OTTIMIZZARE L'AUTOCONSUMO DI ELETTRICITÀ SOLARE

MANUALE UTENTE

svizzera energia
Il nostro impegno : il nostro futuro.

INDICE

DI COSA SI TRATTA

1 Introduzione 4

1.1 Qual è la differenza tra autosufficienza e autoconsumo? 4

1.2 L'autoconsumo è conveniente? 5

PER IL CONSUMATORE

2 Come si può aumentare l'autoconsumo? 6

2.1 Ottimizzazione per la produzione di calore 7

2.2 Ottimizzazione per il consumo elettrico domestico 7

2.3 Ottimizzazione tramite l'accumulatore a batteria 8

2.4 Ottimizzazione tramite l'elettromobilità 9

2.5 Raggruppamento di autoconsumo 10

2.6 Energia solare in «Smart Home» e «Smart Office» 10

2.7 Percentuali ottenibili di autoconsumo 11

PER L'INSTALLATORE

3 Concetti e regolazioni, panoramica 12

3.1 Pompe di calore 12

3.2 Inverter solari 16

3.3 Collegamento di un accumulatore a batteria 20

3.4 Unità di controllo per l'ottimizzazione dell'autoconsumo 29

3.5 Integrazione in «Smart Home» 29

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

4 Cinque fasi per un maggiore autoconsumo 34

DI COSA SI TRATTA

1 INTRODUZIONE

L'autoconsumo di elettricità prodotta localmente è consentita in tutta la Svizzera dall'aprile 2014. Autoconsumo significa utilizzare simultaneamente l'energia solare prodotta sul posto, ad esempio usando la lavatrice nei momenti in cui splende il sole.

1.1 QUAL È LA DIFFERENZA TRA AUTOSUFFICIENZA E AUTOCONSUMO?

Il grado di autosufficienza è una misura dell'indipendenza: quale percentuale del mio consumo di elettricità posso coprire con l'energia solare autoprodotta?

Per contro, il grado di autoconsumo indica quale percentuale della produzione totale di energia solare viene consumata localmente nello stesso momento (vedi figura 1).

Un esempio:
una famiglia consuma annualmente 4000 kWh di elettricità e produce 8000 kWh con il suo impianto fotovoltaico. In media, in un anno il consumo simultaneo della propria corrente solare ammonta a 1200 kWh, che corrisponde a un livello di autosufficienza del 30% e a una percentuale di autoconsumo del 15%.

Per la stessa famiglia, un impianto fotovoltaico più piccolo (produzione annua di 3000 kWh, consumo simultaneo di 900 kWh) raggiunge un grado di autonomia del 22% e un autoconsumo del 30%. Con l'aiuto di un calcolatore per l'autoconsumo (ad es. www.eigenverbrauchsrechner.ch) è possibile calcolare il livello di autoconsumo di un'economia domestica.

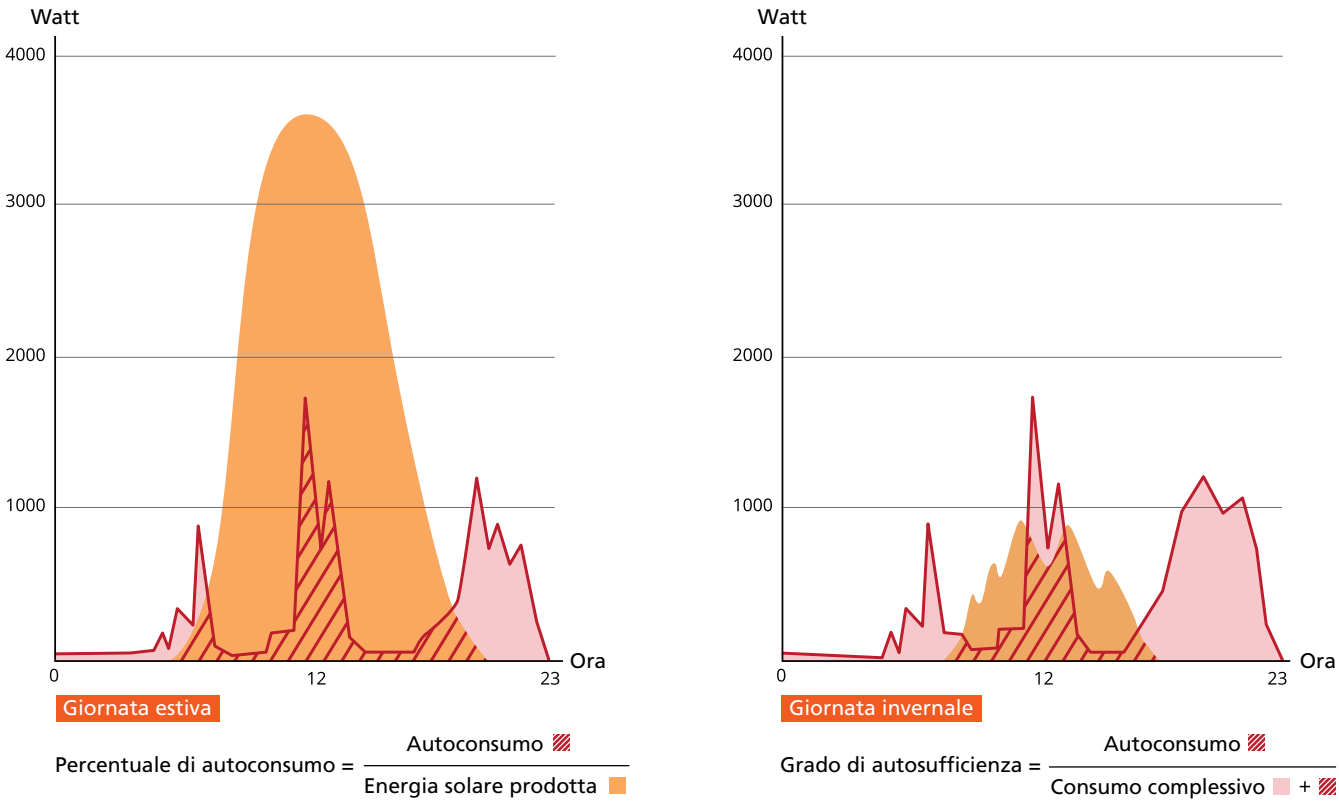

Figura 1: Esempio di andamenti giornalieri tipici della produzione di energia solare (fonte: VESE).

1.2 L'AUTOCONSUMO È CONVENIENTE?

I costi della corrente solare, tipicamente da 10 a 20 ct./kWh, sono generalmente inferiori rispetto alla tariffa elettrica per le economie domestiche (circa 20 a 30 ct./kWh). Nel 2017, tuttavia, la tariffa di ripresa per la fornitura di energia elettrica non autoconsumata alla rete elettrica pubblica era compresa tra 4 e 20 ct./kWh.

Ciò significa che con una maggiore percentuale di autoconsumo (e una minore immissione in rete), la redditività dell'impianto fotovoltaico aumenta. Nel seguente esempio semplificato sono illustrati i parametri di un impianto standard e un'economia domestica tipica:

Potenza impianto fotovoltaico	4 kW
Costi dell'investimento	10'000 CHF
Remunerazione unica federale	–3000 CHF (tariffa da aprile 2018)
Costi di esercizio	150 CHF/anno
Durata di vita	25 anni
Produzione di corrente	3800 kWh/anno
Consumo domestico	4000 kWh/anno
Quota di consumo in periodi tariffari alti e bassi	45% (A), 55% (B)
Quota di produzione di corrente solare in periodi tariffari alti e bassi	70% (A), 30% (B)

Tabella 1: Ipotesi di calcolo della redditività di un impianto fotovoltaico per il consumo proprio.

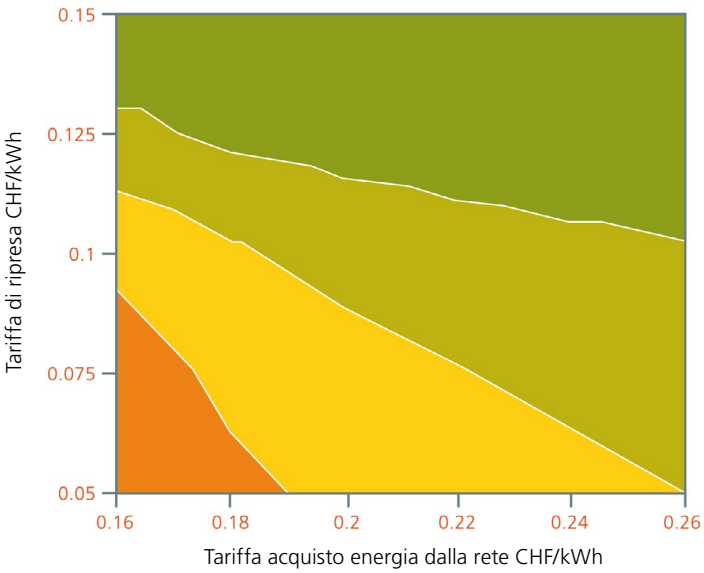

Figura 2: Grado di autoconsumo necessario per un ritorno sull'investimento del 2% per un impianto fotovoltaico, in funzione della tariffa elettrica e della tariffa di ripresa (ipotesi in tabella 1, Fonte: VESE).

- 60–80%
- 40–60%
- 20–40%
- 0–20%

Per questi parametri, la figura 2 mostra, a seconda della tariffa di ripresa e della tariffa per la corrente acquistata dalla rete, quale grado di autoconsumo è necessario per ottenere un rendimento del capitale del 2%. Ad esempio, con una tariffa di ripresa di 9 ct./kWh e una tariffa elettrica di 20 ct./kWh, è necessaria una percentuale di autoconsumo del 40–60%, affinché l'impianto sia redditizio con il 2%.[1]

Ottimizzare l'autoconsumo significa aumentare la percentuale di autoconsumo e quindi aumentare in modo mirato la redditività dell'impianto. Questo manuale mostra le possibilità tecniche di ottimizzazione dell'autoconsumo per principianti (capitolo 2) e per tecnici e installatori (capitolo 3).

Ulteriori informazioni sull'economicità e un calcolatore della resa economica sono disponibili su www.tettosolare.ch, www.svizzeraenergia.ch/calcolatore-solare.

Potete trovare la vostra tariffa elettrica sul sito www.prezzi-elettricita.elcom.admin.ch e la tariffa di ripresa nel vostro comune su www.vese.ch/fr/pvtarif-apps.

1 Le tariffe per la corrente immessa e per quella acquistata dalla rete possono cambiare ogni anno. Pertanto, il calcolo della redditività è approssimativo.

2 COME SI PUÒ AUMENTARE L'AUTOCONSUMO?

Se il consumo annuale corrisponde approssimativamente alla produzione annua di corrente solare e l'autoconsumo non è ottimizzato, un'economia domestica senza accumulatore di energia può consumare simultaneamente circa il 15–30% della propria corrente solare. Attraverso l'ottimizzazione, è possibile raggiungere un autoconsumo dal 30 al 70% circa.

Se l'elettricità viene utilizzata anche per la produzione di calore e/o per caricare un veicolo elettrico, il potenziale per aumentare l'autoconsumo è maggiore. Ad esempio, una pompa di calore con supporto per il riscaldamento o l'elettromobilità possono richiedere circa la stessa quantità di elettricità annuale necessaria com per il resto della famiglia.

La figura 3 mostra schematicamente quali sono le utenze più idonee per l'ottimizzazione.

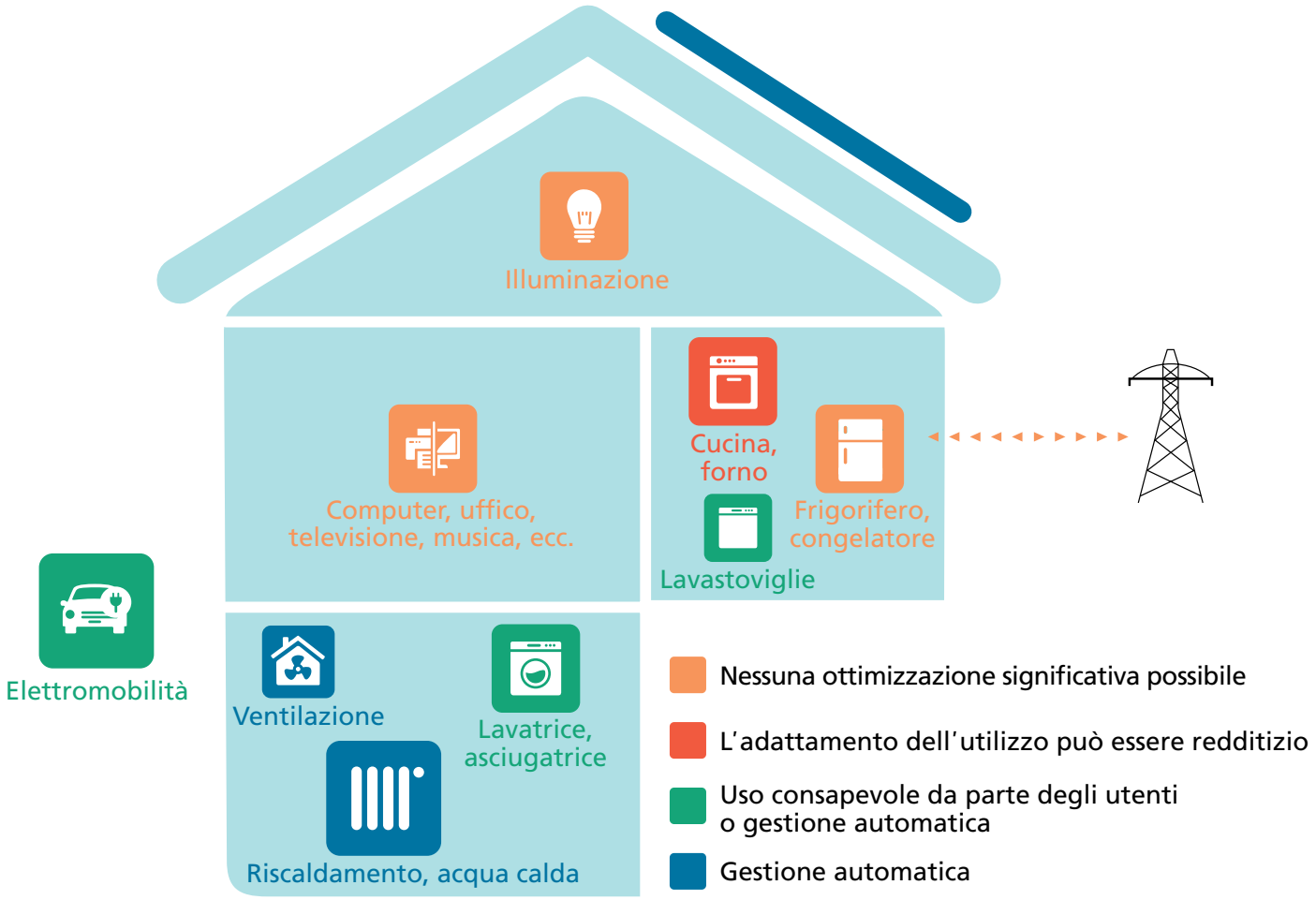

Figura 3: Opzioni di ottimizzazione in una casa unifamiliare. La dimensione dei quadrati rappresenta il consumo elettrico dei dispositivi e quindi il potenziale di ottimizzazione. I dispositivi in verde sono adatti per l'ottimizzazione manuale dell'autoconsumo, quelli in blu per l'ottimizzazione dell'autoconsumo automatizzato (fonte: VESE).

2.1 OTTIMIZZAZIONE PER LA PRODUZIONE DI CALORE

La preparazione dell'acqua calda sanitaria richiede fino a 17 kWh al giorno.[2] L'ottimizzazione è possibile se il generatore di calore elettrico non riscalda l'acqua come al solito di notte, ma durante il giorno con l'energia solare. Gli inserti elettrici hanno il vantaggio di convertire 1:1 e in modo regolabile da 0,5 a 10 kW l'energia solare in calore. Inoltre, ci sono elementi riscaldanti comandabili gradualmente.

Le pompe di calore sono energeticamente più efficienti, poiché con 1 kWh di energia elettrica generano circa 3 kWh di calore, prelevando il calore dall'aria o dal terreno. A livello di regolazione delle pompe di calore, è necessario tenere conto di varie cose, come ad esempio: livelli di potenza prestabiliti, tempi di funzionamento ridotti al minimo e cicli di riposo.

Inoltre, ci sono pompe di calore modulanti che possono essere attivate a seconda del bisogno oppure in base alla disponibilità di calore (vedi anche capitolo 3.2).

Le pompe di calore per l'acqua calda sanitaria assorbono in genere 0,5 kW per diverse ore. Le pompe di calore che funzionano anche come riscaldamento hanno una potenza maggiore e consentono un autoconsumo ancora più elevato in primavera e in autunno. È sensato avere un accumulatore di calore sufficientemente grande, o allora, a seconda della situazione, una capacità termica sufficiente della massa dell'edificio.

2.2 OTTIMIZZAZIONE PER IL CONSUMO ELETTRICO DOMESTICO

L'ottimizzazione delle altre utenze domestiche può essere fondamentalmente eseguita in due modi:

- **manualmente:** adeguamento del comportamento dell'utente, ad es. accendendo la lavatrice manualmente nelle ore soleggiate (lavatrice e lavastoviglie rappresentano fino al 30% del consumo di elettricità dell'economia domestica).

LE POMPE DI CALORE ARIA / ACQUA IN COMBINAZIONE CON I SISTEMI FOTOVOLTAICI HANNO UN ULTERIORE VANTAGGIO: PIÙ ALTA È LA TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA, E MENO ENERGIA ESSI RICHIEDONO. PERTANTO LE POMPE DI CALORE FUNZIONANO IN MODO MOLTO PIÙ EFFICACE DI GIORNO CHE DI NOTTE.

- **automaticamente:** un dispositivo sposta i tempi di accensione nei periodi con molta energia solare. Ad esempio, la lavatrice è programmata per accendersi automaticamente quando c'è sufficiente soleggiamento. Se ciò avviene in modo coerente, l'autoconsumo aumenta in genere di circa il 10%. Il capitolo 3 spiega il funzionamento. La figura 4 mostra come l'autoconsumo può essere aumentato spostando il lavaggio dalla sera a mezzogiorno.

Raffreddare con il sole?

È sensato far funzionare anche l'aria condizionata e la ventilazione con l'energia solare. Frigoriferi e congelatori rappresentano insieme dal 15 al 30% del consumo elettrico domestico. In linea di principio è possibile alimentare i dispositivi tramite una presa telecomandata solo in presenza di corrente solare in eccesso. Per questo, la temperatura dei dispositivi deve essere inferiore da 1 a 2°C rispetto al normale, in modo che per la merce refrigerata sia disponibile una riserva di freddo durante la notte. Ad esempio, Solar-Log ha una funzione di programmazione per i congelatori con un proprio monitoraggio della temperatura. Poiché eventuali fluttuazioni di temperatura possono pregiudicare la qualità della merce da raffreddare, ogni caso va verificato attentamente. Deve inoltre essere garantito, con ulteriori misure tecniche, che non sia superata la temperatura massima.

Le imprese commerciali ottimizzano l'uso del raffreddamento sulla base della fornitura di elettricità e del prezzo dell'elettricità. Nelle grandi aziende, una riserva di freddo di mezzo grado equivale, in determinate situazioni, a una grande quantità di energia che può essere immagazzinata gratuitamente. Se ad esempio un'azienda agricola raffredda il latte non direttamente, ma tramite dell'acqua ghiacciata, con l'elettricità solare può essere prodotto ghiaccio di riserva.

2 Secondo SIA 385

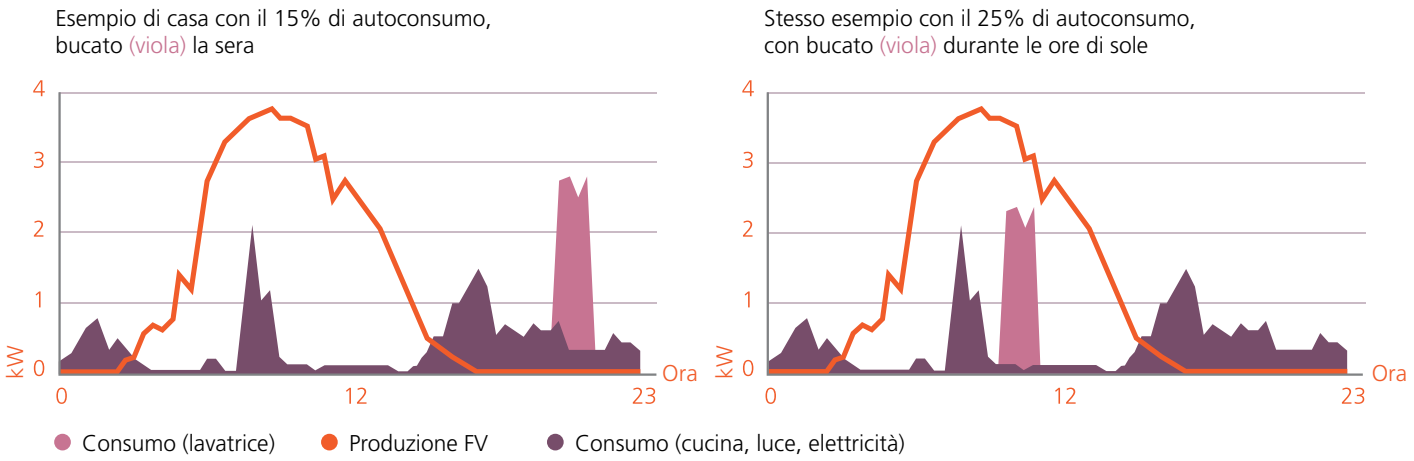

Figura 4: Aumento dell'autoconsumo mediante lavaggio durante orari con molta elettricità solare (fonte: VESE).

2.3 OTTIMIZZAZIONE TRAMITE L'ACCUMULATORE A BATTERIA

Un ulteriore aumento dell'autoconsumo può essere ottenuto con l'accumulo intermedio: così la corrente solare prodotta durante il giorno è disponibile anche di sera e di notte. Questo accumulo intermedio avviene solitamente con batterie che vengono caricate durante il giorno con l'elettricità solare e scaricate di nuovo la sera.

Un esempio: per una famiglia di 4 persone con un consumo annuo di elettricità di 4500 kWh (4,5 MWh) e un impianto fotovoltaico con una potenza compresa tra 3 e 6 kWp, è adatto un accumulatore con una capacità di accumulo da 4 a 6 kWh (dimensioni approssimative di un piccolo frigorifero). Esso permette di aumentare l'autoconsumo dal 30 al 70% (ulteriori informazioni: www.pvspeicher.htw-berlin.de > Online-Tools > Unabhängigkeitsrechner).

Il grafico in figura 5 mostra come la percentuale di autoconsumo dipenda dalle dimensioni dell'impianto fotovoltaico e dalle dimensioni dell'accumulatore. Sull'asse x, viene indicata la potenza del sistema fotovoltaico in relazione al consumo annuo in MWh, sull'asse y la dimensione dell'accumulatore in kWh in relazione al consumo annuo in MWh. Con un buon coordinamento di entrambi i parametri è possibile raggiungere elevati livelli di autoconsumo.

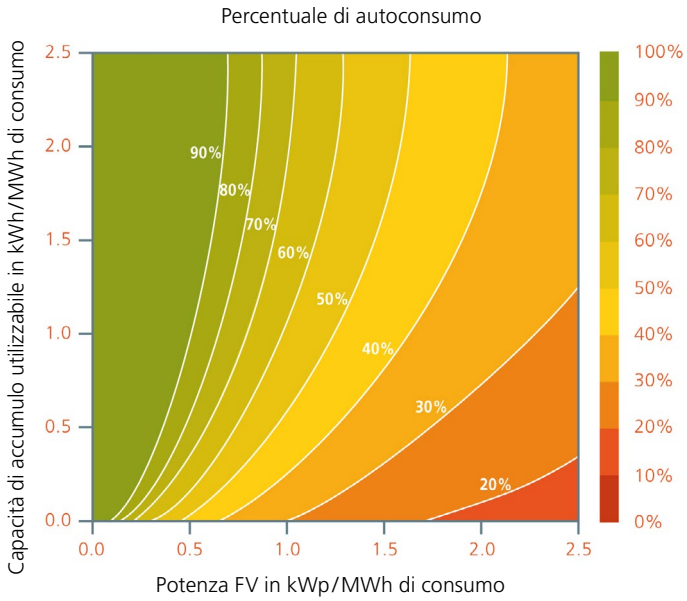

Figura 5: Autoconsumo in funzione della capacità della batteria e della potenza del sistema fotovoltaico. Entrambi i valori sono relativi, ossia riferiti al consumo annuale della famiglia
(fonte: HTW Berlino – http://pvspeicher.htw-berlin.de).

Il mercato per accumulatori a batteria è attualmente molto dinamico. Quasi ogni settimana vengono presentati nuovi accumulatori e di conseguenza sul mercato sono disponibili diversi modelli. In generale, quando si sceglie un accumulatore dovrebbero essere presi in considerazione i seguenti criteri (i dettagli su questi punti sono disponibili nel capitolo 3.3):

- tecnologia
- capacità di accumulo
- numero di cicli di caricamento
- utilizzo (casa per il weekend, case unifamiliari/plurifamiliari o ufficio)
- profilo del consumo (da cui dipendono le dimensioni e eventualmente la tecnologia dell'accumulatore)
- ubicazione della batteria (osservare il range di temperatura ideale delle batterie e la sicurezza: alcuni tipi di accumulatori non possono trovarsi in locali abitati)
- la potenza massima assorbita e fornita dall'accumulatore deve essere adeguata alla potenza dell'impianto fotovoltaico e a quella delle utenze collegate

Con i prezzi correnti degli accumulatori per una casa unifamiliare, considerando la durata di vita, risultano costi dell'energia accumulata di circa 17–50 ct./kWh.[3] A questo si aggiunge il valore della corrente solare di circa 7 ct. (ovvero il prezzo che si otterrebbe vendendo la corrente all'azienda elettrica). Ciò significa che l'elettricità che di sera si preleva dall'accumulatore costa da 24 a 57 ct./kWh. Le soluzioni con accumulatore non sono quindi ancora redditizie o appena al limite della redditività. Tuttavia, nei prossimi anni questo potrebbe cambiare grazie alle ulteriori riduzioni dei prezzi previste per gli accumulatori.

2.4 OTTIMIZZAZIONE TRAMITE L'ELETTROMOBILITÀ

A seconda del modello, i veicoli elettrici sono dotati di batterie con capacità da 5 a 100 kWh. In pratica si tratta di un'altra utenza elettrica che può essere utilizzata per ottimizzare l'autoconsumo.

Possono anche essere usati come sostituti o supplementi di un accumulatore a batterie stazionario – specialmente se l'auto è spesso a casa durante il giorno o in un altro luogo con collegamento di rete. Si parla anche di Vehicle-to-Home (V2H), ossia l'integrazione dell'auto elettrica in una Smart Home. Questo oggi è già possibile normalmente: vari produttori come Nissan, Mitsubishi e BYD lavorano in questa direzione e i primi modelli sono disponibili sul mercato. Ad esempio, la società The Mobility House in Germania offre questo sistema: un gestore di servizi energetici controlla sia le utenze domestiche sia la ricarica dell'auto elettrica. Appena viene raggiunta una certa potenza minima, la batteria dell'auto inizia a caricarsi. Alla sera, quando il consumo di elettricità nella casa aumenta, la corrente della batteria dell'auto viene nuovamente messa a disposizione. In Svizzera, tuttavia, non sono attualmente disponibili le soluzioni per il caricamento bidirezionale privato.

Quando si acquista un veicolo elettrico, è necessario assicurarsi che l'auto sia dotata dello standard di ricarica CHAdeMO. Questi veicoli sono predisposti per la ricarica bidirezionale. Ma anche senza scaricamento, rispettivamente senza «caricamento bidirezionale», un veicolo elettrico che può essere caricato con energia solare durante il giorno a casa contribuisce in larga misura ad aumentare l'autoconsumo.

Una panoramica delle infrastrutture di ricarica per l'elettromobilità e gli standard di comunicazione per l'infrastruttura di ricarica quale punto nodale per la messa in rete è disponibile qui: www.emoti.swiss. Inoltre, si raccomanda di informarsi sui regolamenti con l'ufficio cantonale dell'energia o il distributore locale di elettricità.

3 Calcolo: prezzo per kWh accumulato = investimento/(capacità di accumulo utilizzabile × numero totale di cicli × efficienza di carica).

2.5 RAGGRUPPAMENTO DI AUTOCONSUMO

In una casa plurifamiliare o in un edificio per uffici, diversi inquilini, condomini o proprietari di immobili possono unirsi per formare un raggruppamento («comunità») di consumo proprio. Se sono riforniti dallo stesso impianto fotovoltaico, per ragioni statistiche l'autoconsumo aumenta, perché il consumo è più uniforme (ad esempio, compensazione per l'assenza da ferie, ecc.). Un altro vantaggio è il minor costo di investimento per kilowatt per i grandi impianti, che riduce il prezzo per kWh rispetto a un singolo impianto domestico.

Sono possibili diversi modelli di implementazione, a seconda di chi gestisce l'impianto. Questo può essere il proprietario dell'immobile o una terza parte come una cooperativa solare o il fornitore locale di energia elettrica (modalità energy contracting). Il prezzo per kWh fissato dall'operatore si basa sui costi di produzione dell'impianto fotovoltaico. La fatturazione viene effettuata dall'operatore stesso o da un fornitore di servizi, che si occupa anche dell'esercizio e della lettura dei contatori.

La figura 6 mostra come gli inquilini di una comunità di autoconsumo sono riforniti di elettricità dall'impianto fotovoltaico sul tetto e dalla rete, nonché l'attrezzatura di misurazione richiesta.

Prima di formare una comunità di autoconsumo, è opportuno chiarire quali tariffe si applicano. Per tali sistemi fotovoltaici potrebbero valere altre tariffe (come le tariffe basate sul carico) con un impatto negativo sulla redditività.

Qui sono elencati i documenti di base per l'implementazione delle comunità di autoconsumo:

www.svizzeraenergia.ch/consumo-proprio

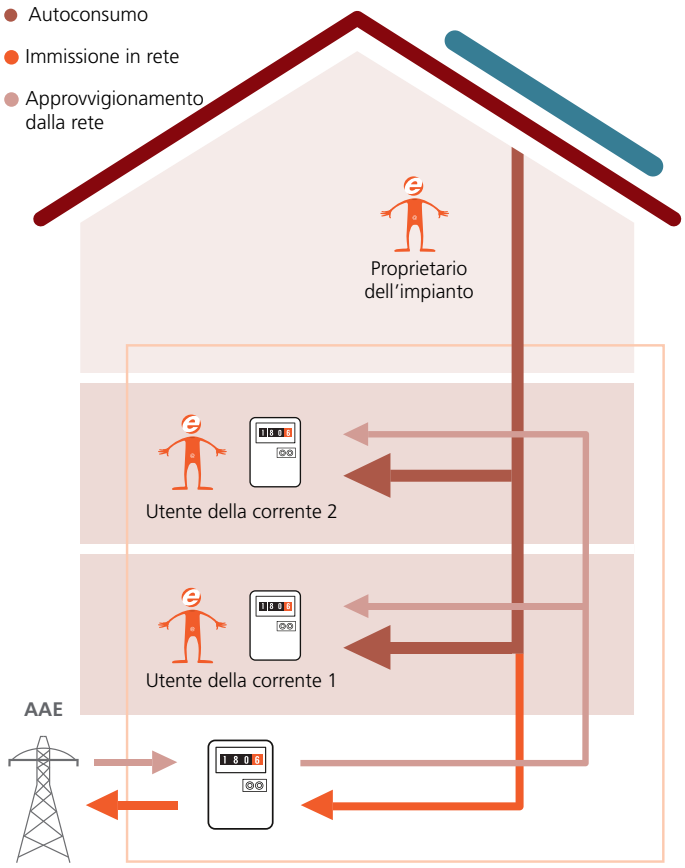

Figura 6: Flussi di elettricità e strumenti di misurazione in una casa plurifamiliare con autoconsumo (fonte: UFE/VESE).

2.6 ENERGIA SOLARE IN «SMART HOME» E «SMART OFFICE»

«Smart Home» o «Smart Office» sono termini generici che definiscono i processi e i sistemi nelle abitazioni, negli edifici residenziali e negli uffici. Il loro obiettivo è aumentare la qualità abitativa, di vita e del lavoro, la sicurezza e l'uso efficiente dell'energia attraverso il collegamento di dispositivi e processi automatizzabili. La modalità «assenza», ad esempio, consente risparmi energetici nel settore del riscaldamento. In questo contesto, è possibile la gestione dei dispositivi che consumano energia in base alla disponibilità di energia e alle tariffe. L'ottimizzazione dell'autoconsumo solare è uno degli aspetti. Grazie al loro profilo di carico, gli uffici e le attività produttive sono predestinati a un elevato autoconsumo e spesso raggiungono una percentuale di autoconsumo maggiore rispetto a case unifamiliari e plurifamiliari.

2.7 PERCENTUALI OTTENIBILI DI AUTOCONSUMO

In casa

A seconda del numero e del tipo di dispositivi integrati nell'ottimizzazione dell'autoconsumo, è possibile raggiungere diversi livelli di autoconsumo. La figura 7 mostra percentuali ottenibili per diverse situazioni.

Nelle piccole e medie imprese (PMI)

Negli edifici di attività artigianali e nelle PMI, il potenziale di autoconsumo varia moltissimo, a seconda del momento e del tipo di utenza elettrica utilizzata. In generale, tuttavia, è possibile ottenere un'elevata percentuale di autoconsumo sulla base dell'elevato carico giornaliero, solitamente maggiore rispetto alle abitazioni. Se è presente un carico giornaliero regolare ed elevato, è possibile raggiungere un autoconsumo superiore al 50% anche con un impianto fotovoltaico relativamente grande. Per esempio in aziende produttive con elevata automazione e turni di fine settimana, uffici, cucine comuni e centri commerciali. Con sistemi fotovoltaici ottimizzati per l'autoconsumo, che coprono solo una parte del consumo annuale, è possibile raggiungere anche una percentuale di autoconsumo fino al 100%. Se non si lavora nel fine settimana, in base all'esperienza si può stimare una percentuale di autoconsumo tra il 60 e l'80%.

Interessanti sono anche le strutture di cura, p.es. le case di riposo e gli ospedali, ad alto consumo durante il giorno e per tutta la settimana. Una casa di riposo con un consumo elettrico di 300'000 kWh l'anno può autoconsumare oltre il 90% dell'energia elettrica di un impianto da 100 kWp. Anche in aziende agricole con diversi edifici e apparecchi frigoriferi, ad es. per latte, frutta e verdura, è possibile raggiungere un elevato autoconsumo (spesso dal 50 all'80%).

Le aziende con un consumo elettrico superiore a 100 MWh/a possono acquistare energia elettrica sul mercato libero. Considerando anche le tariffe per l'utilizzo della rete e le tasse, il costo totale per kWh è grossomodo simile al prezzo di produzione di un grande impianto fotovoltaico (10–13 ct./kWh, a partire da circa 100 kWp). Se si raggiunge una percentuale di autoconsumo sufficientemente elevata, gli impianti fotovoltaici possono essere convenienti anche per gli operatori con libero accesso al mercato.

Ulteriori informazioni sono disponibili nell'opuscolo di SvizzeraEnergia «Elettricità solare per il consumo proprio: nuove possibilità per la vostra azienda» (www.svizzeraenergia.ch/consumo-proprio).

IMPORTANTE: UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO NON PUÒ ESSERE UTILIZZATO COME GRUPPO DI CONTINUITÀ IN CASO DI INTERRUZIONE DI CORRENTE.

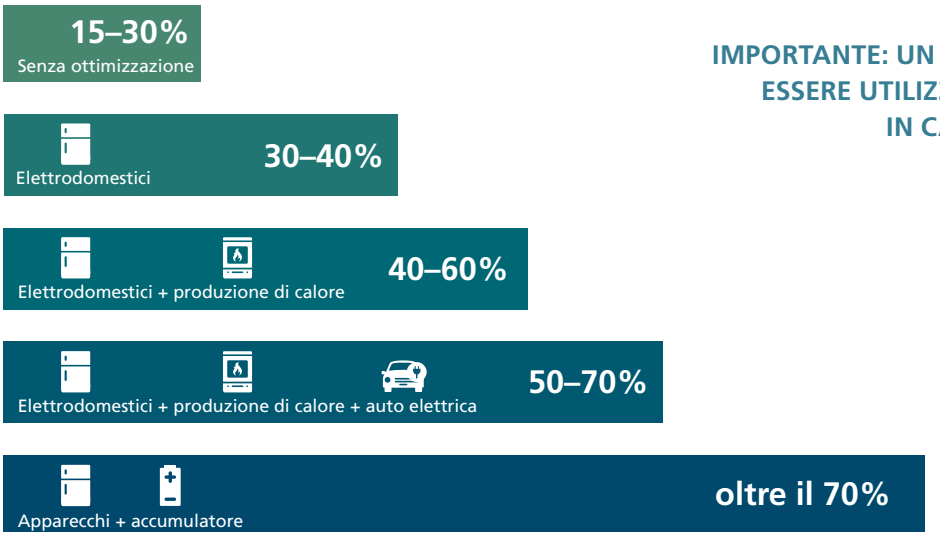

Figura 7: Valori indicativi per le percentuali di autoconsumo ottenibili in base ai gruppi di dispositivi ottimizzati. Sono possibili anche altre situazioni con percentuali ancora più alte di autoconsumo (fonte: VESE).

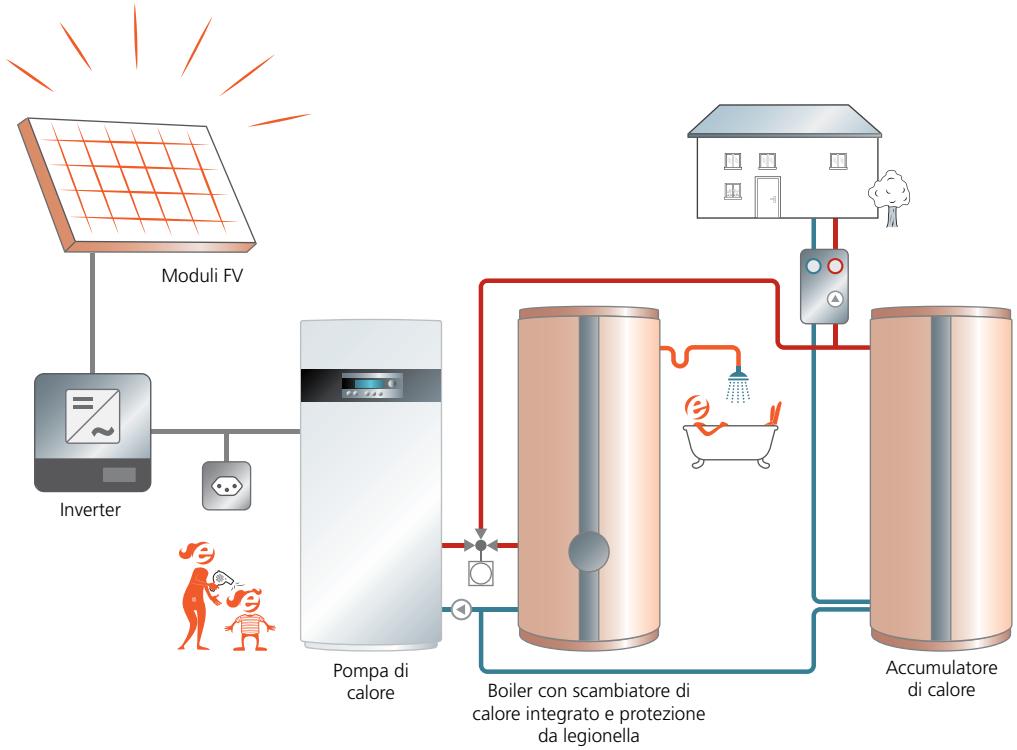

Figura 8: Concetto di collegamento idraulico pompa di calore con sistema fotovoltaico (fonte: VESE).

3 CONCETTI E REGOLAZIONI, PANORAMICA

Le seguenti informazioni sono rivolte principalmente ai progettisti e agli installatori che progettano un impianto, ma anche ai non professionisti esperti di tecnologia. Se desiderate solo aumentare la vostra comprensione sull'autoconsumo, saltate il capitolo 3 e andate direttamente al capitolo 4, Cinque passi per un maggiore autoconsumo.
Le seguenti tecnologie e i relativi concetti di regolazione sono utilizzati nella pratica per l'ottimizzazione dell'autoconsumo:

1. pompe di calore
2. inverter solare
3. accumulatore a batteria
4. dispositivi di controllo separati
5. «Smart Home»

I seguenti capitoli forniscono una panoramica dei dispositivi disponibili sul mercato, i rispettivi concetti di regolazione e le possibili applicazioni.

Nota:
Il mercato dei dispositivi per l'ottimizzazione dell'autoconsumo è molto dinamico, pertanto quanto illustrato nelle seguenti tabelle va verificato prima della progettazione e dell'esecuzione. Le informazioni contenute nelle tabelle rappresentano solo la situazione attuale in quanto nuovi dispositivi vengono lanciati sul mercato ogni mese. Tuttavia, l'accento è stato posto su una panoramica completa delle possibilità tecniche (stato ad autunno 2017).

3.1 POMPE DI CALORE

Una pompa di calore non può essere alimentata autonomamente con un impianto fotovoltaico, poiché necessita di elettricità tutto l'anno, in particolare per il funzionamento dell'impianto di riscaldamento nei mesi invernali poco soleggiati. In effetti, a seconda della posizione, la produzione fotovoltaica da dicembre a febbraio rappresenta solamente una piccola percentuale (circa il 10–15%) del totale annuale.

Aumento autoconsumo

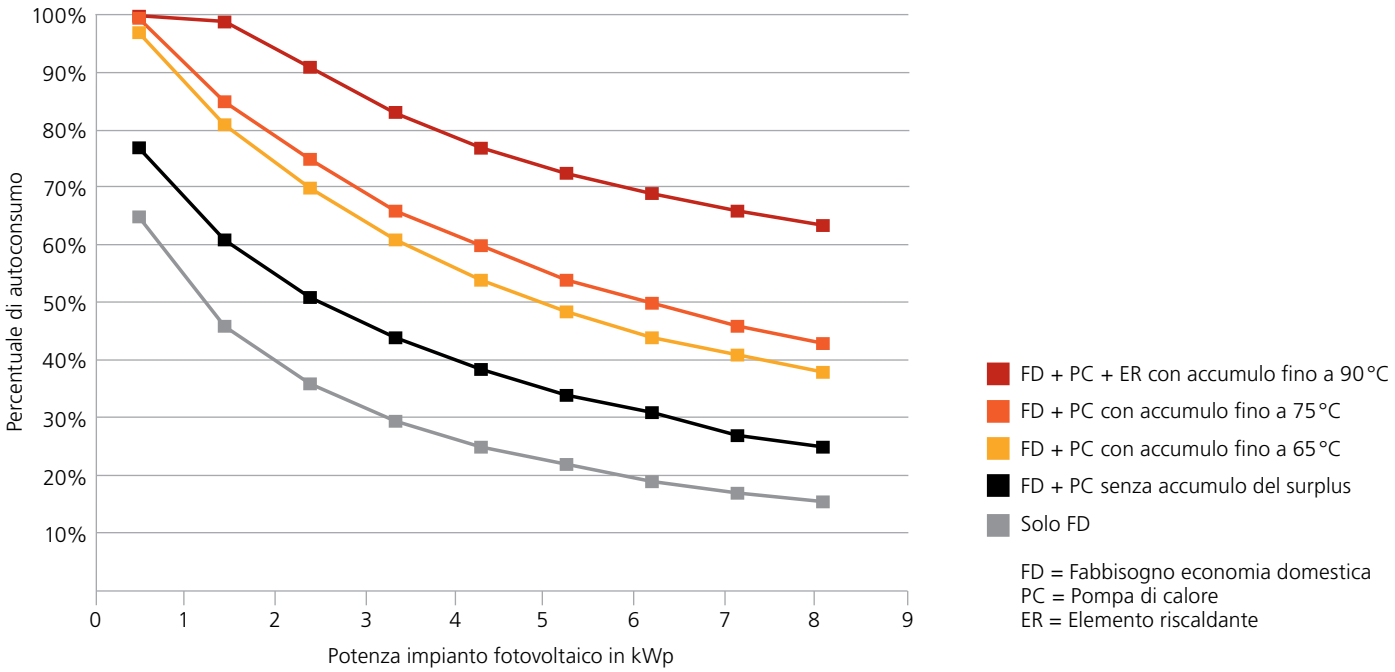

Figura 9: Incremento della percentuale di autoconsumo con l'aumento della temperatura. Si vede chiaramente che aumentando le temperature nell'accumulatore termico intermedio si possono ottenere percentuali di autoconsumo più elevate (fonte: T. Tjaden, HTW Berlin, 2013). Vanno tuttavia rispettate le limitazioni e prescrizioni definite dai fabbricanti.

Ciononostante, in presenza di una pompa di calore, un impianto di gestione dell'energia riesce a aumentare notevolmente l'autoconsumo. Grazie all'ottimizzazione, la pompa di calore si accende automaticamente quando l'impianto fotovoltaico produce una potenza sufficiente, in modo che gran parte dell'acqua calda e/o energia di riscaldamento possa essere generata con la propria elettricità. In particolare, la parte di fabbisogno per l'acqua calda sanitaria aumenta significativamente l'autoconsumo.

Concetti di collegamento idraulico

La figura 8 mostra un tipico schema di collegamento idraulico. Affinché la corrente solare possa essere utilizzata in modo ottimale, si consiglia di utilizzare un accumulatore di calore (tampone termico). Con l'energia fotovoltaica non consumata immediatamente, l'acqua viene riscaldata dalla pompa di calore e immagazzinata temporaneamente nell'accumulatore. Per questa integrazione è consigliabile utilizzare un accumulatore stratificato, risp. fare in modo che l'acqua nel serbatoio non venga miscelata eccessivamente quando caricata dalla pompa di calore. L'esperienza indica che una buona stratificazione aumenta l'efficienza (COP) della pompa di calore di alcuni decimi. Si veda anche il progetto «CombiVolt» dell'Istituto di tecnologia solare SPF.

Un ulteriore aumento dell'autoconsumo è possibile quando la pompa di calore viene azionata con un aumento di temperatura: quindi se, ad esempio, l'accumulatore intermedio d'acqua viene riscaldato a una temperatura superiore a quella necessaria e/o l'energia termica viene immagazzinata negli elementi costruttivi massicci (attivazione termica della massa) o nella massa generale dell'edificio (aumento della temperatura ambiente, ad esempio a 21 o 22 °C) (vedi figura 9). Tuttavia, è opportuno ricordare che all'aumentare della temperatura di esercizio, l'efficienza (COP) della pompa di calore peggiora.

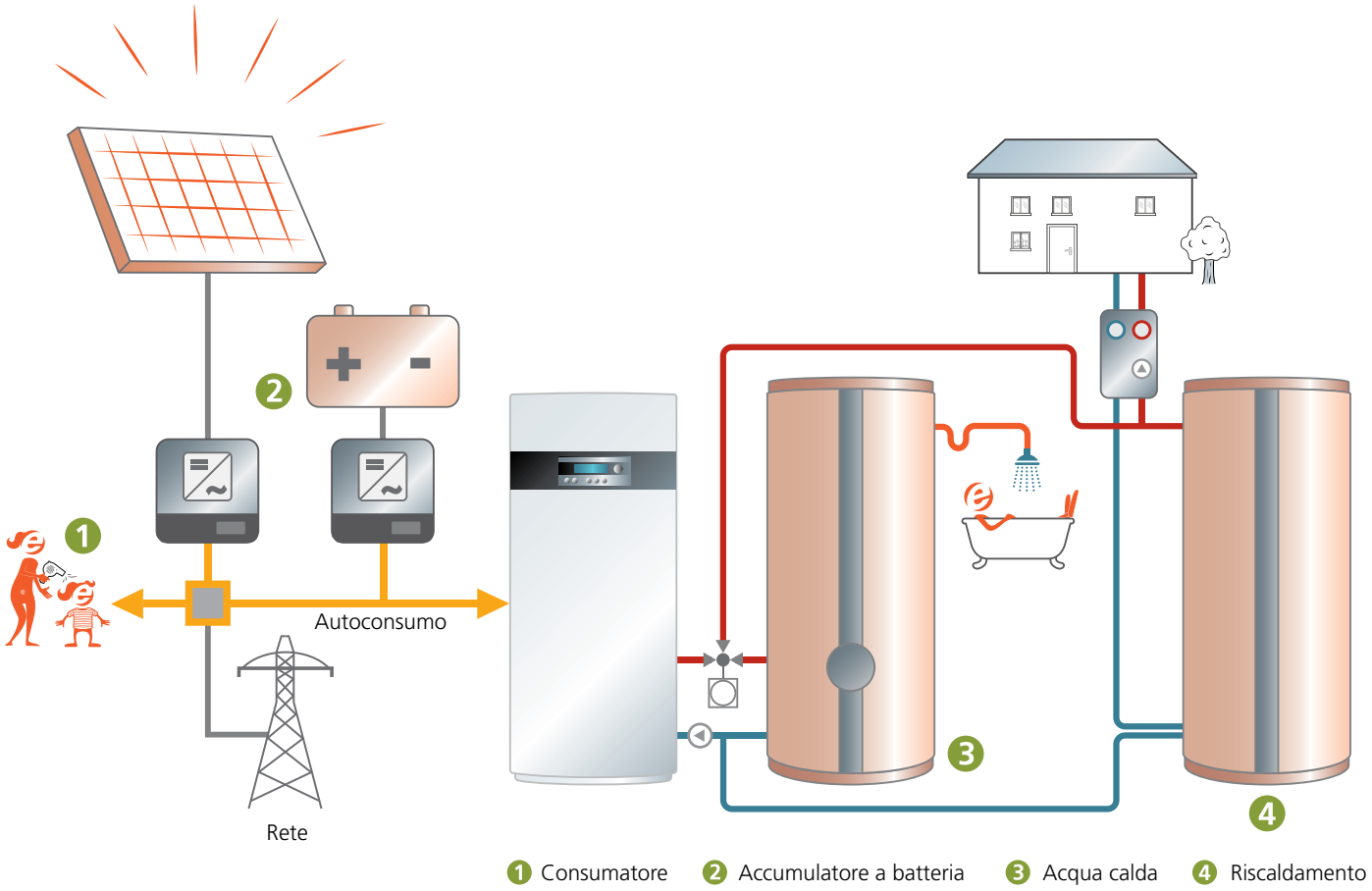

Figura 10: Impianto fotovoltaico con accumulatore a batteria, serbatoio dell'acqua calda e pompa di calore con interfaccia SG Ready. La numerazione indica la possibile sequenza con cui i componenti possono essere utilizzati dalla gestione energetica per immagazzinare l'energia solare (fonte: VESE).

Regolazione (comunicazione)

Nella pratica per la comunicazione tra la pompa di calore e l'inverter vengono principalmente adottati due metodi:

- Collegamento inverter e pompa di calore con un cavo: il contatto senza potenziale dell'inverter invia un segnale alla pompa di calore quando la produzione di energia solare è sufficientemente elevata. Questo segnale si basa su una soglia di potenza impostata fissa del sistema fotovoltaico. La soglia tiene conto del fabbisogno degli elettrodomestici e della pompa di calore. A causa di questo valore di potenza fisso, la corrente solare non può essere utilizzata in modo ottimale.
- L'ottimizzazione dell'autoconsumo si ottiene con l'interfaccia SG Ready (SG = Smart Grid) della pompa di calore. È un'interfaccia attraverso la quale è possibile specificare quattro stati operativi:

1. spegnimento (max 2 h),
2. raccomandazione di esercizio normale,
3. raccomandazione di esercizio forzato (ad es. aumento della temperatura, stabilito dal regolatore dell'inverter),
4. accensione se possibile.

L'interfaccia è controllata dall'inverter o da uno dei seguenti componenti:

- Smart meter: viene impostata la potenza elettrica della pompa di calore, che funge da criterio di commutazione. Lo smart meter misura l'elettricità residua dopo aver rifornito tutte le altre utenze.
- Sistema di gestione dell'energia (energy management): tale sistema consente un ulteriore aumento dell'autoconsumo. In esso possono essere memorizzate con il loro profilo operativo e comandate tramite prese telecomandate

Elemento riscaldante come integrazione o alternativa alla pompa di calore
L'acqua calda può anche essere generata con inserti riscaldanti. Si tratta di resistenze elettriche a immersione, installate direttamente nello scaldaacqua. Tuttavia, l'efficienza energetica è solo di circa $^1/_3$ rispetto a una pompa di calore. La potenza assorbita è in genere compresa tra 1 e 10 kW.

Concetti di regolazione:

a) «Regolazione on-off»: l'elemento riscaldante viene attivato o disattivato al 100% (ad esempio, con il segnale dell'inverter)
b) «Regolazione PWM o sinusoidale»: in questo caso, normalmente l'elemento riscaldante può funzionare tra il 5% e il 100% della sua potenza nominale. Tali regolazioni, inserite tra inverter e inserto riscaldante, sono offerte da diversi produttori. Assicurarsi che l'inverter o il dispositivo di gestione dell'autoconsumo abbiano un'uscita adatta al controllo dell'elemento riscaldante. In alternativa al «controllo PWM» vengono offerti anche circuiti con modulazione a taglio di fase. Essi sono tuttavia sconsigliati, poiché possono causare disturbi di rete.

Esempio: in un determinato momento un impianto fotovoltaico da 5 kWp produce 2 kW di «corrente in eccesso». L'elemento riscaldante ha una potenza di 3 kW. Se l'elemento riscaldante fosse ora acceso al 100% («comando on-off»), dalla rete si preleverebbe 1 kW aggiuntivo (potenza assorbita 3 kW, potenza solare 2 kW). Con un controllo PWM, è possibile alimentare l'elemento riscaldante al 66% della sua potenza nominale, in modo che assorba circa 2 kW e che la corrente solare venga sfruttata in modo ottimale.

→ *Attenzione: il riscaldamento elettrico dell'acqua calda non è consentito ovunque e può essere bloccato dal fornitore di energia locale con un comando a distanza. Si consiglia pertanto di informarsi sulle normative presso l'ufficio cantonale dell'energia o presso il gestore della rete di distribuzione elettrica. Una possibile soluzione è chiedere all'azienda elettrica di verificare se il blocco può essere disabilitato (nota: assicurarsi che lo scaldaacqua non sia caricato durante il giorno con corrente di rete).*

o interfaccia SG Ready singole utenze come ad esempio lavatrice, asciugatrice o pompa di calore. Sulla base dei dati meteorologici, il sistema genera previsioni di resa (la cosiddetta regolazione anticipatoria) e decide quando l'utenza, inclusa la pompa di calore, può essere accesa.

Per azionare la pompa di calore attraverso l'inverter, lo Smart Relais Box è adatto come interruttore. SG Ready è offerto da tutti i principali produttori di pompe di calore.

La figura 10 mostra un esempio di un sistema in cui l'autoconsumo diretto è combinato con una batteria e una pompa di calore per l'ottimizzazione dell'autoconsumo. Con questi sistemi si possono ottenere percentuali di autoconsumo molto elevate: i numeri nella figura 10 indicano l'ordine con cui un gestore di autoconsumo (non mostrato nella figura) può controllare i singoli dispositivi. L'energia fotovoltaica viene quindi consumata direttamente sul posto, accumulando l'energia rimanente nella batteria e l'eventuale ulteriore esubero come acqua calda con l'ausilio della pompa di calore. Questo calore può quindi essere utilizzato la sera per il riscaldamento o per l'acqua calda sanitaria.

Raffreddamento con pompe di calore
Le pompe di calore (se reversibili, ossia predisposte a tale scopo) possono non solo riscaldare ma anche raffreddare. Questo ha senso soprattutto se un impianto fotovoltaico è integrato nel sistema. Ciò permette, con una produzione fotovoltaica sufficiente, di raffreddare gli edifici senza prelevare elettricità dalla rete. Ci sono due modi per farlo:

- **Raffreddamento attivo:** con pompe di calore aria/acqua, il compressore è in funzione ed è alimentato da corrente solare.
- **Raffreddamento passivo:** con pompe di calore salamoia/acqua, il compressore è fuori servizio, il raffreddamento avviene unicamente tramite la pompa di circolazione.

Pompa di calore modulante
Le cosiddette «pompe di calore modulanti» chiamate anche «pompe di calore inverter» hanno una regolazione elettronica della velocità del compressore. La potenza termica è regolata in base all'effettiva necessità, rispettivamente adeguata alla disponibilità di energia solare. Ciò si traduce in un minor numero di cicli di accensione e spegnimento, tempi di funzionamento più lunghi e quindi tendenzialmente un maggiore autoconsumo. Le pompe di calore modulanti hanno un prezzo leggermente superiore, ma di solito questo investimento extra si ripaga rapidamente.

3.2 INVERTER SOLARI

Quasi tutte le nuove serie di inverter solari hanno un'uscita a relè che può essere utilizzata per azionare un elettrodomestico (ad es. una lavatrice).

È possibile impostare una potenza di accensione e spegnimento (ad es. attivazione se la potenza solare è di 2500 W e la disattivazione a 2000 W); oppure se viene superata la soglia di accensione per x minuti, il segnale di abilitazione viene mantenuto per y minuti (ad es. attendere 2 minuti su 2000 W, quindi abilitare per 60 minuti).

Se un'utenza non ha un ingresso di controllo, un dispositivo di commutazione intermedio può interrompere l'alimentazione, come in figura 11. L'inverter attiva un interruttore che può interrompere l'alimentazione ai dispositivi sottostanti. A destra di questo interruttore si trova un interruttore manuale, che consente di attivare i dispositivi manualmente.

Dopo un'interruzione di corrente, lavatrici e lavastoviglie continuano il loro programma; questo di solito è previsto anche

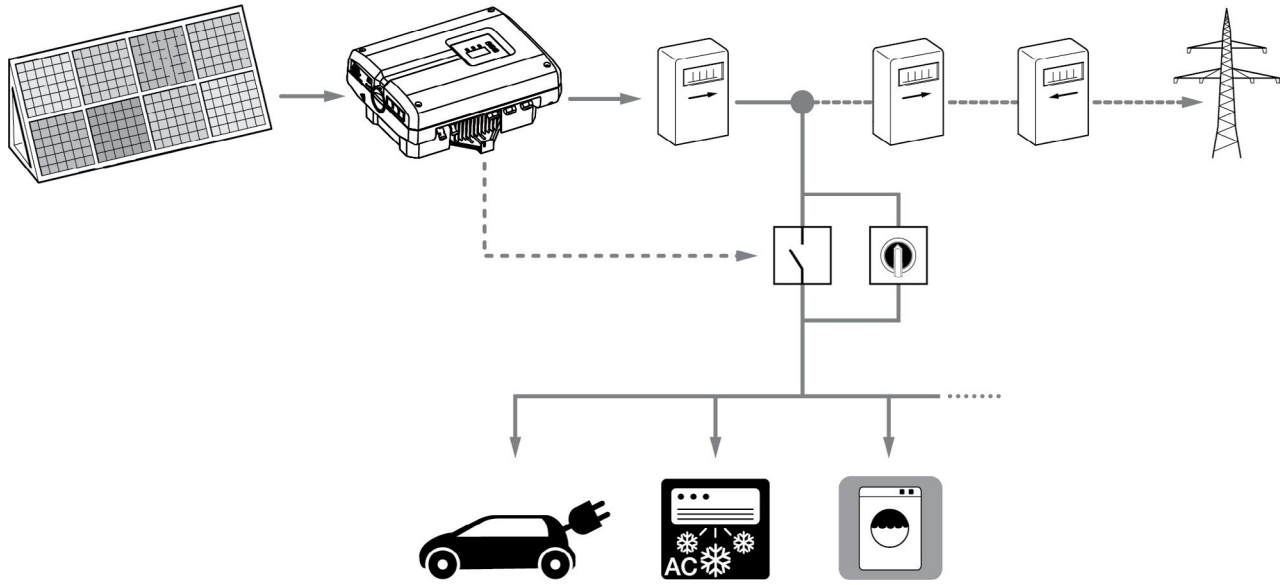

Figura 11: Dispositivo di commutazione a monte (fonte: Kostal).

per quanto riguarda gli orari di blocco a mezzogiorno. Inoltre, il programma deve essere impostato in anticipo. Poiché questo, ad esempio, avviene di mattina prima dell'abilitazione da parte dell'impianto fotovoltaico, è necessario un interruttore di bypass manuale: bypass ON, programmazione dispositivo, bypass OFF, attendere l'abilitazione dell'impianto fotovoltaico.

Vantaggio: oltre al cablaggio, non ci sono costi aggiuntivi.
Svantaggio: questo semplice circuito non è in grado di impedire l'alimentazione delle utenze secondarie e quindi il prelievo di corrente dalla rete in momenti dove c'è già un elevato consumo energetico (ad es. per la cottura). Questo può essere evitato con un misuratore di potenza aggiuntivo disponibile per molti inverter.

Nella tabella 2 viene illustrata una selezione non esaustiva di inverter e dei loro parametri più importanti (stato: autunno 2017). Va notato che i dati sono informazioni dei produttori.

Inverter

Prodotto	Piko 3.0 fino a Piko 20	Symo / Galvo / Primo	Sunny Boy / Tripower
Fornitore	KOSTAL Solar Electric GmbH	Fronius International GmbH	SMA Solar Technology AG
Link	www.kostal-solar-electric.com	www.fronius.com	www.sma.de
Area di ottimizzazione	economia domestica / calore	economia domestica / calore	economia domestica / calore
Relè interno	1	1	1
Comunicazione	2x LAN, RS-485, S0, sensore Piko, 4x analogico	Modbus RTU e TCP, RS-485, S0, interfaccia di alimentazione multifunzione, 6xDigital-In, 4x Digital-Out (interfaccia condivisa, totale 10xIO), WLAN, LAN, 2X RS-422 per Fronius Solar-Net	RS-485, Bluetooth, Speedwire, Modbus
Logica di accensione	Potenza minima di attivazione, superamento stabile del limite	Potenza minima di attivazione, superamento stabile del limite	Potenza minima di attivazione, superamento stabile del limite
Logica di spegnimento	Limite di spegnimento o intervallo di tempo	Potenza di spegnimento, assegnazione preliminare tempo di funzionamento	Intervallo di tempo
Osservazioni	Aggiugendo un sensore Piko BA (non con Piko 3.0), è possibile commutare in base alla potenza dell'esubero immesso in rete, anziché in base alla potenza dell'inverter. Compatibile con Loxone.	Aggiungendo un contatore elettrico esterno (bus S0) è possibile tenere conto della potenza dell'esubero in rete. Contatto digitale 12 V, scambio dati diretto con Miniserver Loxone, espandibile con Fronius Smart Meter	Relè int. («relè multifunzione»), tra l'altro configurabile anche come relè di allarme

Tabella 2: Inverter con gestione dell'autoconsumo integrata.

Blueplanet / Powador	SolarEdge Wechselrichter	Fronius Symo Hybrid
KACO new energy GmbH	SolarEdge Technologies Inc.	Fronius International GmbH
www.kaco-newenergy.com	www.solaredge.com	www.fronius.com
economia domestica / calore	economia domestica / calore	economia domestica / calore
1	0	1
Ethernet, USB, RS-485 / Modbus, opzionale: S0	Ethernet, RS-485, opzionale: ZigBee, WLAN	Modbus TCP, RS-485, S0, interfaccia di alimentazione multifunzione, 6x Digital-In, 4xDigital-Out (interfaccia condivisa, totale 10xIO), WLAN, LAN
Potenza minima di attivazione, superamento stabile del limite	Potenza minima di attivazione, secondo programma	Potenza minima di attivazione, superamento stabile del limite, regolazione in base alla grandezza di riferimento
Limite di spegnimento o intervallo di tempo	Intervallo minimo di tempo, tempo limite di funzionamento dell'apparecchio	Potenza di spegnimento, assegnazione preliminare tempo di funzionamento, regolazione in base alla grandezza di riferimento
Controllo autoconsumo («Priwatt»), in tutti i dispositivi fino a 50 kW, contatto relè configurabile come «Priwatt» o come contatto di allarme di guasto	Via ZigBee: prese telecomandate, regolatore inserto elettrico, contatto di commutazione, relè CA con contatore, 1 modulo ZigBee può controllare max. 10 dispositivi, alcune ottimizzazioni richiedono il collegamento del misuratore Modbus SolarEdge opzionale	Funzionamento con alimentazione di emergenza possibile (monofase e trifase, anche misto). Gestione batteria: integrata (accoppiamento CC). Gestione energetica: integrata. Possibilità di «funzionamento inverso» (l'inverter preleva energia dalla rete CA e quindi carica la batteria). Nota: potenza in uscita CA inferiore alla potenza in ingresso CC, la «regolazione in base alla grandezza di riferimento» richiede Fronius Smart Meter

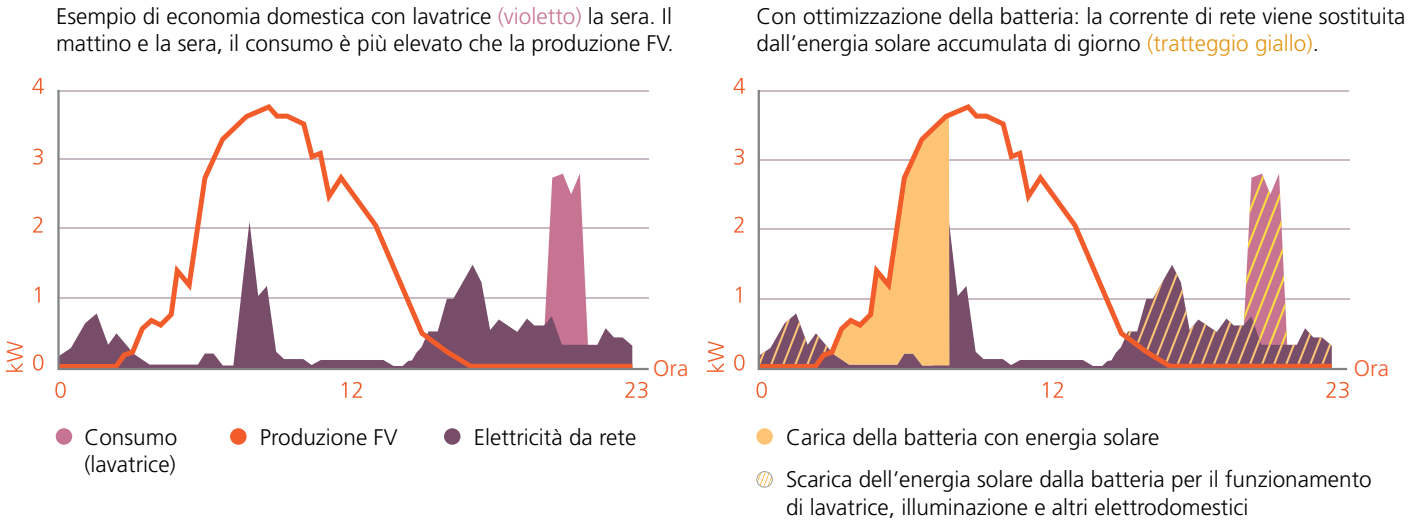

Figura 12: Aumento del consumo proprio grazie all'utilizzazione di una batteria. Nota: il grafico mostra un andamento di una carica della batteria in un caso particolare. In pratica però le batterie possono venir programmate per una carica ottimizzata in funzione alla rete (vale a dire distribuita su tutto l'arco della giornata) (fonte: VESE).

3.3 COLLEGAMENTO DI UN ACCUMULATORE A BATTERIA

La percentuale di autoconsumo dell'elettricità prodotta può essere significativamente aumentata dall'uso di un accumulatore come illustrato in figura 12. Sinora, l'accumulo di corrente solare era molto oneroso dal punto di vista dei costi. Tuttavia, esso sta diventando sempre più interessante dal punto di vista economico, a causa della caduta dei prezzi delle batterie, del calo delle tariffe di ripresa e dell'aumento dei prezzi dell'elettricità di rete.

Sul mercato esistono varie tecnologie di batterie, anche se le batterie agli ioni di litio rappresentano circa l'80% delle nuove installazioni. Vengono utilizzate anche batterie al piombo, al sodio-zolfo, al nichel-cadmio e batterie Redoxflow.

CHE PARAMETRI CONSIDERARE PER GLI ACCUMULATORI

Durata, numero di cicli, capacità di accumulo utilizzabile e densità energetica

Un ciclo corrisponde allo scarico della batteria fino a una profondità di scarico definita (in % della capacità di accumulo nominale) e alla successiva ricarica fino a una tensione di carica definita.

La durata della batteria può essere fornita in anni di calendario o in numero di cicli. La durata di calendario di un accumulatore a batteria indica la durata della batteria ed è un'indicazione teorica. Se l'accumulatore non viene né scaricato né caricato, al termine della durata di calendario ha ancora l'80% della capacità nominale iniziale. La durata di calendario dipende dalla temperatura e dallo stato di carica; per gli accumulatori al litio è da 10 a 20 anni, per batterie al piombo da 5 a 10 anni.

Costi di investimento e costi di accumulazione

Tecnologia	Durata di calendario # anni	Durata in # cicli	Costi di investimento (solo batteria) CHF / kWh	Costi accumulatore CHF / kWh[4]
Piombo	5 – 10	500 – 2000	200 – 400	0,17 – 1,30
Ioni di litio	10 – 20	4000 – 6000	800 – 1600	0,17 – 0,50

Sicurezza

Le batterie al litio sono infiammabili, quindi vanno osservate le raccomandazioni di sicurezza! È importante scegliere la giusta ubicazione per la batteria, che garantisca condizioni appropriate (temperatura, umidità, ecc.). La temperatura operativa ideale per le batterie al litio va da 20 °C a 40 °C, per batterie al piombo da 10 °C a 30 °C.

Per ragioni di sicurezza, l'accumulatore a batteria non deve essere installato in una zona con elevata presenza di persone (ad esempio nell'area di ingresso di un edificio residenziale). Per una panoramica sugli standard di sicurezza per le batterie al litio e sui criteri per un acquisto vedi www.swissolar.ch/it/per-gli-specialisti/schede-tecniche-fotovoltaico/

Più rilevante è la durata in numero di cicli specificati dai produttori per ciascuna batteria. Dopo aver raggiunto questo numero di cicli, la batteria ha ancora l'80% della sua capacità nominale e può ancora essere utilizzata. Le batterie al litio presentano poca usura e possono raggiungere da 4000 a 6000 cicli, con alcune tecnologie addirittura oltre 6000 cicli. Per contro, per le batterie al piombo il numero di cicli va da 500 a 2000, con modelli più recenti che raggiungono fino a 4000 cicli. Il numero di cicli dipende non solo dalla tecnologia, ma anche dalla qualità della batteria e dalla modalità operativa.

Una batteria non dovrebbe essere scaricata al 100%, perché la cosiddetta scarica profonda è dannosa. Quindi si parla della capacità di accumulo utilizzabile di una batteria. Per le batterie al litio è dall'80 al 90%. Le batterie al piombo sono invece più delicate e dovrebbero essere scaricate solo al 50% circa.

La densità di energia di una batteria indica quanta energia può essere immagazzinata per massa. A seconda della tecnologia, è compresa tra 80 e 250 Wh/kg per le batterie al litio e tra 30 e 50 Wh/kg per le batterie al piombo. Più alto è questo numero, più la batteria è adatta per i veicoli elettrici. Nelle applicazioni stazionarie, tuttavia, un'alta densità di energia è meno cruciale.

4 Calcolo: prezzo per kWh accumulato = investimento/(capacità di accumulo utilizzabile × numero totale di cicli × efficienza di carica).

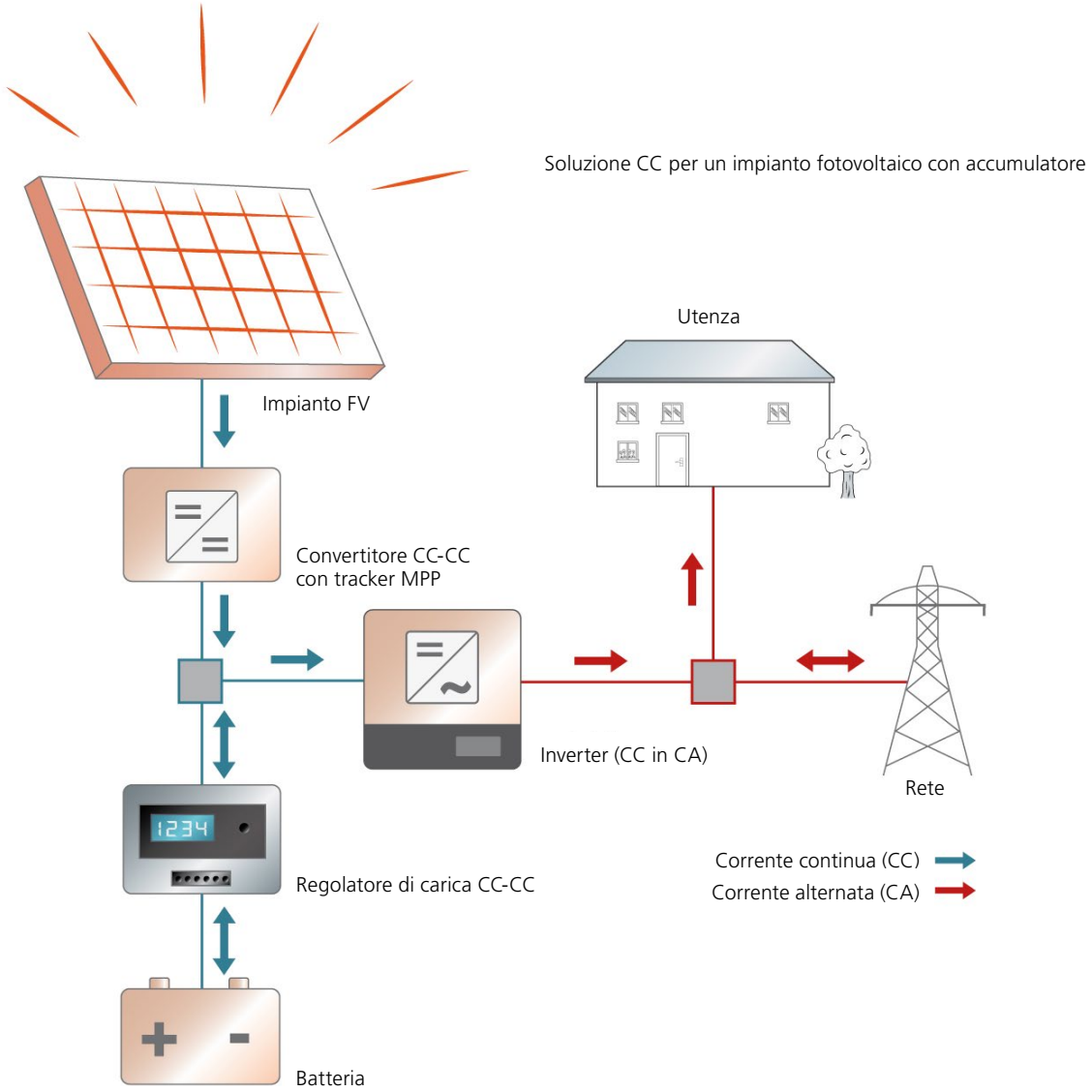

Figura 13: Accumulatore a batteria accoppiato in CC (fonte: VESE).

Collegamento CC vs CA

Nella scelta del sistema di batterie più adatto, oltre alla tecnologia di accumulo vanno considerati altri due aspetti riguardanti la tipologia di allacciamento del sistema. Il primo riguarda il punto di allacciamento dell'accumulatore rispetto all'impianto fotovoltaico: si distingue tra accoppiamento sul lato corrente continua (CC o DC) o sul lato corrente alternata (CA o AC). Nel caso dell'accoppiamento sul lato CA, la seconda decisione riguarda il tipo di collegamento, che può essere monofase o trifase.

Ciascuno dei concetti ha i suoi vantaggi e svantaggi (vedi tabella seguente). Se un impianto fotovoltaico è già presente e si intende completarlo con una batteria, solitamente si preferisce l'accoppiamento in CA. Nel caso di un nuovo impianto, si opta invece solitamente per l'accoppiamento in CC.

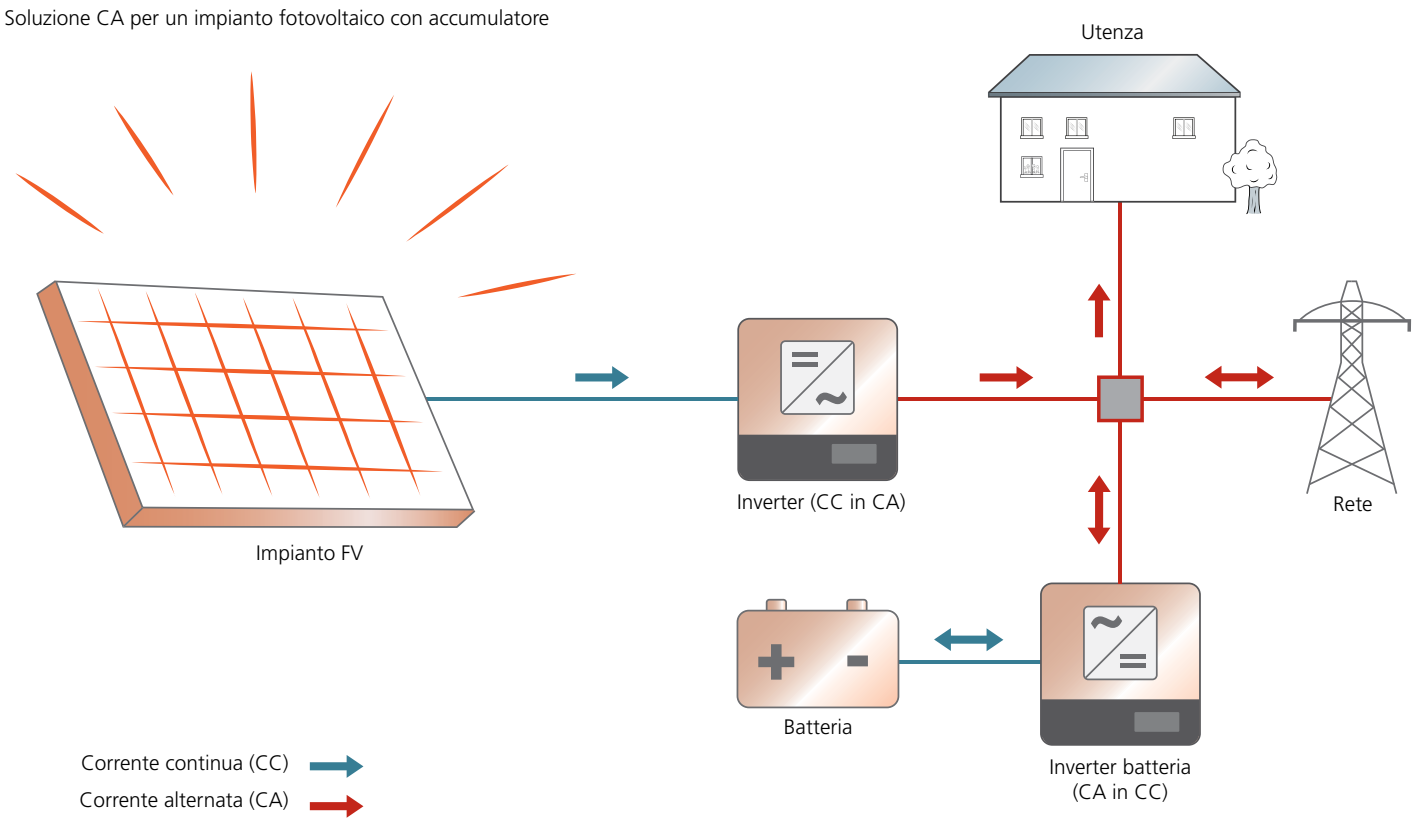

Figura 14: Accumulatore a batteria accoppiato in CA (fonte: VESE).

Molti accumulatori a batteria hanno un allacciamento monofase, così come i piccoli impianti fotovoltaici. In questo caso, al fine di aumentare l'autoconsumo, la regolazione del sistema di accumulo deve tenere conto della somma delle correnti di tutte le fasi e deve contenere un contatore a saldo.

Le figure 13 e 14 mostrano in che modo un accumulatore accoppiato in CC o in CA può essere integrato nell'impianto.

	Accoppiamento CC	Accoppiamento CA
Vantaggi	• Soluzione compatta con inverter, regolatore di carica e batteria • Per la corrente solare è sufficiente una regolazione della tensione prima dell'accumulo: efficienza tendenzialmente superiore • Per i nuovi impianti spesso più economico, un solo dispositivo	• L'inverter può essere scelto indipendentemente dalla batteria • Ideale per impianti fotovoltaici esistenti • Flessibile in caso di retrofit • Più flessibilità per la capacità della batteria • Gli inverter solari e a batterie possono essere combinati liberamente (anche di produttori diversi) • La batteria può anche essere alimentata dalla rete
Svantaggi	• Solitamente la batteria non può essere alimentata dalla rete elettrica • Tutti i componenti devono essere abbinati in modo ottimale tra loro (anche l'impianto fotovoltaico rispetto alla batteria) • Ampliamento a posteriori difficile	• Efficienza tendenzialmente leggermente inferiore rispetto ai sistemi CC • Tendenzialmente più costosi e complessi, perché si tratta di due dispositivi separati: inverter solare e inverter per le batterie

	Monofase	Trifase
Vantaggi	• Tecnicamente più semplice e meno costoso	• Alimentazione costante su tutte le fasi • Potenze di carica e scarica più elevate rispetto al funzionamento monofase
Svantaggi	• Può portare ad asimmetrie nella rete elettrica • Funzionamento in isola possibile solo monofase[5] (a seconda del dispositivo ma anche del collegamento delle fasi in funzionamento isolato). Le potenze di carica e scarica della batteria sono limitate • Connessione non consentita ovunque (verificare con l'azienda elettrica)	• Tecnicamente più complesso e quindi più costoso • A seconda del caso, per esercizio in isola ev. è possibile alimentare solamente carichi a corrente alternata puri («collegamento a triangolo»). Per il funzionamento di utenze monofase, e collegate a stella, è necessario un inverter per batteria in tecnica «a quattro conduttori» • Tendenzialmente minore efficienza rispetto alle soluzioni monofase (a causa della maggiore tensione del circuito intermedio)

Tabella 3: Vari accoppiamenti di batteria con vantaggi e svantaggi.

5 Un funzionamento in isola richiede modifiche nell'impianto elettrico della casa.

Rete in isola: con «rete in isola» o «sistema di backup» si intende la capacità di un inverter di fornire energia anche quando la rete pubblica è inattiva (di solito gli inverter si disattivano per motivi di sicurezza non appena cade la rete pubblica). Per il proprietario dell'impianto fotovoltaico, ciò significa che la corrente solare è disponibile anche in caso di guasto alla rete elettrica pubblica («interruzione di corrente»). Tecnicamente, in questo caso la casa è disaccoppiata dalla rete pubblica tramite un disgiuntore, da qui il termine «isola». Non tutti gli inverter e le regolazioni per batterie sono idonei a funzionare «in isola». Un'eventuale batteria può essere accoppiata a corrente continua o alternata.

Che cosa dovrebbe essere valutato nella scelta dell'accumulatore?

Attualmente sul mercato ci sono centinaia di modelli di batterie di accumulazione e ogni mese se ne aggiungono di nuovi. Di conseguenza, la selezione può essere difficile e una raccomandazione può diventare inutile in breve tempo. Nelle tabelle 4 e 5 figurano i modelli più comuni in Svizzera e i loro dati di confronto (stato: autunno 2017). Si prega di notare che si tratta di informazioni dei produttori.

Per la capacità dell'accumulatore («quantità di kWh»), determinanti sono le utenze allacciate. L'ideale sarebbe eseguire misurazioni del profilo di carico per diverse settimane, per riconoscere cicli ricorrenti e rilevare il consumo di corrente durante le varie fasi del giorno, risp. mattina/sera. Tali misurazioni del profilo del carico possono essere effettuate dall'installatore, ma è anche possibile un auto-rilevamento (per esempio usando strumenti come «Smappee», (www.smappee.com). Durante la misurazione, dovrebbero già essere intraprese le misure per l'ottimizzazione dell'autoconsumo (si veda sopra nel manuale, ad esempio fare il bucato nelle ore soleggiate).

L'accumulatore deve essere dimensionato in modo tale da potersi scaricare nuovamente in larga misura durante la sera e la mattina seguente (per essere pronto per la successiva disponibilità di elettricità solare). La capacità massima è determinata anche dalla potenza del campo fotovoltaico che, dopo deduzione dell'autoconsumo simultaneo, in una giornata di sole dovrebbe essere in grado di caricare completamente la batteria.

Valori empirici di riferimento, sulla base dell'esperienza:

- (a) capacità utilizzabile dell'accumulatore = da 0,1 a 0,15% del consumo annuale di elettricità della famiglia
- (b) per sistemi da 5 kWp in su in case unifamiliari: capacità utilizzabile dell'accumulatore = 1,5 × potenza del campo fotovoltaico
- il valore di riferimento è quindi il valore più piccolo tra (a) e (b)

Ad esempio, per una casa unifamiliare con un consumo annuale di 4500 kWh e una potenza del campo fotovoltaico di 5 kWp, ciò significa una capacità della batteria di circa 4,5 a 7 kWh.

Nota: queste regole di dimensionamento devono essere intese solo come indicative. Per una corretta interpretazione è necessario coinvolgere un professionista del solare.

Sistemi di accumulo con inverter integrato

Prodotto	Leclanché Powerpack	Varta Element	PIKO BA System Li	sonnenBatterie
Fornitore	Leclanché SA	VARTA Storage GmbH	KOSTAL Solar Electric GmbH	sonnen GmbH
Link	www.leclanche.com	www.varta-storage.com	www.kostal-solar-electric.com	www.sonnenbatterie.de
Tecnologia	Li (G-NMC)	Li (NMC)	Li (LiFePO4)	Li (LiFePO4)
Capacità nominale	6,7–20,1 kWh	3,3–13,0 kWh	3,6–9,6 kWh	4–16 kWh
Cicli	> 5000	4000	6000	> 10'000
Profondità di scarica massima	80%	90%	90%	100%
Allacciamento	Varianti monofase o trifase, 1 o 2 tracker MPP	Trifase	Trifase, 2 tracker MPP	Trifase
Accoppiamento (DC, AC)	DC	AC	DC	AC
Interfacce	CAN	XML, Modbus/TCP	RS-485	Modbus, Ethernet
Estensione (per modulo si intende qui un'unità di accumulo)	Fino a 3 moduli, entro 1 anno	Fino a 5 x 13 kWh, nessun limite di tempo	Entro 18 mesi dall'acquisto, max. 9,6 kWh	Può essere esteso a posteriori con incrementi di 2 kWh, disponibile anche come versione CC, possibilità di partecipare alla «sonnenCommunity», in collaborazione con Swisscom Energy Solutions
Prezzo	A seconda della configurazione			

Tabella 4: Batterie e sistemi di accumulo con inverter integrato per economie domestiche e PMI.

Fronius Solar Battery	SENEC.HOME LI	S10 E / S10 E Blackline	Sunny Boy 3600 / 5000 Smart Energy
Fronius International GmbH	Deutsche Energieversorgung GmbH	E3/DC GmbH	SMA Solar Technology AG
www.fronius.com	www.senec-ies.com	www.e3dc.com	www.sma.de
Li (LiFePO4)	Li (litio-manganese-ossido di cobalto)	Li (NMC)	Ioni di litio
4,5–12,0 kWh	2,5–10,0 kWh	4,6–13,8 kWh	2 kWh
8000	12'000 cicli nel periodo di garanzia	Illimitato in garanzia (garanzia del sistema di 10 anni)	> 4100
80%	100% (della capacità utilizzabile)	92% + 8% riserva propria 100% + 8% riserva propria	100% (della capacità utilizzabile)
Per il collegamento a Fronius Symo Hybrid	Monofase con compensazione trifase	Trifase, 2 tracker MPP	Monofase, 2 tracker MPP
CA	CA, caricare trifase, scaricare monofase	CA o CC	CC
Modbus RTU	LAN, RS-485	RS-232, USB, Ethernet, CAN	LAN
Possibile in incrementi di 1,5 kWh fino a max. 12 kWh, fino a 30 mesi dopo la consegna del modulo	A due moduli entro 1 anno; possibile in futuro a cascata fino a 6 moduli	Fino a 6 moduli (funzionamento in parallelo di più sistemi possibile)	Non possibile

Batterie (senza inverter)

Prodotto	BYD B-Box	MyReserve Matrix	LG RESU 3,3–10
Fornitore	FENECON GmbH	SOLARWATT GmbH	LG Chem
Link	www.fenecon.de	www.solarwatt.de	www.lgesspartner.com
Tecnologia	Li (LiFePO4)	Ioni di litio	Litio
Capacità nominale	2,56–10,24 kWh (anche versione commerciale con 40 kWh)	2,2 kWh/4,4 kWh/ 6,6 kWh/8,8 kWh/11 kWh	3,3–9,8 kWh
Cicli	> 6000	Illimitato nel periodo di garanzia	Non specificato[6]
Profondità di scarica massima	80%	100% (della capacità utilizzabile)	90%
Allacciamento	Dipende dall'inverter	Tra moduli fotovoltaici e inverter compatibili	Dipende dall'inverter
Accoppiamento (CC, CA)	CC	CC, simula la curva di produzione FV	CC
Interfacce	RS-485, CAN	CAN	CAN
Estensione	Fino a 10,24 kWh per B-box, fino a 8 B-box possibili in parallelo	Estendibile fino a 11 kWh per MyReserve Command, estendibile in esercizio in parallelo fino a 22 kWh	Max. 2 batterie (con RESU Plus come kit di estensione)
Prezzo	A seconda del tipo, i prezzi sono compresi tra 500 e 1000 CHF/kWh (senza costi di installazione)		

Tabella 5: Batterie e sistemi di accumulo senza inverter integrato per economie domestiche e PMI.

6 LG Chem non indica più i cicli ma la quantità totale di energia prelevabile (indicata nelle condizioni di garanzia).

3.4 UNITÀ DI CONTROLLO PER L'OTTIMIZZAZIONE DELL'AUTOCONSUMO

Dispositivi speciali per l'ottimizzazione dell'autoconsumo sono offerti da diversi produttori. Essi differiscono per quanto riguarda gli standard di comunicazione, la flessibilità della programmazione e la considerazione dei dati meteorologici o delle tariffe elettriche per l'ottimizzazione. Il gestore di autoconsumo di Smart Energy Control offre per esempio la possibilità di scegliere se le utenze elettriche vanno ottimizzate in termini di costi, e quindi se possono funzionare anche di notte a tariffa ridotta, oppure se vanno completamente ottimizzate per l'autoconsumo. Se sono inclusi i dati delle previsioni meteorologiche è possibile limitare al minimo l'immissione in rete, ad esempio caricando una batteria/un veicolo elettrico a partire da mezzogiorno in caso di previsioni di tempo soleggiato, oppure caricandoli già dal mattino se si prevede pioggia.

Vantaggio: il consumo e la produzione di energia sono presentati in modo illustrativo, opzioni di programmazione complete per un utilizzo mirato delle utenze.

Svantaggio: compresa la programmazione, tutte le varianti comportano costi superiori a 1000 franchi, che non sono necessariamente ammortizzati dall'aumento dell'autoconsumo.

La tabella 6 elenca e confronta i sistemi più comuni in Svizzera e i loro dati (stato: autunno 2017). Va notato che si tratta di informazioni dei produttori.

3.5 INTEGRAZIONE IN «SMART HOME»

I sistemi Smart Home vanno oltre l'ottimizzazione dell'autoconsumo dell'energia solare. Tramite la comunicazione radio o Powerline, tutti i servizi di domotica possono essere collegati in rete, dal riscaldamento ai dispositivi multimediali al sistema di chiusura.

L'integrazione dell'impianto fotovoltaico è una piccola aggiunta, ma non ancora implementata in tutti i sistemi. Tali approcci Smart Home offrono, ad esempio, alla pompa di calore non solo un segnale di abilitazione quando è presente corrente in eccesso. Assumono il controllo del comfort in modo più completo, regolano anche a seconda della temperatura dell'acqua calda o della temperatura ambiente e tengono conto delle previsioni meteorologiche e delle tariffe elettriche.

Nella tabella 7 i sistemi più diffusi in Svizzera con i loro dati (stato: autunno 2017) sono elencati e confrontati. Va notato che si tratta di informazioni dei produttori.

Confronto dispositivi di controllo più diffusi

Prodotto	Solar-Log 300 / 1200 e 2000	Powerdog S / M / L	Sunny Home Manager 2.0
Fornitore	Solare Datensysteme GmbH	Ecodata GmbH	SMA Solar Technology AG
Link	www.solar-log.ch	www.power-dog.eu	www.sma.de
Area di ottimizzazione	Uso domestico / calore / mobilità	Uso domestico / calore / mobilità	Uso domestico / calore / mobilità
Relè interno	1 (solo per 1200 / 2000)	1 (S / M / L / LPR)	0
Attuatori esterni	Relè, prese telecomandate (Belkin e Gude), scatola relè (8 relè, ottima per SG Ready), stazione relè Consumatori intelligenti | Acqua calda: EGO Smart Heater, elementi riscaldanti my-PV | Pompe di calore: Stiebel Eltron, CTA, iDM e Hoval tramite protocollo Duplex, altri via SG Ready | Accumulatore a batteria: Varta, Fronius e Sonnen (altri: previsti) | Stazioni di ricarica: KEBA (ulteriormente pianificato)	Molto versatili e liberamente programmabili, ad esempio, uscite digitali, analogiche, a impulsi, stazione relè, prese telecomandate, prese WLAN, varie stazioni di ricarica, barre di riscaldamento a regolazione continua con approvazione EMC, MyPV, Solarinvert PowerUnit. Accumulatore a batteria: SMA, Varta, Fronius, Studer, LG, Mercedes e altri. Controllo prioritario (ad es., accumulatore automatico acqua calda)	Edimax prese WLAN SP-2101W, dispositivi compatibili EEBUS, pompe di calore compatibili di Stiebel Eltron, stazioni di ricarica per auto elettriche di Mennekes, dispositivi compatibili SEMP
Comunicazione	LAN, RS-485 / RS-422, USB, S0, PM+[7], CAN (solo 2000)	USB, 1-wire, RS-485, modulo Can bus inseribile, M-Bus, ingressi digitali e analogici, LAN	LAN
Display	Sul dispositivo, applicazione mobile, portale web	Sul dispositivo, applicazione mobile, portale web, manutenzione remota	Applicazione mobile, portale web
Programmazione	Notebook, portale web	Display, Notebook	Applicazione mobile, portale web
Previsioni meteo	Integrato (visualizzazione, con pompe di calore iDM) pianificato (per i controlli)	Previsto	Sì
Ottimizzazione tariffa	Pianificato	Sì	Sì
Numero dispositivi controllabili	10	50	24 dispositivi, di cui 12 con gestione dell'energia attiva
Particolarità	Incluso monitoraggio FV completo > 100 produttori di inverter, portale web gratuito fino a 30 kWp, elettromobilità integrata; APP Enerest come sistema modulare focalizzato su Smart Energy PM + per la gestione del feed-in (controllo della potenza attiva e reattiva)	Supporto di quasi tutti gli inverter, programmazione flessibile, ampio assortimento di sensori (tra cui temperatura acqua/ambiente/qualità dell'aria) e attuatori, integrazione dell'elemento riscaldante con regolazione continua, impostazione temperature, protezione intelligente da legionella, tempi di riscaldamento, protezione antigelo, comunicazione con pompe di calore tramite rete, registrazione tariffa alta/bassa, gestione di varie auto elettriche in una stazione di ricarica, contatore virtuale per autoconsumo, ad es. case plurifamiliari, condomini	Gestione energetica basata su previsioni per l'uso con inverter SMA e sistemi di batterie. Misurazione trifase integrata (fino a 63 A diretta e > 63 A tramite trasformatori di corrente), montata direttamente sul punto di connessione alla rete
Prezzo indicativo dispositivo	Solar-Log 300: da CHF 300.– Solar-Log 1200: da CHF 500.– Solar-Log 2000: da CHF 900.–	Da CHF 500.–	Nessun dato

Tabella 6: Panoramica dei sistemi Smart Home per l'ottimizzazione dell'autoconsumo.

Elios4You Smart	Energie Manager	Smartfox REG	Smart-me
4-noks by Astrel Group srl	Solarwatt GmbH	DAfi GmbH	smart-me AG
www.4-noks.it	www.solarwatt.de	www.smartfox.at	www.smart-me.com
Uso domestico/calore	Uso domestico/calore	uso domestico/calore/mobilità	uso domestico/calore/mobilità
1	0	4	1 (spina e contatore monofase), 3 (contatore trifase)
ZigBee prese e interruttori telecomandati, PowerReducer (per caldaia elettrica), modulazione di potenza lineare 0–3 kW	Interruttore Plugwise[8], pompe di calore SG-Ready (tramite modulo aggiuntivo) ZWave tramite Fibaro HomeCenter	Smartfox carcharger Booster Smartfox 9 kW, regolatore di potenza 3,5 e 6 kW Smart Fox Meter, pompe di calore IDM, uscita analogica e digitale	Uscite a contatti senza potenziale, interfaccia SG-Ready
WiFi, ZigBee	LAN, RS-485, 2xS0, CAN, USB, RS-232	LAN	WLAN, S0 (S0 solo per spina)
Applicazione mobile, portale web	Applicazione mobile, portale web	Sul dispositivo, applicazione mobile, portale web	Applicazione mobile, portale web
Applicazione mobile	USB/Notebook, portale web	Notebook	Portale web, applicazione mobile
No	Sì	No	Previsto
Sì	Pianificato	No	Sì
4x via remoto 1x 0–10 V Power Reducer 1x uscita relè interna	6x per estensione, più Plugwise e ZWave	4 digitali, 1 analogico, 2 dispositivi Ethernet (auto, pompa)	Illimitato (i dispositivi smart-me possono essere combinati tra loro)
Nessuna comunicazione con l'inverter, misurazione tramite trasformatore di corrente per impianti fotovoltaici monofase (max 6 kWp) o trifase (max 100 kWp), misura dell'energia prodotta e immessa in rete.	Montaggio su binario DIN, comunicazione diretta con inverter SMA, Kostal, Steca, Fronius, SolarEdge, Kaco, altri via S0, accumulatore: SOLARWATT MyReserve, consumatore: EGO Smart-Heater, Mennekes Ladebox, MyStrom	Monitoraggio dell'energia; ricarica auto elettrica con surplus FV, collegamento diretto per trasformatore di corrente (trifase, convertitore 80 A incluso)	Include misurazione della corrente, fatturazione automatica dell'energia con smart-me Billing, integrazione di altri dispositivi con funzionalità IP (come gli inverter) con smart-me All IP, interfaccia API aperta
Monofase: da CHF 480.– Trifase: da CHF 610.–	Da CHF 500.–	Da CHF 800.–	Spina: da CHF 110.– Contatore monofase: da CHF 195.– Contatore trifase: da CHF 298.–

7 PM+: interfaccia per il collegamento di ricevitori di telecomando centralizzato (regolamento potenza reattiva e attiva).
8 Plugwise è una serie di prese telecomandate basata su ZigBee, www.plugwise.com. Prezzo da CHF 70.–/presa.
Svantaggio: non usa un protocollo standardizzato, non ci sono prodotti di terzi che possono essere impiegati in alternativa.

Sistemi Smart Home

Prodotto	Miniserver / Miniserver GO	Gestore autoconsumo
Fornitore	Loxone Electronics GmbH	Smart Energy Control GmbH
Link	www.loxone.com	www.smart-energy-control.ch
Area di ottimizzazione	uso domestico / calore / auto	uso domestico / calore / auto
Relè interno	8 (zero su Miniserver Go)	PC industriale con numerose interfacce (USB, Ethernet, ecc.)
Attuatori esterni	Prese o relè telecomandati nel quadro elettrico di distribuzione	Relè e contatori in quadri elettrici di distribuzione o per installazione decentralizzata. Numero illimitato, il sistema può essere esteso secondo necessità (sistema modulare). Sensore di temperatura telecomandato, pulsanti, ecc. per il funzionamento decentrato
Comunicazione	EnOcean, Modbus, LAN, KNX, Loxone-Air, Loxone-Tree, (Miniserver GO solo LAN e AirBase, con estensione anche EnOcean e Modbus)	EnOcean, Modbus, MBus, LAN, WLAN, KNX, tra gli altri
Display	Applicazione mobile, sito web	Touch Panel, applicazione mobile, Remote Desktop
Programmazione	Notebook (LAN), applicazione mobile, sito web	Sistema completamente configurato e testato, adattato alle esigenze del cliente
Prognosi meteo	Sì	Sì, compresa la previsione di soleggiamento in autoapprendimento per il sistema fotovoltaico
Ottimizzazione tariffa	Sì	Sì, borsa dell'elettricità integrata per il funzionamento automatico dell'attrezzatura durante la produzione, tariffe basse e fabbisogno elevato
Particolarità	Sistema Smart Home completo, particolarmente adatto per nuove costruzioni, Loxone Go anche per edifici esistenti, più di 100 moduli software, nuovo con auto-configurazione, allarme antincendio preventivo tramite sensori di temperatura in rete tra di loro	Gestione termica attiva dell'intero edificio, integrazione delle pompe di calore di tutti i produttori, previsioni di soleggiamento in autoapprendimento basati sui dati dell'impianto fotovoltaico, controllo intelligente delle pompe di calore regolabili (via Modbus), riduzione dei picchi di acquisto dalla rete (gestione del carico), integrazione dei sistemi di batterie, controllo variabile delle stazioni di ricarica e-mobil, adatto anche per case plurifamiliari e complessi di siti più grandi. Previsto: sistema di fatturazione per case plurifamiliari
Prezzo indicativo dispositivi	Miniserver: CHF 598.– Versione GO: CHF 413.– Prese telecomandate (Smart Socket Air): CHF 84.–/pz	Monitoraggio: da CHF 1000.–, Sistema completo: da CHF 2800.– compresa consulenza, progettazione, configurazione, test e ottimizzazione remota. Diversi set di avvio, hardware e software espandibili

Tabella 7: Panoramica sistemi Smart Home per ottimizzare l'autoconsumo.

digitalSTROM	FHEM	Gridsense
digitalSTROM AG	diversi, Open Source	InnoSense AG
www.digitalstrom.com	www.fhem.de	www.gridsense.ch
uso domestico/calore	uso domestico/calore/auto	uso domestico/calore/auto
0	Diversi	0
Relè per armadio elettrico di distribuzione, relè di installazione, spina intermedia, espandibile secondo necessità	Circa 200 diversi protocolli/tipi di dispositivi	Unità di retrofit o GridSense Inside (installata direttamente nei dispositivi)
Rete 230 V esistente	EnOcean, ZigBee, KNX, WLAN, Bluetooth, LAN, Powerline, ZWave, HomeEasy, 1Wire, Firmata, ecc.	Powerline
Desktop, applicazione mobile, interfacce utente integrate (Thanos, Hubware SVEN)	Sito web, applicazione mobile, div. Frontends	Applicazione mobile
Notebook, Cloud, applicazione mobile	Scripti Perl, grafico	Algoritmo di autoapprendimento, nessuna programmazione necessaria
Sì	Sì	Sì (comprese le tariffe elettriche)
Sì	Sì	Sì, 24 ore di previsione dinamica
Implementazione FV tramite diversi offerenti, ad esempio, www.netsolar.ch	Sistema open source basato su Perl con ampio supporto hardware e sistema operativo (incluso computer monoscheda), dettagli su www.fhem.de/fhem_DE.html	Il sistema funziona senza unità master, un «Retrofit» o «GridSense Inside» richiesti per ogni dispositivo da controllare
Server: CHF 494.– Misuratore: CHF 240.– Relè da CHF 94.– più implementazione FV esterna	Software gratuito, fornitore commerciale: www.dhs-computertechnik.de	Circa CHF 340.– per unità di retrofit, inizio vendite Q2 2018
	FHEM	

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

4 CINQUE FASI PER UN MAGGIORE AUTOCONSUMO

FASE 1: USARE LA CORRENTE SOLARE PER LA PRODUZIONE DI CALORE

Se in casa c'è già una pompa di calore o un boiler a pompa di calore: assicurarsi che la pompa di calore si accenda tramite il relè se c'è un surplus di energia solare. È prevista una nuova pompa di calore o un boiler a pompa di calore: prestare attenzione all'etichetta «SG Ready», poiché questi sistemi possono essere facilmente integrati.

FASE 2: USARE LA CORRENTE SOLARE PER GLI ELETTRODOMESTICI

Se gli apparecchi vengono gestiti manualmente: assicurarsi che gli apparecchi siano accesi solo quando splende il sole. Utile a tal fine è una soluzione di visualizzazione che indica la produzione di energia e il consumo di corrente (ad esempio, Elios4You o «Smappee»). Il costo è di circa 300 franchi.

Se gli apparecchi vengono gestiti automaticamente: installare un regolatore di autoconsumo, che comanda gli apparecchi in base alle previsioni del tempo e all'elettricità solare disponibile. Per i nuovi elettrodomestici, assicurarsi che sia possibile una gestione tramite l'inverter o il gestore di autoconsumo e che dopo un'interruzione gli elettrodomestici continuino il programma precedentemente impostato.

FASE 3: USARE LA CORRENTE SOLARE PER CARICARE UN ACCUMULATORE

Se la potenza dell'impianto fotovoltaico è superiore a 1 kWp per 1000 kWh di consumo annuale, valutare l'impiego di un accumulatore a batteria. Assicurarsi che l'ottimizzazione dell'autoconsumo sia integrata. Chiedere a un professionista del settore solare di calcolare l'economicità di esercizio. Prestare attenzione alle informazioni sulla durata utile e sulla sicurezza. Se si desidera una soluzione di backup, verificare se l'accumulatore e gli inverter possono funzionare in regime in isola in caso di interruzione di corrente.

FASE 4: USARE LA CORRENTE SOLARE PER CARICARE UN VEICOLO ELETTRICO

Se si dispone già di un veicolo elettrico: e se la gestione automatica non è possibile, caricare possibilmente il veicolo quando viene prodotta molta elettricità solare (vedi anche la fase 2 per possibili apparecchi di visualizzazione della produzione di corrente elettrica).

Se si prevede di acquistare un veicolo elettrico: assicurarsi che il veicolo sia dotato di un dispositivo di ricarica CHAdeMO 1.0. Scegliere una stazione di ricarica in grado di comunicare con il controllo dell'autoconsumo.

FASE 5: ADATTARE LA POTENZA DELL'IMPIANTO

Se non si dispone ancora di un impianto fotovoltaico: dimensionare la potenza dell'impianto in base al consumo elettrico e alle misure succitate, al fine di raggiungere la massima percentuale di autoconsumo possibile. Considerare le future utenze elettriche rilevanti (come la produzione di calore o veicoli elettrici) e un'eventuale accumulatore a batterie. Valutare un orientamento est-ovest dell'impianto: sebbene complessivamente la resa sia leggermente inferiore rispetto a un orientamento sud, si ottiene una maggiore produzione al mattino e alla sera.

MAGGIORI INFORMAZIONI

- Le istruzioni per un'implementazione ottimale sono disponibili su www.svizzeraenergia.ch/consumo-proprio e www.svizzeraenergia.ch/il-mio-impianto-solare
- Ulteriori documenti possono essere trovati sui siti web di VESE (www.vese.ch) e Swissolar (www.swissolar.ch)
- Contattare un professionista del solare: www.professionistidelsolare.ch
- Chiamare l'infoline di SvizzeraEnergia: 0848 444 444
- Diventare membro di VESE, l'Associazione dei produttori di energia indipendenti, per scambiare esperienze e beneficiare dei servizi per i gestori fotovoltaici

I contenuti di questa brochure sono stati creati da VESE.
Dati aggiornati nell'autunno 2017.

Tutte le informazioni sono state studiate al meglio delle nostre conoscenze, ma decliniamo eventuali garanzie o responsabilità per la correttezza o la completezza delle informazioni, dei valori e delle dichiarazioni rese, soprattutto perché queste informazioni possono cambiare rapidamente.

SvizzeraEnergia, Ufficio federale dell'energia UFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Indirizzo postale: CH-3003 Berna
Infoline 0848 444 444, www.svizzeraenergia.ch/consulenza
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.svizzeraenergia.ch

Ordinazione: www.pubblicazionifederali.admin.ch
Numero articolo 805.529.I

04.2018 300 860418368