



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Ingegneria Industriale DII

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

Relazione per la prova finale

*Vehicle-to-Grid (V2G) technology and Stationary Energy Storage (SES)
with second-life batteries: an Advanced Battery Storage project*

Relatore: Prof. Giorgio Pavesi

Laureando: Federico Rinaldi

N° matricola: 1165566

Anno Accademico 2021/2022

Il tuo lavoro riempirà gran parte della tua vita e
l'unico modo per essere veramente soddisfatto
è fare quello che ritieni sia un ottimo lavoro e
l'unico modo per fare un ottimo lavoro
è amare quello che fai.

[cit. Steve Jobs]

Indice

Introduzione.....	5
1. Vehicle-to-Grid (V2G) technology	
1.1 Cos'è la tecnologia V2G?.....	7
1.2 Come si costruisce la wallbox V2G.....	8
1.3 Quali sono i vantaggi di tale tecnologia.....	9
1.4 Quali sono gli svantaggi di tale tecnologia.....	9
1.5 Il proprietario del veicolo elettrico.....	10
1.6 Primo hub V2G al mondo.....	11
1.7 Situazione in Italia.....	12
1.8 Come si diffonderà.....	13
1.9 Contributo dei produttori automobilistici.....	15
2. Stationary Energy Storage (SES) with second-life batteries: an Advanced Battery Storage project	
2.1 Quando una batteria del veicolo elettrico diventa di seconda mano.....	16
2.2 Smaltimento delle batterie esauste dei veicoli elettrici.....	17
2.3 Da dove nasce l'idea.....	17
2.4 Vantaggi nell'utilizzo delle batterie di seconda vita.....	18
2.5 Svantaggi nell'utilizzo delle batterie di seconda vita.....	19

2.6 Problemi nell'utilizzo delle batterie di seconda vita.....	19
2.7 Utilizzo delle batterie di seconda vita.....	20
2.8 Perché è utile nel campo delle energie rinnovabili.....	20
2.9 Come si costruisce il sistema di accumulo.....	21
2.10 Perché abbiamo bisogno di un sistema di accumulo di energia stazionario.....	22
2.11 Situazione in Italia.....	23
2.12 Contributo delle case automobilistiche.....	25
Bibliografia.....	27

INTRODUZIONE

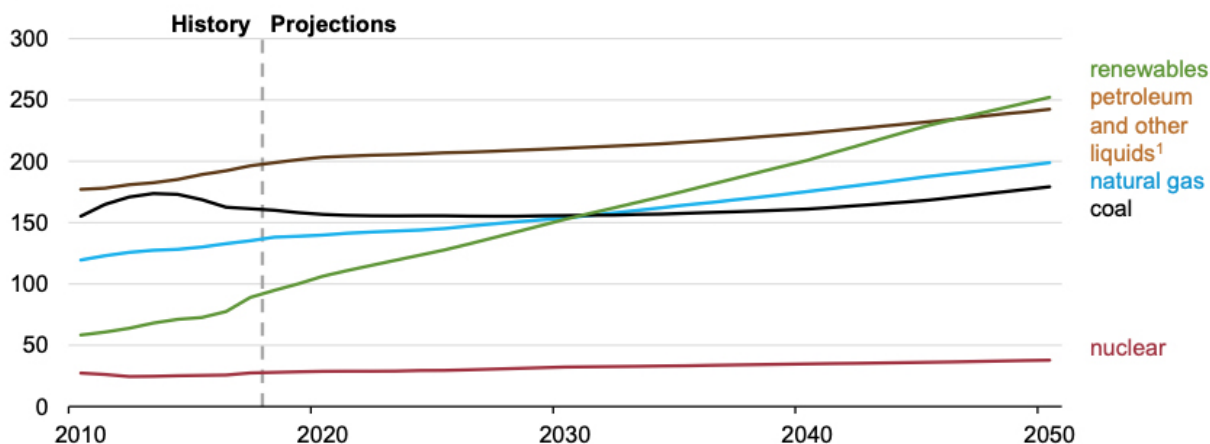
In questi ultimi anni c'è una forte crescita della domanda di energia e quindi di produzione di essa da parte di fonti rinnovabili.

Si sta pensando di utilizzare dei sistemi di accumulo dell'energia elettrica per far fronte a questo problema in quanto momentaneamente è il candidato più sicuro per garantire approvvigionamenti energetici stabili.

Nell'International Energy Outlook 2019 si stima che lo scenario delle rinnovabili entro il 2050 triplicherà la loro quota nella produzione dell'energia elettrica.

IEO2019 projects renewables the most used energy source by 2050

Primary energy consumption by fuel, world
quadrillion British thermal units



Note: 1 = Includes biofuels

Source: U.S. Energy Information Administration, International Energy Outlook 2019

Il grafico evidenzia la previsione sulla produzione di energia elettrica nei prossimi anni fino al 2050 con le varie fonti.

L'obiettivo dell'Italia è quello di produrre energia elettrica da fonti rinnovabili per una quota pari al 55%.

Un altro obiettivo è quello che si vuole arrivare all'abbandono della produzione di energia con il carbone entro il 2025 e all'abbandono della produzione di energia con fonti fossili entro il 2050.

Quindi la soluzione sarà quella di puntare tanto sul fotovoltaico e l'eolico per avere delle produzioni ad emissione di CO_2 quasi nulle.

Questo però ha un grosso problema cioè che la produzione da queste due fonti rinnovabili non dipende dall'uomo ma dipende dalla natura e quindi non è una cosa programmabile.

Per risolvere questo problema bisogna supportare questi due metodi di produzione di energia elettrica con dei sistemi di accumulo.

Introducendo dei sistemi di accumulo troviamo un altro vantaggio cioè quello di ottimizzare l'efficienza economica della produzione elettrica.

Siccome nel campo dei trasporti si sta puntando sui veicoli elettrici per azzerare l'inquinamento e questi hanno delle batterie, allora si è pensato di sfruttarle per aiutare la stabilizzazione della rete e supportare la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Successivamente spiegheremo due metodi che utilizzano i sistemi di accumulo dei veicoli per risolvere i due problemi principali:

- Vehicle-to-Grid (V2G) technology
- Stationary Energy Storage (SES) with second-life batteries: an Advanced Battery Storage Project

1. VEHICLE-TO-GRID (V2G) TECHNOLOGY

1.1 COS'E' LA TECNOLOGIA V2G?

La tecnologia Vehicle-to-Grid abbreviata V2G nota anche come Vehicle-to-Home (V2H), nel caso si collegasse il veicolo alla rete domestica, o Vehicle-to-Load (V2L), nel caso si utilizzasse le batterie del veicolo per alimentare un altro dispositivo elettrico, è un sistema che consente di convertire le auto elettriche in dispositivi di storage on demand cioè permette di scambiare energia tra gli accumulatori dei veicoli elettrici plug-in, quindi i veicoli elettrici a batteria, i veicoli ibridi o i veicoli a celle a combustione a idrogeno, con la rete.

Questo processo avviene collegando alla rete, sia domestica che pubblica, i veicoli elettrici.

In questa maniera si sfruttano le batterie delle auto come stabilizzatori quindi si bilanciano i carichi e si attenuano i possibili colli di bottiglia.

I colli di bottiglia sono dei picchi di carico, cioè quando c'è tanta richiesta di energia da parte della rete. Quindi, quando c'è un carico elevato, per attenuarlo, si può utilizzare la V2G utilizzando le batterie dei veicoli.

Vediamo ora il funzionamento tramite il flusso di energia entrante e uscente dalla colonnina di ricarica V2G.

Il flusso di energia deve essere controllato e sfruttato in modo tale da avere un flusso entrante nella rete quando c'è una grossa domanda di energia, il picco di carico, che avviene di giorno, e ci deve essere un flusso uscente dalla colonnina di ricarica, quindi quando l'energia viene usata per caricare le batterie, quando la domanda di energia è bassa, e questo avviene quando è notte.

Da questo capiamo che si pratica di un approccio bidirezionale in quanto il pacco batterie del veicolo elettrico può ricevere l'energia in eccesso della rete ed emettere energia nella rete quando questa ne avrà di bisogno, il quale è un funzionamento completamente opposto dall'abituale ricarica dei veicoli elettrici in quanto è unidirezionale quindi è concepita solo sulla ricezione di energia da parte della rete. Quindi è intuibile che l'installazione di tale tecnologia è più complessa e onerosa rispetto alla wallbox, colonnina di ricarica, tradizionale.

La tecnologia V2G fa sì che tramite l'allacciamento alla rete dei veicoli elettrici attraverso le colonnine di ricarica si può avere una ricezione di elettricità utile per la mobilità e si può sottrarre energia immagazzinata nelle batterie dei veicoli elettrici per cederla alla rete elettrica e quindi per sopperire alla domanda aumentata dalla rete in maniera tale da renderla più stabile ed efficiente, questo ovviamente non deve compromettere la possibilità di mobilità dell'utente il quale, per questo tipo di servizio, gli verrebbero riconosciuti dei benefit economici quindi verrebbe remunerato e incentivato.

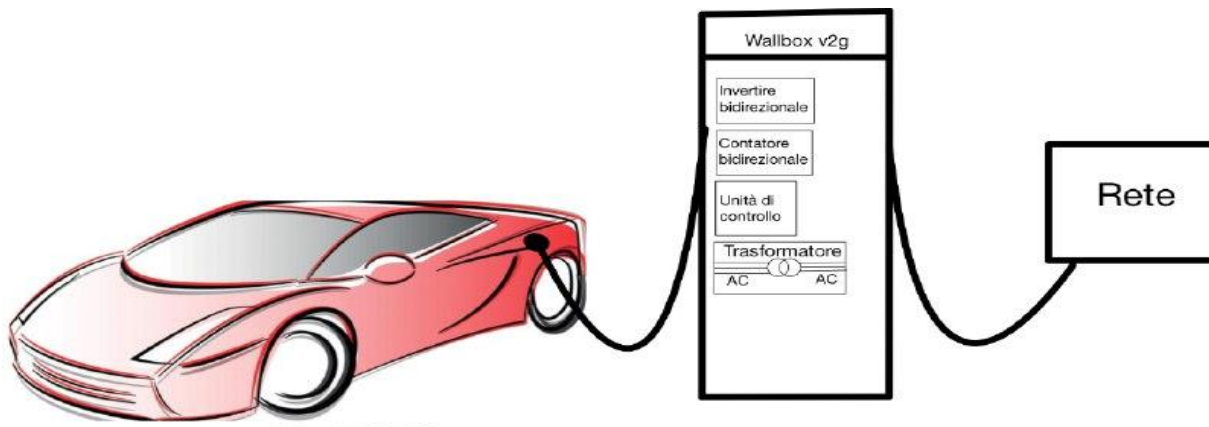
Questo crea dei vantaggi alla collettività, ai gestori di energia e ai proprietari dei veicoli elettrici.

Con questo miglioramento dell'efficienza della rete si ottimizzerebbero i flussi di energia prodotta e consumata a livello locale.

1.2 COME SI COSTRUISCE LA WALLBOX V2G

I principali componenti della tecnologia V2G sono:

- un inverter, che si trova nella colonnina di ricarica, di tipo bidirezionale che viene collegato da una parte ai poli della batteria del veicolo, quindi ad una tensione di 300/500/800V, e dall'altra parte viene collegato alla rete in bassa tensione, quindi a 230V;
- un contatore bidirezionale che misura l'energia scambiata;
- un'unità di controllo che in base alle esigenze dell'utente e alle esigenze del gestore della rete alla quale è collegato il veicolo, fa sì che ceda o riceva energia dalle batterie;
- Un trasformatore che trasforma dalla tensione di alimentazione, che dipende da dove è installata la colonnina, alla tensione necessaria all'autovettura.



1.3 QUALI SONO I VANTAGGI DI TALE TECNOLOGIA

Ci sono altri vantaggi oltre a quelli enunciati nel paragrafo 1.1.

Quello principale, dando per scontato che ci sia una grande crescita della distribuzione delle auto elettriche e che quindi crescerà la capacità di accumulo di energia, dal punto di vista delle utility e dei gestori della rete (quindi per l'Italia Terna) è quello di avere una capacità di accumulo, quindi di riserva, ben distribuita sul territorio.

Tale capacità diventerebbe estremamente utile entro il 2050 quando è prevista una forte crescita della produzione di energia rinnovabile intermittente.

Tra queste produzioni di energia rinnovabile c'è l'eolico, in quanto non ha una produzione costante a causa del vento che è una risorsa naturale indipendente, e il fotovoltaico, il quale non ha una produzione costante in quanto dipende dal sole che è una risorsa naturale e che quindi l'uomo non può gestire.

Con la tecnologia V2G li renderebbe più efficaci ed economici e quindi li si potrebbe utilizzare come una tecnologia utile come produzione di energia di carico di base.

Un altro vantaggio della V2G è che ottimizzerebbe i costi delle vetture elettriche.

In questa maniera rende più appetibile il campo delle auto elettriche rispetto a quelle con l'alimentazione tradizionale a fonti fossili.

Inoltre, di positivo per gli utenti della rete e le utility è che si avrebbe un sistema elettrico più efficiente, affidabile e sostenibile.

1.4 QUALI SONO GLI SVANTAGGI DI TALE TECNOLOGIA

Il principale svantaggio riguarda il veicolo in quanto tale tecnologia influenza la durata della vita della batteria, la accorcia.

Questo lo capiamo in quanto le batterie hanno un numero finito di cicli di ricarica e questa tecnologia si basa principalmente sul caricare e scaricare il parco batterie del veicolo, quindi ha meno vita delle batterie caricate con l'attuale metodo.

Oltre al numero finito di cicli di ricarica, le batterie delle auto hanno una durata della vita minore in quanto devono avere un tasso di scarica molto elevato ed essere leggere.

Se non ci fossero queste due ipotesi si avrebbero autonomie del veicolo inferiori, però queste due ipotesi impongono un aumento di temperatura dovuto ad un accumulo maggiore di calore.

Lo svantaggio della durata minore della batteria è uno svantaggio principalmente economico in quanto la batteria di un veicolo elettrico costa 1/3 del costo totale dell'auto.

Tesla ha dichiarato che l'utilizzo del V2G non è conveniente perché l'usura della batteria è maggiore del beneficio economico che si avrebbe da tale sistema.

Un altro svantaggio importante è che la batteria non può essere mantenuta disponibile sempre per la rete, quindi, non è prevista tanta capacità di stoccaggio dell'energia di rete, però per gli utenti dei veicoli conviene sempre collegare l'auto alla colonnina V2G ogni volta che non la usano per sfruttare meglio il vantaggio economico di avere il veicolo collegato alla tecnologia V2G.

Inoltre, negli svantaggi troviamo le perdite di energia che comportano una diminuzione di efficienza.

Shirazi e Sachs [1], nel loro studio, indicano che il sistema V2G ha un'efficienza che varia tra il 53% e il 62%, mentre Apostolaki-Iosifidou et al. [2] riportano efficienze di circa il 70%.

L'efficienza di tale sistema dipende da vari fattori quali la velocità di carica e scarica della batteria, lo stato di salute della batteria, la temperatura ma la principale perdita la si ha sui componenti del sistema, il principale fattore della perdita di efficienza è la conversione da corrente continua DC a corrente alternata AC e viceversa che è svolta dall'inverter quindi momentaneamente non potrà essere calcolata precisamente.

1.5 IL PROPRIETARIO DEL VEICOLO ELETTRICO

Per l'utente non cambia quasi nulla dalla ricarica tradizionale alla ricarica V2G in quanto è fatta apposta per non procurare disagi.

L'unica cosa che dovrà fare quando collegherà il veicolo sarà quello di aggiungere dei dati, ad esempio bisognerà inserire nella colonnina l'ora in cui si penserà di prelevare il veicolo e con che autonomia lo si vorrà avere.

Il proprietario del veicolo per l'utilizzo della colonnina di ricarica V2G, come abbiamo già detto precedentemente, avrà un benefit economico per la ricarica ma dovrà cambiare prima il parco batterie del veicolo in quanto questo ha un numero di cicli finito e quindi una vita limitata dall'utilizzo.

1.6 PRIMO HUB V2G AL MONDO

In Giappone troviamo il primo sistema V2H, quindi quello che scambia energia dal veicolo con la propria abitazione.

Questo è disponibile dal 2012 per risolvere il problema nel caso di blackout elettrico.

Nel maggio 2016 c'è stata la prima sperimentazione della tecnologia V2G.

La sperimentazione è stata fatta con la collaborazione di Nissan con EnelX e Nuvve.

Questa è stata eseguita nel Regno Unito nella sede della casa automobilistica Nissan.

È stata fatta installando 100 colonnine di ricarica destinate agli utenti di furgoni elettrici Nissan.

I dipendenti della Nissan hanno sperimentato tale tecnologia.

La collaborazione di Nuvve è stata fondamentale in quanto è servita per produrre la piattaforma che controllava il flusso.

Questa piattaforma risponde alle esigenze di chilometraggio dei guidatori e ottimizza la potenza disponibile per la rete.

Lo scopo di tale sperimentazione è quello che questa tecnologia possa essere utilizzata da tutti i proprietari di veicoli elettrici tutti i giorni e far diminuire il prezzo dell'energia.



Nella foto si vede il primo hub V2G al mondo di sperimentazione installato nel Regno Unito nella fabbrica di Nissan nel Sunderland

Nel 2016 è stato creato in Danimarca il primo centro di ricarica V2G al mondo.

Questo hub installato nella società elettrica danese, vanta di dieci wallbox V2G da 10 kW l'una, installate da Enel, e vengono usati dieci veicoli Nissan così si ha una capacità messa a disposizione complessiva di 100kW.

1.7 SITUAZIONE IN ITALIA

A fine maggio 2019 è stata inaugurata la prima sperimentazione del V2G in Italia, con lo scopo di raccogliere dati e produrre algoritmi che possano rendere più intelligente e performante il sistema.

Questa è stata fatta da Nissan, Enel X e RSE i quali hanno realizzato una microrete sperimentale presso la sede di RSE di Milano.

È stata scelta la sede di RSE in quanto è una società che sviluppa delle attività di ricerca nel settore elettrico.

Per svolgere questa sperimentazione è servita la collaborazione della casa automobilistica Nissan poiché ha fornito due veicoli elettrici e ha aiutato RSE a raccogliere i dati provenienti dal motore e dalle batterie delle auto; è servita la collaborazione di EnelX per il fatto che ha fornito le due colonnine di ricarica bidirezionale che si interfacciano alla Test Facility di RSE; infine, è servita RSE la quale si è occupata dell'esperimento.

RSE ha analizzato diversi casi di utilizzo dei veicoli, da quello di una flotta aziendale a quello di un'automobile privata la quale è stata sperimentata dal Professore Delfanti, Professore del politecnico di Milano nel dipartimento di energia e Ceo di RSE, verificando i benefici mediante l'uso di algoritmi di gestione del parco auto sviluppati da RSE stessa.

Questo test è stato fatto sia per la tecnologia V2H e sia per la tecnologia V2G.

Il 14 febbraio 2020, è stato pubblicato il Decreto Vehicle-to-Grid (V2G), il quale definisce i criteri e le modalità per migliorare la diffusione sul territorio nazionale di tale tecnologia in particolare, il decreto individua le modalità con cui i veicoli e le colonnine di ricarica bidirezionale possano partecipare al mercato per i servizi di dispacciamento (MSD) cioè al mercato dove Terna, per l'Italia, si approvvigiona delle risorse necessarie.

Per il momento, in Italia, non è ancora stato stabilito il compenso da dare agli utenti per il servizio di stabilizzazione della rete.

A seguito di questo decreto l’Autorità di Regolazione per l’Energia, Reti e Ambiente ha pubblicato le norme riguardanti le colonnine di ricarica V2G.

Tra queste norme troviamo la tutela dei possessori dei veicoli elettrici.

Questi vengono tutelati da una procedura pubblicata da GSE, gestore dei servizi energetici.

Questa procedura dice che i proprietari dei veicoli devono definire, prima che parta la ricarica, il possibile utilizzo delle batterie delle proprie auto.

Inoltre, dopo la ricarica, ci deve essere un resoconto trasparente dell’utilizzo dell’accumulo per il servizio di rete, esplicitando gli intervalli di tempo di uso della batteria in ricarica e in scarica.

Dopo la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale del decreto del ministero dello sviluppo economico che disciplina il Vehicle-to-Grid, FCA in collaborazione con Terna e Engie Eps ha inaugurato il primo impianto dedicato alla ricarica tramite il sistema V2G.

Questo impianto a fine del 2020 contava 32 colonnine che servivano 64 auto.

1.8 COME SI DIFFONDERÀ

Inizialmente si userà questa tecnologia nella rete domestica e quindi si chiamerà Vehicle-to-Home (V2H). Questa farà risparmiare agli utenti in quanto si ricaricheranno le batterie nella fascia oraria a minor costo, quindi principalmente di notte, invece, si potrà fornire energia all’abitazione nelle fasce orarie dove questa costerà di più.

Oltre a questo aspetto economico possiamo notare che se l’abitazione è provvista di un impianto fotovoltaico si può renderla autonoma dal punto di vista energetico in quanto i moderni veicoli elettrici possono immagazzinare in media più energia di quella richiesta da una casa e quindi se venissero ricaricate dal fotovoltaico le abitazioni non necessiterebbero dell’energia della rete se non nei casi di scarsa produzione di energia da parte dei pannelli fotovoltaici.

Questo processo potrà essere controllato da un sistema di gestione dell’energia domestica collegato in rete digitalmente insieme a una wallbox bidirezionale.



Nella precedente immagine vediamo uno schema semplificato del Vehicle-to-Home (V2H) associato all'impianto fotovoltaico presente nell'abitazione.

Successivamente si passerà al collegamento dei veicoli elettrici plug-in alla rete pubblica. Questo richiederà un impianto dedicato e degli investimenti nella digitalizzazione della rete elettrica con dei sistemi in grado di coordinare l'interazione tra la rete elettrica e i veicoli elettrici plug-in. Per ottimizzare al meglio questa tecnologia i produttori automobilistici, i produttori di energia e gli operatori di rete dovranno collaborare perché bisognerà sapere in tempo reale quando ci sarà l'eccesso di energia, dove si trovano i colli di bottiglia e quali saranno i costi delle prestazioni.

1.9 CONTRIBUTO DEI PRODUTTORI AUTOMOBILISTICI

Prossimamente i produttori automobilistici come Tesla, Volkswagen, BMW, Ford, FCA e Hyundai contribuiranno allo sviluppo di tale tecnologia inserendo questo sistema di ricarica bidirezionale sui propri veicoli elettrici introducendo i connettori CCS (Sistemi di Ricarica Combinata) i quali consentono la ricarica veloce delle batterie dei veicoli elettrici con la corrente continua a 800V.



Nella figura vediamo il connettore di ricarica CCS il quale consente la ricarica rapida in corrente continua (DC) e la ricarica lenta in corrente alternata (AC). Il sistema prende il nome di Combo2

2. STATIONARY ENERGY STORAGE (SES) WITH SECOND-LIFE BATTERIES: AN ADVANCED BATTERY STORAGE PROJECT

2.1 QUANDO UNA BATTERIA DEL VEICOLO ELETTRICO DIVENTA DI SECONDA MANO

Nei prossimi anni si punterà di annullare l'inquinamento tramite le emissioni nel settore dei trasporti e questo lo si potrebbe risolvere portando i guidatori a utilizzare i veicoli elettrici.

Con l'aumento delle vendite delle auto elettriche ci sarà un grande aumento della quantità di batterie di seconda mano.

Questo aumento delle batterie di seconda mano provenienti dai veicoli elettrici non avverrà subito con l'aumento delle vendite dei veicoli ma dovremmo aspettare che queste si esauriscono.

Gli accumulatori nei primi 5 anni di vita si degradano fortemente e quindi si stima che la loro utilità nella vettura elettrica sarà di circa 10-15 anni.

Questo degrado avviene in quanto nelle auto elettriche gli accumulatori hanno una vita difficile dovuta a temperature di esercizio estreme, centinaia di cicli parziali all'anno e tassi di scarica variabili.

Dopo i 10-15 anni di utilizzo sui veicoli elettrici le batterie di seconda mano hanno ancora una capacità di accumulo di almeno 75%, in quanto vengono considerate a fine vita quando la capacità di accumulo scende al di sotto dell'80% e il tasso di autoscarica a riposo raggiunge circa il 5% nell'arco di una giornata.

2.2 SMALTIMENTO DELLE BATTERIE ESAUSTE DEI VEICOLI ELETTRICI

Le batterie dei veicoli elettrici, quando raggiungono la fine della loro vita utile, possono essere smaltite dai produttori di tali veicoli in tre modi:

- Lo smaltimento, questo avviene se la confezione è danneggiata o se sono in regioni prive della necessaria struttura di mercato;
- Il riciclaggio dei metalli preziosi, questo avviene se al loro interno ci sono metalli preziosi come il cobalto e il nichel in quanto costerebbe meno riciclare il metallo prezioso che comprarlo;
- Riutilizzandole, questo può essere interessante nel mercato in cui c'è la domanda di batterie per applicazioni stazionarie di accumulo di energia (SES). Costui è noto come seconda vita della batteria in quanto la si riutilizza per un altro impiego differente da quello precedente.

A causa degli attuali problemi economici e infrastrutturali affrontati dal riciclaggio delle batterie, il mercato delle batterie di seconda vita (SLB) preferisce il riutilizzo delle batterie quindi la terza modalità descritta precedentemente.

2.3 DA DOVE NASCE L'IDEA

L'idea nasce dalla prevista quantità di batterie, non più utilizzabili per dei veicoli elettrici, che si avrà a seguito dello scopo di rendere il settore dei trasporti ad emissioni nulle.

Quindi, dalla necessità di smaltire le batterie è stata presa la decisione di riutilizzarle, anche se avranno un'efficienza minore, per ancora una decina di anni, cioè finché non raggiungeranno una capacità di accumulo di circa il 60%.

Il loro riutilizzo avrà due scopi:

- Fornire una capacità di energia di riserva in maniera tale da renderla più economica e più affidabile per gli utenti, quindi sostituendo la produzione di energia più costosa e meno efficiente con questo metodo di accumulo, ad esempio vecchie turbine a gas a ciclo combinato;
- Rendere le energie rinnovabili più vantaggiose in quanto le si renderebbero più stabili di adesso e più vantaggiose rispetto alla produzione di energia con altri metodi, ricaricando le batterie di seconda mano durante la produzione e rilasciando tale energia nel momento della richiesta di energia da parte della rete.

Inoltre, questa diventa una nuova opportunità nel settore energetico in quanto si potrebbe superare i 200GWh di stoccaggio entro il 2030.

2.4 VANTAGGI NELL'UTILIZZO DELLE BATTERIE DI SECONDA VITA

Non si trovano tanti vantaggi nell'utilizzare le batterie di seconda mano rispetto a quelle nuove.

Le si useranno per due semplici motivi:

- 1) Si prevede un vantaggio economico del riutilizzo delle batterie in quanto nel 2025 si prevede una diminuzione del costo delle batterie dal 30 al 70% rispetto a quelle nuove usate per queste applicazioni;
- 2) Si sfrutta il più possibile la batteria prima di riciclarla, cioè prima di frantumarle per poi separare i materiali che si trovano al loro interno.

2.5 SVANTAGGI NELL'UTILIZZO DELLE BATTERIE DI SECONDA VITA

Queste tipo di batterie hanno il più grande svantaggio che hanno meno efficienza rispetto a utilizzare delle batterie nuove.

Questo comporta che per avere la stessa capacità di accumulo bisogna avere più batterie e quindi occupa più spazio.

Un altro svantaggio che troviamo è che crea dei problemi nel riutilizzo.

2.6 PROBLEMI NELL'UTILIZZO DELLE BATTERIE DI SECONDA VITA

Il problema essenziale è che ad oggi questa tecnologia non può essere usata in quanto non ha ancora abbastanza batterie di seconda mano da poter usare.

Questo problema durerà ancora una decina di anni in quanto è la durata delle batterie sui veicoli elettrici.

Un altro problema riguarda il riutilizzo delle batterie per questo scopo che è possibile solo dopo dei test essenziali e costosi.

Oltre a questi test bisogna installare dei sistemi sofisticati di gestione delle batterie per garantire che siano sicure e affidabili per la nuova applicazione.

I test sono complicati a causa della mancanza di standardizzazione e quindi ci sono varie progettazioni di batterie che differiscono sia nelle dimensioni che nella chimica degli elettrodi.

Per identificare le batterie di seconda vita si usa una classificazione.

Questa è essenziale in quanto non tutte le celle delle batterie sono appropriate per il riutilizzo.

In questo caso si fa un rinnovo della batteria, quindi viene smontata e vengono cambiate le singole celle guaste.

2.7 UTILIZZO DELLE BATTERIE DI SECONDA VITA

Queste batterie vengono usate con lo scopo di stabilizzare la rete.

Questo è vantaggioso per l'utente in quanto ottiene una migliore qualità di alimentazione.

Inoltre, siccome si riutilizzano le batterie dei veicoli si ha meno inquinamento in quanto non si ha una nuova produzione di batterie.

Questo è un aspetto molto importante in quanto si prevede che il numero di veicoli elettrici aumenti e quindi ci saranno molte più batterie di seconda vita che appunto potrebbero essere riutilizzate, prima di smaltirle, per sostenere le energie rinnovabili.

2.8 PERCHÉ È UTILE NEL CAMPO DELLE ENERGIE RINNOVABILI

Questa necessità di accumulare l'energia deriva dal forte aumento di produzione di energia tramite fonti rinnovabili, ma queste hanno il problema principale che non possono essere comandate quindi la produzione è imprevedibile in quanto dipende solamente dalla natura e non dall'uomo.

Quindi, siccome è volatile questa produzione si ha un problema di collegamento alla rete in quanto la rete deve avere una frequenza di 50Hz e la produzione di energia da fonti rinnovabili come il solare e l'eolico non danno questa frequenza costante.

Per risolvere questo disguido si usa un sistema di accumulo.

Inoltre, non si può comandare la quantità di energia da produrre con queste fonti.

In questa maniera la domanda verrebbe correlata direttamente alla produzione quindi, se la produzione aumentasse, la domanda di energia dovrebbe aumentare invece, se la generazione diminuisse anche la domanda dovrebbe diminuire.

Si può risolvere anche quest'altro problema inserendo nell'impianto un sistema di accumulo.

Quindi l'uso delle batterie porta a due vantaggi nel campo della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

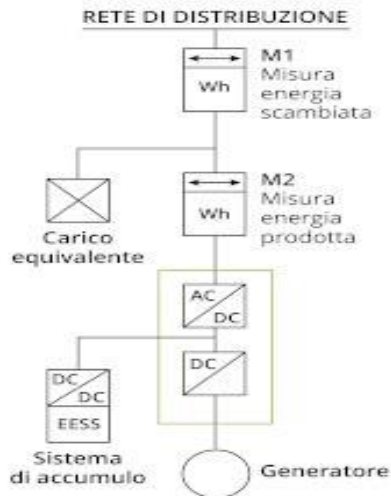
A seguito di quanto detto le case automobilistiche sostengono che se si utilizzassero le batterie dei veicoli elettrici come sostegno della produzione dell'energia rinnovabile, questo favorirebbe l'espansione delle energie rinnovabili e diminuirebbe la quantità dei rifiuti elettronici.

2.9 COME SI COSTRUISCE IL SISTEMA DI ACCUMULO

Ci sono 3 configurazioni che dipendono da dove si allaccia alla rete il sistema di accumulo.

sistemi di accumulo lato produzione bidirezionali

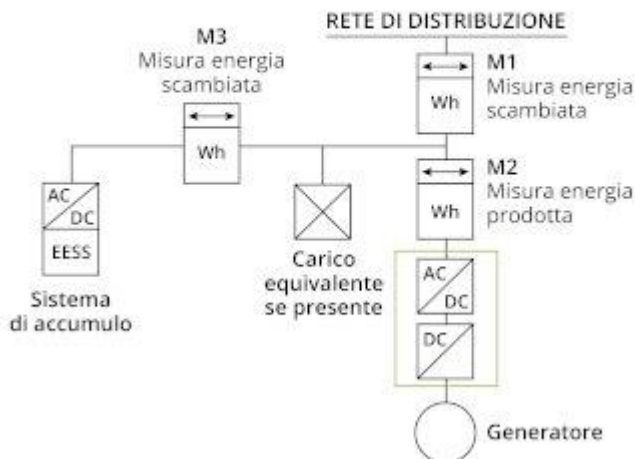
1 - Accumulo integrato in Corrente Continua (Lato DC)



2 - Accumulo Integrato in Corrente Alternata (Lato AC)



3 Sistema di accumulo post produzione bidirezionale



Nello schema 1 abbiamo il collegamento del sistema di accumulo sul lato DC dell'inverter dell'impianto fotovoltaico.

Nello schema 2 il sistema di accumulo è vicino all'impianto fotovoltaico ma abbiamo 2 inverter separati.

Nello schema 3 il sistema di accumulo lo si collega a prima della rete ma dopo il contatore dell'impianto fotovoltaico.

Quest'ultimo è il più diffuso tra i collegamenti sugli impianti esistenti in quanto mantiene la distinzione tra storage e produzione.

2.10 PERCHÈ ABBIAMO BISOGNO DI UN SISTEMA DI ACCUMULO DI ENERGIA STAZIONARIO

Abbiamo bisogno di un sistema di accumulo stazionario in quanto la domanda di energia sta aumentando.

Il sistema di accumulo stazionario è utile in qualsiasi ambito che sia domestico, industriale, commerciale, per le stazioni di ricarica o per i lampioni.

Inoltre, utilizzando questo sistema si rende il costo dell'energia inferiore perché si potrebbe caricare i sistemi di accumulo nelle ore di basso costo dell'energia, cioè quando c'è poca domanda e quindi di notte, per poi essere usata quando ci sarebbe un aumento della domanda e quindi quando costa di più.

2.11 SITUAZIONE IN ITALIA

Nella classifica europea per la capacità di accumulo stazionaria l'Italia si posiziona al secondo posto con una capacità di 89MWh che corrisponde al 12% di quella che si accumula in Europa.

Questo lo vediamo nel seguente grafico.

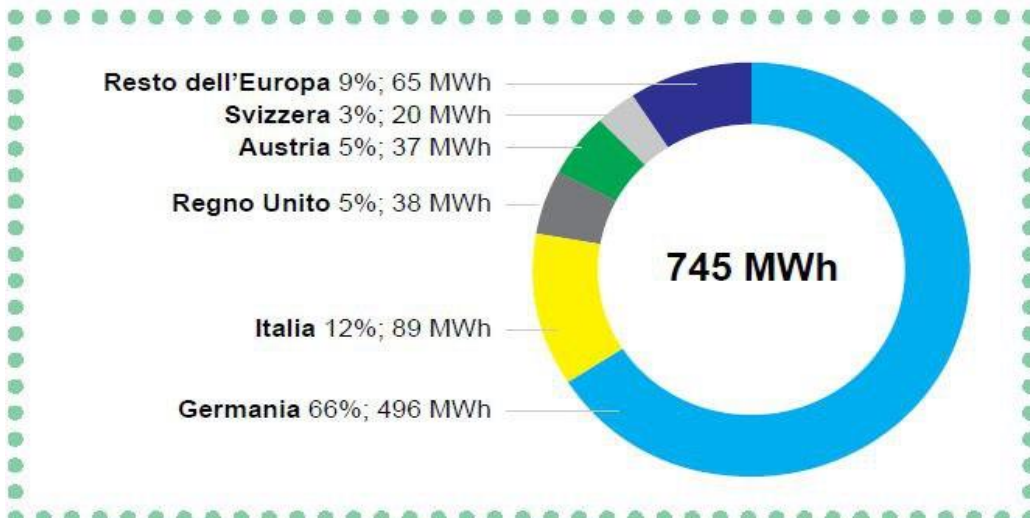


Figura 1 :(In questo grafico vediamo la capacità di energia che le nazioni europee riescono ad accumulare, cioè di 745MWh.
 Inoltre, sono state evidenziate le principali nazioni che accumulano di più e notiamo che al primo posto troviamo la Germania con 496MWh cioè il 66% dell'accumulo europeo e poi come seconda troviamo l'Italia con 89MWh cioè il 12% e al terzo posto troviamo il Regno Unito con 38MWh cioè il 5%.)

L'accumulo in Italia è così elevato perché in alcune regioni come il Veneto e la Lombardia hanno incentivato lo storage concedendo una detrazione del 50%.

A causa del coronavirus c'è stato un blocco di questo aumento, ma si prevede che nei prossimi anni si riprenderà questo mercato con incrementi di circa 16/17% come vediamo nella seguente figura.

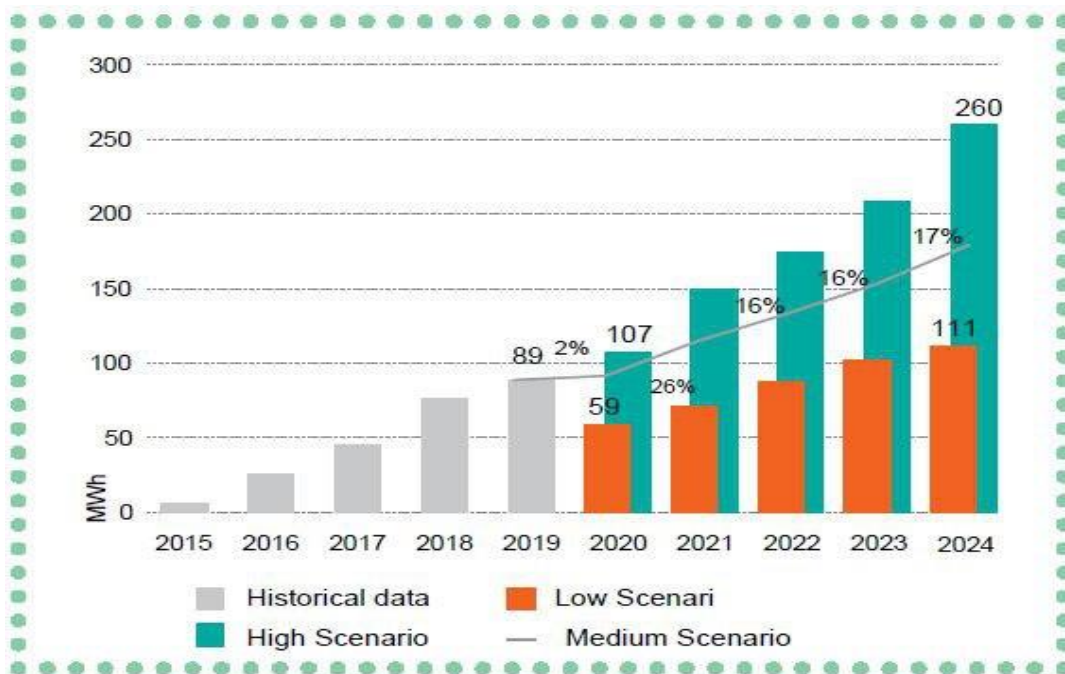


Figura 2:(In questo grafico notiamo come in Italia è stato l'andamento della capacità di accumulo e la previsione di questo andamento in futuro)

Inoltre, in Italia, Enel X in collaborazione con ADR, Aeroporti di Roma, hanno creato un progetto che prevede un'installazione del più grande impianto di accumulo di energia d'Europa tramite l'uso di batterie di seconda mano

Questa costruzione è prevista entro il 2024 all'aeroporto di Roma Fiumicino e avrà una capacità di 10MWh recuperando energia da un impianto fotovoltaico da 30MW.

Questo progetto è finanziato con il fondo europeo dell'innovazione per il clima ed ha un costo di 3 milioni di euro ed aiuterà l'aeroporto a raggiungere entro il 2030 l'obiettivo delle zero emissioni di CO_2 .

Questo impianto servirà per tre funzioni:

- Accumulo dell'energia rinnovabile in eccesso, da rilasciare quando ce ne sarà di bisogno;
- Bilanciamento della rete elettrica;
- Fornitura di servizi energetici ausiliari, cioè assicura una continuità di approvvigionamento dell'energia, funziona quindi da riserva.

Inoltre, come abbiamo detto precedentemente, il sistema di accumulo verrà ricaricato nel periodo di tempo in cui l'energia costerà di meno e verrà scaricato quando questa costerà di più.

In questa maniera si ha un beneficio economico.

Dopo la realizzazione di questo impianto, il progetto seguente sarà quello di installare il più grande impianto fotovoltaico in un aeroporto europeo dalla capacità di 60MW.

2.12 CONTRIBUTO DELLE CASE AUTOMOBILISTICHE

Alcune case automobilistiche, come Nissan, Tesla, Kia e Gruppo Volkswagen, hanno testato le loro batterie nelle applicazioni di seconda vita.

Questo è un vantaggio per i clienti di queste auto elettriche in quanto le batterie potranno costare di meno se sono adatte per l'applicazione della batteria secondaria.

Questo crea un divario economico tra le batterie di seconda mano e quelle nuove più piccolo, però il prezzo deve rimanere sufficientemente differente per giustificare i limiti di prestazione delle batterie di seconda mano rispetto alle nuove.

Nissan ha iniziato già a riutilizzare i pacchi batteria per i sistemi di stoccaggio fissi in uno stadio di calcio ad Amsterdam, inoltre, ha creato, a marzo del 2022, un progetto in collaborazione con Enel che prevede un sistema di accumulo di energia presso una centrale elettrica che fornisce energia alla città spagnola Melilla che si trova sulla costa del Marocco, e questo sistema riesce a tenere 15 minuti di energia di riserva.

Renault nel 2018 ha annunciato una collaborazione tra diversi partner nel settore energetico e prevedeva un'installazione in Europa di batterie di seconda mano per lo stoccaggio da 60/70 MWh.

Skoda nel 2021 ha iniziato a fornire sistemi di accumulo di energia per alimentare le stazioni di ricarica presso i concessionari in Europa.

Audi insieme a RWE, compagnia elettrica tedesca, hanno dato il loro contributo per lo sviluppo del sistema SES costruendo un progetto pilota alla fine del 2021 in Germania.

Questo progetto ha una capacità di stoccaggio di circa 4,5 MWh accumulata nelle batterie delle auto elettriche fabbricate da Audi.

Questa energia inizialmente viene utilizzata per aiutare a mantenere la frequenza nella rete elettrica.

BIBLIOGRAFIA

(1) Shirazi, Yosef A.; Sachs, David L. (2018-01-01). "Commenti su "Misurazione della perdita di potenza durante la ricarica e la scarica dei veicoli elettrici" - Risultati notevoli per l'economia V2G". *Energia*. 142: 1139–1141. [DOI:10.1016/j.energy.2017.10.081](https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.10.081)

(2) Apostolaki-Iosifidou, Elpiniki; Kempton, Willett; Codani, Paolo (2018-01-01). "Rispondi ai commenti di Shirazi e Sachs su "Misurazione della perdita di potenza durante la ricarica e la scarica dei veicoli elettrici"". *Energia*. 142: 1142–1143. [DOI:10.1016/j.energy.2017.10.080](https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.10.080)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle-to-grid>

<https://www.mercatoelettrico.org/it/mercati/mercatoelettrico/mpe.aspx>

https://it.wikipedia.org/wiki/Combined_Charging_System

<https://modo.volkswagengroup.it/it/q-life/v2g-vehicle-to-grid-come-funziona-e-quali-sono-i-vantaggi>

<https://www.lumi4innovation.it/vehicle-to-grid-come-funziona-quali-vantaggi/#:~:text=Vehicle%2Dto%2Dgrid%3A%20cos%27%C3%A8%20e%20cosa%20significa&text=In%20buona%20sostanza%2C%20la%20tecnologia,i%20possibili%20colli%20di%20bottiglia>

<https://www.lumi4innovation.it/accumulo-energia-fonti-rinnovabili/>

<https://www.rinnovabili.it/featured/tecnologia-vehicle-grid-uk-nissan/>

<https://www.quattroruote.it/news/tecnologia/2020/10/16/vehicle-to-grid-il-punto-sull-integrazione-tra-le-auto-elettriche-e-la-rete-energetica.html>

<https://www.rinnovabili.it/mobilita/v2g-vehicle-to-grid-delfanti/>

<https://italy.nissannews.com/it-IT/releases/nissan-enel-e-nuvve-lanciano-il-primo-hub-v2g-al-mondo-interamente-commerciale-in-danimarca?selectedTabId=videos>

<https://fasi.eu/it/articoli/23-novita/20397-auto-elettriche-cosa-prevede-il-decreto-su-vehicle-to-grid.html>

<https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/a-second-life-for-batteries-from-energy-usage-to-industrial-storage/#:~:text=While%20a%20battery's%20first%20life,the%20battery's%20%E2%80%9Csecond%20life%E2%80%9D>

<https://airqualitynews.com/2020/12/01/the-importance-of-second-life-batteries-for-energy-storage/>

<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/second-life-ev-batteries-the-newest-value-pool-in-energy-storage>

<https://tanjent-energy.com/blog/the-importance-of-second-life-batteries-for-energy-storage/>

<https://www.rwe.com/en/press/rwe-generation/2021-12-28-second-life-for-ev-batteries>

<https://www.canaleenergia.com/rubriche/economia-circolare/le-vecchie-batterie-dei-veicoli-elettrici-stanno-acquisendo-una-seconda-vita/>

<https://nt24.it/2021/05/sistemi-di-accumulo-energetico-storage-rinnovabili/>

<https://www.gruppoiren.it/it/everyday/sfide-di-innovazione/2022/-Batterie-veicoli-elettrici--le-soluzioni-sostenibili-per-una-seconda-vita.html>