

NEWSLETTER COMESTO

In questo numero:

EDITORIALE

a cura di Simone Tegas - E-Distribuzione e Daniele Menniti - Università della Calabria

Pagina 1

Lo sviluppo di sistemi di accumulo elettrico basati su idrogeno nel progetto ComESto

DI G. De Lorenzo, O. Corigliano, F. Piraino, M. Genovese, R. Agostino, P. Fragiaco, I. Nicotera, C. Simari, E. Sicilia, M. Testi, EG. Macchi

Pagina 3

LCA Results for SOFC-based CHP in a single-family house nanogrid

DI G. Di Florio, E.G. Macchi, L. Mongibello, M.C. Baratto, R. Basosi, E. Busi, M. Caliano, V. Cigolotti, M. Testi, M. Trini

Pagina 9

Sistema ibrido di accumulo idrico ed elettrico nel progetto ComESto

DI P. Piro e S. A. Palermo

Pagina 12

Accumulo termico

DI M. Caliano

Pagina 13



EDITORIALE

DI SIMONE TEGAS, Project Manager (E-Distribuzione) DANIELE MENNITI, Responsabile Scientifico (Università della Calabria)

Nell'ambito del paradigma dell'accumulo distribuito promosso nel progetto ComESto attraverso l'integrazione con la nostra **DC-nanoGrid**, in questo numero della newsletter del progetto ComESto si fa un focus su alcuni dei sistemi di accumulo "non convenzionali" previsti - Idrogeno (H₂) e Fuel Cell, Accumulo Idropotabile e Accumulo Termico - senza perdere di vista l'importanza di valutarne anche l'impatto ambientale.

Con il contributo dei Dipartimenti di **Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale** e di **Fisica** dell'**Università della Calabria** e della **Fondazione Bruno Kessler (FBK)** si è approfondito uno dei "punti caldi" del dibattito pubblico sulla transizione energetica, ovvero l'utilizzo dell'idrogeno verde.

La complessità interpretativa e tecnologica del tema è perfettamente tradotta negli obiettivi progettuali laddove, come si potrà leggere, il **vettore energetico idrogeno** si definisce all'interno di una importante sperimentazione - a più livelli - con l'utilizzo di differenti tipologie di celle a combustibile (PEM per i laboratori di Fisica e r-SOC per i laboratori FBK).

Con il contributo del gruppo di ricerca del **Physical Chemistry Applied Materials Laboratory (PCAM Lab)** del **Dipartimento di Chimica e Tecnologie Chimiche** dell'**Università della Calabria** si definisce l'importanza che, all'interno del programma progettuale, si dà alla ricerca e allo sviluppo di nuovi materiali finalizzati all'ottimizzazione delle performance delle PEM.

Il Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia dell'**Università di Siena** – Dipartimento di eccellenza 2018-2022 – insieme alla Fondazione Bruno Kessler e all'ENEA, infine, analizza - in uno studio LCA (Life Cycle Assessment) – l'impatto ambientale di una cella a combustibile reversibile ad ossidi solidi (r-SOFC) integrata ad una DC-nanoGrid residenziale.

Con il contributo del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Industriale (DINCI) dell'**Università della Calabria**, si è approfondito il tema della stretta interconnessione tra consumi energetici e consumi idropotabili e delle potenzialità di sviluppo dei sistemi pico-idroelettrici a servizio di una comunità energetica.

ENEA si focalizza sull'accumulo termico come importante contributo alla definizione dell'accumulo distribuito.

A questa newsletter seguirà, a breve, un **numero speciale** che avrà come focus la **produzione di Biodiesel** attraverso *trans-esterificazione* degli oli da cucina esausti - processo alimentato da FER - che andrà a definire l'attenzione che il progetto riserva anche al potenziale sviluppo di una economia circolare al servizio della transizione ecologica ed energetica.

Nelle sezioni successive della newsletter vi proponiamo una "gallery" delle intense attività di **disseminazione** e **divulgazione** portate avanti dal partenariato ComESTo.

Prima di lasciarvi alla lettura, desideriamo ringraziarvi per le visite ed i download dei primi tre numeri della nostra newsletter. La vostra approvazione rappresenta per noi lo stimolo principale per confezionare volta per volta questo appuntamento e rendervi partecipi dell'importante lavoro di tutte le nostre ricercatrici e tutti i nostri ricercatori.

Simone Tegas
Project Manager

Daniele Menniti
Responsabile Scientifico



I sistemi di accumulo basati sull'idrogeno nel progetto ComESto

DI Giuseppe De Lorenzo (DIMEG), Orlando Corigliano (DIMEG), Francesco Piraino (DIMEG), Matteo Genovese (DIMEG), Raffaele Giuseppe Agostino (Dip. di Fisica), Petronilla Fragiaco (DIMEG)- Isabella Nicotera, Cataldo Simari, Emilia Sicilia - Dip. CTC - Università della Calabria e Matteo Testi, Edoardo Gino Macchi - Fondazione Bruno Kessler

Nell'ambito della realizzazione del dimostratore e della relativa sperimentazione in sito pilota di una Community Energy Storage, nel progetto ComESto, è stato progettato un sistema di accumulo a idrogeno integrato, attraverso opportuni convertitori DC/DC, ad una DC nanogrid appositamente pensata allo scopo.

Il prototipo si basa sull'uso di celle a combustibile di tipo PEM (Proton Exchange Membrane) che sono considerate molto interessanti per la loro versatilità, potendo essere utilizzate sia per la realizzazione dell'elettrolizzatore che per il generatore di elettricità da idrogeno. Le PEM inoltre, sono molto promettenti in virtù di caratteristiche quali: alta efficienza, versatilità, modularità, basso peso e ingombro, e buona affidabilità.

Il prototipo del Sistema Energetico ad accumulo di idrogeno di tipo PEM

L'architettura del sistema di accumulo a idrogeno è basata su un elettrolizzatore a tecnologia PEM. L'idrogeno prodotto viene stoccato in due differenti serbatoi: il primo più innovativo ad idruri metallici ed il secondo convenzionale a compressione. L'idrogeno stoccato è poi utilizzato all'occorrenza da un generatore ancora basato su tecnologia PEM, per la produzione di energia elettrica. La gestione dei flussi di potenza per la "carica" (produzione di idrogeno) o la "scarica" (produzione di energia elettrica dall'idrogeno) del sistema di accumulo è gestita dalla DC nanogrid nella quale il sistema di accumulo è integrato come schematicamente illustrato in **Figura 1**.

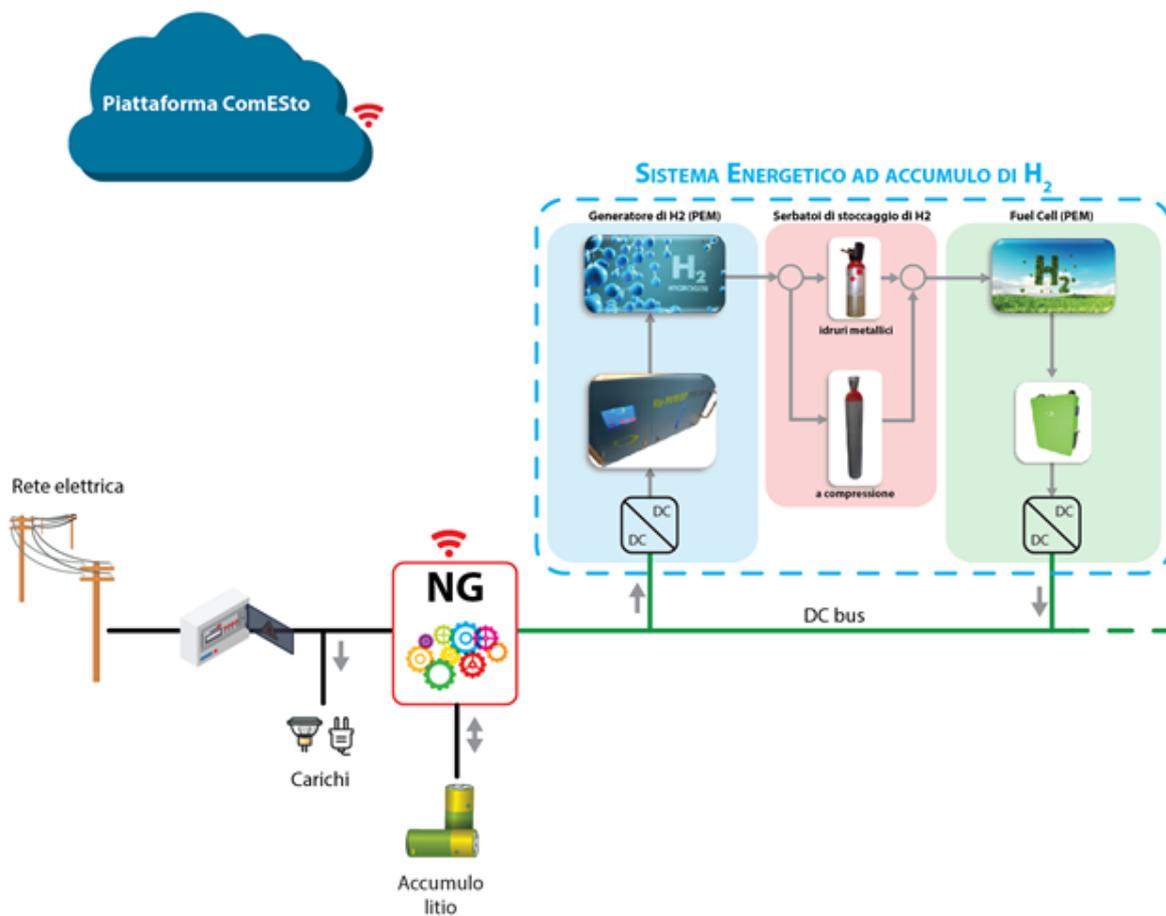


Figura 1. Schema a blocchi del Sistema Energetico ad accumulo di Idrogeno di tipo PEM

La DC Nanogrid consente al sistema di accumulo di essere gestito alla stessa stregua di altre tecnologie di accumulo potendosi così considerare assieme alle altre tecnologie di accumulo previste dal progetto, per la realizzazione di un sistema di accumulo distribuito basato su diverse tecnologie da usare in funzione degli obiettivi di gestione della Community Storage da realizzare.

Il sistema di accumulo ad idrogeno in esame, come i sistemi di accumulo convenzionali (come definiti in ComESto), attraverso la DC nanogrid che gestisce i flussi di potenza da e per la rete di distribuzione, assorbe energia prodotta da Fonti Energetiche Rinnovabili in fase di carica, o eroga energia in fase di scarica in funzione della logica di gestione impostata per la DC nanogrid e della gestione complessiva della Community Energy Storage da parte della piattaforma cloud di ComESto.

Il prototipo del Sistema Energetico ad accumulo di idrogeno di tipo SOC reversibile

Nell'ambito del progetto ComESto la Fondazione Bruno Kessler (FBK) ha realizzato all'interno dei propri laboratori, un dimostratore di sistema Power-to-Power (P2P) basato su tecnologia SOC (solid oxide cell) al fine dell'accumulo energetico ad alta efficienza.

Il sistema rSOC (reversible solid oxide cell), prevede l'uso di una cella reversibile ad ossidi solidi, capace di lavorare sia come elettrolizzatore che come cella a combustibile usando lo stesso stack di celle a combustibile, con elevata efficienza e possibilità di cogenerazione termica. Il sistema realizzato in FBK, associa le alte prestazioni di uno stack elettrolitico SOC con un BoP (Balance of Plant) progettato ed ingegnerizzato al fine di poter sfruttare le alte prestazioni della tecnologia ad ossidi solidi con la possibilità di estrarre anche calore dal sistema in regime di cogenerazione. Lo stack lavora in un range di tensione fra i 50 ed i 90V, con una finestra operativa di produzione elettrica tra i 70-50V fino a 32 A (potenza massima circa 1.5 kW), mentre in un range operativo tra i 70-95 V e fino a 64 A in produzione di H₂ (potenza massima circa 6 kW).

Il BoP comprende diversi scambiatori di calore e alcuni riscaldatori elettrici al fine di poter eseguire uno startup controllato del sistema (fino a 700°C) e un adeguato recupero termico.

Il flusso catodico (aria) in uscita dal sistema viene convogliato in un apposito scambiatore di calore per scaldare un circuito secondario al fine di valutare le prestazioni in cogenerazione. Nei laboratori FBK, il sistema è in fase di validazione simulando carichi o alimentazioni elettriche variabili, al fine di verificarne il comportamento dinamico oltre che simularne il comportamento in una rete elettrica DC. In **Figura 2** si riporta una foto del prototipo.



Figura 2. Prototipo del sistema P2P basato su cella a combustibile ad ossidi solidi.

In **Figura 3** e **Figura 4** si riportano i diagrammi di flusso per le due modalità operative: cella a combustibile (SOFC) e elettrolisi (SOE).

Figura 3. Modalità operativa SOFC.

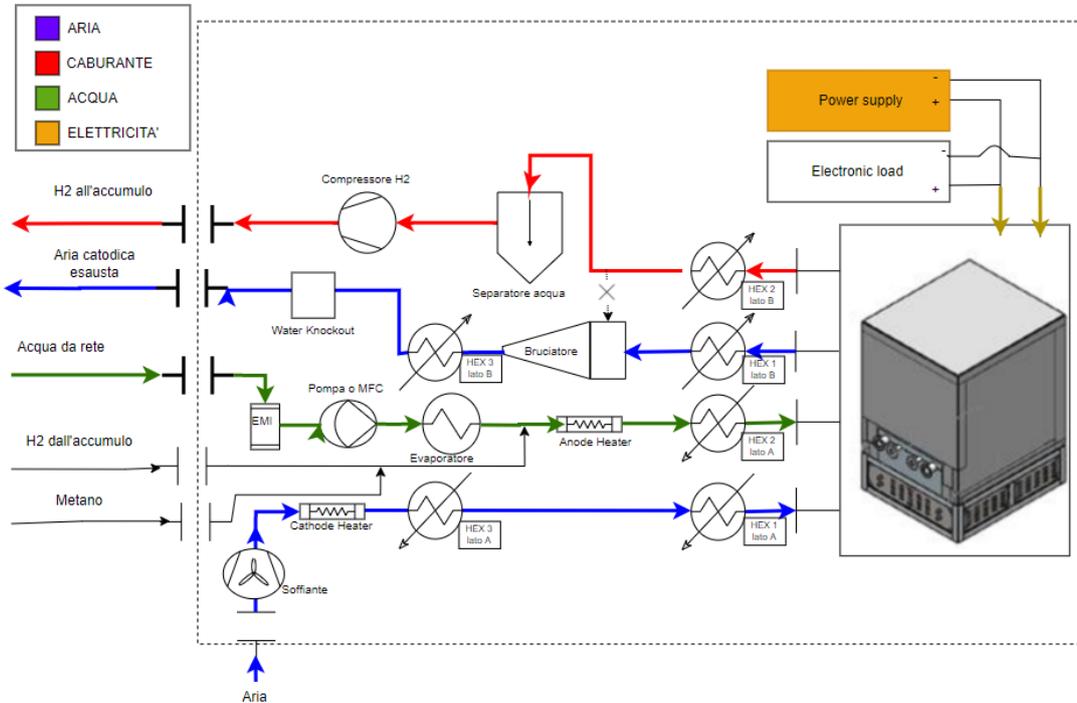
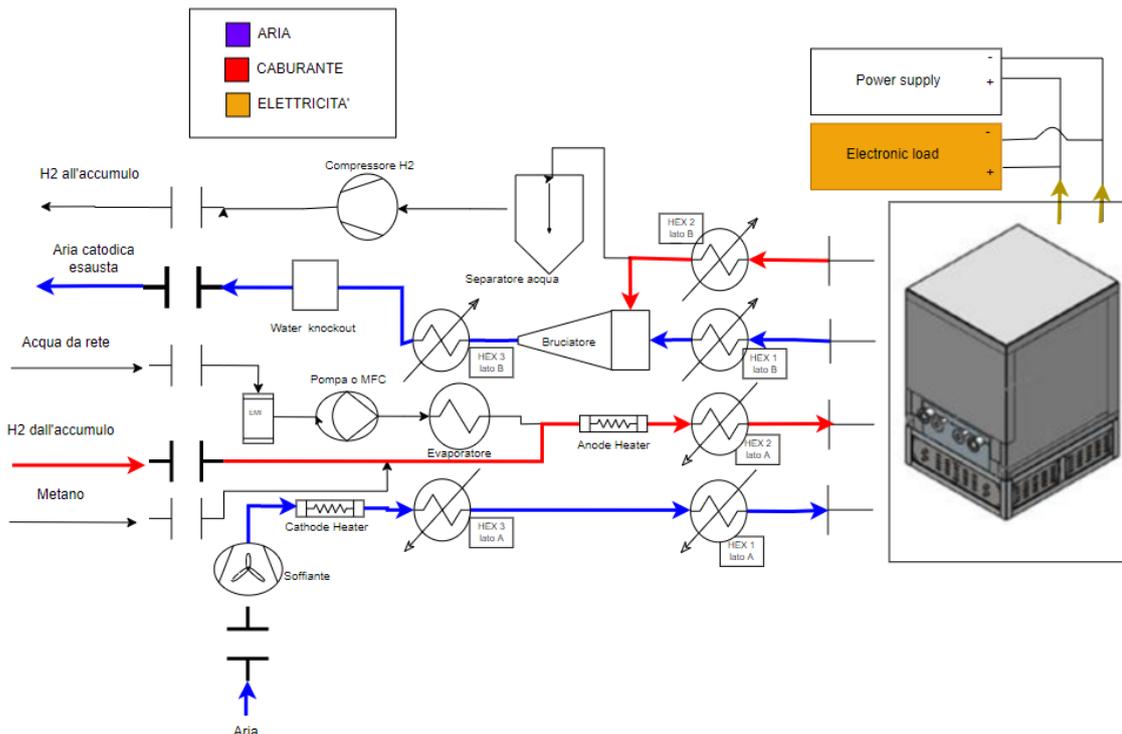


Figura 4: Modalità operativa SOE.



Approfondimento: Celle a combustibile di tipo PEM per la produzione di energia elettrica pulita da idrogeno

La necessità di ridurre le emissioni di CO nell'atmosfera, limitando l'utilizzo di combustibili fossili, si scontra con il continuo aumento della richiesta energetica globale. In tale contesto, la cosiddetta economia energetica basata sull'idrogeno si sta sempre più imponendo come una delle soluzioni più concrete e promettenti per il prossimo futuro. Ricordiamo che l'idrogeno è un vettore energetico, e per produrre **energia pulita** da questo "combustibile", esso viene "bruciato" elettrochimicamente nelle **celle a combustibile**. Tra i vari tipi di celle a combustibile, quelle basate sull'utilizzo di **membrane a scambio protonico** (PEM-FC), e che lavorano a temperature intorno ai 100 °C, sembrano poter rivestire un ruolo cruciale soprattutto nel settore dell'automotive.

Come dispositivi elettrochimici in grado di convertire direttamente l'energia chimica del combustibile (tipicamente idrogeno) in energia elettrica, le PEM-FC offrono infatti notevoli vantaggi sia nel campo delle autovetture elettriche che in applicazioni per dispositivi portatili tra cui: **rapido avvio, elevata efficienza di conversione energetica** (superiore al 50%), **ridotto impatto ambientale** e possibilità di utilizzare un'ampia **varietà di combustibili** (oltre all'idrogeno, possono essere alimentate ad esempio con alcoli).

Le PEMFC oggi disponibili sul mercato soffrono ancora di pesanti limiti prestazionali, sia in termini di durata ed efficienza, nonché di costi elevati legati in particolare al catalizzatore a base di metallo nobile come il Platino e alla membrana elettrolitica.

Infatti, molte delle problematiche tuttora irrisolte sono da ricondurre a quello che è il cuore pulsante del dispositivo, ossia la **membrana elettrolitica** a scambio protonico (PEM). Nel campo dei polimeri elettrolitici, lo stato dell'arte è ancora rappresentato dalla classe dei polimeri perfluorurati (di cui il **Nafion** è lo ionomero più utilizzato) che, oltre ad essere estremamente costosi e ad avere un alto impatto ambientale per la loro produzione, garantiscono buone prestazioni elettrochimiche solo in condizioni di massima umidificazione. Conseguentemente, gli attuali dispositivi sono in grado di operare in un range di temperature compreso tra i 50-90 °C.

Sebbene questo possa sembrare un aspetto secondario, il *Department of Energy* (DOE) degli Stati Uniti d'America, ha tuttavia chiarito come un aumento della temperatura di esercizio, almeno fino a 120 -130 °C, sia indispensabile per riuscire a superare i limiti "strutturali" delle attuali PEM-FC. Temperature di lavoro più alte, infatti, permetterebbero una complessiva semplificazione del dispositivo e conseguente riduzione dei costi, in virtù di una più semplice ed efficiente gestione dell'acqua nel sistema, cinetiche di reazioni più rapide agli elettrodi ed aumentata tolleranza al CO da parte del catalizzatore. Come già sottolineato, però, la conducibilità delle membrane attualmente utilizzate è funzione della temperatura e del grado di idratazione delle stesse: alte temperature causano una rapida evaporazione dell'acqua dall'elettrolita e di conseguenza un drammatico peggioramento delle performance della cella. Ecco perché lo sviluppo di PEM in grado di garantire conducibilità ioniche elevate ad alte temperature è essenziale per il mantenimento di prestazioni (densità di potenza ed efficienza della cella) ottimali.

All'interno del Progetto ComESTo, obiettivo principale delle attività del gruppo di **Physical Chemistry Applied Materials Laboratory (PCAM Lab)** del Dipartimento di Chimica e Tecnologie Chimiche - CTC - è stato quello di progettare, sviluppare e caratterizzare nuovi ionomeri e nano-materiali per la preparazione di membrane

elettrolitiche applicabili in PEM-FC in grado di lavorare a temperature superiori ai 100 °C e/o in condizioni di ridotta umidità. Dopo la progettazione e sintesi di nanomateriali funzionali innovativi, questi sono stati dispersi all'interno della matrice del Nafion per valutarne potenzialità ed efficacia. Gli additivi più performanti sono stati successivamente testati anche in matrici polimeriche alternative, a basso costo e minor impatto ambientale. Tutte le proprietà più critiche inerenti all'efficacia di questi materiali nei dispositivi elettrochimici, quali ad esempio proprietà di trasporto, conducibilità ioniche, resistenza meccanica e termica, sono state valutate attraverso una combinazione di tecniche sperimentali (NMR, DMA, spettroscopia di impedenza e DSC).

Risultati estremamente promettenti sono stati raggiunti con un derivato sulfonato del **polisulfone (sPSU)**, un polimero economico (di fatto un polimero commerciale, prodotto di scarto industriale), biocompatibile e facilmente funzionalizzabile. L'opportuna modifica chimica della sua struttura, combinata alla nanodispersione al suo interno degli appropriati filler, permette di raggiungere **prestazioni** (in termini di potenza erogata dalla PEMFC) **nettamente superiori rispetto al Nafion in condizioni di esercizio estremamente drastiche, cioè 120 °C e 25% RH** (Figura 1a).

Il raggiungimento di questo importante traguardo è stato possibile solo previa caratterizzazione della microstruttura della membrana di polisulfone sulfonato. Lo studio ha previsto un approccio combinato di tecniche computazionali e sperimentali, ed è stato condotto in collaborazione con il laboratorio di **Progettazione Molecolare e Chimica dei Sistemi Complessi - PROMOCS**, del Dipartimento di Chimica e Tecnologie Chimiche - CTC.

Durante la simulazione MD sono state osservate interazioni backbone-backbone tra gli anelli aromatici del polimero e distanze più ravvicinate tra i gruppi SO₃ intra e intermolecolari. In tutte le strutture estratte dalle simulazioni, i gruppi SO₃ (colorati in giallo e rosso in **Figura 1**) si trovano all'interfaccia tra le molecole d'acqua (in grigio) e la regione idrofoba (colorata in blu, ciano e verde) caratterizzata dagli anelli aromatici del polimero. Ciò porta ad una struttura simil-lamellare, in cui il diametro dei canali ionici varia tra i 14 e i 18 Å. L'indagine della mobilità dell'acqua, condotta mediante spettroscopia 1H Pulsed Field Gradient (PFG) NMR, e la successiva elaborazione dei coefficienti di auto-diffusione risultanti mediante un modello matematico (modello a due siti), hanno infine consentito di chiarire la distribuzione delle molecole d'acqua all'interno dei canali ionici del sPSU.

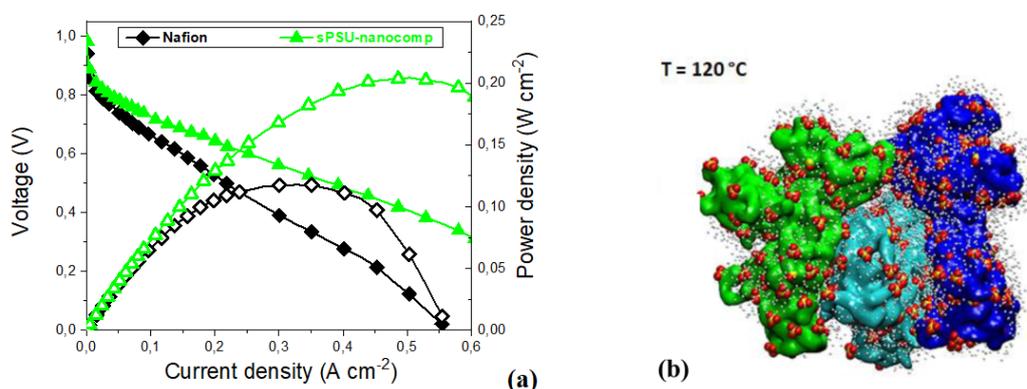


Figura 1. (a) Curve di polarizzazione e densità di Potenza di celle a combustibile assemblate con il Nafion ed il sPSU nanocomposito operanti a 120 °C e 25% RH. (b) Schematizzazione della microstruttura del sPSU derivante dai dati di simulazione MD. Per chiarezza, le catene polimeriche (decameri) sono rappresentate in verde blu e ciano, i gruppi -SO₃ in giallo/rosso (S e O, rispettivamente) e le molecole d'acqua, in contatto diretto con i gruppi -SO₃, in grigio.

LCA Results for SOFC-based CHP in a single-family house nanogrid

DI Giuseppe Di Florio (UniSiena), Edoardo Gino Macchi (FBK), Luigi Mongibello (ENEA), Maria Camilla Baratto (UniSiena), Riccardo Basosi (UniSiena), Elena Busi (UniSiena), Martina Caliano (ENEA), Viviana Cigolotti (ENEA), Matteo Testi (FBK), Martina Trini (FBK)

Le celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC) possono svolgere un ruolo di primaria importanza nell'ambito della generazione distribuita e della micro-cogenerazione. Gli elevati rendimenti di conversione energetica, la loro flessibilità nell'uso dei combustibili (idrogeno, gas naturale, syngas, biogas, ammoniaca) e i ridotti impatti ambientali le rendono particolarmente interessanti per la decarbonizzazione del riscaldamento nel settore residenziale. Inoltre, le celle ad ossidi solidi possono essere impiegate anche in modalità elettrolisi per la produzione di idrogeno da vapore d'acqua ed elettricità. Ciò permette la realizzazione di un sistema di accumulo energetico basato essenzialmente su un unico stack di celle a combustibile ad ossidi solidi e su un sistema di accumulo di idrogeno in forma gassosa in pressione.

Nell'ambito del progetto ComESTo i partner Università di Siena, ENEA e Fondazione Bruno Kessler hanno analizzato, in uno **studio LCA**, l'impatto ambientale di una **cella a combustibile reversibile ad ossidi solidi (r-SOFC)**, quando questa è utilizzata in una **DC-nanoGrid di una abitazione monofamiliare** (Applied Energy, Volume 285, 2021, 116378); ovvero in una nanorete domestica, che si avvale di un sistema di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili e di sistemi di accumulo di energia.

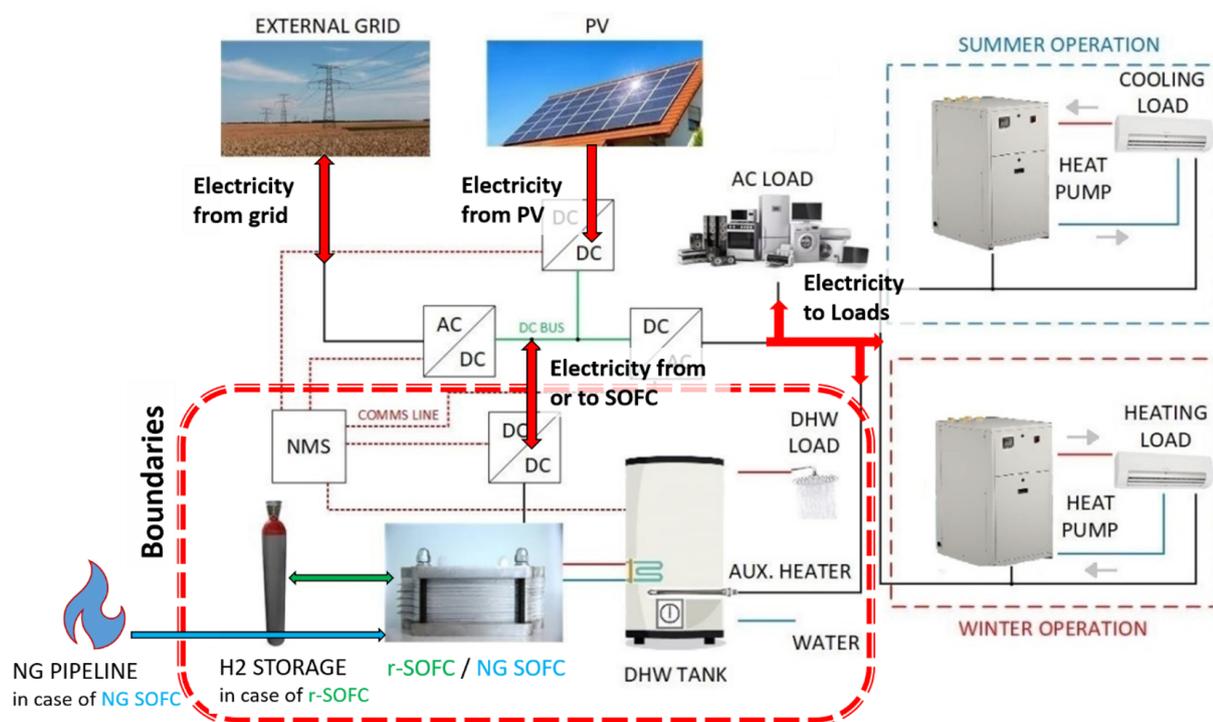


Figura 1. Caso specifico Layout nanogrid per uso domestico

In tale contesto, la cella può convertire il surplus di produzione elettrica in idrogeno (modalità elettrolizzatore), che viene immagazzinato in serbatoi in pressione e che può essere utilizzato in un secondo momento come “combustibile” per produrre elettricità (modalità cella a combustibile). I ricercatori di FBK hanno ingegnerizzato il sistema di accumulo energetico, basato su una cella a combustibile reversibile ad ossidi solidi, selezionando i componenti e il layout del sistema in modo da garantire che quest’ultimo sia in grado di funzionare in entrambe le modalità senza input termico aggiuntivo, ovvero massimizzando il recupero di energia termica all’interno del sistema stesso.

I ricercatori dell’Università di Siena hanno valutato l’impatto sull’ambiente di tutto il sistema, incluso l’accumulo di energia termica sotto forma di acqua calda (progettato da ENEA), comprendente la produzione dei componenti della DC-nanoGrid, la necessaria manutenzione e la fase d’uso del sistema, quest’ultima ottenuta via simulazioni ed ottimizzazioni del sistema, a partire da una domanda energetica (sia elettrica che termica) rappresentativa di un nucleo monofamiliare. Lo scenario preso in considerazione è quello di una **DC-nanoGrid domestica**, in cui la richiesta energetica viene gestita da un impianto fotovoltaico, accumulo termico e alternativamente o da una **cella a combustibile reversibile, dotata di accumulo di idrogeno (Caso 1)**, oppure da una **cella a combustibile alimentata a gas naturale (Caso 2)**. Lo studio si è concentrato nella valutazione del deferimento nell’uso di energia solare via **accumulo stagionale di idrogeno**, ottenibile con una cella a combustibile reversibile.

L’analisi ha messo in evidenza i vantaggi e le criticità di entrambe le soluzioni tecnologiche. Inoltre, lo studio ha indicato come i cambiamenti a livello di rete elettrica, connessi con la decarbonizzazione della produzione di energia elettrica, comportino un netto miglioramento delle performance ambientali delle celle a combustibile nella nanogrid (specialmente per il caso della cella reversibile).

In sintesi:

-Nello scenario base, ovvero con il mix energetico italiano attuale, la DC-nanoGrid dotata di SOFC reversibile (Caso 1) emette più gas clima alteranti della DC-nanoGrid dotata di SOFC alimentata con gas naturale (Caso 2). Ciò non è particolarmente evidente nelle stagioni calde e con maggiori ore di luce, dove la differenza tra i due sistemi si attesta tra il 6% ed il 7%, mentre diventa manifesto nelle stagioni invernali, con il Caso 1 a cui corrisponde un incremento di emissioni pari al 34%.

Al contrario:

- in uno scenario contraddistinto da una produzione elettrica nazionale completamente basata su energie rinnovabili (fotovoltaico nello studio) il **Caso 1** diventa decisamente vantaggioso, quindi la strategia di differire le rinnovabili con accumulo stagionale diventa una scelta ambientalmente vincente. Infatti, per le stagioni calde il **Caso 1** emette il 41% in meno del **Caso 2**, invece nelle stagioni fredde il 30% in meno. Queste condizioni si possono realizzare anche all’interno di una comunità energetica, basata su energie rinnovabili e del tutto autosufficiente, rispetto alla domanda energetica dei soggetti appartenenti alla comunità energetica.

Una rete domestica che implementi un accumulo energetico stagionale (ad idrogeno), necessita di un quantitativo energetico maggiore, dovuto alla produzione di idrogeno.

Ciò ne aumenta la domanda energetica complessiva, comportando la necessità di approvvigionamento da fonti esterne durante i picchi della domanda. In conseguenza di ciò, da un punto di vista ambientale, il sistema del Caso 1 beneficia particolarmente da condizioni in cui la produzione di queste fonti esterne sia da energie rinnovabili (tanto nella rete elettrica nazionale, quanto all'interno di una comunità energetica).

In termini di emissioni di CO₂eq l'abbattimento è particolarmente evidente, passando: 1) nelle stagioni calde (primavera+estate) da 3.98 TonCO₂eq per lo scenario base a 1.64 TonCO₂eq per lo scenario Full PV - ovvero completamente da rinnovabili, con una riduzione del 59% circa.

2) nelle stagioni fredde (autunno+inverno) da 5.44 TonCO₂eq per lo scenario base a 1.73 TonCO₂eq per lo scenario Full PV, con una riduzione del 68%.

L'analisi LCA (Life Cycle Assessment) del sistema è sintetizzata in **Figura 2** attraverso l'utilizzo di grafici a barre che rappresentano i contributi alle emissioni totali delle diverse fasi del ciclo di vita (produzione e manutenzione di cella a combustibile ed accumulo termico, reforming o produzione idrogeno, domanda energetica carichi in AC) delle due soluzioni tecnologiche per la DC-nanogrid.

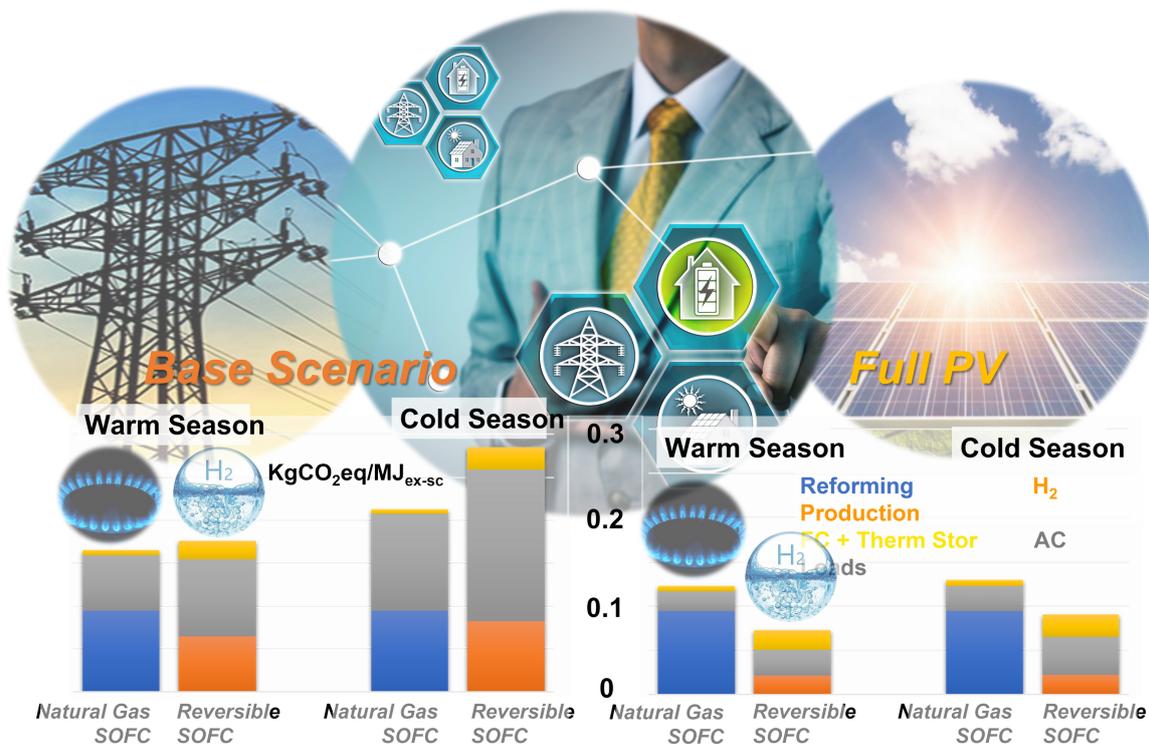


Figura 2. Sintesi grafica della Life Cycle Assessment del sistema

I risultati mostrano come la versatilità della cella reversibile, che può svolgere con un solo elemento le funzioni di generazione di elettricità e di produzione di idrogeno, e soprattutto il suo ruolo di back-up energetico delle fonti rinnovabili, si trasforma in un netto miglioramento delle prestazioni ambientali, con una sensibile riduzione delle emissioni di CO₂eq correlate al processo, quando la produzione di energia elettrica è esente da fonti fossili. In linea di principio, questa condizione è ottenibile anche se la DC-nanoGrid è inserita in una comunità energetica, comprendente un sistema distribuito di produzione ed accumulo dell'energia completamente indipendente ed autosufficiente.

Sistema ibrido di accumulo idrico ed elettrico nel progetto ComESTo

DI Patrizia Piro e Stefania Anna Palermo - Dipartimento di Ingegneria Civile (DINCI) - Università della Calabria

Negli ultimi anni si sta assistendo a una transizione verso un sistema energetico a “emissioni zero”, favorendo lo sviluppo e la diffusione di fonti energetiche “green”.

Una delle priorità della Commissione Europea, infatti, è la promozione del **“Green Deal europeo”** - con sua più recente applicazione (il **FIT for 55 Package**) - una strategia che promuove una serie di misure per rendere la produzione di energia più sostenibile e meno dannosa per l'ambiente. Si è proiettati, dunque, verso la costruzione di sistemi energetici interconnessi per sostenere le fonti energetiche rinnovabili.

In tale scenario, particolare attenzione va riservata a tutti quei settori che presentano un elevato consumo di energia, come ad esempio il servizio idrico, i cui costi energetici, legati all'approvvigionamento, al trasporto e all'utilizzo della risorsa, costituiscono una voce significativa dei complessivi costi di gestione della rete idrica. Si rafforza, dunque, ulteriormente il concetto di interconnessione tra acqua ed energia e, nell'ottica di uno sviluppo sostenibile, la gestione di tali risorse non può prescindere dal considerare tale nesso a differenti scale spazio-temporali e fra i vari settori che usufruiscono di tali risorse.

Partendo da tali considerazioni, al fine di limitare l'utilizzo di energia elettrica proveniente da fonti convenzionali per il servizio idrico, nel progetto ComESTo, l'attività **A.R. 3.4** ha focalizzato la propria ricerca sull'analisi dell'architettura ottimale di un sistema ibrido di accumulo idrico ed elettrico per ottimizzare l'uso di energia da fonti rinnovabili all'interno del sistema di adduzione e distribuzione dell'acqua potabile. Concordemente, infatti, a quanto riportato nella proposta progettuale si è fatto riferimento a tecnologie che provvedono ad accumulare l'energia prodotta da impianti a fonte rinnovabile (come quelli fotovoltaici), localizzati nei pressi della riserva idrica, con la finalità di utilizzare tale energia a servizio degli impianti di sollevamento che alimentano i serbatoi destinati al servizio idropotabile. In tale contesto, pertanto, si è posta particolare attenzione alla possibilità di utilizzo di sistemi di accumulo dell'energia, che consentono di **armonizzare la generazione da fonti rinnovabili con l'irregolarità dei consumi**.

Nell'ottica di voler favorire la produzione di energia “green”, la ricerca in oggetto ha, inoltre, analizzato i benefici prodotti dall'implementazione di sistemi idroelettrici, che possono contribuire alla produzione di energia elettrica a servizio della community energetica. Nell'attività di ricerca si è, pertanto, focalizzata l'attenzione anche sulla possibilità di **produrre energia mediante l'implementazione di sistemi pico-idroelettrici localizzati alla base degli edifici**, che, se applicati in strutture condominiali a elevato numero di utenza, rappresentano una potenziale fonte di energia. Tale energia, anch'essa immagazzinata in piccoli storage energetici condominiali, in aggiunta a quella prodotta da eventuali impianti fotovoltaici, potrebbe alimentare gli impianti comuni dell'agglomerato urbano nonché gli stessi impianti autoclave degli edifici.

In linea generale, le riserve idriche ed elettriche sono state ipotizzate con la finalità di rendere quanto più autonomo possibile il funzionamento del sistema integrato energia-acqua.

Accumulo termico

DI Martina Caliano - Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili - ENEA

I sistemi di accumulo termico, TES dall'inglese Thermal Energy Storage, possiedono un grande potenziale di risparmio energetico, in quanto, consentendo di sopperire al mancato sincronismo tra domanda e generazione termica, favoriscono l'incremento dell'efficienza dei sistemi in cui sono integrati e una possibile riduzione dei costi e delle emissioni inquinanti. Nel settore edilizio, il principale scopo dell'utilizzo dei TES, sia del caldo che del freddo, è quello di determinare uno "spostamento" e un "abbassamento" del carico termico dell'utente, favorendo i così detti *load shifting* e *load leveling* della domanda termica. Il **beneficio** che ne deriva ha una duplice valenza: se la riduzione dei picchi di potenza richiesta, da un lato consente di **ridurre il costo di esercizio complessivo degli impianti**, dall'altro determina **capacità di generazione ridotte e meno variabili nel tempo**.

I sistemi di accumulo dell'energia termica si dividono in **sistemi a calore sensibile**, a **calore latente** e sistemi di **accumulo di tipo chimico**. Le prime due tipologie sono le più diffuse per applicazioni in ambito residenziale, in virtù dei più bassi costi e della maggior semplicità realizzativa.

I **sistemi TES a calore sensibile** sfruttano la variazione di temperatura del mezzo di accumulo, prettamente acqua, per accumulare o rilasciare calore; per cui più alta è la temperatura dell'acqua, più è alta la quantità di energia termica accumulata. Tuttavia, essendo le perdite termiche anch'esse direttamente proporzionali alla temperatura del materiale di accumulo, questa tipologia di accumulo può essere in alcuni casi fortemente penalizzata. È il caso dei sistemi di accumulo di grande dimensione, come gli accumuli stagionali, per i quali è di fondamentale importanza determinare il giusto compromesso tra temperatura del materiale di accumulo a fine caricamento e volume totale del sistema di accumulo. Resta tuttavia la tipologia di accumulo più semplice da realizzare e a minor costo.

L'**accumulo termico a calore latente** permette, invece, di accumulare energia termica sotto forma di calore latente sfruttando la transizione di fase (solitamente solido/liquido) di alcuni materiali detti a cambiamento di fase (PCM dall'acronimo inglese *Phase Change Materials*), i quali consentono di accumulare grandi quantità di energia termica con ridotti volumi di accumulo e in maniera quasi isoterma.

Tuttavia, ad oggi, tale tipologia di accumulo termico presenta delle forti criticità, tra cui l'elevato costo del materiale di accumulo e il decadimento delle performance a lungo termine, che ne limitano l'applicabilità perlopiù a sistemi in scala di laboratorio.

Il potenziale dei sistemi di **accumulo chimico** è ancora maggiore rispetto a quello a calore latente. Tali sistemi presentano una densità di energia termica accumulata molto elevata e perdite termiche molto basse rispetto alle altre due tipologie di sistemi di accumulo termico, e rappresentano, nel lungo periodo, senza alcun dubbio, la metodologia di accumulo termico più promettente. L'**accumulo chimico** comprende sistemi in grado di accumulare energia termica attraverso reazioni chimiche endotermiche reversibili, e sistemi in cui l'accumulo di energia termica viene realizzato mediante processi di assorbimento o adsorbimento termochimico.

Sebbene consentano un disaccoppiamento tra domanda e generazione termica, i TES possono **contribuire** in modo efficace anche **alla flessibilità del carico elettrico**, mediante l'accoppiamento con sistemi di tipo **power-to-heat**, come le moderne pompe di calore (HP), rientrando nell'ambito dei sistemi di regolazione del sistema elettrico. Mediante l'utilizzo delle pompe di calore abbinata ai sistemi TES, infatti, è possibile effettuare un accumulo termico di energia elettrica, accumulando il calore generato dalle HP in opportuni serbatoi di accumulo termico, tipicamente ad acqua. La capacità dei TES di assorbire eventuali surplus elettrici istantanei, tipici delle ore di punta, in forma termica, da poter fornire all'utente in maniera differita, fa sì che questi siano uno strumento efficace per i programmi di gestione della domanda elettrica (DSM - Demand Side Management). Un utilizzo molto promettente di tali sistemi, costituiti da TES abbinati a pompe di calore, permette, inoltre, di accumulare sotto forma termica, l'energia elettrica generata da Fonti Energetiche Rinnovabili (RES), contribuendo al controllo dell'intermittenza tipica delle RES e favorendo, quindi, la sostenibilità del sistema di approvvigionamento energetico. Alla luce di ciò, l'impiego di questo tipo di accumulo elettrico non convenzionale può risultare molto promettente in ambito smartgrid, favorendo l'elettrificazione dei consumi termici e in generale la flessibilità del sistema elettrico.

NEWS AND UPDATES

DELIVERABLE

OR1

D1.1 Azioni Strategiche per il coinvolgimento dei cittadini e delle PMI

D1.2 Analisi di mercato delle tecnologie in studio

D1.3 Classificazione dei sistemi di accumulo in base alle applicazioni ed al contesto

D1.4 Criticità dello sviluppo di nuove tecnologie per l'accumulo distribuito. SWOT analysis

D1.7 Analisi dei benefici sui sistemi di produzione, trasmissione e distribuzione dei programmi DR integrati nei sistemi ibridi

OR5

D5.1 Modelli per la pianificazione e gestione dei sistemi di accumulo sul medio lungo periodo

D5.3a Modelli previsionali di producibilità: ambiti applicativi

D5.3b Modelli previsionali di carico in ottica DR

OR9

D9.1 Piano di Comunicazione

PUBBLICAZIONI E PARTECIPAZIONI A CONVEGNI

PUBBLICAZIONI

De Paola M.G., Mazza I., Paletta R., Lopresto C. G., Calabrò V, **Small scale biodiesel production plants - An overview**, *Energies* 2021, 14 (7), 1901; <https://doi.org/10.3390/en14071901>. OR3_A3.3

Caramanico N., Di Florio G., Baratto M. C., Cigolotti V., Basosi R., Busi E. **Economic Analysis of Hydrogen Household Energy Systems Including Incentives on Energy Communities and Externalities: A Case Study in Italy**, *Energies*, 15 Settembre 2021, <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/18/5847>, OR1_A1.8

Barone G., Brusco G., Menniti D., Pinnarelli A., Sorrentino N., Vizza P., Burgio A. and Bayod A.A. **A renewable energy community of DC nanogrids for providing balancing services**, *Energies* - MDPI, <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/21/7261>, OR4_A4.1

Cilio D., Barone G., Vizza P., Polizzi G., Mendicino S., Mercuri M., Mendicino L., Vizza M., Brusco G., **The Energy of crisis. Towards Renewable Energy Community**, PUBLISHED IN 2021 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2021 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), AND <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/9584464/proceeding2021>, <https://doi.org/10.1109/EEEIC/ICPSEurope51590.2021.9584564>, OR1_A1.1/OR9_A9.3

PARTECIPAZIONE A CONVEGNO

Ciavarella R., Graditi G., Valenti M., Pinnarelli A., Barone G., Vizza M. **An advanced DBS strategy for a DC nanogrid integrating several energy storage technologies** 2020 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, SPEEDAM 2020 - Code 162251, Sorrento24 - 26 June 2020, OR4_A4.5

Cilio D., Brusco G., Barone G., Mendicino S., Polizzi G., **Building an Energy Citizen Empowering Technologies, Energy Consumption Habits and Change**, 15th Conference of the European Sociological Association 31 August - 3 September 2021, Barcelona (Spain), RN12 - Environment & Society, Workshop Energy Transitions 4 OR1_A1.1/OR9_A9.3

Cilio D., Barone G., Vizza P., Polizzi G., Mendicino S., Mercuri M., Mendicino L., Vizza M., Brusco G., **The Energy of crisis. Towards Renewable Energy Community**, IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2021 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe) Bari 7-10 SETTEMBRE 2021, OR1_A1.1/OR9_A9.3

Cilio D., **Una sfida dal basso? Comunità Energetiche Rinnovabili e processi di transizione energetica possibile**, XIII Convegno di Sociologia dell'Ambiente "La Sfida di Gaia alla società dell'estrazione", FERRARA (ITALY) - 23-24 SETTEMBRE 2021, OR1_A1.1/OR9_A9.3

PRESENTAZIONE

In un contesto in cui è crescente l'interesse e le aspettative sulla definizione, lo sviluppo e la diffusione delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), così come interpretate dal diritto unionale ed in parte recepite nel contesto normativo nazionale, diventa cruciale lo sviluppo e la diffusione di tecnologie che favoriscano l'auspicato coinvolgimento delle persone - nella doppia veste di cittadini e di consumatori energetici - nel mercato e nel processo. Coinvolgimento che va letto sia in chiave di accettabilità sociale della tecnologia - nella duplice accezione di approccio "non oppositivo" alla definizione di un processo e/o di un progetto e di disponibilità di promozione ed utilizzo dell'innovazione (sia di prodotto che di processo) - sia in chiave di responsabilizzazione collettiva rispetto ad un tema, come quello energetico, per troppo tempo interpretato come di esclusiva pertinenza d'altri.

Un processo di innovazione sociotecnica, le CER, che non possono non tenere conto delle criticità sottese alla diffusione capillare dei sistemi di generazione elettrica da fonte rinnovabile - dunque, non programmabilità e non predicibilità -, del mantenimento dei richiesti standard di equilibrio, efficienza e resilienza della rete di distribuzione, del contenimento dei consumi energetici e di un più efficiente utilizzo dell'energia prodotta a livello locale.

Diventa, perciò, cruciale definire un percorso tecnologico in cui è consentito ad imprese, comunità locali e cittadini di condividere l'energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile e di partecipare attivamente sia alla definizione del processo sia di accedere ai benefici economici e sociali potenzialmente esplicabili.

I seminari - in tutto **sei** -, nati dalla collaborazione fra AEIT Calabria e la Partnership del progetto PON Community Energy Storage. Gestione aggregata di sistemi di accumulo di Energia (acronimo ComESTo), propongono un modello di comunità energetica basato sull'accumulo distribuito in cui tutte le tecnologie coinvolte (sistemi di generazione, sistemi di accumulo e carichi) vengono integrati in una microrete domestica (la DC-nanoGrid) e gestiti attraverso una piattaforma di gestione in cloud (Piattaforma ComESTo), permettendo, così, l'ottimale gestione dell'accumulo distribuito, fondamentale per lo sviluppo delle CER, e la possibilità per i membri partecipanti di raggiungere livelli di autoconsumo "istantaneo" molto elevati e con evidenti benefici sia a livello individuale che collettivo.

Gli interventi previsti proporranno un approfondimento sulle tecnologie, sui modelli e sulle architetture energetiche coinvolte nel processo di definizione dell'accumulo distribuito e delle comunità energetiche rinnovabili, a partire dalla proposta del progetto ComESTo.



- **SETTEMBRE 2021**
ComESTo: Accumulo distribuito e Comunità energetiche rinnovabili, tecnologie abilitanti e piattaforma di gestione
- **OTTOBRE 2021**
Smart Metering, hardware e controllo
- **NOVEMBRE 2021**
Sistemi di accumulo "convenzionale"
- **DICEMBRE 2021**
Sistemi di accumulo "NON convenzionale" e Vettori Verdi
- **GENNAIO 2022**
Comunità Energetiche come nuovo strumento di partecipazione
- **FEBBRAIO 2022**
Ottimizzazione e Gestione

MODALITA' DI PARTECIPAZIONE
 Per i Soci AEIT in regola con l'iscrizione (impegno quota 2021), la quota di partecipazione al Seminario è gratuita.
 Per i Soci IEEE-IES la partecipazione è gratuita.
 Per i non Soci AEIT, interessati al credito, la quota* è di € 30,000 + IVA 22%.
 Il pagamento dovrà essere effettuato tramite:
 - Bonifico Bancario - Intesa San Paolo (IBAN IT12030309088310000002230) (si prega di specificare la causale)
 - Carta di Credito
 Le iscrizioni devono essere effettuate esclusivamente on line sul sito www.aeit.it

Le iniziative sono realizzate con il cofinanziamento dell'Unione Europea con fondi PON Ricerca e Innovazione 2014-2020.
 • Il partenariato ComESTo non percepirà alcun contributo.



PROGRAMMA

- **SETTEMBRE 2021**
ComESTo: Accumulo distribuito e Comunità energetiche rinnovabili, tecnologie abilitanti e piattaforma di gestione
- **NOVEMBRE 2021**
Smart Metering, hardware e controllo
Sistemi di accumulo "convenzionale"
- **GENNAIO 2022**
Sistemi di accumulo "NON convenzionale" e Vettori Verdi
Comunità Energetiche come nuovo strumento di partecipazione
- **FEBBRAIO 2022**
Ottimizzazione e Gestione

PRIMO WEBINAR

ComESTo

Accumulo Distribuito e Comunità Energetiche Rinnovabili; Tecnologie Abilitanti; Piattaforma di Gestione

Il 22 Settembre 2021, su piattaforma Zoom, dopo i saluti del prof. **Leonardo Pagnotta** - Direttore del Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Energetica e Gestionale (DIMEG) dell'Università della Calabria -, del prof. **GB Zorzoli** - Presidente dell'Associazione Italiana Economisti dell'Energia (AIEE) -, dell'ing. **Luca Mendicino** - in rappresentanza dell'AEIT Calabria - e dell'ing. **Simone Tegas** - E-Distribuzione e Project Manager del progetto ComESTo -, il professor **Daniele Menniti** - Responsabile Scientifico di ComESTo -, la professoressa **Anna Pinnarelli** - leader OR4 - e il professor **Nicola Sorrentino** - leader OR5 e Presidente della sezione calabrese dell'AEIT - (DIMEG - UNICAL) hanno aperto il ciclo di webinar organizzati da AEIT Calabria con la collaborazione di Progetto ComESTo, con l'obiettivo di introdurre gli avanzamenti del progetto. Si è parlato, al cospetto di un nutrito numero di partecipanti, di Comunità Energetiche Rinnovabili, di Accumulo Distribuito, di Tecnologie Abilitanti e di Piattaforma di gestione, ma anche dell'attualità del tema delle Comunità Energetiche Rinnovabili lette come importante opportunità per aprire alla partecipazione attiva dei cittadini al mercato dell'energia, non solo in chiave di produzione e autoproduzione, ma anche di partecipazione ai benefici, diretti e indiretti, economici e sociali del nascente processo.

SEMINARIO ON LINE

COMESTO
ACCUMULO DISTRIBUITO E COMUNITÀ
ENERGETICHE RINNOVABILI: TECNOLOGIE
ABILITANTI E PIATTAFORMA DI GESTIONE



22 SETTEMBRE 2021



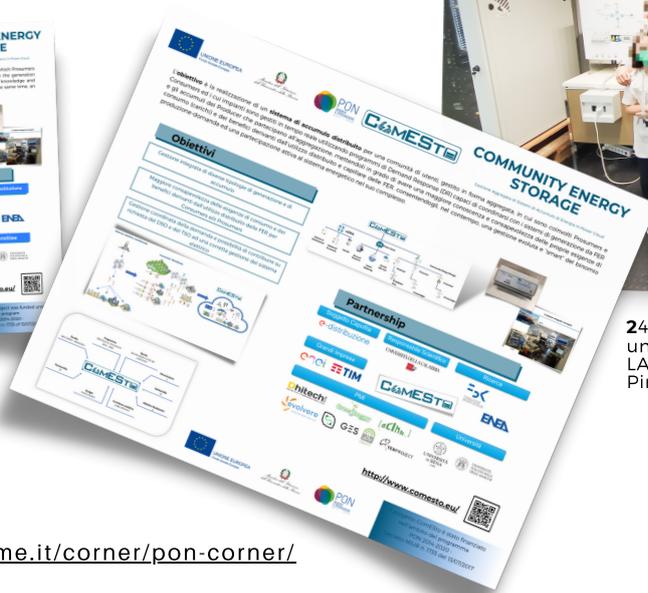
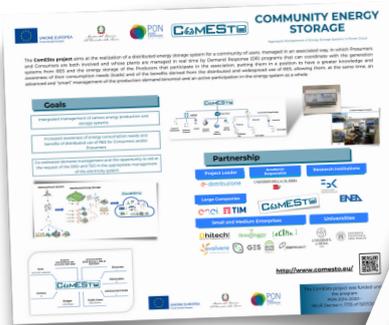
Immagine partecipanti (sinistra in alto), Link registrazione (sinistra, in basso), locandina (destra).

NOTTE DELLA RICERCA 2021

24 SETTEMBRE 2021



24/09/2021 Presentazione Progetto ComESTo durante una delle manifestazioni organizzate dal Laboratorio LASEER del DIMEG. Al centro la professoressa Anna Pinnarelli, leader OR4 ComESTo



<https://www.superscienceme.it/corner/pon-corner/>



24/09/2021 Attività di Disseminazione della Fondazione Bruno Kessler

PUBBLICAZIONE SU RIVISTA PLATINUM



LA TRANSIZIONE ECOLOGICA PARTE DAI CITTADINI

E passa anche dal progetto ComESto

Nel numero di Luglio della rivista "Platinum - Aziende e Protagonisti" de Il Sole 24 Ore vi raccontiamo tutti i dettagli



Puoi scaricare la tua copia gratuita

della rivista



inquadrando i QR Code con il tuo smartphone

dell'articolo



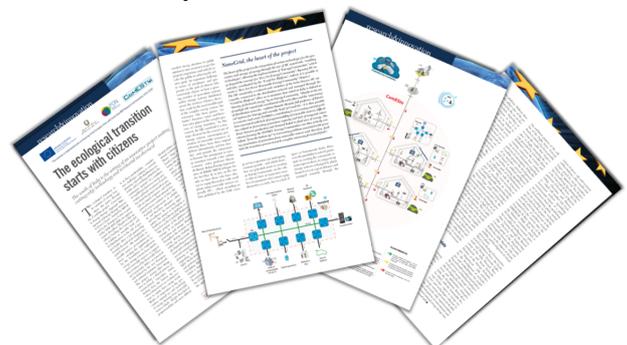
L'iniziativa è realizzata con il cofinanziamento dell'Unione Europea con fondi PON Ricerca e Innovazione 2014 - 2020



THE ECOLOGICAL TRANSITION STARTS WITH CITIZENS

And it also passes through the ComESto project

In the July issue of the magazine "Platinum - Business Leaders" of Il Sole 24 Ore you can find all the details



Download your free copy

of the magazine



of the article



by framing the QR codes with your smartphone

The initiative is implemented with the co-financing of the European Union with funds PON Research and Innovation 2014 - 2020

IN QUESTO NUMERO

Simone Tegas - Project Manager - **E-Distribuzione**

Daniele Menniti - Professore Ordinario di Sistemi Elettrici per l'Energia -Responsabile Scientifico - Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - **Università della Calabria**

Giuseppe De Lorenzo - Dottore di Ricerca in Ingegneria Meccanica, Borsista di Ricerca (DIMEG), Fuel Cell & Hydrogen Research Team - Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - **Università della Calabria**

Orlando Corigliano - Dottore di Ricerca in Ingegneria Meccanica, Borsista di Ricerca (DIMEG), Fuel Cell & Hydrogen Research Team - Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - **Università della Calabria**

Francesco Piraino - Dottore di Ricerca in Ingegneria Meccanica, Assegnista di Ricerca (DIMEG), Fuel Cell & Hydrogen Research Team - Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - **Università della Calabria**

Matteo Genovese - Dottore di Ricerca in Ingegneria Meccanica, Assegnista di Ricerca (DIMEG), Fuel Cell & Hydrogen Research Team - Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - **Università della Calabria**

Raffaele Giuseppe Agostino - Professore di 2° Fascia in Fisica Sperimentale, Dipartimento di Fisica - **Università della Calabria**

Petronilla Fragiaco- Professore di 2° Fascia in Sistemi per l'Energia e l'Ambiente, Resp. Fuel Cell & Hydrogen Research Team, Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - **Università della Calabria**

Matteo Testi - Ricercatore e referente area idrogeno - Centro Sustainable Energy, **Fondazione Bruno Kessler**

Edoardo Gino Macchi - Ricercatore e referente area batterie - Centro Sustainable Energy, **Fondazione Bruno Kessler** - Leader OR2

Isabella Nicotera - Ricercatrice - Physical Chemistry Applied Materials Laboratory (PCAM Lab)- Dipartimento di Chimica e Tecnologie Chimiche - Università della Calabria

Cataldo Simari - Ricercatore - Physical Chemistry Applied Materials Laboratory (PCAM Lab) - Dipartimento di Chimica e Tecnologie Chimiche - **Università della Calabria**

Emilia Sicilia - Professoressa di I fascia - Physical Chemistry Applied Materials Laboratory (PCAM Lab) - Dipartimento di Chimica e Tecnologie Chimiche - **Università della Calabria**

Giuseppe Di Florio - Assegnista di ricerca - **Università degli Studi di Siena**, Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia (Dipartimento di Eccellenza 2018-2022)

Edoardo Gino Macchi - Ricercatore e referente area batterie - Centro Sustainable Energy, **Fondazione Bruno Kessler** - Leader OR2

Luigi Mongibello - Ricercatore Laboratorio Smart Grid e Reti Energetiche - **ENEA**

Maria Camilla Baratto – Ricercatrice confermata - **Università degli Studi di Siena**, Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia (Dipartimento di Eccellenza 2018-2022)

Riccardo Basosi - Professore Ordinario Senior di Chimica Fisica, Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia (Dipartimento di Eccellenza 2018 -2022), Esperto Senior Energia del MIUR - Co-Leader OR1 - **Università degli Studi di Siena**

Elena Busi - Specialista di Ricerca, Laboratorio di LCA & LCC - **Università degli Studi di Siena**, Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia (Dipartimento di Eccellenza 2018-2022)

Martina Caliano - Ricercatrice - Laboratorio Smart Grid e Reti Energetiche - Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili- **ENEA**

Viviana Cigolotti - Ricercatrice - Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'Idrogeno - **ENEA** - Leader OR3

Matteo Testi - Ricercatore e referente area idrogeno - Centro Sustainable Energy, **Fondazione Bruno Kessler**

Martina Trini - Ricercatrice - Centro Sustainable Energy, **Fondazione Bruno Kessler**

Patrizia Piro - Professore Ordinario in Costruzioni Idrauliche e Impianti Speciali Idraulici - Responsabile Scientifico del Laboratorio di Idraulica e Idrologia Urbana (LIU) - DINCI - **Università della Calabria**

Stefania Anna Palermo - PhD in Ingegneria Civile e Industriale - Assegnista di Ricerca - Laboratorio di Idraulica e Idrologia Urbana (LIU) - Dipartimento di Ingegneria Civile (DINCI)- **Università della Calabria**

Martina Caliano - Ricercatrice - Laboratorio Smart Grid e Reti Energetiche - Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili - **ENEA**

Immagine Copertina: Laboratorio per i Sistemi Elettrici e le Energie Rinnovabili (LASEER) - Dipartimento Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - **Università della Calabria**

Editor Newsletter: **Debora Cilio** Ph.D - Sociologa dell'ambiente e del Territorio - Assegnista di Ricerca - Coordinatrice OR9 - Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - **Università della Calabria**

ORGANIGRAMMA PROGETTO ComESTo

**Responsabile
Scientifico (RS)**

Daniele Menniti

Università della Calabria

Project Manager (PM):

Simone Tegas

E-Distribuzione

Responsabile Rapporti Istruttori: Leonardo Padovano - E-Distribuzione

PROJECT EXECUTIVE BOARD (PEB): Simone Tegas - E-Distribuzione (PM); **Daniele Menniti** - Università della Calabria (RS); **Giorgio Graditi** - ENEA; **Anna Pinnarelli** - Università della Calabria; **Domenico Cimmino** - Evolvere; **Luigi Crema** - Fondazione Bruno Kessler; **Francesco Dura** - E-Distribuzione; **Leonardo Padovano** - E-Distribuzione.

GRUPPO OPERATIVO DI PROGETTO (GOP): Project Manager; Responsabile Scientifico; *R. Basosi, M.C. Baratto* (Università di Siena) e *W. Greco* (Università della Calabria) Leader **OR1**; *E.G. Macchi* (Fondazione Bruno Kessler) Leader **OR2**; *V. Cigolotti* (ENEA) e *R. Agostino* (Università della Calabria) Leader **OR3**; *A. Pinnarelli* (Università della Calabria) Leader **OR4**; *N. Sorrentino* (Università della Calabria) e *D. Cimmino* (Evolvere) Leader **OR5**; *F. Dura* (E-Distribuzione) Leader **OR6**; *A. Burgio* (Evolvere) e *M. Lepore* (TEN Project) Leader **OR7**; *F. Dura* (E-Distribuzione) Leader **OR8**; *W. Greco* (Università della Calabria) Leader **OR9**

LINK DI PROGETTO

Newsletter Progetto ComESTo Ottobre 2021

Sito WEB ComESTo: <http://www.comesto.eu/>

E-Mail: info@comesto.eu

Pagina Facebook: [Progetto Comesto](#)

Twitter: [Progetto Comesto](#)

Canale YouTube: [Progetto Comesto](#)

Linkedin: [Progetto Comesto](#)



UNIONE EUROPEA
Fondi Strutturali
e di Investimento Europei



Ministero dell'Istruzione,
dell'Università e della Ricerca



partnership

e-distribuzione

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



UNIVERSITÀ
DI SIENA



FONDAZIONE
BRUNO KESSLER



<http://www.comesto.eu/>



info@comesto.eu



[Progetto Comesto](#)



[Progetto Comesto](#)