



I sistemi di accumulo distribuito e la mobilità elettrica: nuove sfide e opportunità per il sistema energetico

***Nuovi modelli di business: cenni normativi e
valutazione tecnico-economica degli interventi di
integrazione dei sistemi di accumulo su impianti FV***

Francesco Groppi

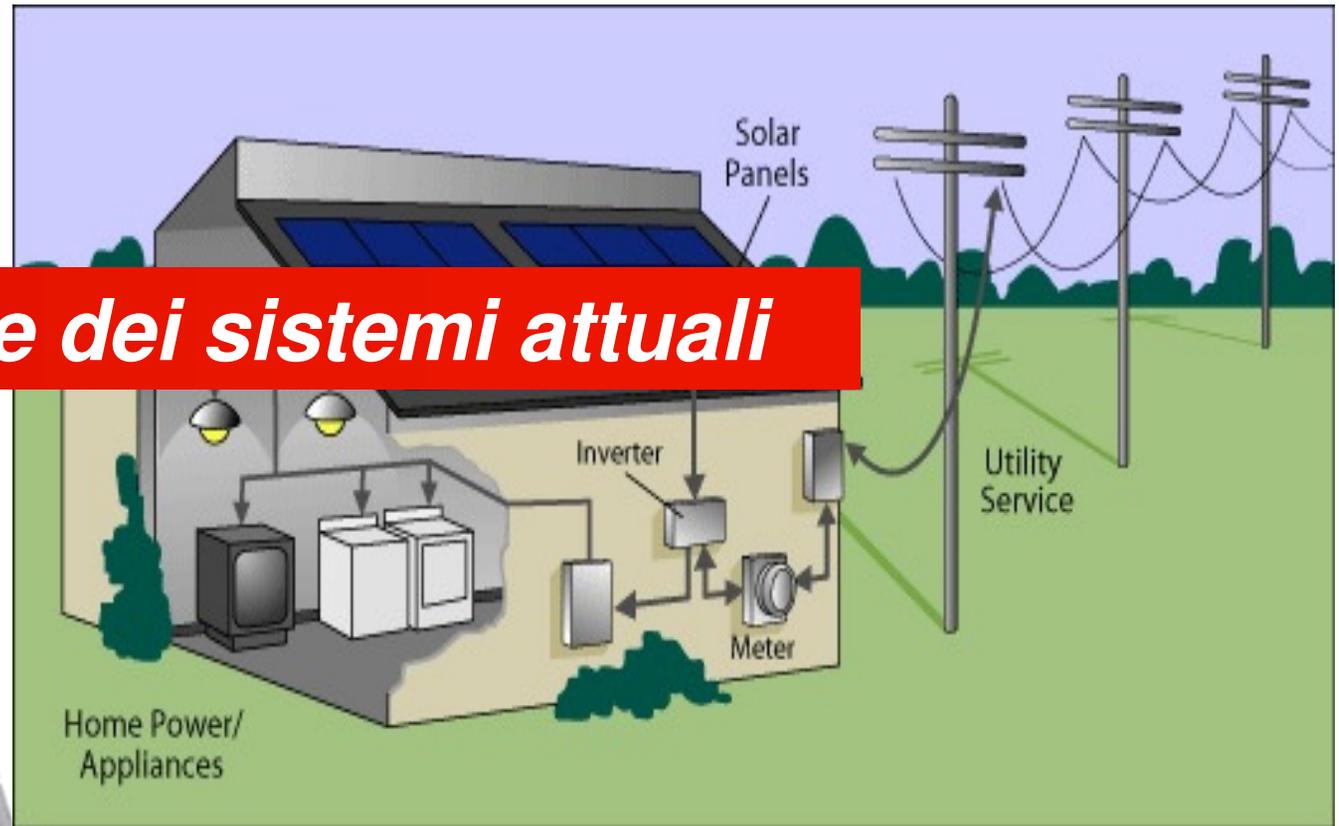
*Responsabile GDL2 del CT82 CEI
Convenor WG2 del TC82 CENELEC*

Argomenti trattati:

- **Valutazione dei sistemi attuali**
- **L'accumulo elettrico e la sua efficacia**
- **Considerazioni finali e prospettive future**



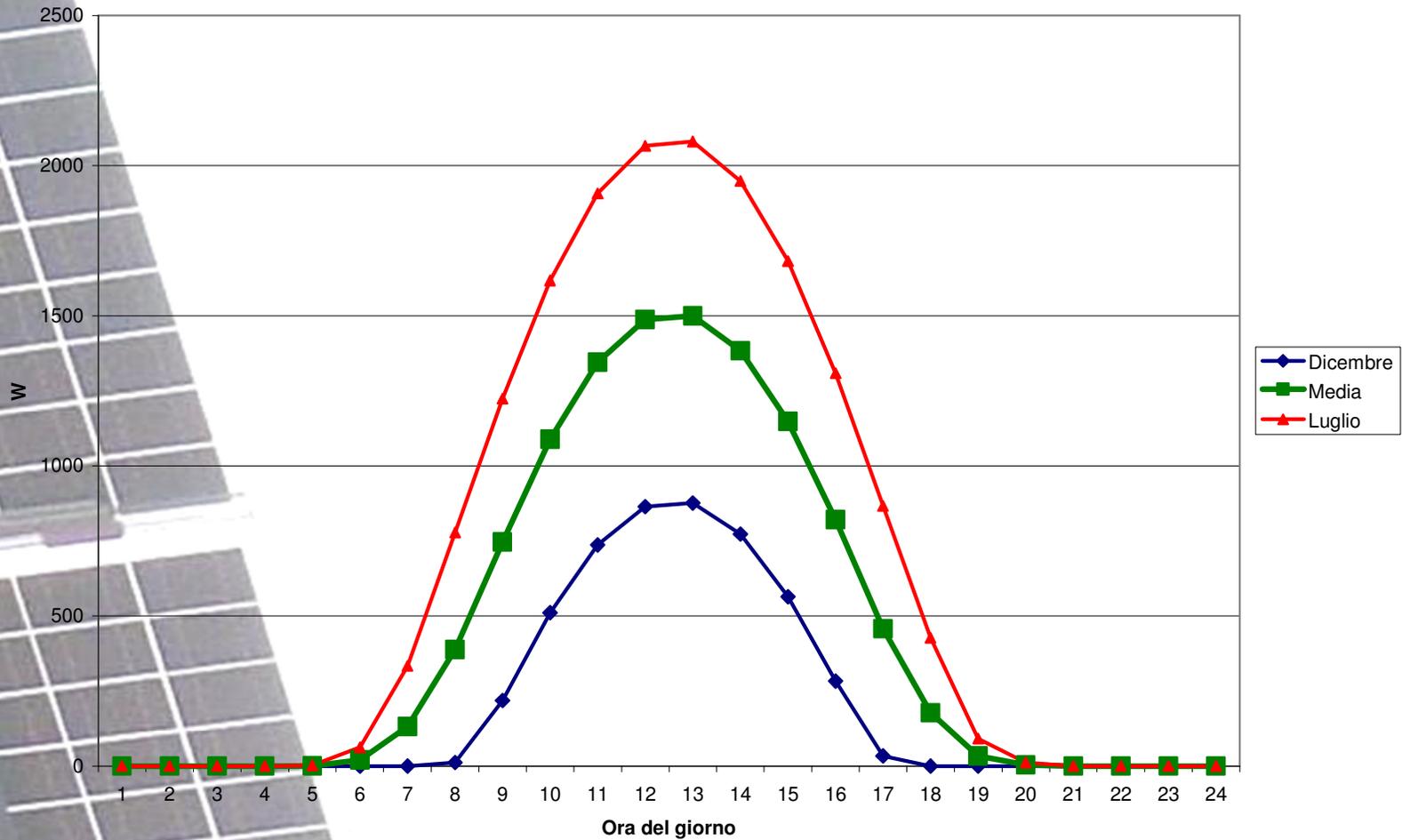
Valutazione dei sistemi attuali



Impianti FV tradizionali

- La produzione di un impianto fotovoltaico dipende dalle **condizioni meteorologiche locali**, difficilmente prevedibili
- **L'inclinazione e l'orientamento** dei moduli influenzano la distribuzione nel tempo della produzione energetica
- La produzione ha una **forte connotazione stagionale**
- Considerando, ad esempio, un impianto di 3 kW a Firenze con orientamento ottimale, nelle ore centrali della giornata si ottengono valori medi di potenza pari a:
 - 876 W in dicembre
 - 2081 W in luglio
 - 1500 W media annua
- Nei casi reali si assiste a una maggiore variabilità

Impianti FV tradizionali



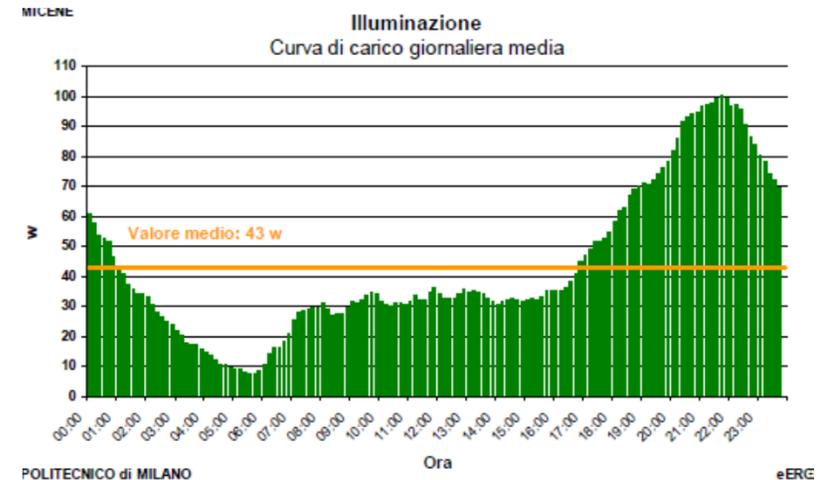
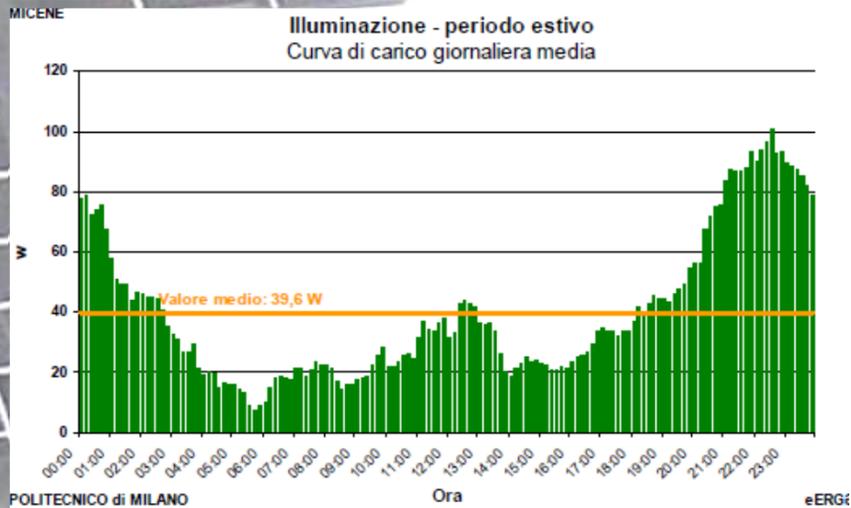
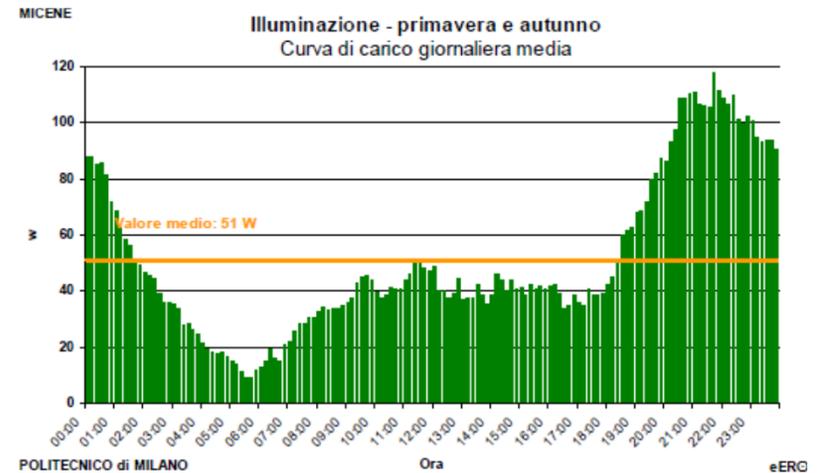
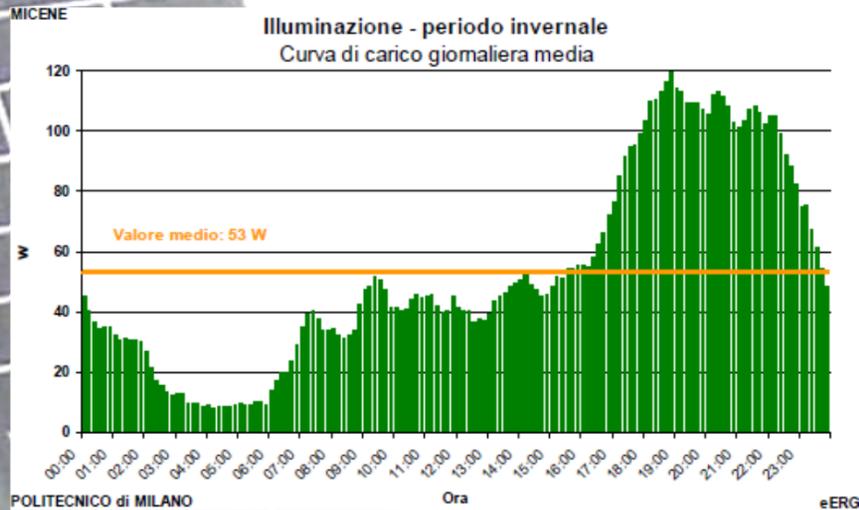
I carichi domestici

- Gli studi disponibili sull'andamento dei carichi domestici sono soggetti ai seguenti fattori di incertezza:
 - L'evoluzione dei consumi elettrici negli anni
 - La variabilità delle curve di carico giornaliero
 - Il comportamento differente degli utenti a seconda del territorio di appartenenza



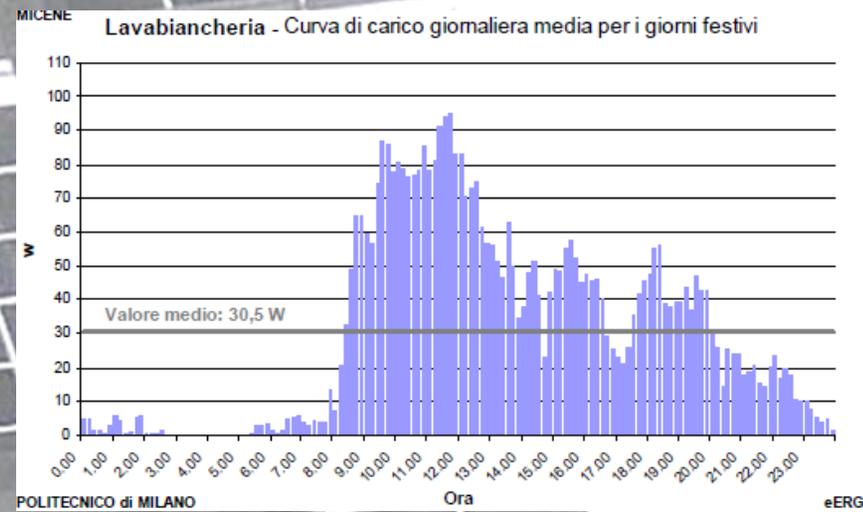
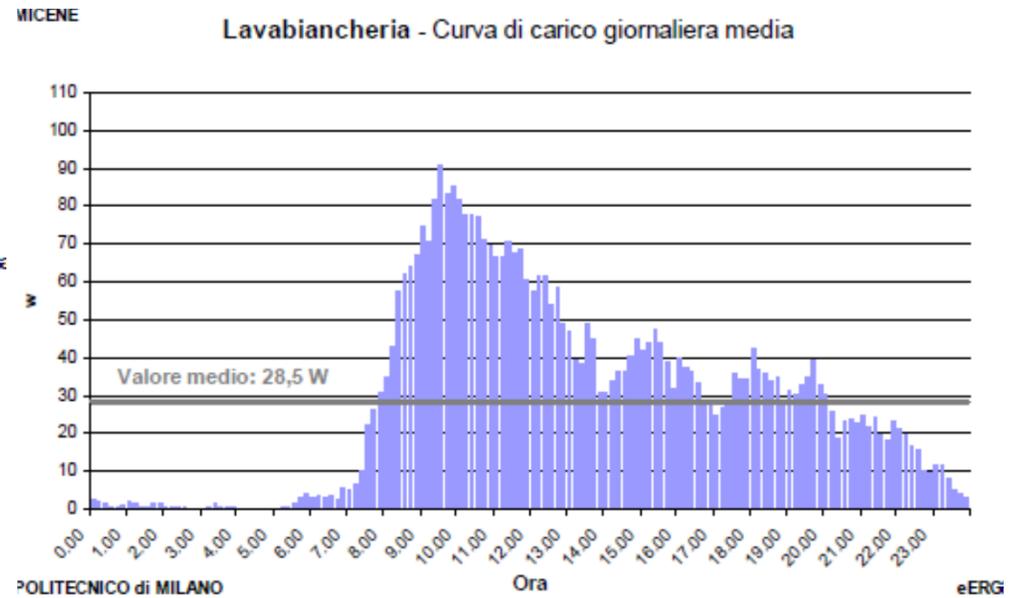
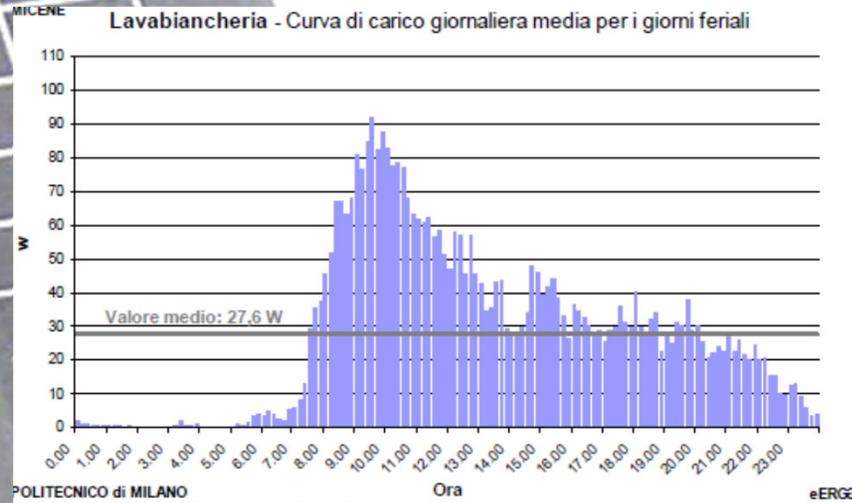
I carichi domestici

ILLUMINAZIONE – Dati 2004 – Progetto MICENE Politecnico di Milano



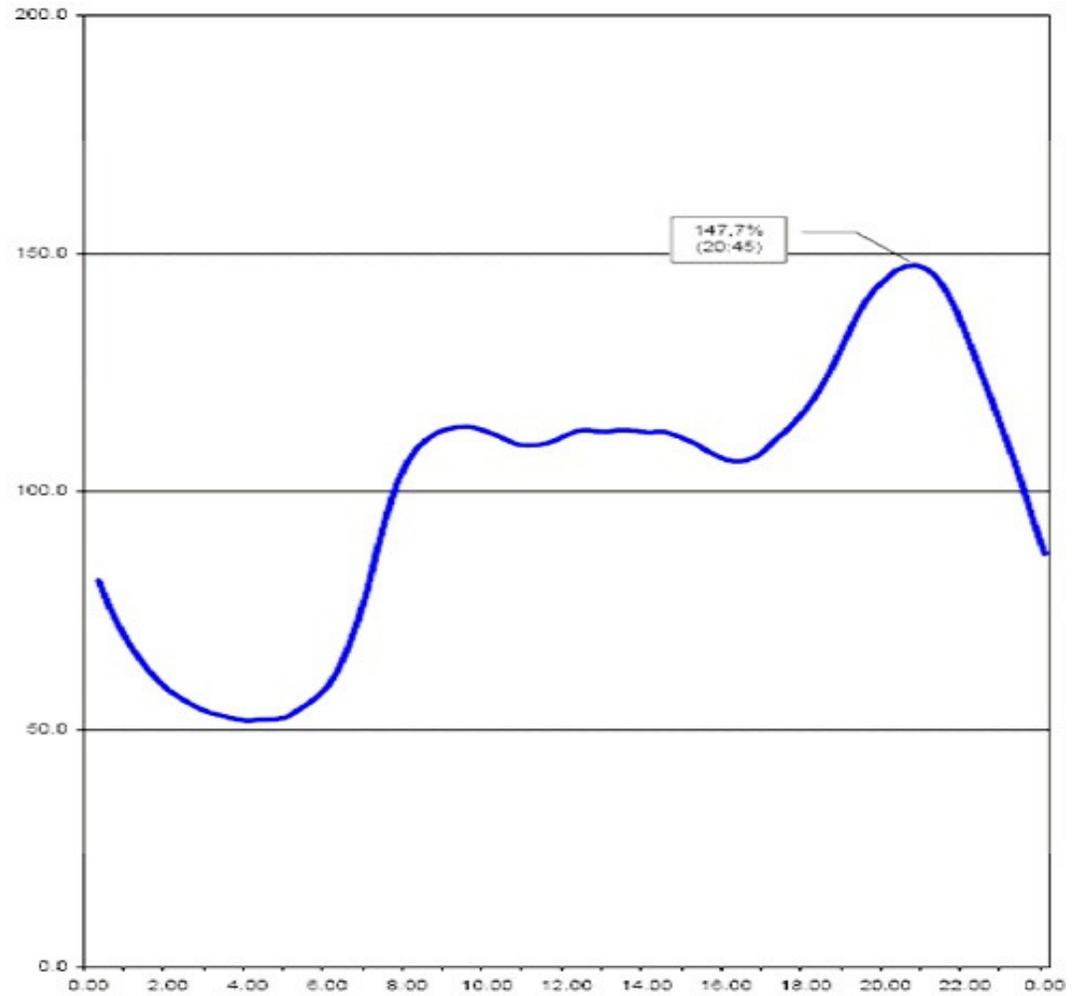
I carichi domestici

LAVABIANCHERIA – Dati 2004 – Progetto MICENE Politecnico di Milano



I carichi domestici

Curva di carico media giornaliera
del settore domestico
(% del carico medio annuo)

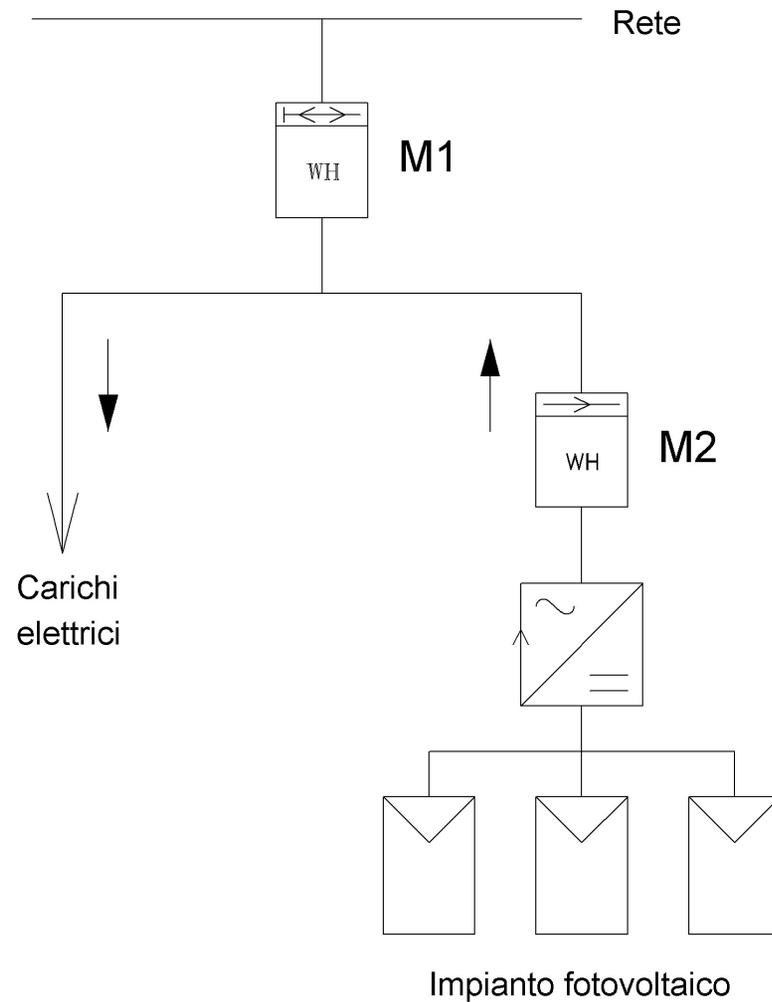


Remunerazione dell'energia prodotta

- Attualmente, l'energia elettrica prodotta che fluisce verso la rete (al netto degli autoconsumi) può essere valorizzata mediante lo scambio sul posto o il ritiro dedicato
- La vendita a terzi, pur essendo un'attività libera, riguarda le imprese che posseggono alcuni requisiti minimi fissati dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas
- La disciplina degli SSPC e SEU ha introdotto ulteriori modalità di utilizzo
- I piccoli impianti optano generalmente per lo scambio sul posto, in quanto risulta essere più vantaggioso del ritiro dedicato

Remunerazione dell'energia prodotta

Schema di principio per un impianto fotovoltaico e utenze con contatori di scambio (M1) e di produzione (M2)



Remunerazione dell'energia prodotta

- Per via della frequente mancanza di contemporaneità tra produzione fotovoltaica e consumi, dopo un certo periodo di tempo si verificherà che:
 - il contatore **M2** avrà conteggiato tutta l'energia effettivamente prodotta dall'impianto fotovoltaico;
 - il contatore **M1** avrà conteggiato
 - **in ingresso** l'energia deficitaria corrispondente ai periodi di maggior consumo e minore produzione
 - **in uscita** il surplus energetico dovuto ai periodi di minore consumo e maggiore produzione
- Lo **scambio sul posto permette di compensare il valore economico** dell'energia prelevata nei limiti del valore economico dell'energia immessa in rete

Remunerazione dell'energia prodotta

- Il contributo in conto scambio è composto da:
 - quota energia
 - quota servizi di rete (sole componenti A e UC)
- Sono escluse le tasse (accise e dall'IVA)
- Se il valore economico dell'energia immessa supera il valore economico dell'energia prelevata si verifica un'eccedenza
- Per le eccedenze sono possibili due possibili trattamenti:
 - liquidazione monetaria
 - messa a credito per l'anno successivo
- La liquidazione monetaria delle eccedenze comprende unicamente la quota energia (le rimanenti voci della bolletta non vengono remunerate)



L'accumulo elettrico

I sistemi fotovoltaici ad accumulo

- I sistemi fotovoltaici con accumulo utilizzati in presenza della rete elettrica pubblica sono basati su criteri di progetto e componenti differenti rispetto ai sistemi fotovoltaici per servizio isolato
- Permangono alcune affinità relative alla gestione dell'accumulo e al comportamento in caso di mancanza rete
- La potenza prodotta dal generatore fotovoltaico passa attraverso uno stadio MPPT (Maximum Power Point Tracker) e arriva al gestore dell'accumulo, il quale si occupa di indirizzare tale potenza verso l'inverter e/o verso l'accumulo sulla base della differenza tra la potenza prodotta e quella consumata

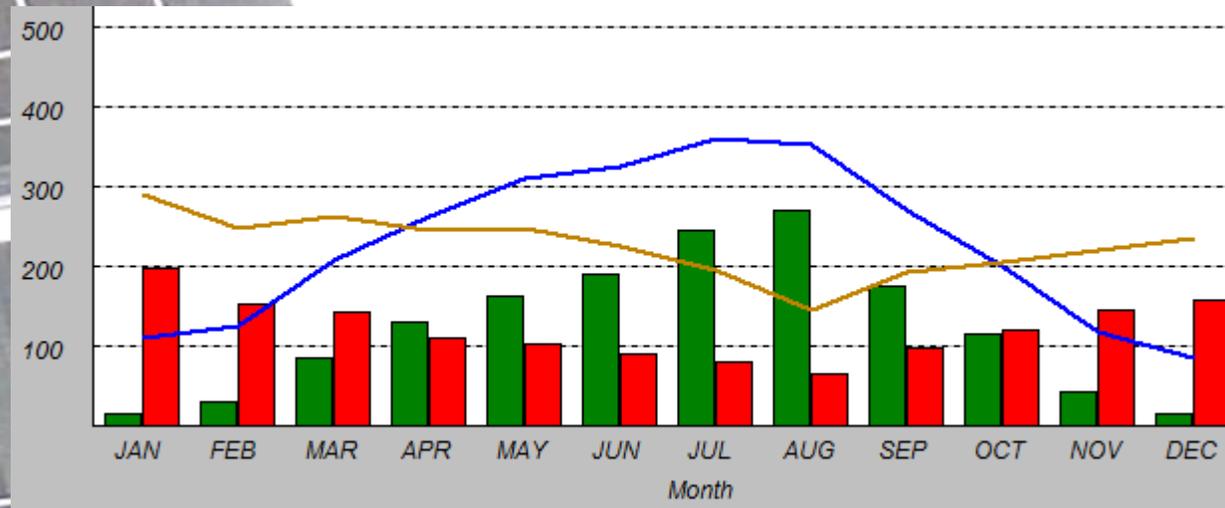
I sistemi fotovoltaici ad accumulo

- L'obiettivo è di rendere i valori di potenza prodotta e consumata per quanto possibile uguali:
 - Se la produzione fotovoltaica è maggiore della potenza richiesta dai carichi una quota parte della potenza prodotta è trasferita all'accumulo
 - In caso contrario dall'accumulo viene prelevata la parte di potenza mancante
- Nei limiti della capacità dell'accumulo è quindi possibile ridurre e in molti casi annullare l'energia scambiata con la rete, sia per quanto riguarda le immissioni che per quanto riguarda i prelievi

I sistemi fotovoltaici ad accumulo

Esempio di abitazione (loc. Bologna):

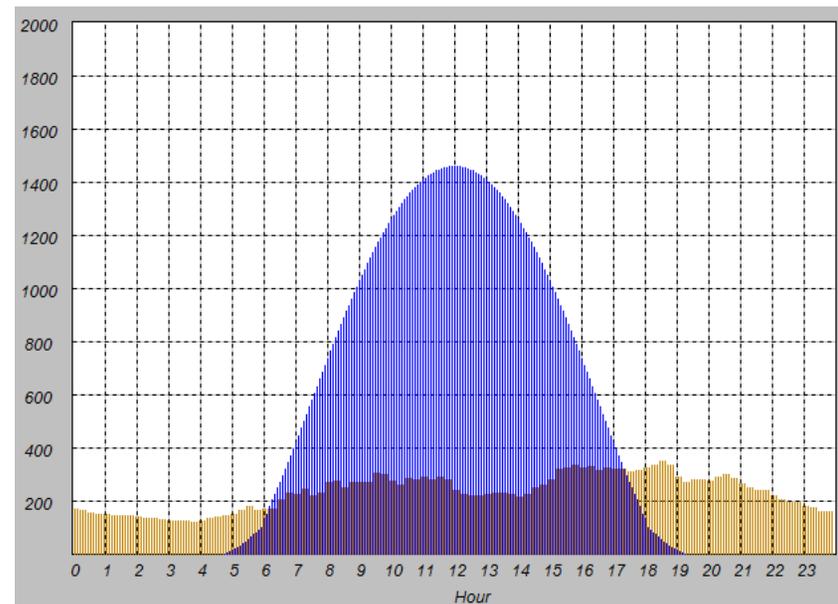
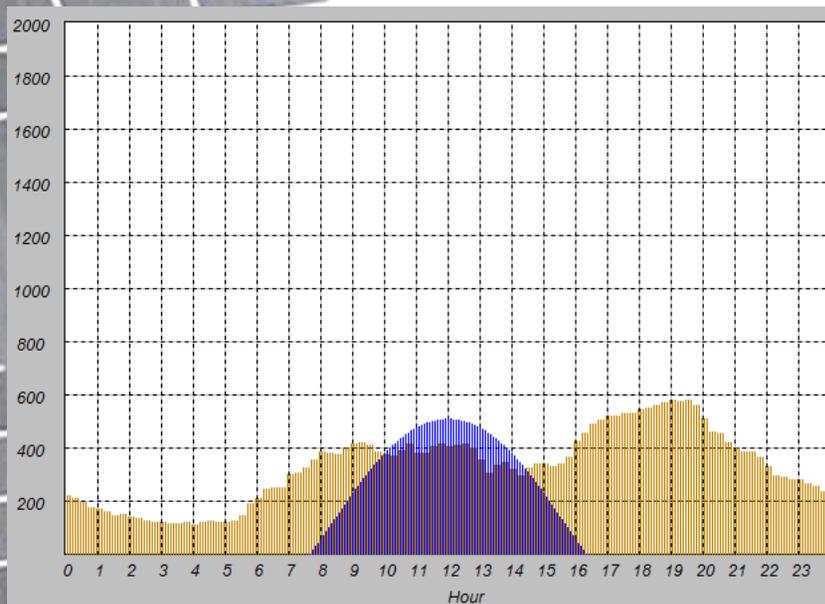
Consumo 2700 kWh/a, FV 2,5 kWp → 2700 kWh/a



Autonomia 46%

I sistemi fotovoltaici ad accumulo

- La contemporaneità tra produzione e consumo è quindi solo parziale e inoltre nei calcoli bisogna tenere conto di:
 - variazione stagionale e giornaliera della produzione FV
 - Variabilità nei consumi legata a determinati periodi (festività, ferie ...)



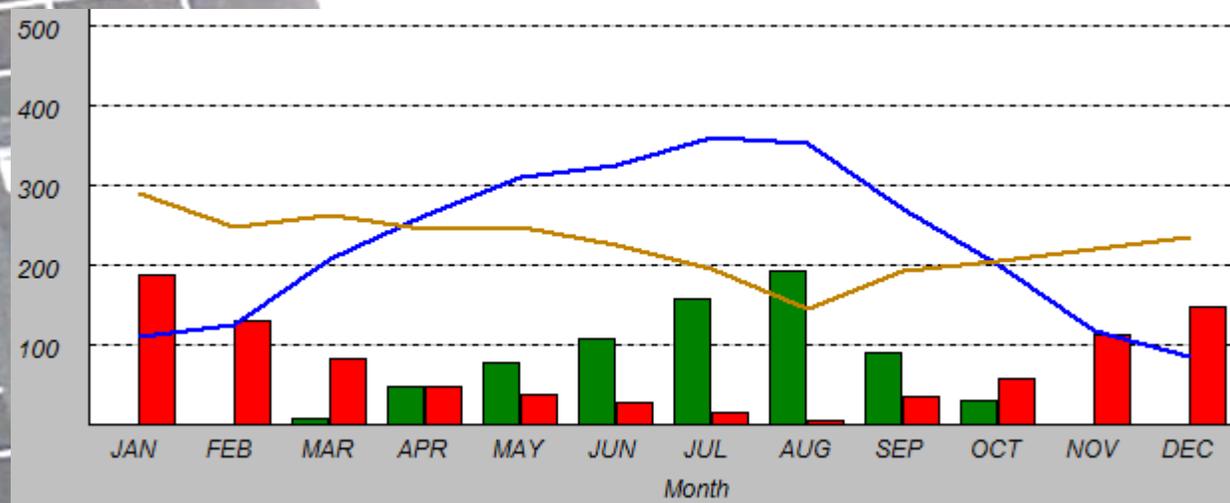
Giorni feriali tipici a dicembre e luglio

Studio Tecnico Groppi – www.sunsim.it

I sistemi fotovoltaici ad accumulo

- Aggiungendo un accumulo energetico è possibile incrementare l'autonomia del sistema

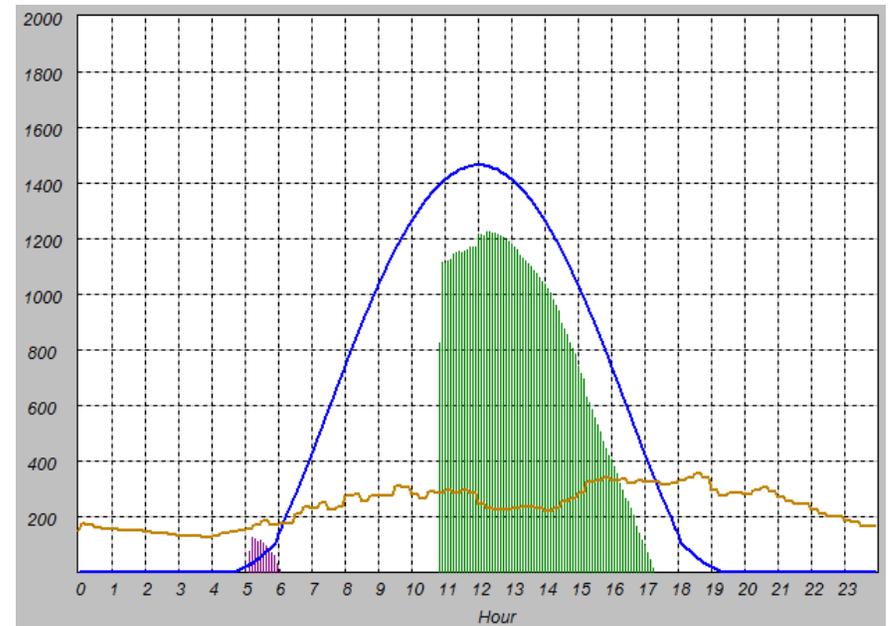
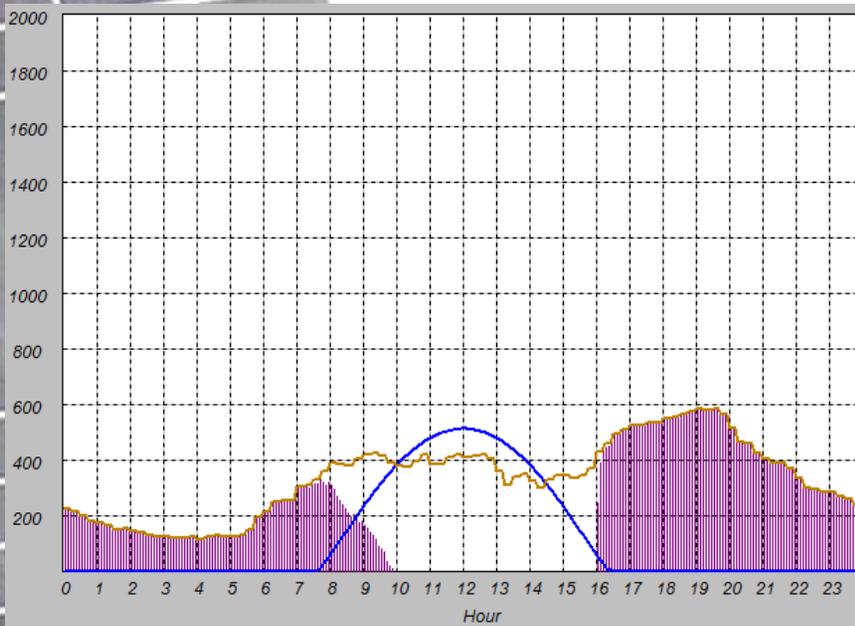
Esempio: 4 kWh al piombo-acido, 60% DOD, $\eta=75\%$



Autonomia = 68 %

I sistemi fotovoltaici ad accumulo

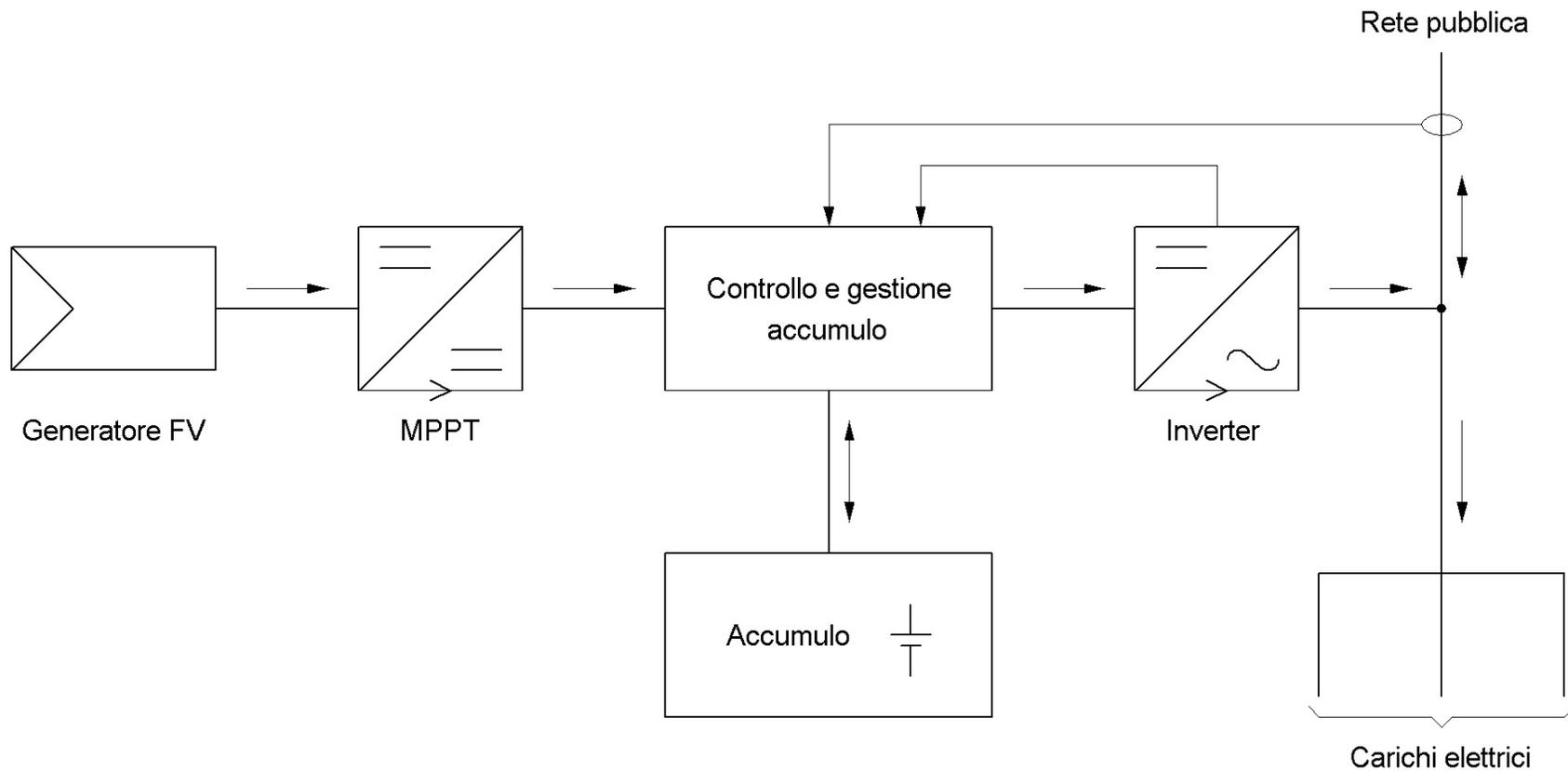
- L'accumulo è tipicamente sottoutilizzato nei periodi invernali
- Nei periodi estivi si verifica un surplus di energia che viene ceduto alla rete



Giorni feriali tipici a dicembre e luglio

I sistemi fotovoltaici ad accumulo

Impianto FV con accumulo indicato per impianti nuovi

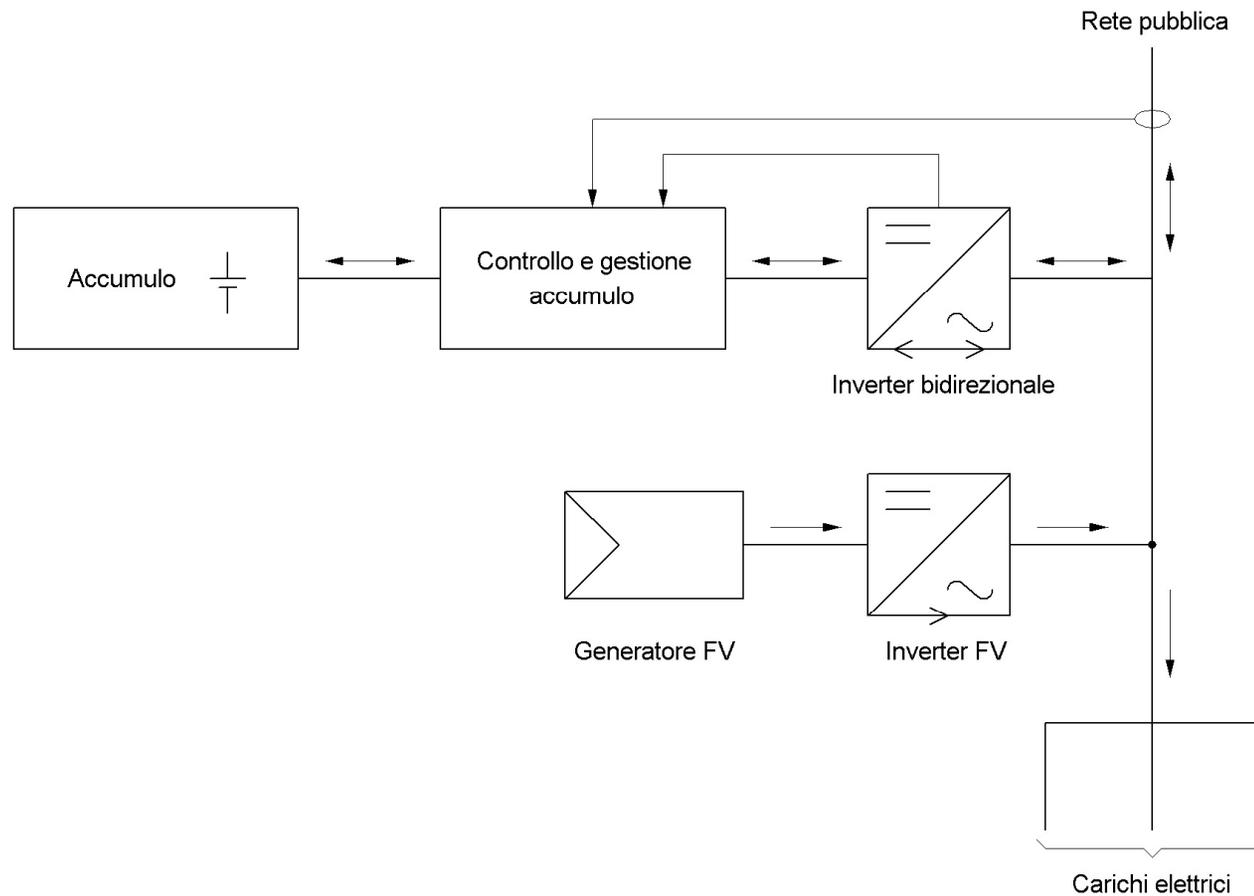


I sistemi fotovoltaici ad accumulo

- Nel caso di **impianti esistenti**, soprattutto se questi ultimi usufruiscono della tariffa incentivante, potrebbe non essere conveniente o possibile intervenire sull'impianto già realizzato
- L'intervento consiste allora nell'aggiunta di un sistema di accumulo separato lato corrente alternata
- Il sistema aggiunto (accumulo + controllore + inverter bidirezionale) tiene conto della potenza in transito sulla rete nelle due direzioni
- Esso interviene quindi assorbendo o restituendo un valore di potenza uguale a quello misurato in modo da compensare i flussi di potenza dovuti all'impianto esistente e ai carichi

I sistemi fotovoltaici ad accumulo

Impianto FV con accumulo indicato per impianti esistenti



I sistemi fotovoltaici ad accumulo

- I sistemi visti finora sono efficaci per quanto riguarda la riduzione degli scambi di energia con la rete ma, pur disponendo di una riserva di energia accumulata, non sono in grado di far fronte alle interruzioni della fornitura di energia elettrica
- Se invece si desidera avere un sistema in grado di alimentare i carichi anche in caso di black-out è necessario disporre di qualche funzione in più

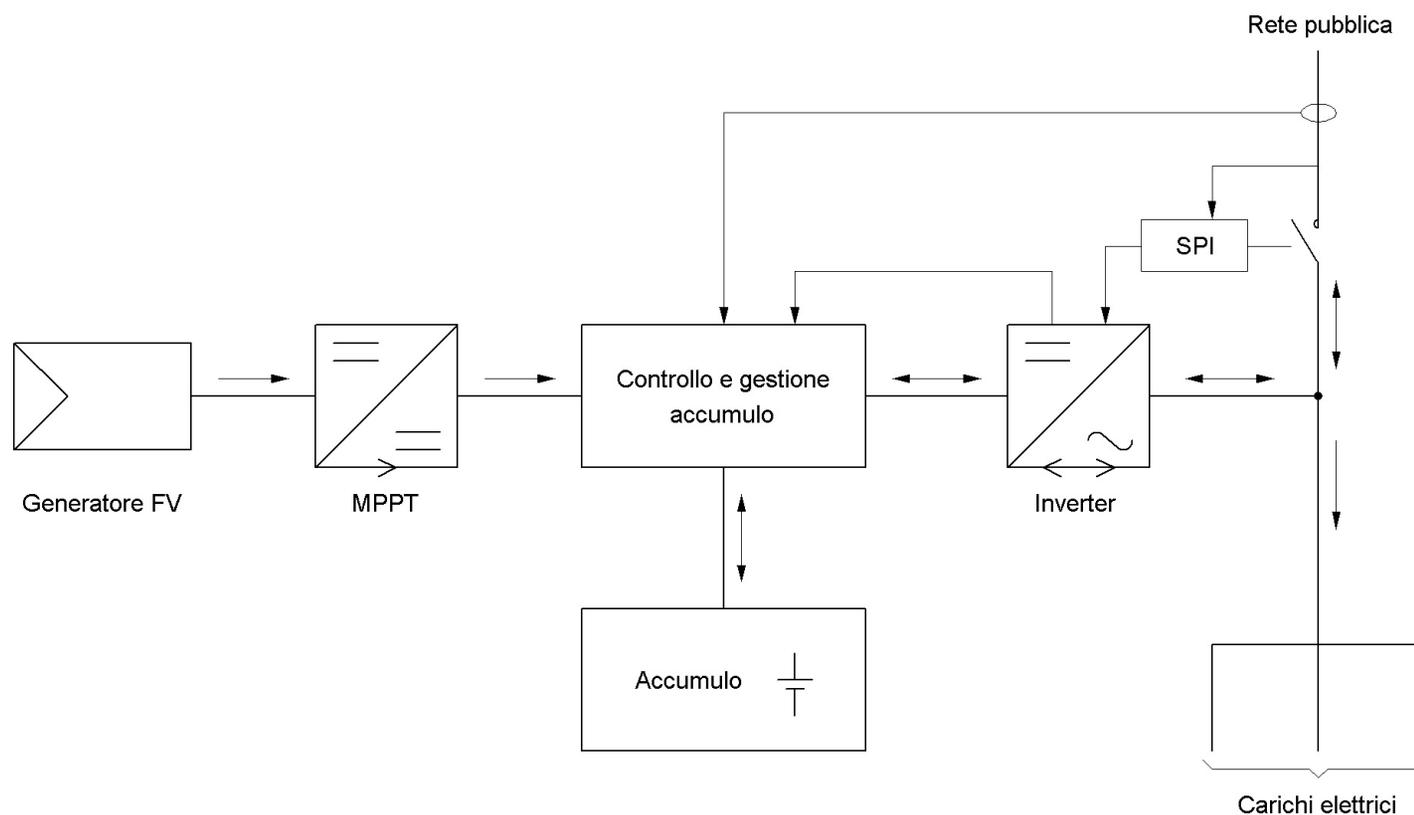


I sistemi fotovoltaici ad accumulo

- Le principali funzioni aggiuntive che un tale sistema deve possedere sono:
- Sistema di interfaccia (SPI) esterno all'inverter che sia in grado, all'occorrenza, di separare l'impianto fotovoltaico e i carichi propri rispetto alla rete fuori servizio
- Inverter in grado di modificare il proprio funzionamento sia per lavorare in parallelo alla rete che per gestire una propria rete isolata
- La capacità di ricevere le informazioni necessarie sullo stato della rete è fondamentale per potersi sincronizzare e riconnettere a questa in fase di richiusura della protezione

I sistemi fotovoltaici ad accumulo

Impianto FV con accumulo in grado di funzionare autonomamente in caso di black-out



I sistemi fotovoltaici ad accumulo

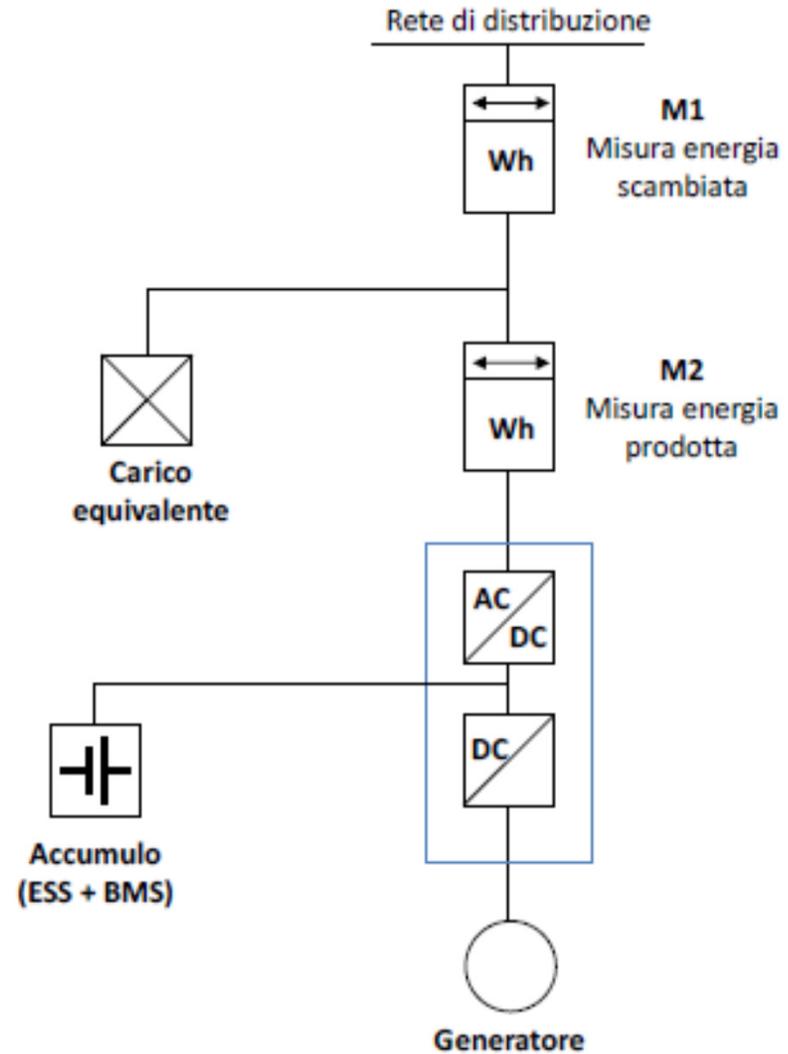
- Una ulteriore categoria di impianti è rappresentata dalle piccole reti isolate (micro-grid)
- Tipicamente, è presente un gestore dell'accumulo con inverter bidirezionale in grado di sostenere la rete a tensione e frequenza costanti
- I generatori e i carichi sono collegati tra loro in parallelo alla micro-grid che può essere monofase o trifase
- Al gestore dell'accumulo è demandato pertanto il compito di compensare il bilancio energetico complessivo, provvedendo ad accumulare energia quando è in eccesso per poi restituirla quando la rete lo richiede

La normativa attuale

- Le recenti varianti delle norme CEI per la connessione dei generatori alla rete tengono conto dei sistemi ad accumulo:
 - Variante V1 alla CEI 0-16 (connessioni in MT)
 - Variante V2 alla CEI 0-16 (connessioni in BT)
- Le nuove norme prendono in considerazione, in particolare, le posizioni dei contatori:
 - Contatore bidirezionale di energia scambiata con la rete Me
 - Contatore di energia prodotta M2 che, nel caso di accumulo lato DC deve essere bidirezionale (per via della tariffa incentivante)
 - Eventuale contatore per la misura dell'energia in transito verso l'accumulo M3
- Sono possibili 3 differenti configurazioni

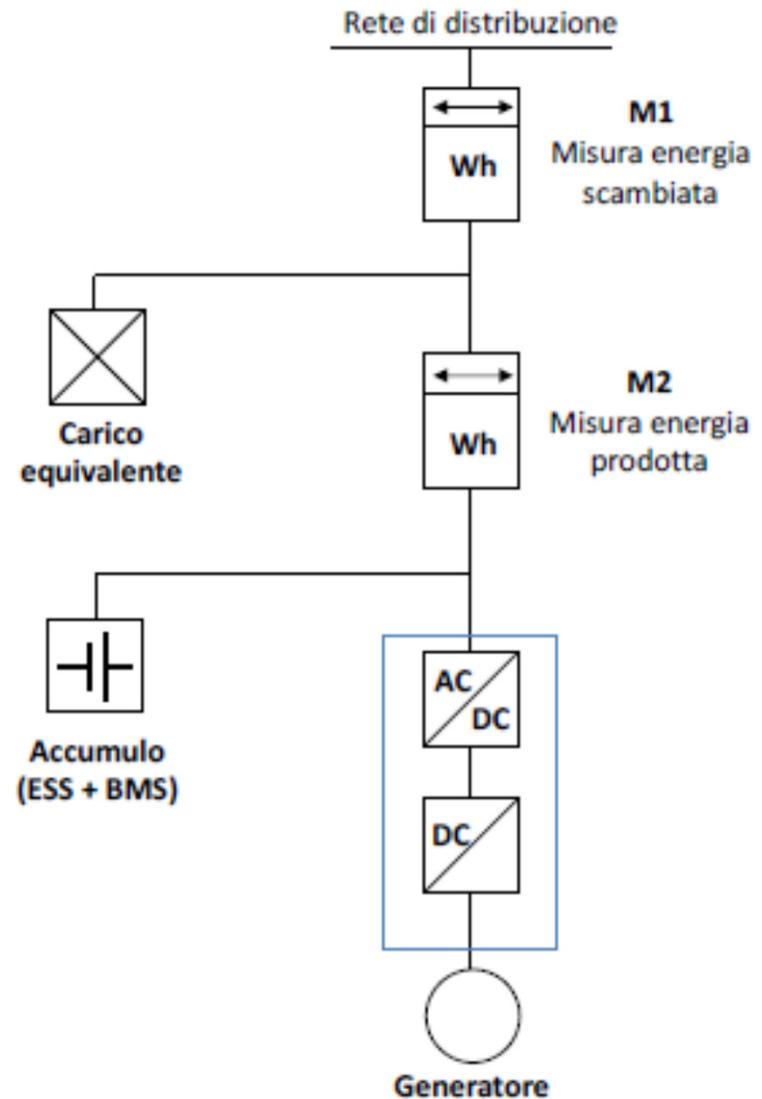
La normativa attuale

Misura dei flussi di energia con accumulo posizionato nella parte d'impianto in corrente continua



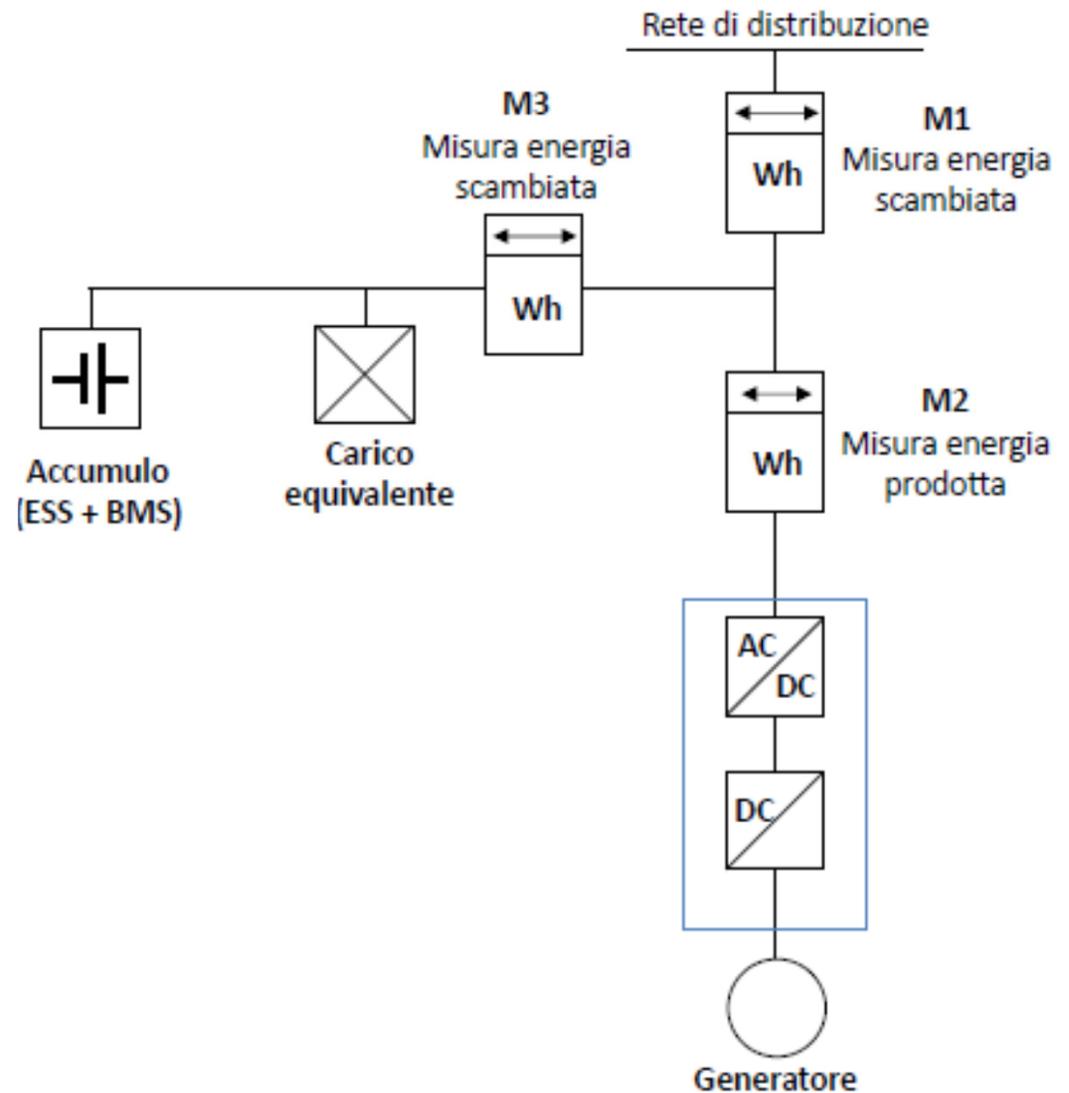
La normativa attuale

Misura dei flussi di energia con accumulo posizionato nella parte d'impianto in corrente alternata a valle del contatore dell'energia prodotta



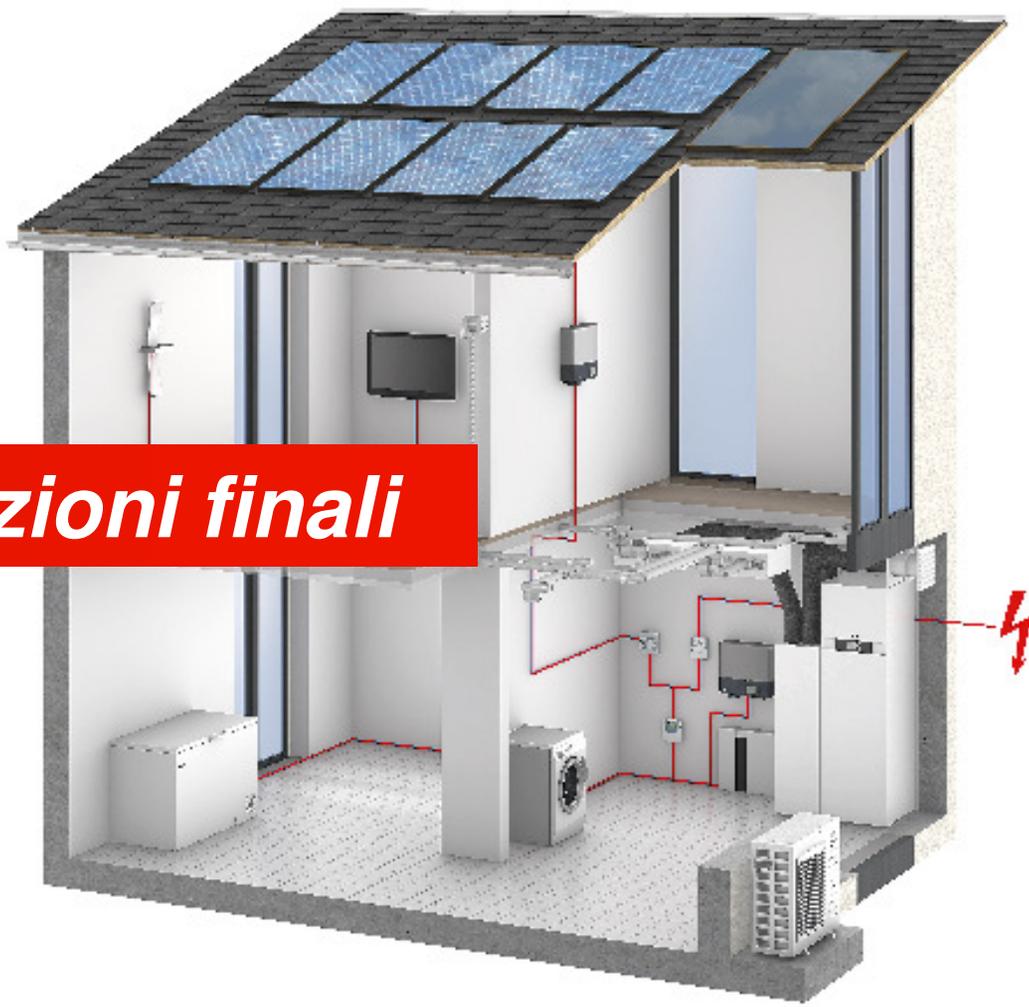
La normativa attuale

Misura dei flussi di energia con accumulo posizionato nella parte d'impianto in corrente alternata a monte del contatore dell'energia prodotta



La normativa attuale

- Attualmente non sono ancora stati chiariti alcuni aspetti normativi riguardanti la connessione degli accumuli alla rete (Documento per la consultazione 613/2013/R/eel)
- Il costo degli impianti fotovoltaici con accumulo si aggira intorno al 50% in più rispetto ai sistemi tradizionali (piccoli impianti)
- In assenza di opportuni incentivi gli impianti fotovoltaici con accumulo rimangono un settore di nicchia ma con i seguenti punti di forza:
 - Costituiscono comunque una **riserva di potenza** utilizzabile durante i picchi di carico
 - Possono far fronte a **occasional black-out**



Considerazioni finali

Considerazioni finali

- La percentuale di energia autoconsumata, rispetto al totale prodotto, dipende ovviamente da molti fattori. primo fra tutti il profilo di carico dell'utenza
- Considerando un'utenza domestica media, con il solo accumulo è possibile portare l'energia autoconsumata anche al 60÷70 %
- Se si aggiunge la gestione dei carichi tale valore sale ulteriormente fino a tendere al completo autoconsumo



Considerazioni finali

- Il principale fattore che contribuisce ad abbassare la quota di energia autoconsumata è però spesso rappresentato dall'energia prodotta in estate nei periodi di ferie e festivi
- In questi casi si è spesso in presenza di un surplus di energia che non trova utilizzo nei normali carichi domestici e diventa quindi illusorio cercare di raggiungere a tutti i costi il 100% di autoconsumo quando la situazione non lo consente
- Nei casi in cui la produzione dovesse risultare comunque eccedente, conviene cedere alla rete il surplus energetico piuttosto che ricorrere ad impieghi fittizi che sfruttano poco e male (quando lo fanno) l'energia elettrica



Grazie per l'attenzione

