposito, questo ovviamente a discapito del prezzo d'acquisto. L'operatore dovrà perciò

valutare gli effetti sul TCO della soluzione (veicolo + ricarica + infrastruttura) e scegliere la capacità della batteria in base ai modelli sul mercato di conseguenza;

- Con la capacità della batteria indicata e 300 km di missione giornaliera, viene considerato un fabbisogno di ricarica ad uso pubblico del 33% rispetto al totale dell'energia giornaliera da ricaricare. Sulle considerazioni sulla ricarica ad uso pubblico si rimanda alla sezione dedicata;
- La potenza di ricarica lungo il percorso (hub pubblici o a destinazione) è impostata a 50 kW in corrente continua (DC). Molti modelli non ricaricano a potenza più elevata e non si ritiene comunque utile aumentare la potenza, se la stessa rende compatibile la sosta per la ricarica con i tempi di missione, al fine di contenere i costi della ricarica;
- La ricarica in deposito è invece pensata in corrente alternata (AC), per risparmiare su hardware e contenere le potenze. Ogni veicolo ha un suo punto di ricarica dedicato, la cui potenza massima erogabile è calibrata sulla minima indispensabile per contenere i costi di installazione e quelli dell'energia pur riuscendo a ricaricare il 100% nel tempo di fermo. È stata considerata la potenza nominale di ricarica in deposito di 11 kW perché non tutti i veicoli accettano la ricarica in AC da 22 kW. Queste ultime sono entrambe compatibili con una sosta di durata pari al fermo notturno. Si è inoltre considerato di mettere a disposizione ogni 10 veicoli un punto di ricarica a più alta potenza (100 kW) per emergenze, senza che questo vada a impattare la potenza nominale di connessione (cioè quella elaborata dal contatore del deposito);
- I tempi di fermo possono essere anche più lunghi: in questo caso si può ulteriormente ridurre l'effettiva potenza di ciascun punto di ricarica perché è maggiore il tempo per ricaricare la stessa capacità della batteria.
- Per numero di veicoli in flotta bassi si può richiedere una connessione in bassa tensione (BT), sempre preferibile perché meno costosa e più veloce da realizzare da parte del distributore di energia elettrica locale.

## Risultati Analisi dei veicoli commerciali leggeri, in ambito urbano/regionale

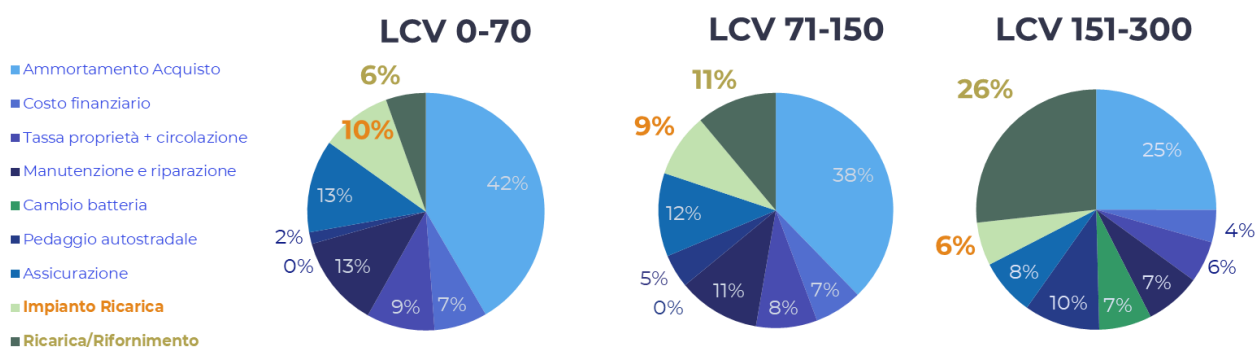


Figura 13 TCO dei veicoli commerciali leggeri al crescere delle distanze - peso dell'impianto di ricarica e del rifornimento sul singolo veicolo

Si può affermare, come mostrato nella Figura 13 ricavata dalle evidenze della Roadmap 2030, che **il peso del costo dei sistemi di ricarica sul costo totale di possesso del**

**mezzo (TCO) è contenuto al crescere dei costi operativi.** Ad esempio, per i veicoli con percorrenza giornaliera di 300 km, il costo dell'impianto di ricarica sul singolo veicolo ammonta al 6%, mentre può diventare più significativo se i veicoli compiono tratte mediamente più corte. Al contrario, cresce il peso della componente di ricarica, ovvero il costo di ricarica (costo operativo di rifornimento) al crescere del numero di chilometri. Per ricavare i risultati del modello di analisi della ricarica, come sintetizzati nella Tabella 5, sono stati valutati, sulla base degli input descritti nella sezione precedente, e delle componenti tariffarie descritte nelle sezioni dedicate alla ricarica in deposito e lungo il percorso:

- I costi delle infrastrutture di ricarica (Hardware);
- I costi della loro installazione includendo i lavori civili e le cabine di consegna nel caso di connessioni in media tensione (installazione);
- I costi di connessione, come dalle tabelle dei costi forfettari di connessione della ARERA (connessione).

| Modello di ricarica <sup>0)</sup> :  |  | Distanze brevi<br>(0 - 70 km)                            | Distanze medie<br>(71 - 150 km)                          | Distanze lunghe<br>(151 - 300 km)                        |
|--|--|--|--|--|
| % ricarica uso pubblico  |  | 0%   | 0%   | 33%  |
| Potenza nominale di ricarica uso pubblico  |  | -  | -  | 50 kW  |
| Potenza nominale di ricarica in deposito   |  | 11 kW  | 11 kW  | 11 kW  |
| Costo «energetico» per la ricarica / veicolo<br>(energia in deposito + servizio di ricarica su pubblico)       |  | 840 € / anno / veicolo                                   | 1.800 € / anno / veicolo                                 | 6.100 € / anno / veicolo                                 |
| <b>Costo Infrastrutturazione Deposito/ veicolo</b><br>(incluso HW infrastruttura, installazione e connessione) |  | 8.400 € / veicolo  | 8.600 € / veicolo  | 8.800 € / veicolo  |
| Deposito con 10 veicoli  | Distribuzione Costo Infrastrutturazione Deposito                                 | 56% HW infrastruttura, 42% Installazione, 2% Connessione | 55% HW infrastruttura, 41% Installazione, 4% Connessione | 54% HW infrastruttura, 40% Installazione, 6% Connessione |
|  | Costo Infrastrutturazione Deposito / Costo Veicolo                               | 17%  | 17%  | 18%  |
|  | <b>Potenza nominale deposito</b>   | 23 kW  | 49 kW  | 98 kW  |
| Fattore di contemporaneità   |  | 20%  | 43%  | 85%  |
| Deposito con 100 veicoli   | <b>Costo Infrastrutturazione Deposito/ veicolo</b><br>(-13% rispetto 10 veicoli) | 7.300 € / veicolo  | 7.500 € / veicolo  | 7.800 € / veicolo  |
|  | Distribuzione Costo Infrastrutturazione Deposito                                 | 50% HW infrastruttura, 48% Installazione, 2% Connessione | 49% HW infrastruttura, 47% Installazione, 4% Connessione | 48% HW infrastruttura, 45% Installazione, 7% Connessione |

Note

0) Tempo di fermo in deposito = 8h  
1) Punto di ricarica per ogni veicolo  
Capacità batteria: 50 kWh

1) I costi di connessione pesano poco rispetto al totale di investimento  
2) Meglio installazione modulare con plug in AC ma con alimentazione di almeno 1 plug in DC  
3) Prevedere un plug da 100 kW ogni 10-15 veicoli in deposito  
4) 11 kW sufficienti ricarica in AC

1) Conveniente laddove possibile ricaricare in deposito ad alta potenza durante il giorno o stringere accordi per contenere costo ricarica DC

HW infrastruttura    Installazione    Connessione

Tabella 5 Sintesi dei risultati dell'analisi sui sistemi di ricarica per veicoli leggeri

Il peso del costo totale del sistema di ricarica in deposito sul costo del singolo veicolo (LCV) si concentra principalmente sul costo hardware e sull'installazione, mentre non pesa molto il costo di connessione, che si rivela contenuto specialmente se in bassa tensione (il caso di flotte piccole da dieci veicoli). Il costo dell'installazione su flotte di più numerose, ha un peso leggermente inferiore, poiché distribuito su un maggior numero di veicoli; da notare però, che in tutti i casi esaminati per 100 veicoli si necessita di un allaccio in media tensione, come descritto nella sezione sulle caratteristiche dei sistemi di ricarica.

### **Fattore di Contemporaneità:**

È importante porre attenzione al tema del fattore di contemporaneità, definito come il **rapporto fra il tempo di ricarica dei veicoli** (utilizzando la potenza nominale delle infrastrutture) **e il tempo di fermo in rimessa.**

$$\text{Fattore di contemporaneità} = \frac{\text{tempo di ricarica}}{\text{tempo di fermo in rimessa}}$$

Infatti, l'aumento della potenza delle infrastrutture di ricarica, consente una ricarica più rapida del veicolo, riduce il tempo di ricarica e quindi il fattore di contemporaneità, ma aumentando il costo della connessione e della tariffa di energia. **Ideale sarebbe trovare una**

**soluzione di ricarica che avvicini ad 1 il fattore di contemporaneità**, lasciando un margine di sicurezza. Aggiungendo all'infrastruttura di ricarica, un sistema di gestione intelligente della ricarica, consentirebbe un'ottimizzazione del tempo di ricarica, in particolare se il deposito/rimessaggio è dotato di un impianto fotovoltaico o di autoproduzione in generale, in modo da ottimizzare l'autoconsumo dell'energia prodotta e ridurre a quantità di energia acquistata. Nel caso in cui si sfruttino sistemi di auto-produzione di energia elettrica durante la ricarica, è possibile sfruttare la massima potenza di ricarica senza dover richiedere potenza dalla rete, sfruttando direttamente la potenza fornita dall'impianto di generazione. Si pensi ad esempio a flotte che svolgono missioni notturne (come la raccolta rifiuti o la pulizia stradale), che potrebbero usufruire di energia da impianti fotovoltaici di giorno per la ricarica.

Nel caso in esame, come mostrato nella Figura 14, considerando una potenza tipica per una singola presa (o colonnina) di 11 kW e mantenendo un fattore di contemporaneità reale del 95%:

- La flotta LCV che percorre 70 km/giorno può ricaricare a 2,3 kW/veicolo
- La flotta LCV che percorre 150 km/giorno può ricaricare a 4,9 kW/veicolo
- La flotta LCV che percorre 300 km/giorno può ricaricare a 9,8 kW/veicolo

### **Il costo della ricarica:**

**Per quanto riguarda i costi del rifornimento**, per le prime due fasce di percorrenza (0-70 km; 71-150 km) è stata considerata la ricarica esclusivamente in deposito, mentre per la terza fascia (151-300 km) è stato considerato due terzi della ricarica in deposito (66%) e un terzo di ricarica ad uso pubblico (33%), si può fare riferimento alla Figura 15. Per i casi d'uso in esame come detto **la potenza nominale di ciascun punto di ricarica è stata considerata di 11 kW**, da diminuire a seconda del già menzionato fattore di contemporaneità. Per come abbiamo spiegato il funzionamento della tariffa, se è vero che al crescere dei chilometri è necessario aumentare la potenza reale (perché nello stesso tempo di fermo si devono ricaricare più veicoli e quindi fornire più kWh di energia) allora si riscontrerà un aumento della quota potenza in bolletta; allo stesso tempo però, è altrettanto vero che l'aumento dei kW contrattuali è compensato dall'aumento dei

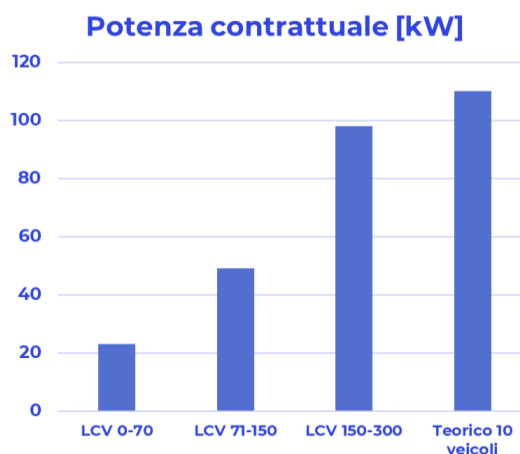


Figura 14 Potenza contrattuale del rimessaggio di 10 veicoli applicando o meno il fattore di contemporaneità



consumi con il crescere delle distanze da coprire, agendo positivamente sul valore €/kWh della tariffa.

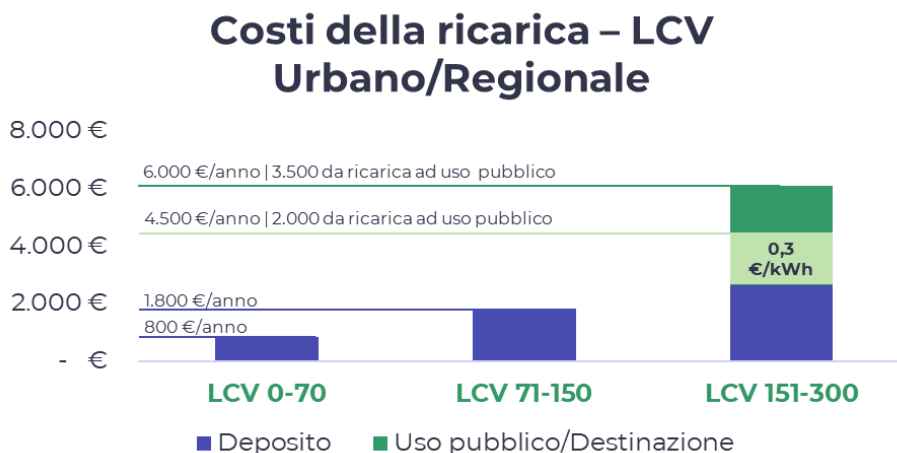


Figura 15 Costo annuo di rifornimento per singolo veicolo LCV per le varie fasce di percorrenza. Per il caso d'uso LCV 151-300 km è stata riportata la differenza di costo per la ricarica su punti di ricarica ad uso pubblico, in base al costo per kWh (verde scuro 0,53 €/kWh, verde chiaro 0,30 €/kWh), evidenziando l'impatto che il prezzo comporta sul costo di ricarica annuo.

Per la fascia 151-300 km, il 33% della ricarica del veicolo viene effettuata su stazioni di ricarica ad uso pubblico, costando più della metà del costo finale di rifornimento. Questo dimostra che potrebbe risultare più vantaggioso acquistare un veicolo con maggiore autonomia, in modo da evitare il costo della ricarica ad uso pubblico e la difficoltà di gestire i tempi di ricarica su infrastrutture ad uso pubblico e l'operatività dei mezzi, a fronte però di un maggior costo di acquisto del veicolo.

Inoltre, assumendo di ridurre il costo della ricarica ad uso pubblico o di destinazione (valore considerato di 0,53 €/kWh) ad esempio tramite contratti ad hoc a 0,3 €/kWh, si raggiungerebbero costi di ricarica complessiva di 4500€ annui, di cui 2.000€ dovuti alla sola ricarica su stazioni di ricarica ad uso pubblico.

Pur essendo significativo il peso della ricarica ad uso pubblico sul costo di rifornimento, risulta più che raddoppiata la stessa voce di costo per un veicolo diesel che affronta la stessa missione.

## 2.2 Analisi veicoli merci pesanti (HDV) fino a 300 km di percorrenza

### Input dei dati per l'analisi dei veicoli commerciali pesanti, in ambito regionale

| PARAMETRO   | HDV 0-70 km<br>= HDV 71-150 | HDV 150-300 km |
|---|-----------------------------|----------------|
| N. veicoli in flotta caso d'uso                                 | 10                          | 10             |
| Percorrenza media [km/giorno]                                   | 70 e 150                    | 300            |
| Consumo [kWh/km]  | 1,2                         | 1,3            |
| Capacità batteria veicolo [kWh]                                 | 200                         | 420            |
| Ricarica uso pubblico %   | 0                           | 0              |
| $P_{\text{nomInale}}$ ricarica infrastruttura uso pubblico [kW] | 100                         | 350            |
| $P_{\text{nomInale}}$ punto di ricarica deposito [kW]           | 50                          | 70             |
| Tempo di fermo in deposito [h]                                  | 8                           | 8              |
| Giorni di lavoro  | 264                         | 264            |

Tabella 6 parametri di input per veicoli merci sopra maggiori di 16 tonnellate per fasce di percorrenza giornaliera

In Tabella 6 **Error! Reference source not found.** sono riassunti i parametri di input per i veicoli commerciali pesanti elettrici. Anche in questo caso si variano le flotte da 10 e 100 veicoli per verificare l'andamento dei costi e delle potenze dei sistemi di ricarica in gioco. Si sono accorpati allo stesso modo dei leggeri i parametri di input dei pesanti da 70 e 150 chilometri giornalieri, visto che la gran parte dei veicoli pesanti possono coprire queste distanze solo con la ricarica in deposito con il pacco batterie di base.

**Diversa è la batteria invece su percorsi da 300 km giornalieri, in tal caso si è stimato, al fine di evitare ricariche lungo il percorso e aumentare significativamente i costi di rifornimento, di scegliere un pacco batterie con maggiore capacità.** I modelli di mezzi pesanti hanno pacchi

batterie modulari in fase di ordine; ciò consente al cliente di scegliere veicoli confacenti alle proprie esigenze senza far salire eccessivamente il prezzo.

In questo caso è comunque indicata la potenza di ricarica di un'infrastruttura ad uso pubblico (o più in generale lungo il percorso) ma si suppone possa essere utilizzata unicamente in casi di emergenza. Si suppone quindi che la ricarica in deposito sia sufficiente a coprire il fabbisogno giornaliero del veicolo. Per la ricarica in deposito si suppone che ogni veicolo abbia un suo punto di ricarica dedicato, la cui potenza massima erogabile è calibrata sulla minima indispensabile per contenere i costi di installazione e quelli dell'energia.

## Risultati dell'analisi della ricarica dei veicoli merci pesanti, in ambito regionale

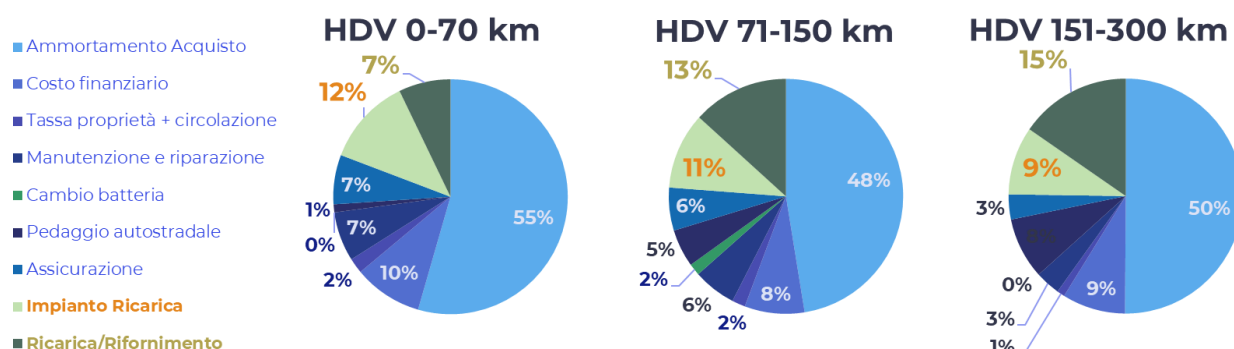


Figura 16 TCO dei veicoli merci pesanti al variare delle percorrenze

Nel caso del costo a vita intera dei veicoli pesanti (Figura 15) con quelli per i leggeri (Figura 13), si può notare che, nei casi in cui si riesca a evitare la ricarica lungo il percorso, il peso del costo di rifornimento è più contenuta e si mantiene più o meno proporzionale ai chilometri percorsi. **Nel caso di un HDV elettrico che percorre 300 km giornalieri, aumenta il peso del costo per l'acquisto del mezzo poiché è maggiore la capacità del pacco batterie per consentire al veicolo di compiere la tratta giornaliera.**

A questo proposito, nella Tabella 7 sono sintetizzati i risultati della analisi sui veicoli merci pesanti elettrici. **Riguardo il trasporto regionale degli HDV, il peso del costo dell'infrastruttura di ricarica rispetto a quello del veicolo è maggiore in confronto con il caso dei mezzi leggeri.** Infatti, ci sono costi più significativi per l'hardware (che è esclusivamente in corrente continua), l'installazione e la connessione. La connessione è sempre in media tensione, anche nel caso di flotte da dieci veicoli, che porta a un aumento del costo di connessione nonché dell'installazione (che include la cabina di consegna utente).

In conclusione, **è quindi importante che il gestore della flotta valuti, in base al TCO e alla compatibilità della ricarica con la missione da effettuare, se acquistare veicoli con una maggiore capacità della batteria (con maggiori costi e consumi) o se mantenerla più bassa ma appoggiarsi a sistemi di ricarica lungo il percorso.**

| Modello di ricarica <sup>0)</sup> :   |  | Distanze brevi<br>(0 - 70 km)                 | Distanze medie<br>(71 - 150 km)                  | Distanze lunghe<br>(151 - 300 km)              |
|---|--|---|--|--|
| % ricarica ad uso pubblico  |  | 0%  | 0%   | 0%   |
| Potenza nominale di ricarica ad uso pubblico  |  | -   | -  | -  |
| Potenza nominale di ricarica in deposito  |  | 50 kW   | 50 kW  | 70 kW  |
| <b>Costo «energetico» per la ricarica / veicolo</b><br>(energia in deposito + servizio di ricarica su pubblico) |  | 4.000 €/anno/veicolo                          | 8.700 €/anno/veicolo                             | 18.800 €/anno/veicolo                          |
| <b>Costo infrastrutturazione Deposito/ veicolo</b><br>(incluso HW infrastruttura, installazione e connessione)  |  | 42.400 €/veicolo                              | 43.100 €/veicolo                                 | 64.700 €/veicolo                               |
| Deposito con 10 veicoli   | Distribuzione Costo Infrastrutturazione Deposito     | 51% 47%                                       | 51% 46%  | 34% 62%  |
|   | % Costo Infrastrutturazione Deposito / Costo Veicolo | 19%   | 20%  | 16%  |
| <b>Potenza contrattuale deposito</b>  |  | 110 kW  | 236 kW   | 512 kW   |
| Fattore di contemporaneità  |  | 21%   | 45%  | 70%  |
| Deposito con 100 veicoli  | <b>Costo infrastrutturazione Deposito/ veicolo</b>   | 41.400 €/veicolo<br>(-2% rispetto 10 veicoli) | 42.000 € /veicolo<br>(-2,5% rispetto 10 veicoli) | 63.600€ / veicolo<br>(-2% rispetto 10 veicoli) |
|   | Distribuzione Costo Infrastrutturazione Deposito     | 50% 48%                                       | 49% 48%  | 33% 62%  |

<sup>0)</sup> Tempo di fermo in deposito = 8h  
<sup>1)</sup> Punto di ricarica per ogni veicolo  
 Capacità batteria: 200 kWh  
 distanze brevi e medie, 540 kWh  
 distanze lunghe

Note  
 1) I costi di connessione pesano poco rispetto al totale di investimento  
 2) Prevedere un plug da 100 kW ogni 10-15 veicoli in deposito  
 3) 50 kW sufficienti

1) La % di ricarica uso pubblico dipende fortemente dalla capacità della batteria. In questo caso, 420 kWh.  
 In caso di batterie più piccole necessaria ricarica ad uso pubblico (350 kW) ma ancora non c'è la rete.  
 2) Nel caso di batterie più piccole consigliabile aumentare la potenza nominale di ricarica in deposito.

HW infrastruttura    Installazione    Connessione

Tabella 7 Sintesi risultati di dimensionamento dei costi di ricarica di HDV elettrici al crescere delle percorrenze

Per quanto riguarda la ricarica, come mostrato in Figura 17, si può desumere che:

- Senza ricarica su stazioni di ricarica ad uso pubblico il costo è sostanzialmente proporzionale ai chilometri percorsi;
- Se ben dimensionata la batteria dei veicoli è possibile evitare la ricarica ad uso pubblico, che pesa molto sul costo operativo. La fascia 300 km in questo caso avrà bisogno di una potenza di ricarica maggiore per ciascuna presa rispetto alle fasce di percorrenza più brevi;
- Per la fascia 300 km, utilizzando una batteria da 200kWh come per le fasce precedenti, una ricarica in 20 minuti necessiterebbe di una potenza di 350kW per il 50% della energia. Questo porterebbe a una spesa di 49.000€/anno, di cui 38.600€ di ricarica su punti di ricarica ad uso pubblico (al prezzo indicato nella sezione dedicata), contro i 19.500€ della privata. In massimo 4 anni si recupererebbe quindi la differenza di prezzo del veicolo con batterie più grandi, che abbiamo dimensionato in 420 kWh sulla base dei modelli di veicoli disponibili dei nostri associati. Ovviamente qualora si ottenesse un prezzo specifico del servizio di ricarica (€/kWh) più vantaggioso sulla ricarica ad uso pubblico, è possibile valutare l'acquisto di un modello con una batteria meno capiente e ridurre così il costo di acquisto del mezzo.

## Costi della ricarica – HDV Regionale

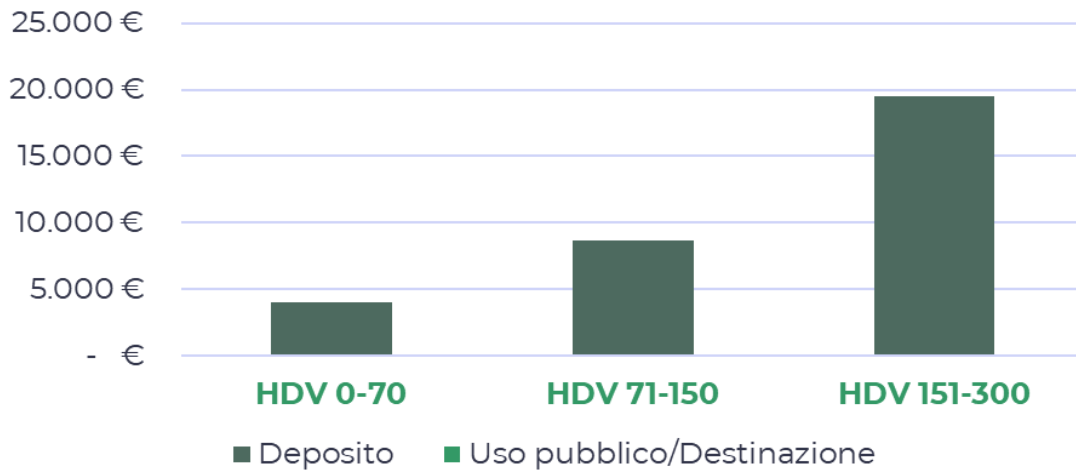


Figura 17 Costo del rifornimento per i tre casi d'uso degli HDV fino a 300 km giornalieri

### Fattore di contemporaneità:

Per quanto riguarda la potenza richiesta alla rete dal deposito di nuovo si deve far riferimento al **fattore di contemporaneità**, da considerare come il rapporto fra il tempo impiegato a ricaricare il veicolo alla potenza nominale delle prese (50 kW per le fasce 0-70km e 71-150 km e 70 kW per la fascia 151-300 km). Aumentando la potenza nominale del punto di ricarica si ricaricano più velocemente i veicoli e si riduce quindi il fattore di contemporaneità ma aumenta il costo della connessione e della tariffa di energia. **Se per**

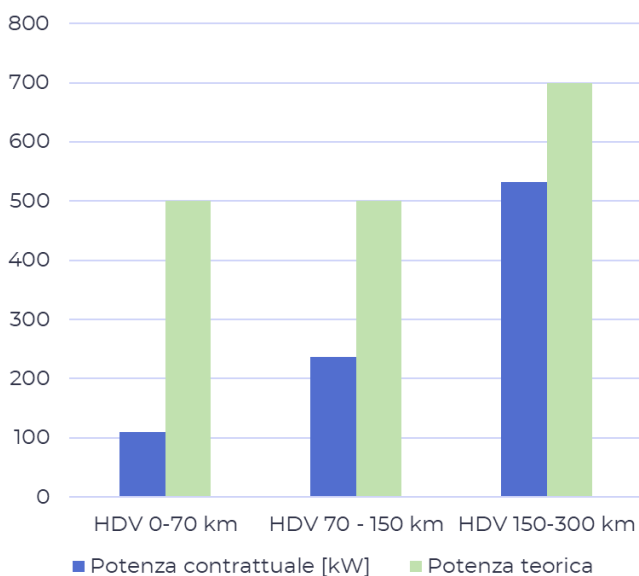


Figura 18 Confronto fra la potenza nominale delle infrastrutture di ricarica e la reale potenza contrattuale sfruttando il fattore di contemporaneità

**per i veicoli che ricaricano in corrente alternata l'ideale è trovare una soluzione di ricarica che avvicini ad 1 il fattore di contemporaneità, nel caso di ricarica in DC (>= 50 kW) lo stesso deve essere più contenuto per riuscire a tenere in considerazione il comportamento della ricarica ad alta potenza** (vedere sezione 1.5 Caratteristiche delle infrastrutture di ricarica). Alla luce di questi ragionamenti si terrà in considerazione una potenza media reale più bassa di quella nominale e di conseguenza un fattore di contemporaneità più vicino possibile a 0,7 piuttosto che a 1 (come indicato nella Tabella 7). Di conseguenza si evidenzia nel grafico in Figura 18 la potenza teorica necessaria e quella che

in realtà si dovrà richiedere alla rete con una buona gestione delle ricariche dei veicoli. Nel caso in esame, considerando una potenza tipica per una singola presa (o colonnina) di 50 kW fino a 150 km e 70 kW fino a 300 km.

- **La flotta HDV che percorre 70 km/giorno può ricaricare a 11 kW/veicolo**
- **La flotta HDV che percorre 150 km/giorno può ricaricare a 23,6 kW/veicolo**
- **La flotta HDV che percorre 300 km/giorno può ricaricare a 53,2 kW/veicolo**

Ciò significa che nel caso, puramente di studio, in cui si gestisse una flotta di 10 veicoli elettrici pesanti che compiono 70 km al giorno si potrebbe addirittura richiedere una connessione in bassa tensione, con costi inferiori e tempi di realizzazione ridotti, pur avendo a disposizione prese da 50 kW per ciascun veicolo; questo perché è possibile sfruttare le 8 ore di fermo, considerate per ricaricare tutti i mezzi a potenza più contenuta della nominale. Ad ogni modo un sistema di gestione intelligente della ricarica è fortemente consigliato, a maggior ragione se il deposito o il rimessaggio è dotato di un impianto fotovoltaico o di autoproduzione in generale. Nel caso in cui si sfrutti auto-produzione durante la ricarica è possibile utilizzare la massima potenza di ricarica senza richiedere maggior potenza alla rete, sfruttando la potenza fornita dall'impianto di generazione.

## 2.3 Analisi veicoli merci pesanti (HDV) oltre 300 km di percorrenza

### Input dei dati per l'analisi dei veicoli commerciali pesanti, per tratte a lungo raggio

| PARAMETRO  | HDV 450 km | HDV 800 km |
|--|------------|------------|
| Percorrenza media [km/giorno]                                | 450        | 80         |
| Consumo [kWh/km]   | 1,4        | 1,4        |
| Capacità batteria veicolo [kWh]                              | 540        | 540        |
| Ricarica pubblica %  | 14%        | 52%        |
| $P_{\text{ nominale}}$ ricarica infrastruttura pubblica [kW] | 350        | 600        |
| $P_{\text{ nominale}}$ punto di ricarica [kW]                | 100        | 100        |
| Tempo di fermo in deposito [h]                               | 8          | 8          |
| Giorni di lavoro   | 264        | 264        |

I ragionamenti effettuati sui veicoli pesanti nell'ambito regionale, fino a 300 km, sono stati ampliati per cercare di stimare il costo e le strategie di ricarica dei veicoli pesanti che effettuano missioni di lungo raggio (sopra i 300 km). **Si è cercato di suddividere in due fasce le percorrenze di lungo raggio** (450 km e 800 km) per meglio caratterizzare l'uso della ricarica ad uso pubblico, lungo il percorso e la potenza necessaria alle operazioni di ricarica.

In Tabella 8 si vedono i parametri di input adottati nei casi d'uso di lungo raggio.

Rispetto ai casi precedenti si notano le seguenti caratteristiche:

*Tabella 8 Input per l'analisi della ricarica degli HDV elettrici di lungo raggio (sopra i 300 km)*

- **La batteria presenta una capacità molto maggiore rispetto ai casi LCV e anche del caso HDV 300 km** (540kWh vs 50kWh\_LCV; 200kWh\_HDV). L'obiettivo in questo caso è garantire quanta più autonomia possibile per consentire al veicolo a pieno carico di percorrere lunghe distanze.
- La percentuale della ricarica ad uso pubblico è ridotta al minimo possibile con la batteria presa in considerazione. Nel caso degli 800 km di percorso si sfrutta l'obbligo di fermo degli autisti ogni 400 km e ogni 4 ore con un tempo di ricarica che deve essere compatibile con un fermo di 45 minuti.
- Si suppone che in questi casi la ricarica avvenga in hub di ricarica ad accesso pubblico soprattutto nelle aree di servizio autostradali, come previsto dal Regolamento Europeo sulle infrastrutture per i combustibili alternativi (AFIR) che pone obiettivi importanti sui sistemi di ricarica per i veicoli pesanti elettrici **(vedere le sezioni successive)**.
- Si differenziano le potenze di ricarica lungo il percorso rispettivamente da 350 e 600 kW. È bene sottolineare che ad oggi non ci sono infrastrutture di ricarica dedicate a 600 kW e dovranno essere realizzate con nuovi standard (vedere sezione "1.5 Caratteristiche delle infrastrutture di ricarica"); Quelle da 350 kW esistono già per le auto, ma non sono ancora in numero sufficiente sulle

autostrade e non hanno spazi compatibili con la movimentazione dei mezzi pesanti sopra le 16 tonnellate. Ricordiamo che per comodità si evidenziano i valori di potenza ma una singola presa da 1 MW potrà servire sia dei mezzi che ricaricano a 600 kW sia quelli che ricaricano a 350 kW.

- Si può supporre che al variare della potenza del punto di ricarica, vari il prezzo di ricarica ad accesso pubblico.
- La ricarica in deposito sarà comunque necessaria e si suppone che il veicolo si fermi in un rimessaggio a fine giornata pur non essendo quello di partenza.

| <b>Modello di ricarica<sup>(1)</sup>:</b>   |  | Long Haul (450 km)                                       | Long Haul (800 km)                                       |
|---|--|--|--|
| <b>% ricarica uso pubblico</b>  |  | 14%  | 52%  |
| Potenza nominale di ricarica ad uso pubblico  |  | 350 kW   | 600 kW   |
| Potenza nominale di ricarica in deposito  |  | 100 kW   | 100 kW   |
| <b>Costo «energetico» per la ricarica / veicolo</b><br>(energia in deposito + servizio di ricarica su pubblico) |  | 45.300 €/anno/veicolo                                    | 150.800 €/anno/veicolo                                   |
| <b>Deposito con 10 veicoli</b>  | <b>Costo Infrastrutturazione Deposito/ veicolo</b><br>(incluso HW infrastruttura, installazione e connessione) | 81.500 €/veicolo   | 80.800 €/veicolo   |
|   | Distribuzione Costo Infrastrutturazione Deposito   | 45% HW infrastruttura, 49% Installazione, 6% Connessione | 45% HW infrastruttura, 49% Installazione, 6% Connessione |
|   | Costo Infrastrutturazione Deposito / Costo Veicolo   | 20%  | 20%  |
|   | <b>Potenza nominale deposito</b>   | 827 kW   | 709 kW   |
| Fattore di contemporaneità  |  | 79%  | 68%  |
| <b>Deposito con 100 veicoli</b>   | <b>Costo Infrastrutturazione Deposito/ veicolo</b><br>(-1% rispetto 10 veicoli)                                | 80.400 € / veicolo                                       | 79.700 €/veicolo   |
|   | Distribuzione Costo Infrastrutturazione Deposito   | 44% HW infrastruttura, 50% Installazione, 6% Connessione | 45% HW infrastruttura, 50% Installazione, 5% Connessione |

Note: HW infrastruttura (blu), Installazione (verde), Connessione (grigio). <sup>(1)</sup> Tempo di fermo in deposito = 8h, 1 Punto di ricarica per ogni veicolo

Tabella 9 Sintesi dei risultati della valutazione dei sistemi di ricarica a servizio dei mezzi HDV di lungo raggio

Guardando ai risultati si possono fare alcune considerazioni di massima, considerando che parliamo di uno scenario futuro da realizzare:

- Con 350kW di ricarica lungo il percorso, considerando curve di ricarica abbastanza performanti (70% in media della potenza nominale), è possibile percorrere una distanza di 450km con il 14% di energia ricaricata su infrastrutture ad uso pubblico. Tale percentuale di ricarica è raggiungibile su punti di ricarica pubblici in un tempo di 15-20 minuti, quindi possibili durante il tempo di fermo del veicolo.
- Si considera che la maggioranza dei veicoli merci long haul possa percorrere massimo 450 km prima di una rottura di carico
- Nel caso degli 800 km invece non è possibile considerare l'utilizzo delle infrastrutture di ricarica a 350kW e sarà necessario passare a potenze maggiori, dai 600kW a salire, in modo da poter ricaricare in una finestra di tempo compatibile con il tempo di sosta obbligatorio degli autisti (45 minuti). I Megawatt Charger saranno perciò necessari per questa tipologia di applicazioni.
- Sul fattore di contemporaneità in deposito si è fatto lo stesso ragionamento applicato ai mezzi HDV fino a 300 km (Figura 19). Per quanto riguarda i mezzi che percorrono 800 km il fattore è più basso perché minore è la quantità di energia da ricaricare in deposito: ciò comporta una minore potenza richiesta alla rete di un deposito di mezzi che compiono questo caso d'uso.



- Sul prezzo della tariffa di ricarica ad uso pubblico va fatto un ragionamento ad hoc, come mostrato in Figura 19. Gli HDV con percorrenza giornaliera di 800 km che ricaricano sulle infrastrutture ad uso pubblico ad un prezzo di 0,81€/kWh (0,30 €/kWh), comporta una spesa annuale complessiva di 150.700 €/anno (71.700 €/anno), di cui 124.800 €/anno (46.000 €/anno), per la ricarica su infrastruttura ad uso pubblico. Nel caso di veicoli con percorrenza annua di 450 km, la spesa annua con un costo di ricarica su infrastruttura ad uso pubblico di 0,81 €/kWh (0,30 €/kWh) ammonta a 45.200 €/anno (33.900 €/anno), di cui 18.500 €/anno (7.200 €/anno) per ricarica su infrastrutture ad uso pubblico.

| <b>Modello di ricarica <sup>(n)</sup>:</b> |   | <b>HDV – 450km</b>   | <b>HDV – 800km</b>    |
|--|---|----------------------|-----------------------|
|  | <b>% ricarica uso pubblico</b>  | 14%                  | 52%                   |
|  | Potenza nominale di ricarica uso pubblico   | 350 kW               | 600 kW                |
|  | Potenza nominale di ricarica in deposito  | 100 kW               | 100 kW                |
| Costo ricarica ad uso pubblico             | Costo energia in deposito   | 26.800 €/anno        | 26.000 €/anno         |
| <b>0,81 €/kWh</b>                          | <b>Costo «energetico» per la ricarica / veicolo</b><br>(energia in deposito + servizio di ricarica ad uso pubblico) | <b>45.300 €/anno</b> | <b>150.800 €/anno</b> |
|  | Costo servizio di ricarica ad uso pubblico  | 18.500 €/anno        | 124.800 €/anno        |
| <b>0,30 €/kWh</b>                          | <b>Costo «energetico» per la ricarica / veicolo</b><br>(energia in deposito + servizio di ricarica ad uso pubblico) | <b>34.000 €/anno</b> | <b>72.000 €/anno</b>  |
|  | Costo servizio di ricarica ad uso pubblico  | 7.200 €/anno         | 46.000 €/anno         |

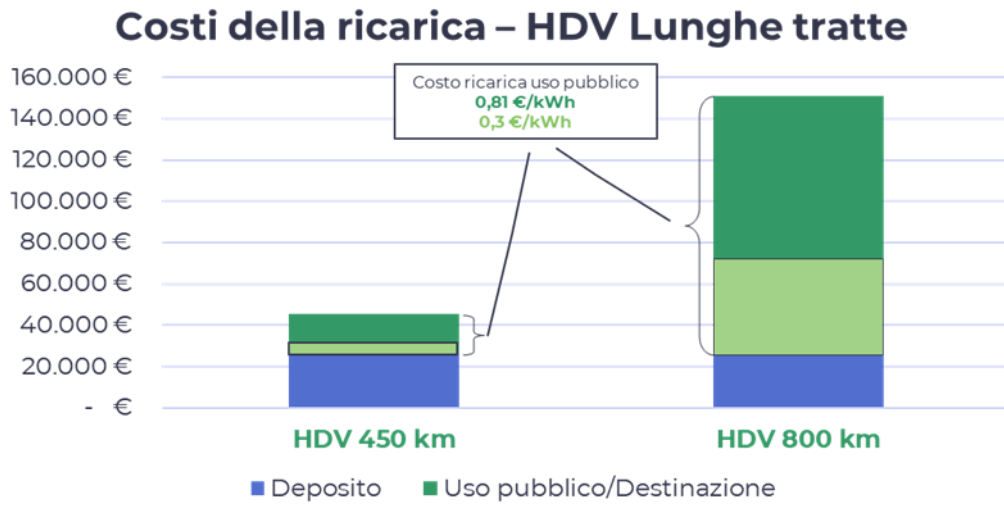


Figura 19 Costo del rifornimento per veicoli HDV sopra i 300 km

### 3. Stima degli investimenti necessari per l'elettificazione dei depositi al 2030

Per quantificare la stima degli investimenti privati necessari all'elettificazione dei depositi, si è operato in due step:

1. Stima costo del punto di ricarica per veicolo in deposito:

La stima è stata effettuata per i tre casi d'uso (LCV, HDV <300km, HDV >300km), considerando il costo di elettrificazione del deposito per singolo veicolo, includendo il costo dell'hardware (HW), il costo di installazione, quindi il relativo intervento sull'impianto elettrico e il costo di connessione. Dall'analisi effettuata sono stati rilevati tre aspetti principali:

- Il primo risultato ottenuto dall'analisi è che il 90% del costo totale d'infrastrutturazione del deposito è suddiviso in modo equo tra hardware e installazione, per i tre casi d'uso di veicoli.
- Inoltre, **il costo di infrastrutturazione del deposito per singolo veicolo** (tra i casi d'uso) **comporta un incremento tra il 10% e il 20% sul prezzo d'acquisto di un singolo veicolo commerciale elettrico**. È quindi fondamentale per l'operatore della flotta, svolgere le dovute valutazioni economiche per il dimensionamento dell'infrastruttura, in parallelo all'acquisizione dei veicoli elettrici.
- Infine, come mostrato in Figura 20(a), si può osservare che **la differenza di costo del singolo punto di ricarica per veicolo è ridotta per i veicoli LCV (tra 8.400€ e 8850€) e molto ampia per i veicoli HDV (tra 42.400€ e 81.500€)**. Tale fenomeno è dovuto principalmente alle maggiori potenze in gioco e di conseguenza agli interventi sul deposito e all'allaccio richiesto al distributore.

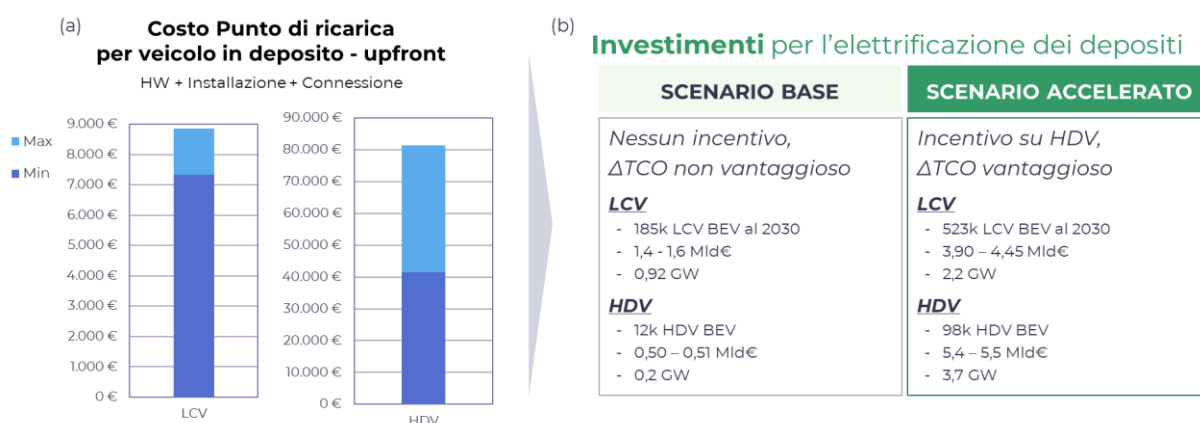


Figura 20 (a) costo del punto di ricarica per singolo veicolo, sia LCV che HDV; (b) investimenti necessari per l'elettificazione dei mezzi pesanti nei due scenari (base e accelerato) proposti nella "Roadmap di elettificazione per il trasporto Merci"

## 2. Stima degli investimenti totali necessari all'elettrificazione dei depositi in Italia:

Una volta stimato l'investimento necessario all'elettrificazione di un deposito privato per singolo veicolo, basandosi sulla stima dei veicoli immatricolati secondo i due scenari definiti nella "Roadmap di elettrificazione per il trasporto merci": base e accelerato, è stato quantificato l'investimento totale necessario ad elettrificare i depositi e la potenza complessiva installata - Figura 20(b).

Tale analisi è stata effettuata per le due classi di veicoli LCV e HDV; e per i due scenari: base e accelerato:

**Scenario Base:** investimento elettrificazione depositi

**LCV:** 1,4-1,6 Mld€ | 0,92 GW

**HDV:** 0,50-0,51 Mld€ | 0,2 GW

**Scenario Accelerato:** investimento elettrificazione depositi

**LCV:** 3,90-4,45 Mld€ | 2,2 GW

**HDV:** 5,4-5,5 Mld€ | 3,7 GW

## 4. Analisi sugli obiettivi europei di ricarica dei mezzi pesanti

La nuova proposta di regolamento per le infrastrutture per combustibili alternativi (AFIR, ovvero 'Alternative Fuel Infrastructure Regulation', che andrà a sostituire la DAFI) pubblicata dalla Commissione europea nel luglio 2021 prevede dei target da raggiungere per le infrastrutture di ricarica per i singoli Stati Membri.

Tali obiettivi sono suddivisi tra veicoli leggeri, che comprendono sia le auto che i veicoli commerciali leggeri (LCV), e veicoli pesanti (HDV).

In questo capitolo sono analizzate solo le proposte inerenti i veicoli pesanti, in particolare nell'immagine di seguito sono sintetizzati alcuni degli obiettivi principali per i veicoli pesanti nelle diverse proposte a livello europeo: Commissione, Consiglio e Parlamento.

Gli obiettivi sulle infrastrutture di ricarica sono declinati su:

- Rete centrale TEN-T (in larga parte corrispondente alla nostra rete autostradale)
- Rete globale TEN-T (in larga parte corrispondente alla nostra rete di superstrade ed alcune strade extraurbane)
- Aree di parcheggio
- Nodi urbani (corrispondenti alle principali città italiane)



Figura 21 Sintesi di alcuni degli obiettivi AFIR per i veicoli pesanti

Da una prima proposta della Commissione, è seguita una seconda proposta del Consiglio, il quale ha eliminato i target intermedi senza modifiche significative al 2030, mentre il Parlamento ha aggiunto dei target più sfidanti. Tali target sono stati definiti in base alla potenza a disposizione dei veicoli, alla distanza tra di loro e alla rete stradale di trasporto su gomma esistente.

**La sfida che si è posta Motus-E è come convertire questi target di potenza delle stazioni di ricarica in un numero effettivo di punti di ricarica da distribuire sul**

**territorio nazionale, ed allo stesso tempo analizzare se possono soddisfare le esigenze del trasporto merci elettrico nei prossimi anni.**

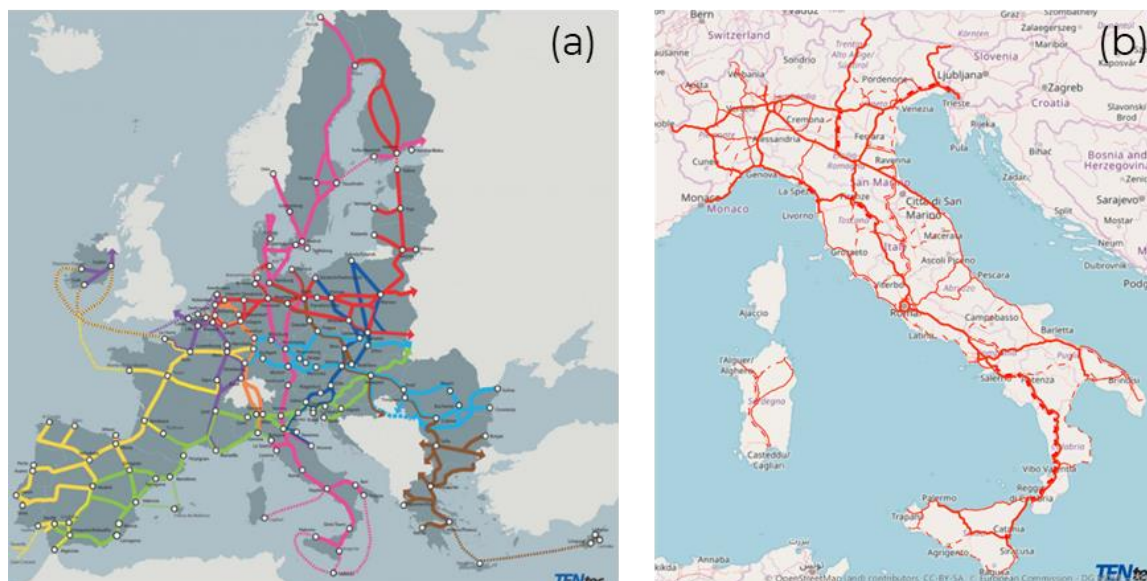


Figura 22 (a) Corridoio Centrale (Core) Europeo della rete TEN-T; (b) Corridoi Centrali (Core) e Globale (comprehensive) delle reti TEN-T in Italia

Nelle figure sopra sono riportati i corridoi delle reti TEN-T Centrale (Core) e Globale (Comprehensive) al fine di comprendere meglio su quali reti l'AFIR pone degli obiettivi in termini di stazioni di ricarica ogni 60 o 100 km; come anticipato, i target descritti prevedono di coprire questi corridoi ed alcune aree di sosta strategiche nei parcheggi e nei principali nodi urbani.

Valutando esclusivamente i target minimi indicati, possiamo stimare che la proposta della **Commissione e del Parlamento prevedano rispettivamente 0,7 GW - 1,6 GW di potenza installata in Italia, che possiamo stimare in circa 4.800 - 3.600 punti di ricarica per i veicoli pesanti**. La differenza deriva dalla potenza minima richiesta per singolo punto di ricarica in ciascuna stazione, che nella proposta del Parlamento prevede l'introduzione di punti di ricarica ad elevatissima potenza, ovvero i MegaWatt Charger precedentemente descritti, con una potenza unitaria che varia tra i 600 kW ed i 1000 kW (ovvero 1 MW), mentre nella proposta della Commissione i limiti minimi introdotti sono più bassi per singolo punto di ricarica. Questo ovviamente è solo una prima analisi, dato che considera dei target nazionali e non valuta specificità locali; inoltre rappresenta la potenza minima che può essere installata nel caso dei target della Commissione e del Parlamento.

### **L'analisi di Motus-E sui target Europei:**

Considerando invece l'analisi sulle modalità di ricarica descritta nei capitoli precedenti, stimiamo che i punti di ricarica si sposteranno a potenze elevate, includendo quindi i MegaWatt Charger, per le esigenze del trasporto merci pesante. Quindi, ciò evidenzia che i target della Commissione in termini di potenza unitaria delle stazioni di ricarica siano leggermente sottostimati. Consideriamo i target proposti dal Parlamento quindi più allineati con le necessità della rete in termini di potenza disponibile sul singolo punto di ricarica. Analizzando perciò le seguenti ipotesi:

- I target del Parlamento Europeo in termini di potenza di ricarica totale a disposizione (1,6 GW);

- Delle “stazioni tipo” per ognuno dei 4 cluster di obiettivi (rete centrale TEN-T, rete globale, aree di parcheggio e nodi urbani) come da tabella in calce;
- le necessità di ricarica del trasporto merci dell’analisi precedente

Possiamo ottenere un numero di punti di ricarica pari a 3.200, di cui più della metà sono MegaWatt Chargers.

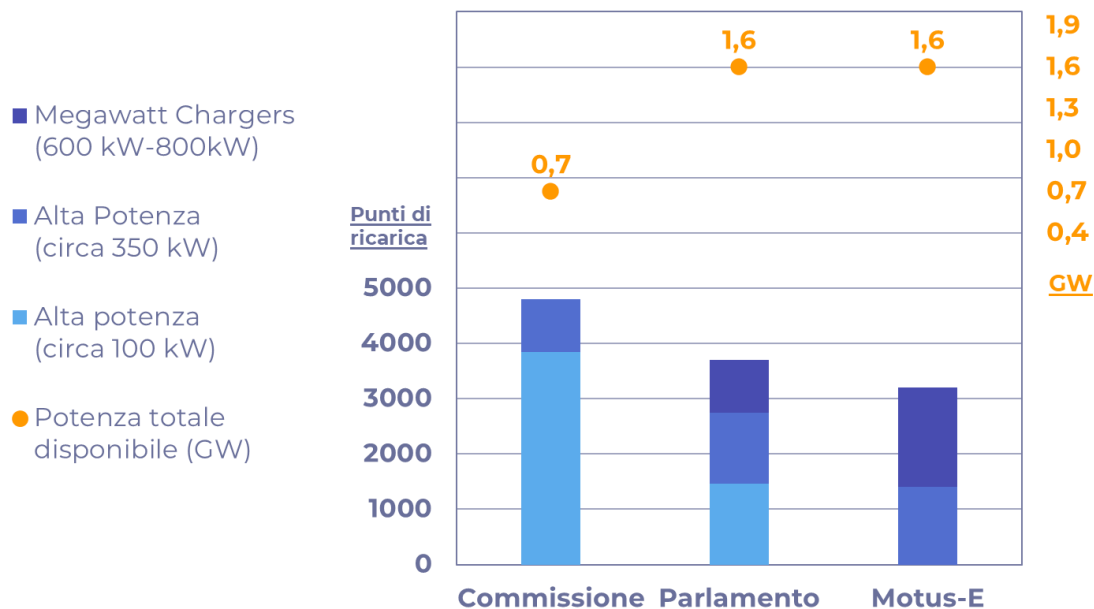


Figura 23 Obiettivi AFIR e Motus-E sulla ricarica dei mezzi pesanti

**Stazione tipo:**



Figura 24 suddivisione delle infrastrutture di ricarica, in base ai principali punti di ricarica. L’analisi di Motus-E evidenzia che la maggior parte dei punti di ricarica siano MegaWatt Charger.

A questo punto abbiamo quindi cercato di rispondere alla domanda: **“i target sono sufficienti per i veicoli pesanti che saranno sulle nostre strade?”**, **“Che flotta potranno supportare?”**.

Considerando un modello operativo, e quindi di ricarica, come descritto nei capitoli precedenti sia per il trasporto Urbano e Regionale che per il lungo raggio (quindi con una percentuale di ricarica su punti di ricarica ad uso pubblico variabile e compresa tra 0% ed oltre il 50%) e tenendo conto di un tasso di utilizzo<sup>2</sup> delle infrastrutture del 10%, possiamo concludere che lo scenario per le infrastrutture Motus-E al 2030 può supportare un parco di circa **22.000 veicoli pesanti a lunga percorrenza, su un totale di circa 87.000 veicoli merci pesanti circolanti sia di breve sia di lunga percorrenza (sotto e sopra i 300 chilometri giornalieri)**.

Dall'analisi presentata nella “Roadmap di elettrificazione per il trasporto Merci”, Motus-E si pone l'obiettivo di raggiungere, attraverso alcune misure volte ad incentivarne l'acquisto e l'utilizzo, un parco veicolare al 2030 di circa 92.000 veicoli pesanti, di cui 26.000 su lunghe percorrenze (oltre i 300 km). Rispetto a questo scenario di elettrificazione, i target dei punti di ricarica suddetti potrebbero essere un limite; infatti, il tasso di utilizzo di queste infrastrutture dovrebbe **umentare di circa il 5%** (per raggiungere il 15%) per poter servire i 26.000 mezzi circolanti. In alternativa, in una fase di sviluppo del mercato, per mantenere un tasso di utilizzo di circa il 10%, sarebbero necessari **ulteriori 1.500 punti di ricarica ad uso pubblico per ulteriori 0,8 GW** di potenza installata, traguardando così un totale di 4.660 punti di ricarica e 2,4GW.

Considerando l'attuale parco circolante dei veicoli pesanti e soprattutto il tasso di immatricolazione attuale di tali veicoli, che nel 2021 e nel 2022 è stato di circa 24.000 veicoli all'anno, per raggiungere i 92.000 veicoli pesanti circolanti al 2030 dovremmo avere una market share media vicina al 50% per i prossimi 8 anni, oppure dovremmo alzare notevolmente il numero di veicoli immatricolati, accelerando così il tasso di cambio.

Dunque, da un lato **i target AFIR sono un abilitatore del mercato**, e per questo è fondamentale che vengano approvati prima possibile, per permettere una infrastrutturazione che abiliti la ricarica su lunghe percorrenze; dall'altro è importante che **si acceleri da subito sulle immatricolazioni dei veicoli pesanti elettrici**. Infatti, la ricarica ad uso pubblico serve come abilitatore: la pianificazione del trasporto merci, l'elettrificazione dei depositi ed un cambio di paradigma del settore della logistica sono altrettanto importanti affinché la transizione avvenga in tempi compatibili con gli obiettivi climatici e di riduzione delle emissioni che vogliamo raggiungere.

In termini di potenza di ricarica l'analisi considera che i MegaWatt Charger sono chiaramente indispensabili per le missioni che superano gli 500 km, ma allo stesso tempo va ricordato che la necessità è di ricaricare in un tempo inferiore a quello di riposo degli autotrasportatori. Per il rispetto della normativa, infatti, i lavoratori non possono guidare per 10 ore più di due volte a settimana (che significa appunto percorrere 800 km

---

<sup>2</sup> Il tasso di utilizzo viene calcolato come l'energia erogata dal punto di ricarica diviso l'energia che potrebbe potenzialmente erogare nello stesso tempo. Ad esempio, un punto di ricarica da 100 kW potrebbe teoricamente erogare 2400 kWh in una giornata, se ne eroga 240 kWh, il tasso di utilizzo è del 10%.



ad una media di 80 km/h), e che in ogni caso ogni 4 ore e mezzo devono fermarsi per 45 minuti. Questo tempo è sufficiente, con le potenze di ricarica descritte, a garantire il passaggio da un mezzo termico ad un mezzo elettrico in moltissimi casi d'uso.

## 5. Raccomandazioni e sviluppi futuri

### Iniziative per favorire l'elettrificazione dei veicoli merci fino a 300 km di percorrenza

In qualità di Motus-E, si è lavorato al fine di elencare alcune iniziative possibili di stakeholder in ambito urbano/regionale.

Tra queste:

- **CPO/Operatori di ricarica:** offerte flat integrate agli operatori di logistica possono abbattere il costo operativo dei veicoli e garantire un tasso di utilizzo più alto alle infrastrutture ad hoc installate
- **Comuni** (in parallelo con le politiche di restrizioni alla circolazione di veicoli inquinanti):
  - **Installare punti di ricarica di media potenza (50kW) nei parcheggi di carico e scarico su strada**
  - **Riqualificazione aree comunali per nodi di ricarica** «lungo il percorso» in ambito urbano e rimessaggi comunali disponibili per imprese di logistica e mezzi di partite IVA
- **Scontistica sulla ricarica sia lungo il percorso sia notturna in rimessaggio**
- **Servizi di sharing di veicoli commerciali elettrici**
- **Fondi immobiliari e banche:** Aree industriali dismesse in portafogli per crediti inesatti possono risultare estremamente utili per depositi o hub di ricarica per l'ottima posizione e la più probabile disponibilità di potenza in media tensione
- **GDO e Aree commerciali:** mettere a disposizione un punto di ricarica ad alta potenza (almeno 100 kW) anche durante le operazioni di carico e scarico facilita l'adozione di mezzi elettrici da parte dei trasportatori partner con vantaggi sugli indici di sostenibilità della filiera. L'utilizzo del POD preesistente consente di sfruttare un costo €/kWh più vantaggioso di quello in ambito pubblico
- **Operatori di logistica:** possibilità di offrire a terze parti la ricarica ad alta potenza in deposito durante le ore di operatività dei mezzi propri.
- **Istituzioni nazionali:** aprire i fondi per ricariche anche a ricariche merci in deposito

## Iniziative per favorire l'elettrificazione dei veicoli merci oltre i 300 km di percorrenza

Come evidenziato dall'analisi di Motus-E sui target europei, è indispensabile per l'elettrificazione dei veicoli merci pesanti un'infrastruttura di ricarica ad uso pubblico diffusa sul territorio, che consenta ai mezzi pesanti di ricaricarsi durante i periodi di sosta obbligatori degli autotrasportatori (45min ogni 4 ore e ogni 800km circa) e quindi di percorrere lunghe tratte.

Considerando la progressiva elettrificazione dei veicoli merci, è fondamentale che l'Italia inizi sin da subito a pianificare la disposizione delle infrastrutture necessarie per elettrificare il trasporto merci pesanti, considerando le future regolamentazioni europee sempre più stringenti sulle emissioni di gas serra per il trasporto merci e le linee guida dettate dall'AFIR riguardo la distribuzione dei punti di ricarica sulle principali strade italiane ed europee.

Sarà quindi necessario che vengano avviati tavoli di lavoro che includano i principali attori interessati (ad esempio: CPO, DSO, Terna, concessionari autostradali, comuni) al fine di pianificare a livello regionale e nazionale le aree designate alla sosta per i veicoli commerciali pesanti, come suggerito dall'AFIR. Sarà **inoltre fondamentale nella pianificazione delle aree di sosta per i long haul, la partecipazione dei gestori della rete elettrica, data l'elevata potenza richiesta alla rete elettrica per alimentare i Megawatt Charging System (MCS).**

In conclusione quindi, per l'elettrificazione dei mezzi pesanti a lunga percorrenza, è necessario che venga definita una strategia di sviluppo a livello nazionale, che consenta l'elettrificazione dei veicoli merci pesanti che affrontano tratte a lunga percorrenza, per le quali, come evidenziato nel report, è indispensabile la partecipazione dei diversi attori della filiera del trasporto merci, in modo da consentire uno sviluppo appropriato a livello nazionale, così come definito dalle linee guida europee.

Dall'attuale visione generale a livello nazionale, sarà possibile approfondire nelle versioni future del report sulle infrastrutture di ricarica per i veicoli merci, delle analisi territoriali volte, ad esempio, ad analizzare la collocazione delle aree di ricarica per i mezzi pesanti così come effettuato da ITL (Istituto dei trasporti e della logistica) che ha svolto una prima analisi nell'area di Bologna per identificare le attuali aree di sosta dei mezzi pesanti. Un ulteriore approfondimento potrebbe quindi riguardare la selezione e i rispettivi criteri utilizzati, per identificare quali tra queste zone potrebbero essere selezionate per la ricarica per mezzi pesanti, creando appositi tavoli di lavoro che coinvolgano tutti gli attori interessati presentati.

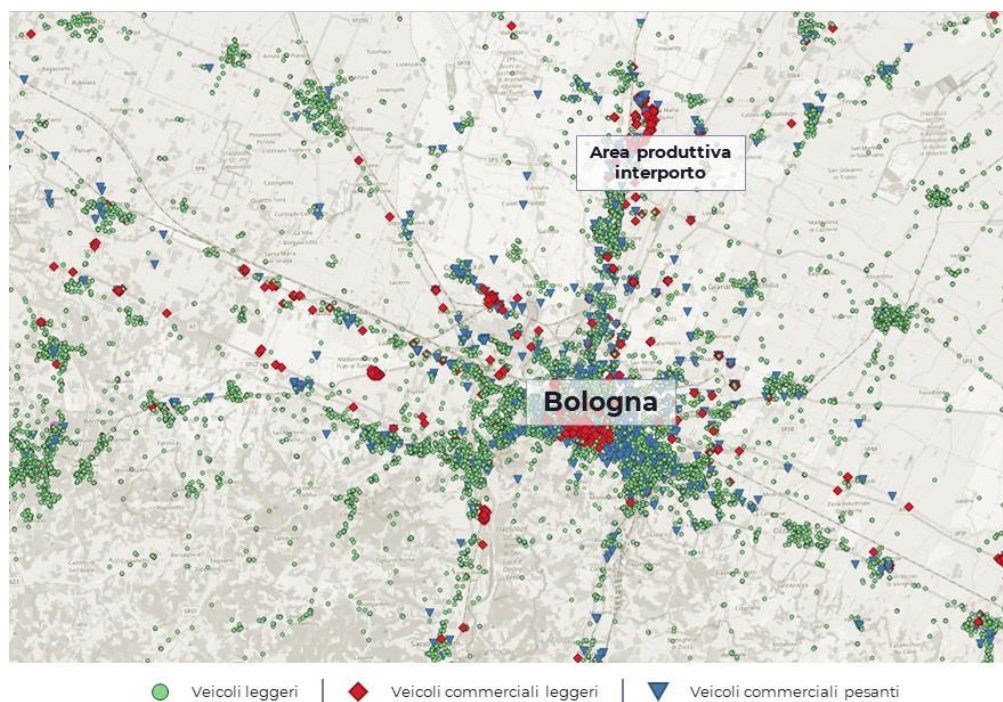


Figura 25 Analisi sulle soste notturne dei veicoli commerciali nell'area dell'Emilia-Romagna.  
Collaborazione Motus-E - ITL

## Definizioni

Di seguito un breve elenco di definizioni ed acronimi utilizzati nel testo:

- **AC:** Alternative Current (corrente alternata)
- **AFIR:** Alternative Fuels Infrastructure Regulation. Proposta della commissione europea per un regolamento del Parlamento e Consiglio Europeo sulle infrastrutture di ricarica per combustibili alternativi, che sostituirebbe la DAFI. Testo completo disponibile al [link](#).
- **BEV:** Battery Electric Vehicle. I BEV sono i veicoli puramente elettrici (full electric) caratterizzati da motori elettrici alimentati esclusivamente a batteria, nella quale l'elettricità viene stoccata. La batteria, a sua volta, è ricaricata attraverso un cavo collegato alla rete elettrica tramite una infrastruttura di ricarica (sia essa una wallbox domestica oppure una infrastruttura di ricarica pubblica o privata).
- **CPO:** Charging Point Operator. Operatore delle infrastrutture di ricarica.
- **DAFI:** Direttiva Europea sulle Infrastrutture per Combustibili Alternativi. Direttiva 2014/94/UE, recepita in legislazione italiana con il D.lgs. 257/2016
- **DC:** Direct Current (corrente continua)
- **LCV:** light commercial vehicle (veicolo commerciale leggero), fino a 3,5 tonnellate
- **HDV:** Heavy duty vehicle, veicolo commerciale pesante, oltre le 16 tonnellate
- **HPC:** High Power Charger. Punti di ricarica da 150 kW e superiori che rendono i tempi di ricarica simili a quelli per il rifornimento di auto con motore a combustione. A fronte di una spesa per la ricarica leggermente più alta (in termini di €/kWh) consentono potenzialmente di ricaricare fino all' 80% della batteria in appena 10 minuti, giusto il tempo di un caffè!
- **PNRR:** Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
- **POD:** Point of Delivery. Punto di consegna dell'energia elettrica
- **TEN-T:** Trans-European Transport Network. Secondo la definizione della Commissione Europea, l'insieme d'infrastrutture di trasporto integrate previste per sostenere il mercato unico, garantire la libera circolazione delle merci e delle persone e rafforzare la crescita, l'occupazione e la competitività dell'Unione europea. Nel testo si fa riferimento alla rete stradale.

Report pubblicato da Motus-E in collaborazione con ZET a  
**febbraio 2023**



[Link Motus-E](#)



**Verso un trasporto merci  
a zero emissioni  
al 2050 in Italia**

[Link Kyoto Club - Progetto Zero  
Emission Truck per l'Italia](#)