



Prodotti e processi per il miglioramento dell'efficienza energetica nell'elettromobilità

SCENARIO DI RIFERIMENTO

Obiettivo generale dell'insieme di attività previste dal Piano Annuale di Realizzazione 2014-2015 permane quello di contribuire ad incrementare l'efficienza energetica complessiva della mobilità elettrica, di persone e merci, attraverso lo sviluppo e la sperimentazione di prodotti hardware e software. In particolare sono condotte a termine le attività del progetto elettromobilità previste nel triennio 2013-2015.

Nella aspettativa di una reale mobilità ad "impatto zero" non possiamo basarci esclusivamente sul veicolo, ma occorre aggiungere anche il resto della "catena del

valore" per la mobilità, che include:

- integrazione ottimizzata delle infrastrutture di ricarica dei veicoli elettrici all'interno delle reti elettriche urbane;
- incremento dell'efficienza energetica nelle aree urbane, con lo scopo di ridurre l'impatto sulla rete delle infrastrutture di ricarica;
- smart-management delle stazioni di ricarica per veicoli elettrici;
- sistemi ICT per l'integrazione dei servizi per la mobilità urbana.

Questa considerazione trova riscontro nello sviluppo del mercato dell'elettrico "puro" che, grazie all'affidabilità e all'economia di esercizio di alcuni modelli, come la Nissan Leaf (che rappresenta il 58% del mercato americano dell'elettrico), sta imponendo un passo più veloce anche allo sviluppo delle infrastrutture necessarie per l'elettromobilità, a partire dalle colonnine di ricarica.

Questo quadro viene ribadito dalla recente pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale del DPCM relativo al "Piano infrastrutturale per i veicoli alimentati ad ener-

gia elettrica" (PNIRE) dove, testualmente, "l'aggiornamento del Piano dovrà incentrarsi sui seguenti temi:

a) strategia al 2030 secondo i nuovi obiettivi UE concernenti la riduzione dei gas ad effetto serra, l'incremento delle fonti energetiche rinnovabili ed il

miglioramento della qualità dell'aria ambiente;

b) uso dell'energia elettrica per la ricarica dei veicoli alimentati ad energia elettrica con priorità di provenienza da fonti rinnovabili, attraverso una corretta modalità di gestione delle reti".

Quindi il quadro di ri-

ferimento si delinea su alcuni aspetti relativi alle infrastrutture di ricarica, estese anche a valutazioni di costo "end-of-life" delle batterie utilizzate con modalità di gestione a ricarica rapida, e alle interazioni tra la rete della mobilità e la rete energetica nazionale.

OBIETTIVI

Gli obiettivi specifici si sono incentrati sulle infrastrutture di ricarica sia nella dimensione tecnologica che in quella di organizzazione ed erogazione del "servizio" di ricarica. Obiettivi in linea con quanto indicato dal PNIRE per gli aspetti di definizione delle infrastrutture (tecnologia), per il dimensionamento territoriale (numerosità) ed il loro posizionamento geografico (ottimizzazione).

Infatti il successo dell'elettromobilità è fortemente dipendente dall'abbattimento delle barriere derivanti dai tempi di ricarica e dalla diffusione delle stazioni di ricarica.

Questo è possibile organizzando le infrastrutture anche attraverso soluzioni differenziate integrando sistemi di accumulo stazionario e fonti rinnovabili.



Le proposte della linea di ricerca sono quindi orientate alla finalizzazione delle attività della precedente annualità attraverso azioni di complemento al fine di ricavare prodotti di interesse per uno sviluppo efficiente delle infrastrutture al servizio dell'elettromobilità.

RISULTATI

Ricarica contactless

Le tecnologie di ricarica "contactless", sono riconosciute essere in grado di facilitare l'uso "corrente" dei veicoli elettrici ed ibridi plug-in. In questa attività si distinguono due linee operative: la prima ha inteso integrare la realizzazione di un sistema di ricarica contactless di tipo risonante ad 85 kHz attraverso l'automazione del processo di ricarica e la gestione delle interfacce di comunicazione e di adattamento ottimo del trasferimento di potenza.

La seconda attività ha preso in esame il problema dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici irradiati in prossimità dei sistemi contactless. In questo caso lo scenario è uno scenario reale realizzato attraverso un sistema di ricarica contactless tipo "commerciale" a 3,7 kW installato su una Nissan Leaf. Gli studi condotti hanno consentito di mettere a punto una metodologia numerico-sperimentale per la caratterizzazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici emessi dai sistemi di ricarica senza contatto: tale metodologia ha valenza generale e può essere adottata anche per casi espositivi più complessi (sistemi per ricarica rapida, sistemi dedicati a veicoli industriali o mezzi per il trasporto pubblico).

Stazione di ricarica rapida integrata con accumulo elettrico stazionario e fonti rinnovabili non programmabili

I sistemi di conversione dell'energia multi-sorgente sono in grado di minimizzare, attraverso l'utilizzo di un sistema di accumulo elettrico e un generatore fotovoltaico, l'impatto delle ricariche veicolari sulla rete di alimentazione in termini di energia, potenza e di power quality. La piattaforma numerica consente di gestire le fonti di energia della stazione di ricarica ricercando il migliore piano di ammortamento dell'investimento iniziale dell'impianto. A completamento delle attività la piattaforma numerica di progettazione è stata potenziata con l'integrazione del V2G nella piattaforma e si è implementato il controllo real-time per l'ottimizzazione al variare delle condizioni operative. Tramite l'individuazione dell'andamento della percorrenza giornaliera media e le

misure di consumo su strada, attraverso l'analisi delle percorrenze reali, si è determinato il profilo di carico che potesse rappresentare una reale situazione di richiesta in una particolare zona della città. Il profilo di potenza istantanea è ricavato per il mercoledì (giorno tipo in genere per le analisi delle reti elettriche). Il profilo mostra la distribuzione giornaliera della potenza alla stazione di ricarica con una richiesta prevalentemente giornaliera per ridursi al minimo dopo le ore 24. I test hanno confermato le prestazioni del sistema di ricarica multi-sorgente evidenziando la collocazione ottima anche sotto il profilo del ritorno economico.

Effetti della ricarica rapida sulle batterie

Indagine sperimentale sugli effetti da prodotti dalla ricarica rapida, sia in termini di capacità del sistema d'accumulo ad eseguire profili di lavoro che includono la carica rapida, senza incorrere nei limiti elettrici e termici, sia in termini di impatto della carica rapida sulla vita del sistema d'accumulo stesso. Le prove vita sono eseguite su moduli Li-FePO₄ realizzati e gestiti, per consentire forti riduzioni del peso dell'accumulo di energia a bordo di veicoli medio-pesanti. Nel caso del trasporto pubblico locale, dove la missione del veicolo è ben definita, la possibilità di ricaricarsi al capolinea a potenze elevate, 150-200 kW, e a intervalli ravvicinati, consente di ridurre drasticamente la taglia del pacco batteria. Il comportamento della batteria, basata su una prova vita "accelerata", è fondamentale per l'introduzione di questa tecnologia e per la gestione dei profili di ricarica ad alta corrente.

È stato mostrato che il particolare profilo di lavoro con carica rapida, utilizzato per la prova vita del modulo batterie, può avere come riscontro applicativo il caso di un minibus, tipo il "Gulliver" della Tecnobus, in servizio su una tratta di pochi km, che nei pochi minuti di sosta al capolinea carica le batterie



Sistema di ricarica senza contatto



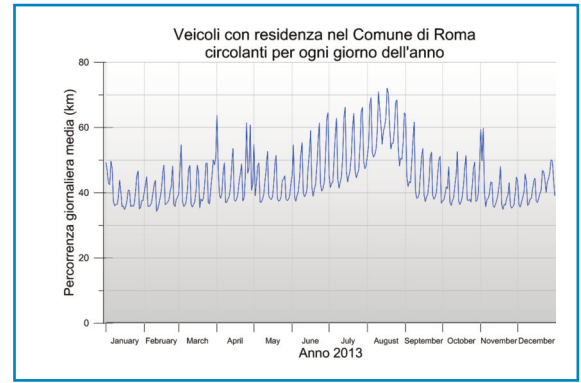
Sistema di ricarica senza contatto: bobina Rx

per la quantità di energia necessaria a compiere il percorso. Il bilancio della quantità di carica elettrica per un giorno di esercizio mostra che la carica rapida consente al sistema d'accumulo di erogare una quantità di carica superiore alla sua capacità nominale, senza interposizione di ricariche lente e complete: ciò vuol dire che il mezzo può svolgere la propria missione senza interruzione del servizio.

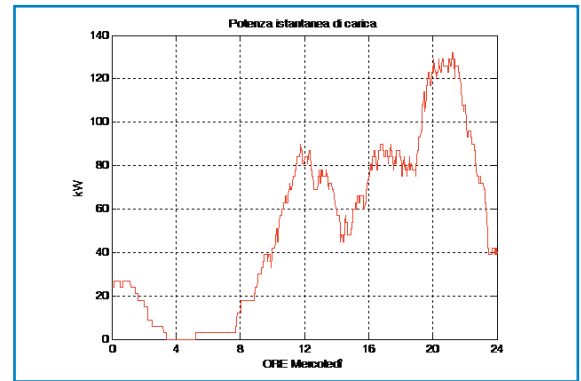
La distribuzione delle infrastrutture per l'elettromobilità in ambito urbano

Metodologia di valutazione della numerosità e dislocazione utile delle aree di ricarica all'interno della rete stradale urbana in relazione ai consumi energetici dei mezzi a trazione elettrica, in un'ottica di medio termine. Questa metodologia è utile per il gestore della rete elettrica per programmare gli interventi necessari per l'implementazione delle strutture (potenziamento delle linee, accumuli elettrici nelle sottostazioni ecc.) con vantaggi all'utente finale che potrà avere garanzia di rifornimento. Il focus dello studio è stato quello di sviluppare nuovi strumenti per aumentare l'efficienza e l'affidabilità dei processi decisionali relativi alla pianificazione delle infrastrutture elettriche ed allo sviluppo del trasporto elettrico urbano. In particolare, lo studio si è concentrato sulle infrastrutture di ricarica per le auto elettriche che vadano incontro alle esigenze dell'utenza, in maniera da assicurare su base calcolata il rispetto del vincolo di autonomia dello spostamento mediante una dislocazione ben valutata delle stazioni di ricarica sul territorio urbano. L'analisi utilizza una grande quantità di dati raccolti su strada. I dati riguardano gli spostamenti compiuti dai veicoli e contengono informazioni quali posizione, velocità, tempo, distanza percorsa. In particolare, il set di dati utilizzati riguarda la città metropolitana di Roma e copre 6 giorni lavorativi (lunedì-sabato) del mese di maggio 2013.

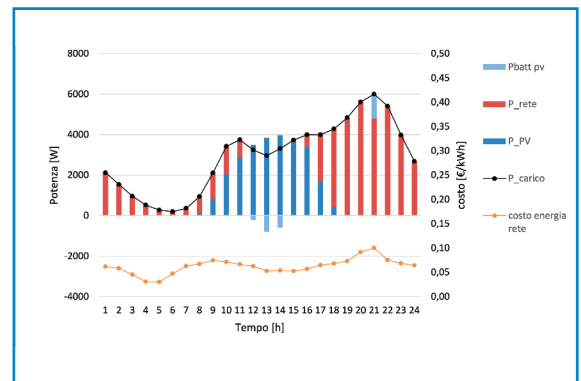
Essi rappresentano un dato significativo dell'andamento del traffico urbano, coprendo circa il 6% del parco vetture circolante all'epoca del rilevamento.



Percorrenze giornaliere



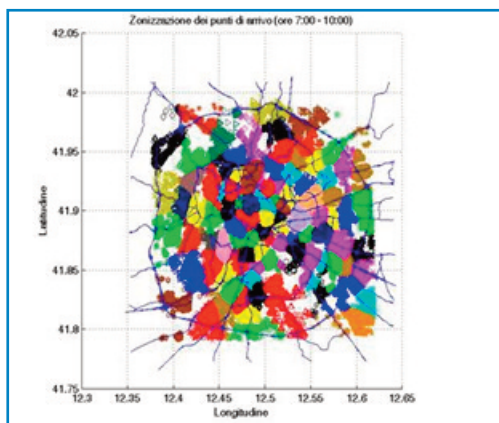
Profilo potenza istantanea di ricarica



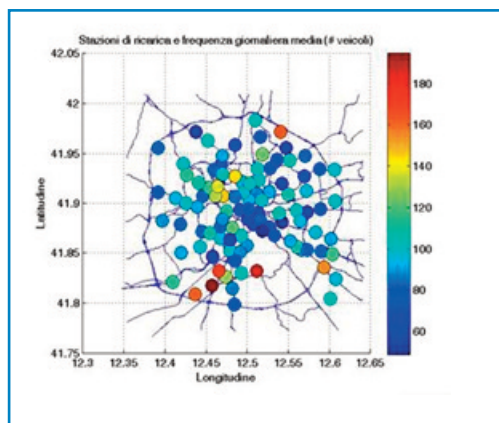
Distribuzione delle potenze medie delle sorgenti

Una opportuna tecnica di analisi di tipo statistico (la Cluster Analysis) è stata applicata alla distribuzione geografica dei punti di sosta entro il GRA per suddividere tale insieme in gruppi di aggregazione, a ciascuno dei quali si può far corrispondere una zona urbana delimitata; la suddivisione è stata pilotata dal criterio di ottenere la somma complessiva minima degli spostamenti degli utenti della sosta rispetto ai centri geografici (baricentri o centroidi) di ciascuna zona. Il modello sarà integrato con modelli di business che garantiscano gli opportuni ritorni economici agli operatori privati, che nel presente contesto devono necessariamente essere coinvolti in una impresa difficilmente sostenibile dal solo intervento pubblico. Per ciascuna zona identificata dalla Cluster Analysis si è provveduto a determinare la quota energetica elettrica spesa dal campione per arrivare dai suoi vari

punti di origine al punto di sosta tramite due modelli empirici di consumo per le vetture scelte, appositamente sviluppati.



Risultato della Cluster Analysis



Affluenze per ciascuna zona

V2G gli aspetti di rete e di interfaccia di potenza: impatto sul sistema di accumulo

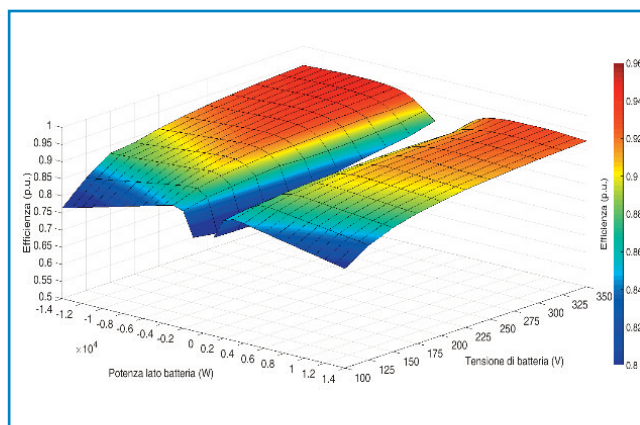
La gestione intelligente della ricarica dei veicoli elettrici in prospettiva vehicle-to-grid (V2G) è basata sul flusso bidirezionale di energia tra veicolo e rete, annoverando così gli accumulatori a bordo veicolo come una fonte di stoccaggio distribuito dell'energia elettrica. Questa attività è inerente alla realizzazione di un modello energetico sviluppato in ambiente Matlab/Simulink® per la determinazione delle perdite e dei rendimenti, in diverse condizioni operative, di un sistema di accumulo veicolare interattivo con funzioni di accumulo distribuito sulla rete di bassa tensione. Il modello, sviluppato in ottica parametrica e modulare in modo da poter essere esteso a diverse taglie di convertitore e di accumulatore elettrochimico,

Area di ricerca: Risparmio di energia elettrica nei settori: civile, industria e servizi

Progetto C.4: Prodotti e processi per il miglioramento dell'efficienza energetica nell'elettromobilità-

Referente: A. Genovese, antonino.genovese@enea.it

è basato su mappe di efficienza energetica che possono essere desunte da dati di letteratura, modelli circuitali o prove sperimentali. In questo quadro le attività sono state rivolte alla validazione, per mezzo di prove di laboratorio, dello strumento di calcolo sviluppato. In particolare, le misure sperimentali hanno determinato le mappe di efficienza energetica del convertitore e di accumulatori al litio da trazione stradale. Le mappe di efficienza energetica rilevate sperimentalmente permettono così la validazione del modello energetico di sistema sulla base di simulazioni di casi di studio con profili di carico di rete reali.



Mappa di efficienza determinata sperimentalmente per il convertitore prototipale

Comunicazione e diffusione dei risultati

L'attività ha riguardato la partecipazione attiva ad alcune iniziative internazionali sui veicoli elettrici ed ibridi, fonte continua di scambio e di orientamento dei programmi e delle attività nazionali sui sistemi di accumulo in batterie per applicazioni mobili e stazionarie. La partecipazione è anche funzionale al ruolo di supporto tecnico-scientifico e programmatico che l'ENEA svolge per i Ministeri competenti e per l'industria nazionale nel suo complesso. Inoltre l'ENEA è attiva nel board dell'Associazione Europea Veicoli Elettrici Stradali (AVERE). Le principali partecipazioni a gruppi di lavoro internazionali hanno riguardato:

- EVI (Electric Vehicle Initiative)
- Implementing Agreement (IA) HEV (Electric and Hybrid Vehicle Technologies and Programmes) dell'International Energy Agency (IEA)
- AVERE
- CEI CT69