

ASSE I – RICERCA, INNOVAZIONE E SVILUPPO TECNOLOGICO del  
PO FESR 2014-2020- Azione 1B.1.2.1

# PROGETTO MOBAS 4.0

Mobilità sOstenibile in BASilicata 4.0

## *Work Package 6*

**“GESTIONE INTEGRATA DELLE BATTERIE DEI VEICOLI ELETTRICI  
SECONDO I PARADIGMI DELL’ECONOMIA CIRCOLARE”**

## *Deliverable 6.2*

**“Report sulla progettazione e prototipazione di una  
stazione di ricarica utilizzando celle esauste”**

Stato di avanzamento n. 2 dal 01/01/2023 al 31/12/2023

<b>Data</b>	<b>Redazione a cura di:</b>	<b>Persona di contatto per il progetto:</b>
28/02/2023	<b>Consorzio TRAIN</b> Altri partner: ENEA	Mario Zagaria COM SCPA

		E-mail: <a href="mailto:mario.zagaria@com-scpa.it">mario.zagaria@com-scpa.it</a> telefono: 0972 460130
--	--	---

<b>1. BATTERIE ELETTRICHE ED ECONOMIA CIRCOLARE</b>	<b>3</b>
<b>1.1 AUTOMOTIVE, LA CRISI DEL SETTORE NON COINVOLGE L'ELETTRICO</b>	<b>3</b>
<b>1.2 LE SFIDE DELL'EUROPA SULLE BATTERIE</b>	<b>3</b>
<b>1.3 IL REGOLAMENTO EUROPEO SULLE BATTERIE</b>	<b>4</b>
<b>1.4 UN MERCATO INTERNO, UN MERCATO TRASPARENTE</b>	<b>4</b>
<b>1.5 I SISTEMI DI PRODUZIONE DELLE BATTERIE</b>	<b>4</b>
<b>1.6 I SISTEMI DI RICICLO DELLE BATTERIE</b>	<b>6</b>
<b>1.7 CONCLUSIONI</b>	<b>7</b>
<b>2. PROGETTAZIONE E PROTOTIPAZIONE DI UNA STAZIONE DI RICARICA</b>	<b>8</b>

## 1. Batterie elettriche ed economia circolare

La pandemia mondiale da Covid-19 ha velocizzato a livello globale la già avviata riflessione sulla mobilità sostenibile e sui cambiamenti da attuare per garantire sempre di più spostamenti a basso impatto ambientale e con consumi minimi delle risorse naturali. È una sfida che parte dai mezzi di trasporto, pubblici e privati, destinati a essere sempre più elettrici, smart e condivisi. È l'inizio di una rivoluzione che fa perno sulla batteria a celle di litio, un oggetto relativamente piccolo ma con un ciclo di vita molto complesso su cui influiscono direttamente fattori economici, normativi, geopolitici e infrastrutturali ben precisi.

### 1.1 Automotive, la crisi del settore non coinvolge l'elettrico

Nel 2020 in Italia sono state immatricolate 1.381.496 autovetture, con una contrazione di 535.000 unità (-27,93%) rispetto al 2019. Si tratta di "un livello da anni '70 del secolo scorso", secondo il Centro Studi Promotor, che ha riguardato principalmente i modelli con motore a combustione: diesel (-40,2% delle vendite rispetto al 2019), benzina (-38,7%), GPL (-31,1%) e metano (-18,1%). Sono salite, invece, le vendite di BEV (vetture full electric) e PHEV (ibride plug-in) che hanno trainato il settore con 59.900 nuove immatricolazioni nel 2020 (+250%) rispetto alle 17.065 dell'anno recedente. Si tratta del 4% delle vendite totali del comparto automotive in Italia (nel 2019 era lo 0,9%) e di un chiaro segno da parte dei consumatori di voler sfruttare la crisi come un'opportunità per ripensare, in un'ottica di sostenibilità, le loro abitudini di consumo. Il trend è confermato sia a livello europeo con 1,4 milioni di BEV e PHEV immatricolate nel 2020 (+137% sul 2019) che a livello globale con 3,24 milioni di vetture vendute (+43%) e una prospettiva di crescita del 29% annuo per i prossimi dieci anni. È un'ulteriore indicazione del fatto che la trasformazione green della mobilità non solo è reale ma incide, con tutti gli impatti che ne conseguono, sulla domanda mondiale di batterie al litio e sull'urgenza di migliorarne le capacità di riciclo e recupero.

### 1.2 Le sfide dell'Europa sulle batterie

Erion Energy, il Consorzio dedicato ai Rifiuti di Pile e Accumulatori, stima che, se nel 2030 dovessimo riciclare tutte le batterie del parco di autovetture elettriche immesse sul mercato fino al 2020, dovremmo attrezzarci per la raccolta e il trattamento di circa 28.000 tonnellate di rifiuti, pari al peso di due Torre di Pisa. Nei prossimi anni, la richiesta mondiale di accumulatori crescerà di 14 volte rispetto al 2018 e si prevede che, entro il 2030, il 17% di questa potrebbe arrivare dall'Europa, lanciata verso l'obiettivo di far circolare entro il prossimo decennio 30 milioni di auto elettriche pari al 27% del parco auto totale. Le sfide sono, dunque, quelle dell'efficienza delle risorse, dell'approvvigionamento sostenibile delle materie prime e del riciclo responsabile. Un veicolo elettrico è, infatti, un prodotto complesso, costituito da decine di componenti e materiali differenti, e il suo fine vita richiede esperienza e conoscenze evolute sia di natura tecnica che organizzativa. Una corretta gestione delle batterie è ovviamente un tema centrale del mercato, sia per la conservazione delle risorse, che per l'aspetto della prevenzione dell'inquinamento. Un trattamento idoneo permette, infatti, di evitare l'immissione nell'ambiente di sostanze pericolose.

### 1.3 Il Regolamento Europeo sulle batterie

Guarda in questa direzione la proposta della Commissione Europea, presentata il 10 dicembre 2020, di un nuovo Regolamento volto a disciplinare la produzione, l'uso, la Second Life e il riciclo delle batterie immesse nell'eurozona. La misura è strategica sia in chiave politico-ambientale per lo sviluppo del Green Deal Europeo, dell'Agenda 2030 e degli Accordi di Parigi, sia in chiave economica per la creazione di condizioni di parità nel processo di produzione di batterie sostenibili nel mercato dell'UE. Lo sforzo comunitario per migliorare il settore ha portato, tra la fine del 2020 e l'inizio del 2021, a importanti investimenti pubblici e privati su iniziative come Battery 2030+, piano di 7 progetti per un totale di 40,5 milioni di euro per l'implementazione di batterie sostenibili ad altissime prestazioni, European Battery Innovation, maxi stanziamento da 2,9 miliardi di euro da parte di 12 stati membri (tra cui l'Italia) per lo sviluppo di un programma di ricerca e innovazione sull'intera catena del valore della batteria e, infine, all'implementazione di 15 Gigafactory europee che entro il 2025 saranno in grado di fornire celle di alimentazione per 6 milioni di veicoli elettrici.

### 1.4 Un mercato interno, un mercato trasparente

In una recente intervista concessa a ErioNews, newsletter trimestrale del Sistema Erion, Peter Coonen, Presidente di Eucobat, associazione europea dei sistemi nazionali di raccolta delle batterie, ha evidenziato come la proposta di questo nuovo Regolamento Europeo sulle batterie "Intende affrontare i rischi ambientali e sociali attualmente non contemplati dalla legislazione in vigore come, ad esempio, una maggiore trasparenza sull'approvvigionamento delle materie prime". La grande domanda di batterie legata alla crescita della e-mobility pone in rilievo non solo il tema di uno sviluppo circolare della filiera che coinvolga tutti i player e diminuisca la dipendenza europea dalle importazioni estere, ma anche quello di istituire sistemi di *due diligence* capaci di garantire la massima trasparenza e tracciabilità dei processi di rifornimento di materie prime da parte dell'Unione. È il caso del cobalto, componente fondamentale delle batterie NCM (nichel, cobalto, manganese) montate sulle vetture elettriche e ibride più moderne, ma spesso prodotte a fronte di gravi violazioni dei diritti umani ai danni delle persone incaricate dell'estrazione in Paesi in via di sviluppo come la Repubblica democratica del Congo che oggi rifornisce il 55% della domanda globale.

### 1.5 I sistemi di produzione delle batterie

La produzione di batterie e altri componenti destinati ai veicoli elettrici richiede materie prime e processi di assemblaggio diversi rispetto a quelli previsti per la produzione di un veicolo ICEV, con conseguente differente impatto ambientale. Il focus è sui danni ambientali legati all'intensità energetica richiesta per la produzione del veicolo, una volta ultimata la trasformazione dei materiali in una forma utilizzabile. Come per gli ICEV, i componenti dei veicoli elettrici sono spesso prodotti in paesi diversi per poi venire assemblati

altrove. Da un punto di vista ambientale, il luogo di produzione delle batterie è molto importante, dal momento che la batteria costituisce fino al 25% della massa del veicolo e richiede processi ad alta intensità energetica. Lo sviluppo delle batterie agli ioni di litio, rispetto alle tecnologie precedenti, consente una densità energetica e/o un ciclo di vita superiore. La produzione di batterie agli ioni di litio è un processo a più fasi:

- preparazione dei materiali anodici e catodici;
- combinazione dei materiali anodici e catodici con l'elettrolita, i materiali per il collettore e il separatore e il contenitore per le celle;
- assemblaggio di più celle in un pacco batteria, che include l'involucro della batteria, il sistema elettrico, il sistema di gestione termica e il sistema di gestione elettronica della batteria.

È bene considerare quanto il commercio globale di batterie abbia un impatto significativo da un punto di vista ambientale: ad esempio, l'impatto di un veicolo utilizzato in Europa dipende da processi che avvengono in altre regioni del mondo, al di fuori del quadro legislativo dell'UE. Gran parte delle emissioni e degli inquinanti atmosferici, rilasciati durante la produzione di veicoli elettrici, è legata alla domanda di elettricità e ad altre forme di energia necessarie per alimentare processi ad alta intensità energetica. La produzione di batterie è quindi responsabile della maggior parte delle emissioni nella fase di produzione, con particolare attenzione rivolta alla produzione delle celle e all'assemblaggio delle batterie che contribuiscono dal 3 all'80 % delle emissioni totali nella produzione di batterie, a seconda dell'approccio adottato, mentre le emissioni restanti derivano dall'estrazione e dalla lavorazione delle materie prime.

L'elevato impatto ambientale correlato alla produzione di batterie è legato in una certa misura all'ubicazione della produzione di batterie in paesi con mix energetici ricchi di combustibili fossili, come la Cina. Considerando gli altri componenti del veicolo, il motore elettrico ha un impatto del 7-8% sulle emissioni totali con riferimento alla produzione (compresa l'estrazione delle materie prime), a causa dell'elevato contenuto di rame e di alluminio. Gli altri componenti della catena cinematica ad alto contenuto di alluminio contribuiscono per il 16-18% e il resto del veicolo incide per il 35% circa delle emissioni totali.

In sintesi, le strategie di economia circolare per la produzione di veicoli elettrici includono:

- La propensione per veicoli di dimensioni e batterie ridotte: come nel caso degli ICEV, veicoli elettrici di dimensioni maggiori tendono a richiedere più energia in fase di produzione e quindi hanno un maggiore impatto ambientale. Nell'intero processo produttivo (compreso l'approvvigionamento di materie prime), la produzione di un'auto di lusso genera oltre il doppio delle emissioni di gas serra rispetto a un'auto del segmento mini. Le dimensioni del veicolo hanno inoltre implicazioni sulla domanda di materie prime e sul relativo dispendio energetico.
- L'incremento della capacità delle batterie a favore dell'autonomia di guida non è sostenibile. In futuro, si pensa di ridurre il problema dell'autonomia grazie alla maggiore diffusione e ottimizzazione delle infrastrutture di ricarica oppure stimolando scelte di acquisto più consapevoli da parte dei consumatori, in relazione alle effettive esigenze di viaggio quotidiane.

- Miglioramento nella densità energetica delle batterie.
- Gran parte delle valutazioni del ciclo di vita riguarda gli impatti ambientali legati alla produzione per chilometro percorso. La durata di vita prevista per un veicolo elettrico varia da circa 150.000 a 250.000 km. Maggiore è il chilometraggio, minore è l'influenza delle emissioni legate alla produzione sul ciclo di vita totale, in quanto gli impatti della fase di utilizzo tendono a diventare dominanti.
- Gli impatti ambientali variano inoltre in funzione della composizione chimica e configurazione delle batterie, dove in alcuni casi sono richiesti processi ad alta intensità energetica. Con uno sguardo al futuro, densità energetica e vita utile delle batterie agli ioni di litio, grazie allo sviluppo tecnologico, continueranno a migliorare. Nuove composizioni chimiche favoriranno vita utile e performance.
- Sfruttamento delle economie di scala e massimizzazione della capacità degli impianti di produzione, specialmente nel caso di processi particolarmente energivori e dell'utilizzo di tecniche di produzione innovative al fine di ridurre il consumo energetico per veicolo o batteria prodotta.
- Fonti energetiche rinnovabili per la produzione di veicoli elettrici e componenti.

## 1.6 I sistemi di riciclo delle batterie

Per ridurre l'impiego di risorse naturali, il riciclo è essenziale. I processi di riciclo di nuova concezione saranno flessibili e adattivi, al fine di soddisfare la domanda di riciclo di un'ampia varietà di rifiuti di batterie realizzate con diverse sostanze chimiche. Tali processi, almeno inizialmente, utilizzeranno gli impianti di pirolisi esistenti, ma evolveranno rapidamente verso l'impiego sistematico di tecnologie meno impattanti sotto il profilo ambientale (lisciviazione, electrowinning, scambio ionico, cristallizzazione). I sistemi di riciclo di nuova concezione punteranno a recuperare la più alta quantità di risorse (metalli, grafite, composti fluorurati e polimeri) presenti nelle materie prime seconde che derivano da batterie al litio esaurite, ottimizzando la purezza delle sostanze recuperate per soddisfare i requisiti industriali necessari alla loro integrazione nel ciclo di produzione delle celle. Sarà, inoltre, molto importante attivare canali di riutilizzo, repurposing, e ricondizionamento di prodotti e componenti delle batterie, riducendo così gli impatti ambientali e massimizzando i benefici economici per i consumatori.

Sappiamo però che l'Italia non è ancora pronta (attualmente le batterie al litio finiscono per lo più in Germania, che comunque resta ancora molto lontana da Paesi come la Cina che da anni hanno investito in circuiti di recupero volti alla massimizzazione delle materie prime seconde). Siamo di fronte a una sfida tutt'altro che banale. Per avere batterie green, riciclate o rigenerate, bisognerà pensare a nuove soluzioni coordinate tra politica e industria automotive e, ancora, tra i vari fornitori di quest'ultima. Sarà necessario investire nello sviluppo di nuove infrastrutture che garantiscano, attraverso importanti economie di scala, la produzione e il re-manufacturing di batterie più economiche, performanti e riciclabili.

La sfida, quindi, è capire quanto siamo in grado recuperare e riciclare i materiali che compongono le batterie e far sì che non diventino altro rifiuto da smaltire. In questo senso ci sono già delle sperimentazioni volte principalmente al riutilizzo. Le batterie, ad esempio, prima ancora di venire riciclate, possono essere utilizzate per altri scopi: quelle dismesse della Nissan Leaf fanno ora parte dell'illuminazione dell'Amsterdam arena e molte case automobilistiche (BMW, Nissan, Renault) hanno

proposto di usare le batterie per l'energy storage, cioè riutilizzandole per lo stoccaggio della energia elettrica, cosa che allungherebbe la vita della batteria di altri dieci anni dando stabilità alla sempre maggiore produzione di energia rinnovabile. Nel 2018, inoltre, ENEA ha elaborato un rapporto per il MiSe nel quale, sulla base della valutazione delle batterie già presenti nel parco auto italiano nel periodo 2010-2030, ipotizza 3 scenari. Il più probabile prevede che entro il 2027 avremo 4.000 tonnellate all'anno di batterie da riciclare e la capacità economica per farlo, anche se ciò rappresenta una grande sfida visto che "il problema sarà costituito quanto meno dalla necessità per il nostro paese di dotarsi un sistema di raccolta, con tutte le difficoltà tecniche connesse ed i costi di gestione ad esso legati", spiega il report. Lo stesso resoconto, però, sottolinea il valore di positivo di questa sfida: "L'opportunità sarà invece rappresentata dalla possibilità di creare in Italia un sistema di raccolta e riciclo delle batterie a fine vita."

Il riciclo delle batterie rimane dunque un nodo fondamentale su cui, per il momento, esistono più che altro studi e ipotesi, ma non dati certi. Allo stato attuale, infatti, il volume di batterie giunte a fine vita in Europa è molto basso e per questo il problema è stato delegato a paesi terzi (ad esempio la Cina) interessati e già attrezzati per il trattamento di questi materiali.

A livello globale, alcuni dati ci dicono che le batterie al litio, che sono quelle su cui punta il settore automobilistico, oggi sono riciclate per meno del 5%, mentre altri affermano che almeno un centinaio di aziende nel mondo (la maggior parte delle quali in Cina e in Sud Corea) si sono attrezzate raggiungendo un tasso del 50% di riciclo delle batterie a fine vita.

Insomma, in molti si stanno muovendo e anche l'Unione Europea sta investendo in ricerca e innovazione sul campo. In Italia, ad esempio, ENEA e la Fondazione Bruno Kessler costituiscono centri di ricerca sul tema batterie all'interno di un Ipcei (un progetto comune europeo). ENEA, inoltre, è coinvolta da anni in progetti internazionali riguardanti il tema come ad esempio un tavolo di lavoro all'interno di "Batteries Europe", una piattaforma tecnologica e di innovazione grazie alla quale più attori europei stanno implementando la sperimentazione sul campo.

Secondo ENEA, "le ragioni per cui il riciclo delle LIBs (batterie agli ioni di litio) non è ancora una pratica universalmente consolidata includono vincoli tecnici, barriere economiche, problemi logistici e lacune normative", come riportato nello studio "Le batterie al litio: catena del valore e chiusura del ciclo". Ad esempio, non esiste ancora un sistema di etichettatura di queste batterie e mancano "sistemi integrati basati su un approccio olistico che veda come step fondamentale la progettazione e produzione secondo i criteri del design for disassembly, reuse and recycling dell'eco-design.

## 1.7 Conclusioni

Ogni anno vengono immesse sul mercato europeo circa 800.000 tonnellate di batterie al litio per auto e 1 milione in totale. Secondo alcune stime, nel 2030, potremmo arrivare a 7.300.000 tonnellate annuali. Le batterie incidono per una parte rilevante dell'impatto ambientale di un veicolo elettrico, pertanto, insieme ad altri componenti costituiti da materie prime critiche, rappresentano la priorità nello sviluppo di strategie

di economia circolare, specie se si considera che i rifiuti generati dalle batterie aumentano il rischio di incendi e contaminazioni. Sebbene i processi di riciclo delle batterie siano ancora in fase di sviluppo e dipendano dalle normative e regolamentazioni adottate dai singoli Paesi, esistono già soluzioni per il reimpiego delle batterie nei sistemi di accumulo di energia. In condizioni ideali, è stato stimato che il riciclo delle batterie potrebbe fornire fino al 60% del Cobalto, al 53% del litio, al 57% del manganese e al 53% del nichel necessari per soddisfare il fabbisogno di risorse atteso a livello globale nel 2040.

L'integrazione dei principi di circolarità e un approccio olistico devono far parte di questo processo in crescita, per far sì che la sfida delle auto elettriche si trasformi in un'opportunità reale e non in un ulteriore problema.

## 2. Progettazione e prototipazione di una stazione di ricarica

Durante l'attuazione del progetto MOBAS 4.0 non è stato ritenuto necessario l'acquisto e l'installazione di una colonnina di ricarica per gli output progettuali in quanto all'ingresso del Centro Ricerche Trisaia è stata installata una colonnina di ricarica ENEL X Way con un connettore di Tipo 2 da 23 kW e uno di tipo 3A.

Visto il progredire delle attività volte ad incrementare il numero di postazioni di ricarica per veicoli elettrici all'interno del territorio lucano, così come descritto nel deliverable 2.1, non sono state ritenute necessarie la progettazione e la prototipazione di una stazione di ricarica ad hoc per le attività progettuali.