

A CURA DI MAURIZIO BATTISTELLA

## ENERGIA: NON SI BUTTA NIENTE...



Sistema fotovoltaico stand-alone del rifugio Biasi.

In un rifugio alpino un sistema fotovoltaico o ibrido (fv, eolico, generatore elettrogeno) se ben dimensionato produce energia "plus" sia durante il periodo di esercizio (che normalmente va da giugno a ottobre), sia nel periodo di chiusura della struttura. Normalmente, il sistema di produzione non può essere spento visto che le batterie devono rimanere efficienti (cariche in tampone) per quando la struttura viene riaperta. La sola parte che rimane inattiva è il generatore elettrogeno necessario all'alimentazione dei carichi elettrici cosiddetti "pesanti". In siti in quota (oltre i 1500 m.s.l.m.) anche nei sei mesi di chiusura ci possono essere giornate con condizioni di insolazione addirittura migliori di certe giornate estive e se la batteria è carica (assenza di consumi elettrici) l'energia viene dissipata o persa.

### COME STOCCARE L'ENERGIA "PLUS" IN UN SISTEMA IBRIDO STAND-ALONE

Esistono alcune soluzioni classiche per stoccare l'energia elettrica "plus" prodotta da un sistema stand-alone:

- **Produzione termica:** convertire l'energia elettrica in termica non è sicuramente la soluzione ottimale visto che il calore non è facilmente stoccabile per lungo tempo.
- **Sollevamento acqua per uso idroelettrico:** ottima soluzione (l'ENEL lo fa normalmente di notte nei sistemi di pompaggio delle grandi centrali idroelettriche per poi fornire energia di giorno quando essa ha un costo più elevato e la richiesta è maggiore). Questa soluzione non può però funzionare nei mesi invernali nella maggior parte dei siti montani perchè la temperatura esterna va al di sotto dei  $-5^{\circ}\text{C}$  e quindi l'acqua ghiaccia nei tubi e nell'invaso. Altre problematiche da risolvere sono la mancanza dello spazio necessario per costruire l'impianto e le opere civili per l'invaso.
- **Carica di una seconda batteria da affiancare a quella principale:** questa soluzione potrebbe sembrare la più praticabile, ma con grandi problemi dovuti al tipo di funzionamento della batteria secondaria. Infatti una volta

NEI SITI MONTANI L'ENERGIA PRODotta DAGLI IMPIANTI FV DI EDIFICI ISOLATI VIENE PERSA NEI PERIODI DI CHIUSURA. LE SOLUZIONI "TRADIZIONALI" PER IL RECUPERO DI QUESTA ENERGIA SONO POCO EFFICIENTI, MENTRE UNO STOCCAGGIO INNOVATIVO E DI LUNGO PERIODO POTREBBE ESSERE GARANTITO DALL'IDROGENO.

utilizzatane l'energia stoccata, la batteria secondaria dovrebbe essere ricaricata e mantenuta in tampone, cosa che risulterebbe difficile da fare visto che il sistema è orientato sulla batteria principale. Il risultato è che a lungo andare questa batteria va in solfatazione degradandosi fino a smettere di funzionare.

Oggi esiste una soluzione alternativa. Anni fa, quando ho sentito parlare per la prima volta di idrogeno, ho provato a mettere su carta un progetto, finora mai realizzato per motivi di costi, per lo stoccaggio dell'energia "plus" tramite l'idrogeno prodotto da un sistema ibrido in un rifugio alpino.

### SISTEMA IBRIDO FOTOVOLTAICO-EOLICO-DGS CON STOCCAGGIO IN IDROGENO DELL'ENERGIA "PLUS"

Consideriamo un rifugio di media grandezza situato nel Nord Italia, a 2000 m.s.l.m., con 40 posti letto, cucina per 60 coperti al giorno, visitato in media da 100 persone al giorno. Il grafico 1 e la tabella 1 raccolgono i



FRIGO	LAMPADINE	AUTOCLAVE	POTABILIZZATORE	PICCOLI ELETTRODOMESTICI	MACCHINA CAFFÈ "EASY SERVICE"
920 Wh/g	976 Wh/g	4.000 Wh/g	720 Wh/g	3.000 Wh/g	7.900 Wh/g

Tabella 1. Ripartizione dei consumi dei carichi leggeri del rifugio.

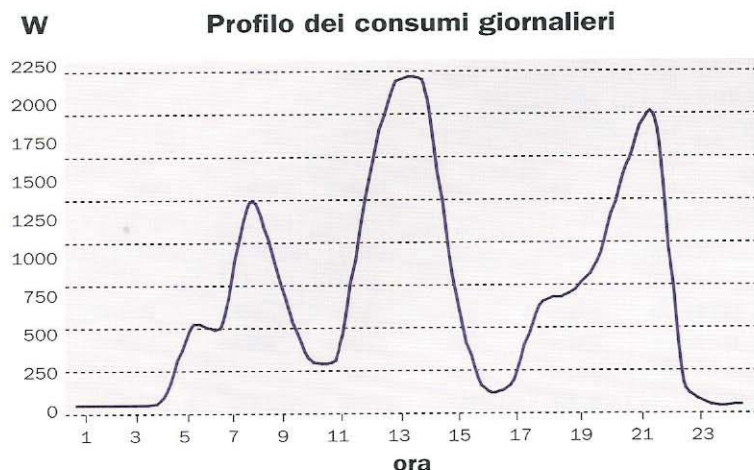


Grafico 1. Il profilo dei consumi giornalieri dei carichi leggeri del rifugio

Campo FV	Gen. Eolico	Batterie (5gg no-sun)	Inverter
4,8 kWp	6 kW	48 Vdc - 2.000 Ah	5 kVA

Tabella 2. Dimensionamento del sistema ibrido fv-eolico.

consumi giornalieri dei carichi leggeri del rifugio: lampade, autoclave, piccoli elettrodomestici. Per un consumo totale di 17,5 kWh/g a 48 V di batteria (tralasciando i carichi "pesanti" come la lavastoviglie da 3 kW imposta dalla ASL negli esercizi pubblici, bar, ristoranti), il sistema di produzione ibrido verrebbe dimensionato come in tabella 2. A questi si

Mese	kWh/m ("PLUS")	NM <sup>3</sup> H/m
Gennaio	538.4	74.3
Febbraio	659.9	91.0
Marzo	980.1	135.2
Aprile	943.1	130.1
Maggio	852.2	117.5
Giugno	325.1	44.8
Luglio	310.6	42.8
Agosto	172.2	23.8
Settembre	178.9	24.7
Ottobre	673.5	92.9
Novembre	424.8	58.6
Dicembre	741.9	102.3

Tabella 3. Stima della produzione di energia con sistema ibrido fv-eolico e della possibile produzione di idrogeno.

dovrebbe aggiungere un generatore elettrogeno per l'alimentazione di carichi pesanti come lavastoviglie, lavatrice e scaldavivande. Il generatore elettrogeno può essere evitato se si stocasse l'energia "plus" prodotta dal sistema nei periodi di chiusura o di scarso utilizzo. Per il calcolo dei nm<sup>3</sup> di idrogeno è stato considerato un sistema IDROLIZZATORE/COMPRESSORE (l'idrogeno viene stoccato in pressione su un parco di bombole in acciaio) che ha un consumo medio di circa 5,8 kW/nm<sup>3</sup> H. Utilizzando una fuel cell di tipo PEM (Proton Exchange Membrane) è possibile riconvertire, quando necessita, l'idrogeno in energia elettrica e tramite un convertitore DC/AC (la cella produ-

ce energia in corrente continua) alimentare i carichi pesanti. Il gruppo cella combustibile da 6 kW con inverter Vac ci permette una potenza di uscita utilizzabile di circa 5,4 kVA, adatta ad alimentare una lavastoviglie di tipo industriale oppure una lavatrice o un forno elettrico.

### CONCLUSIONI

In un sistema così ingegnerizzato potrebbe essere inserito anche qualche carico pesante come la lavastoviglie o la lavatrice senza l'utilizzo del generatore elettrogeno. Considerando i 1.191,9 kWh anno disponibili dal sistema fuel cell avremo un risparmio di circa 0,7 tonnellate di CO<sub>2</sub>/anno (oltre a tutti gli inquinanti non prodotti dal generatore diesel). Un sistema di questo tipo è autosufficiente per le risorse utilizzate: acqua di scioglimento nevaio (in parte già demineralizzata), sole e vento. L'ossigeno di risulta del processo di idrolizzazione può essere utilizzato per il trattamento delle acque reflue tramite fanghi attivi resi in questo modo altamente efficienti. Purtroppo un tale sistema fuel cell è difficile da realizzare e da mantenere a causa dei costi difficilmente proponibili, ma molti prevedono che entro pochi anni il prezzo si abatterà enormemente grazie all'economia di scala e alla ricerca di nuovi materiali che faranno aumentare la durata di vita operativa delle fuel cell di tipo PEM (ora si attesta intorno alle 2.000 ore, dato fornito dal costruttore ma molto ottimistico). Per ulteriori informazioni sui gruppi fuel cell e convertitore Vac: [www.elettronicasanterno.it](http://www.elettronicasanterno.it)

Energia "plus" ottenibile	6800,7 kWh/anno
Normal idrogeno producibile	938 nm <sup>3</sup> H/anno
Normal ossigeno producibile	469 nm <sup>3</sup> O/anno
P out gruppo cella/convertitore	4,5 kVA
Consumo idrogeno cella a P nominale	4,3 nm <sup>3</sup> H
Totale kWh disponibili da idrogeno plus	1181,9 kWh/anno

Tabella 4. Produzione di energia da idrogeno tramite l'energia "plus" fotovoltaica.