

QUANTA ENERGIA CONSUMA?

Con l'eCitaro di Mercedes un test dimostrativo per illustrare i criteri da adottare per rilevare il consumo degli autobus elettrici. In esercizio e in fase di ricarica

A Mannheim per una prova pratica di misurazione dei consumi degli autobus elettrici. Ai primi di maggio, presso il New Vehicle Center di Mercedes-Benz Bus & Coach, la stampa internazionale ha potuto confrontarsi con le problematiche legate all'impiego di autobus elettrici e più nel dettaglio sulle modalità di rilevamento dei consumi di energia durante l'esercizio di linea.

Ovviamente il protagonista del test dimostrativo è stato il Mercedes eCitaro da 12 metri a tre porte, del quale abbiamo già sottolineato i molteplici pregi (vedi BusToCoach Magazine di Aprile 2018), a partire dall'efficienza energetica di tutti gli apparati, tale da consentire una autonomia di circa 170 chilometri.

Per poter fare una corretta comparazione dei consumi occorre innanzitutto stabilire condizioni di partenza omogenee in quanto a livello di carica delle batterie (massima), peso del veicolo (zavorrato a 2/3 del carico utile), percorso di prova e condizioni climatiche.

Nel nostro caso, di cui sottolineiamo il carattere puramente dimostrativo delle procedure e quindi dei risultati ottenuti, il peso dell'eCitaro era di 16.560 chili, con a bordo circa 30 giornalisti e 10 moduli di batterie (243 kWh la capacità totale). A titolo indicativo ricordiamo che la versione a due porte con dodici moduli

di batterie (dotazione massima) pesa a vuoto 14,1 tonnellate a fronte di una massa ammassa di 19,5 tonnellate.

Il percorso di prova sulle strade suburbane di Mannheim si è sviluppato su 23 chilometri con 14 fermate intermedie, la temperatura esterna era di 12-15° e prima dell'inizio del test il veicolo è stato preconditionato a 22° ed è stata riempita al massimo la riserva di aria compressa.

È bene ricordare che l'eCitaro dispone di un sistema di gestione termica degli impianti di riscaldamento, ventilazione e climatizzazione appositamente studiato per ridurre il consumo energetico di circa il 40% rispetto a quanto consuma normalmente il Citaro con motore a combustione interna.

Ciò è stato ottenuto alimentando i termoconvettori alla base delle pareti interne con una pompa di calore a basso consumo, integrato se necessario dalla funzione riscaldante dell'impianto di climatizzazione sul tetto che utilizza la CO2 come fluido refrigerante. Inoltre, attraverso i sensori di carico sugli assi, la potenza del riscaldamento e del climatizzatore è regolata in funzione del numero di passeggeri a bordo. Infine, tutti i componenti che emettono calore sono collegati tra loro per ridurre al minimo il consumo energetico



e per aumentare la durata delle batterie, il cui raffreddamento avviene attraverso un radiatore separato, coadiuvato all'occorrenza dal climatizzatore del vano passeggeri.

Per avere sotto controllo i parametri di esercizio, l'autista ha a disposizione un cruscotto simile a quello del Citaro diesel ma con un indicatore istantaneo di assorbimento o recupero dell'energia collocato a destra, al posto del solito contagiri. Inoltre, sul display centrale può visualizzare l'autonomia, la potenza disponibile e l'indicazione del livello di carica. L'autista può anche incrementare il recupero di energia agendo sulla leva del freno elettrico posta sul piantone dello sterzo, come per i



classici retarder.

Durante il test dimostrativo, il sistema centrale di gestione dell'energia dell'eCitaro è stato collegato ad un computer in modo da poter visualizzare una schermata con tutti i dati di consumo, momento per momento (vedi immagine sopra).

A fianco dell'indicatore di velocità (a sinistra) viene visualizzata la percentuale istantanea di





IN PRODUZIONE A MANNHEIM

Dall'autunno dello scorso anno lo storico stabilimento di Mannheim (nato nel 1908) è stato predisposto per la produzione dell'eCitaro. Le linee di montaggio sono le stesse utilizzate per il Citaro con motore termico, con il quale condivide molte delle stazioni intermedie. Si inizia con la costruzione delle scocche autoportanti utilizzando macchine da taglio laser, robot di piegatura, posizionatori rotanti e

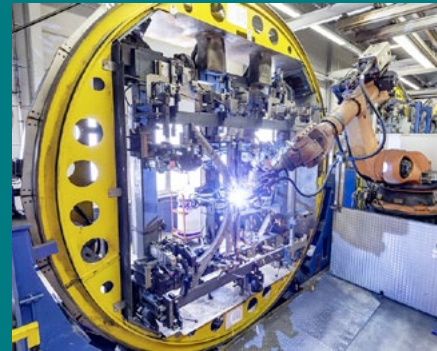


per la pannellatura e la verniciatura.

Con il rientro a Mannheim, inizia la fase di montaggio. Da una postazione sopraelevata vengono sistemati i componenti sul tetto e la posa dei cavi ad alta tensione (arancioni). Si passa quindi all'incollaggio dei vetri, al montaggio

to fino al montaggio dei moduli batterie preassemblati. Da sottolineare che i controlli della qualità sono costanti durante tutto il processo di montaggio.

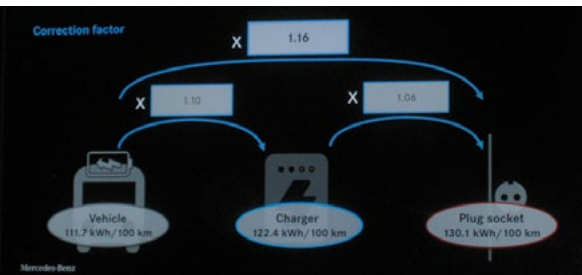
A questo punto, in un'area chiusa ai non addetti ai lavori si procede al controllo dell'impianto ad alto voltaggio. Seguono i test di collaudo finale, comuni a tutta la gamma Citaro. In più, l'eCitaro viene testato anche su strada, sia all'interno dello stabilimento sia all'esterno.



postazioni ergonomiche per le fasi di saldatura.

Si passa quindi alla verniciatura ad immersione catodica (KTL), con successiva essiccazione a 90° e 220° e sigillatura per prevenire la corrosione. La carrozzeria viene quindi inviata allo stabilimento di Neu-Ulm

del pianale, dei serbatoi dell'aria e delle condutture per la climatizzazione. Quindi l'impianto elettrico con la relativa posa dei cavi e il montaggio dell'asse posteriore con i suoi motori elettrici sui mozzuota. Di stazione in stazione l'eCitaro viene completa-



kWh consumati (in blu) e il consumo medio in kWh/100km, sia totali sia suddivisi tra motore e utenze.

Grazie a questa strumentazione il dato di consumo totale rilevato a fine prova è stato di 25,67 kWh, corrispondenti ad un consumo medio di 1,117 kWh/km, suddiviso in 0,862 kWh/km attribuiti al motore e 0,255 alle utenze. Ricordiamo che questi dati non vanno presi come caratteristici tout court dell'eCitaro ma riparametrati alle condizioni particolari in cui si è svolto il test dimostrativo, a partire dalle condizioni climatiche abbastanza critiche.

Inoltre, nel valutare i consumi di un autobus elettrico, non basta fare riferimento al solo consumo in esercizio, ma bisogna fare riferimento al consumo complessivo in fase di ricarica che comprende sia le perdite tra presa elettrica e caricatore e tra caricatore e veicolo, entrambe dipendenti dall'efficienza dell'apparecchio di ricarica.

Utilizzando un caricatore da 80 kW con interfaccia Combo-2 della Eko Energetyka ci sono voluti circa 20 minuti per ricaricare le batterie dei 25,67 kWh consumati in esercizio dall'eCitaro e dalla rete sono stati prelevati 29,892 kWh. Ciò significa che nell'operazio-

potenza consumata (in rosso) o recuperata (in verde) e più a destra, la percentuale di carica delle batterie, la temperatura esterna e interna, e il contachilometri. Sotto ai primi due indicatori, tre barre colorate riportano rispettivamente la potenza totale in kW che si sta prelevando dalle batterie (rosso), e le corrispondenti suddivisioni in potenza assorbita dal motore (blu) e dalle utenze (verde), ossia climatizzazione, apertura delle porte, e via dicendo. In questo caso, va tenuto presente che sull'eCitaro il sistema di gestione dell'energia dirotta automaticamente l'energia recuperata verso l'impianto di riscaldamento quando le batterie risultano essere al massimo della loro carica.

A destra dell'indicatore di carica delle batterie si trovano poi due colonne con riportati i

ne di ricarica il 14,12% dell'energia erogata è andata persa nei passaggi da rete a veicolo. Nel dettaglio, il 5,92% si è persa nel passaggio da rete a caricatore e l'8,2% tra caricatore e batterie.

In conclusione, per calcolare il consumo complessivo medio in kWh/km occorre introdurre un fattore moltiplicativo, nel nostro caso pari

a 1,165, che porta gli iniziali 1,117 kWh/km a quota 1,301 kWh/km.

Come si vede, l'impiego di autobus elettrici apre a problematiche completamente nuove, a partire dalle valutazioni dei costi energetici di esercizio, su cui Mercedes ha voluto condividere i propri criteri per una corretta metodologia di calcolo.

Altri articoli su Mercedes-Benz:

<https://bustocoach.com/costruttore/evobus-mercedes/>