

AMBIENTE  
IMPIANTO SMART  
UTENTE GRID  
CONSUMO SVILUPPO RETE  
**RICERCA** SEOLICO  
H<sub>2</sub>D **SISTEMA**  
SOSTENIBILITÀ  
BIOMASSA ACCUMULO  
**EFFICIENZA**  
RISPARMIO  
IMPATTO  
**ENERGIA**  
FOTOVOLTAICO  
GENERAZIONE  
TECNOLOGIA  
CO<sub>2</sub> kWh



**csea**

cassa per i servizi  
energetici e ambientali

AMBIENTE  
IMPIANTO SMART  
UTENTE GRID  
CONSUMO SVILUPPO RETE  
**RICERCA** SEOLICO  
H<sub>2</sub>D | **SISTEMA**  
SOSTENIBILITÀ  
BIOMASSA ACCUMULO  
**EFFICIENZA**  
RISPARMIO  
IMPATTO  
**ENERGIA**  
FOTOVOLTAICO  
GENERAZIONE  
TECNOLOGIA  
CO<sub>2</sub> kWh



**csea**

cassa per i servizi  
energetici e ambientali

# PREFAZIONE

**L**a presente pubblicazione, giunta alla sua terza edizione, racchiude le informazioni, gli obiettivi e i risultati del Piano Triennale della Ricerca di Sistema 2015-2017 (esteso poi a tutto il 2018) e del bando di tipo B 2014, i cui progetti sono in fase conclusiva alla data di pubblicazione del presente lavoro.

I contenuti sono stati elaborati dall'ufficio "Ricerca di Sistema" della Cassa per i servizi energetici e Ambientali (CSEA) con la collaborazione degli Affidatari degli Accordi di Programma e degli Assegnatari dei progetti del bando B, per assolvere ai compiti di diffusione dei risultati finali così come previsto dall'art. 10 del Decreto del Ministro delle attività Produttive 8 marzo 2006 e dall'art.8 del Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico 16 aprile 2018.

Lo scopo è quello di fornire ad una platea, di formazione scientifica e non, l'opportunità di conoscere da vicino cosa è e come si è sviluppata nel mondo dell'energia la Ricerca di Sistema, finanziata dalla componente tariffaria A5.

Si coglie, pertanto, l'occasione per ringraziare RSE S.p.A., ENEA, CNR e tutti gli Assegnatari per il fondamentale apporto fornito in questa sede e, prima ancora, per quanto svolto nell'arco di questi anni. Si ringraziano inoltre il Ministero dello Sviluppo Economico e l'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente per il supporto e la fiducia.

<b>1. Introduzione</b>	<b>4</b>
<b>2. Il Piano Triennale 2015-2017/18</b>	<b>8</b>
↳ RSE	12
↳ ENEA	32
↳ CNR	46
<b>3. I progetti del bando B 2014</b>	<b>52</b>

## 1. Cos'è Ricerca di sistema (RdS)

La Ricerca di Sistema (RdS) è l'attività di ricerca e sviluppo finalizzata all'innovazione tecnica e tecnologica di interesse generale per il settore elettrico che ha come obiettivo il miglioramento dell'economicità, della sicurezza e della compatibilità ambientale, al fine di assicurare al Paese le condizioni per uno sviluppo sostenibile.

## 2. Il sistema di finanziamento della RdS

Con l'avvio del processo di liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica, che origina in Italia dal "Decreto Bersani" (D.Lgs. n. 79/99 di attuazione della direttiva 96/92/CE), è stata stabilita l'inclusione dei "costi relativi alle attività di ricerca e sviluppo finalizzate all'innovazione tecnica e tecnologica di interesse generale per il settore elettrico" nell'ambito degli oneri generali afferenti al sistema elettrico.

Tale inclusione risponde alla necessità di assicurare sostegno alla ricerca in campo elettrico anche a seguito del passaggio dell'ex monopolista nazionale Enel, cui in precedenza erano affidati compiti di ricerca per il sistema, tra i player operanti in concorrenza tra loro sul mercato nazionale. Le attività della RdS, così come individuate dal DM 26 gennaio 2000 sono, da un lato di tipo fondamentale e a totale beneficio degli utenti del sistema elettrico nazionale (art. 10, comma 2, lett. a), "tipo a"), dall'altro lato di ricerca industriale e sviluppo sperimentale e a beneficio anche di soggetti operanti nel settore dell'energia elettrica nazionale o internazionale (art. 10, comma 2, lett. b), "tipo b"). Le attività, programmate dal Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE), sono finanziate dalla Cassa per i servizi energetici e ambientali (CSEA) mediante prelievi a carico del "Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca" (Conto), istituito presso la CSEA e alimentato dal gettito della componente tariffaria A5, stabilita periodicamente dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambienti (ARERA) (pari a circa 0,027 c€/kWh per l'anno 2017).

## 3. Come funziona la RdS

Le modalità per la selezione dei progetti di ricerca da ammettere al finanziamento, le procedure per il controllo dello stato di avanzamento e dei risultati dei progetti ammessi, le modalità e i criteri per la gestione del Conto, nonché i criteri per l'organizzazione strutturale della RdS, sono state definite dal MiSE, di intesa con ARERA, prima con il Decreto 28 febbraio 2003, poi con il Decreto 8 marzo 2006 ed infine con il Decreto 16 aprile 2018. Nel primo triennio di finanziamento (2000 –2002), in via transitoria, sono state finanziate attività di RdS svolte da un unico Affidatario, il CESI S.p.A., società nella quale erano confluite gran parte delle strutture di ricerca dell'Enel, assegnando all'ARERA il compito della selezione e della verifica dei progetti. Il sistema transitorio di affidamento ad un unico soggetto è stato prorogato fino a coprire tutti i progetti presentati entro il 31 dicembre 2003. L'ARERA, avvalendosi della CSEA e di esperti di comprovata competenza nel settore, ha proseguito l'attività di verifica e valutazione dei progetti sino alla fine del 2005, poiché questi avevano durata triennale. Il DM 28 febbraio 2003 ha poi visto la costituzione del Comitato di Esperti di Ricerca del Sistema Elettrico (CERSE) ed ha istituito, presso la CSEA, la Segreteria Operativa del CERSE (SO). Tale decreto individuava inoltre le procedure concorsuali che permettevano l'ammissione dei progetti di ricerca al finanziamento. Compito del CERSE era quello di predisporre il Piano Triennale (PT), previa consultazione dell'ARERA, del Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca e del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e della CSEA. Il PT conteneva le priorità delle attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale, gli obiettivi, i progetti di ricerca, i risultati attesi e la previsione del fabbisogno per il finanziamento ai quest'ultimi. Con il decreto 8 marzo 2006 sono state stabilite nuove modalità di gestione del Fondo. Del PT faceva parte integrante il Piano operativo annuale (POA) che si riferiva ad ogni anno di attività di quest'ultimo. Il CERSE si avvaleva, nell'espletamento delle sue funzioni, della SO la quale predisponendo bandi di selezione per individuare esperti di comprovata competenza nel campo della ricerca e dello sviluppo

del settore elettrico per la valutazione dei progetti di ricerca di sistema, in modo da garantire indipendenza di valutazione e di giudizio. Circa le modalità di selezione dei progetti di ricerca, gli artt. 4 e 5 del decreto 8 marzo 2006 prevedevano che il MiSE attivasse Accordi di programma triennali (AdP) ed emanasse bandi di gara per finanziare progetti di ricerca, i cui contributi erano erogati dalla CSEA. Ad oggi, quindi, il sistema prevede le seguenti modalità di finanziamento:

- per i progetti di ricerca di tipo a, sono previsti sia AdP tra MiSE e soggetti pubblici (per l'esecuzione dei progetti contenuti nei Piani Annuali di Realizzazione 'PAR'), o organismi a prevalente partecipazione pubblica, sia procedure concorsuali (bandi);
- per i progetti di ricerca di tipo b, sono previste le sole procedure concorsuali (bandi).

Essendo cessato per decorrenza dei termini l'incarico dei componenti del CERSE, il MiSE, con decreto n. 383/2007, ne ha attribuito transitoriamente le funzioni all'ARERA. Il DM del 16 aprile 2018 ("Riforma della disciplina della ricerca di sistema elettrico"), ha confermato queste due modalità di finanziamento, ma contestualmente ha apportato, a partire dal 1 gennaio 2019 cambiamenti rilevanti alle modalità di gestione del Fondo. Tra questi la cancellazione delle figure del CERSE e della SO con la riassegnazione delle loro funzioni al MiSE e alla CSEA e l'introduzione dei Piani Triennali di Realizzazione (PTR), in luogo dei Piani Annuali di Realizzazione (PAR), con i quali gli Affidatari degli AdP definiscono i progetti di ricerca, gli obiettivi e le risorse necessarie per ciascuna delle attività di ricerca e sviluppo oggetto dell'AdP.

### 3.1 Primo periodo (2000-2006)

Per un primo periodo transitorio le disponibilità del Conto sono state assegnate a progetti proposti dal CESI S.p.A. e giudicati ammissibili a contribuzione dall'ARERA, sulla base di istruttorie e

verifiche organizzate e gestite dalla CSEA tramite il coinvolgimento di esperti nel settore della ricerca e sviluppo nel settore dell'energia di comprovata professionalità ed inseriti in un albo predisposto ad hoc. Il finanziamento ha riguardato progetti triennali svolti nei periodi 2000-2002 e 2003-2005, per un importo pari, rispettivamente a € 191.108.000,00 e € 115.864.000,00.

### 3.2 Piano Triennale (2006-2008)

Con il decreto 23 marzo 2006, il MiSE ha approvato, con modifiche, il PT (2006-2008) ed il relativo Piano operativo annuale 2006 (POA). Con lo stesso decreto sono stati, altresì, individuati, ai sensi dell'art. 4 del decreto 8 marzo 2006, i tre Affidatari degli AdP, CESI Ricerca S.p.A (oggi RSE S.p.A.), ENEA e CNR, con i quali sono stati stipulati gli AdP, da realizzarsi in coerenza con il PT. I tre Affidatari hanno quindi presentato al CERSE i Piani Annuali di Realizzazione (PAR), articolati per progetti di ricerca, per ciascuna delle attività di ricerca e sviluppo oggetto degli AdP. Per il PT 2006-2008, la ripartizione dei contributi per gli Accordi di Programma (180 M€) è avvenuta nel seguente modo:

- ENEA 60 M€, di cui erogati dopo valutazione 59,51 M€;
- CNR 15 M€, di cui erogati dopo valutazione 14,77 M€;
- CESI Ricerca S.p.A. 105 M€, di cui erogati dopo valutazione 104,92 M€.

La pubblicazione del primo bando della Ricerca di Sistema, relativo alle competenze della prima annualità del PT 2006-2008, risale alla fine del 2008. Il MiSE, con decreti 12 dicembre 2008 e 4 maggio 2009, ha approvato il Bando di gara per la selezione dei progetti di tipologia b. Tra i temi individuati dal POA 2006 sono stati selezionati, per proporre progetti di ricerca, quelli che al momento dell'emanazione conservavano importanza e rilevanza strategica per il sistema elettrico nazionale e che non si sovrapponevano con altre iniziative nazionali di agevolazione per la ricerca. I progetti di ricerca avviati e ammessi a finanziamento sono stati in totale 17. Successivamente all'avvio dei progetti vi sono state due revocche di

contributo, riducendo a 15 il numero dei progetti ammessi per un finanziamento complessivo di 14,48 M€.

### 3.3 Piano Triennale (2009-2011)

Con il decreto 19 marzo 2009 il MiSE ha approvato il secondo Piano triennale (2009-2011) ed il relativo POA 2009 individuando i medesimi Affidatari degli Accordi di Programma: RSE S.p.A., ENEA e CNR. Conseguentemente il MiSE ha provveduto a stipulare i nuovi AdP con gli Affidatari. Gli Affidatari hanno successivamente presentato al CERSE i rispettivi PAR, articolati per progetti di ricerca, per ciascuna delle attività di ricerca e sviluppo oggetto degli AdP. Per il PT 2009-2011 la ripartizione dei contributi per gli Accordi di Programma (152 M€) è avvenuta nel seguente modo:

- ENEA 40 M€, di cui erogati dopo valutazione 39,9 M€;
- CNR 9 M€ di cui erogati dopo valutazione 8,08 M€;
- RSE S.p.A. 103 M€ di cui erogati dopo valutazione 102,99 M€.

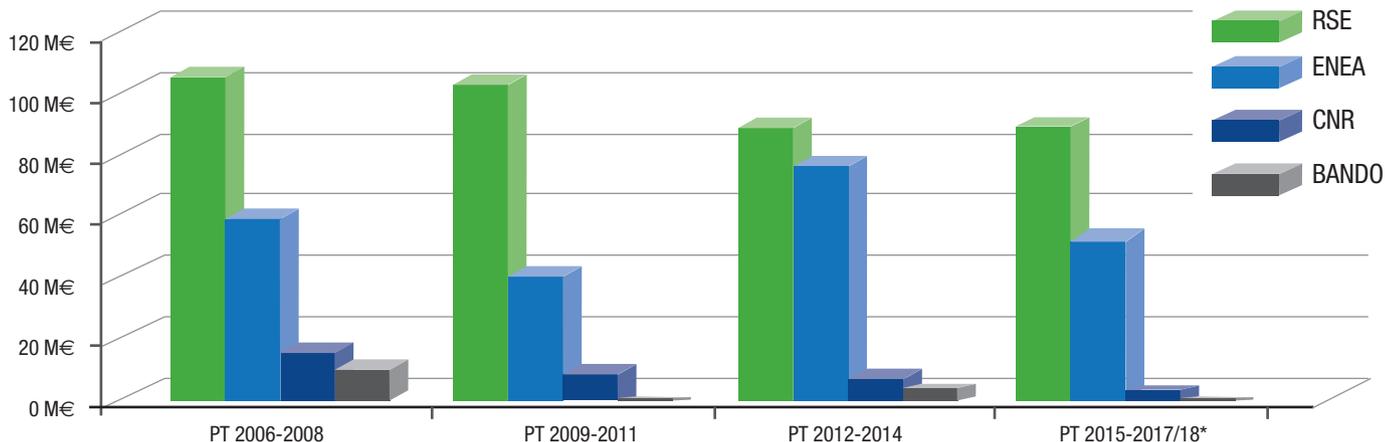
### 3.4 Piano Triennale (2012-2014)

Con decreto del 9 novembre 2012, il MiSE ha approvato il Piano Triennale 2012-2014 della RdS per il finanziamento di progetti da realizzare tramite Accordi di programma e nuovi bandi. Le attività di ricerca del Piano Triennale 2012-2014 sono state orientate alla promozione di un sistema energetico più sicuro ed efficiente, che permettesse il contenimento dei prezzi dell'energia elettrica per i consumatori e le imprese, che contribuisse allo sviluppo economico e sociale del Paese, che sviluppasse tecnologie sempre più innovative, efficienti e competitive migliorando la qualità del servizio e diminuendo costi e impatto sull'ambiente. Il Piano Triennale è stato strutturato su tre macro aree di ricerca: governo, gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale; produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente; razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica.

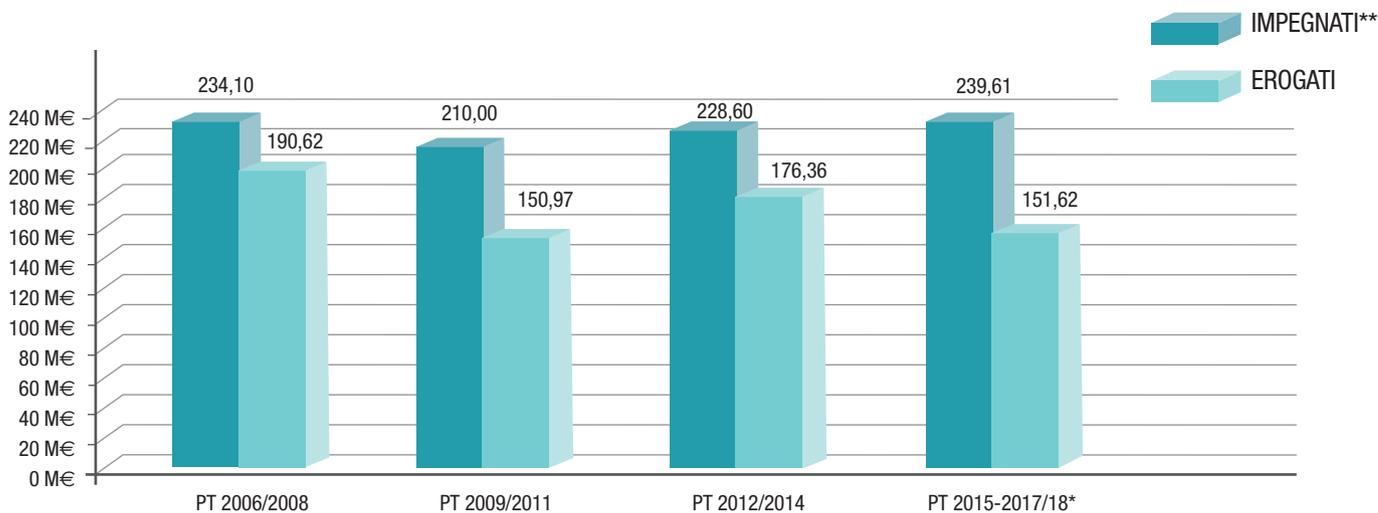
- Per il PT 2012-2014 la ripartizione dei contributi per gli Accordi di Programma (178,6 M€) è avvenuta nel seguente modo
- ENEA 79,1 M€, di cui erogati dopo valutazione 76,71 M€;
  - CNR 8,6 M€ di cui erogati dopo valutazione 7,38 M€;
  - RSE S.p.A. 90,9 M€ di cui erogati dopo valutazione 89,64 M€

Per quanto concerne i bandi di gara, si rimanda all'approfondimento sui progetti realizzati con il bando del 2014 (vd. pag. 51)

### > EROGAZIONE RdS PER PIANO TRIENNALE



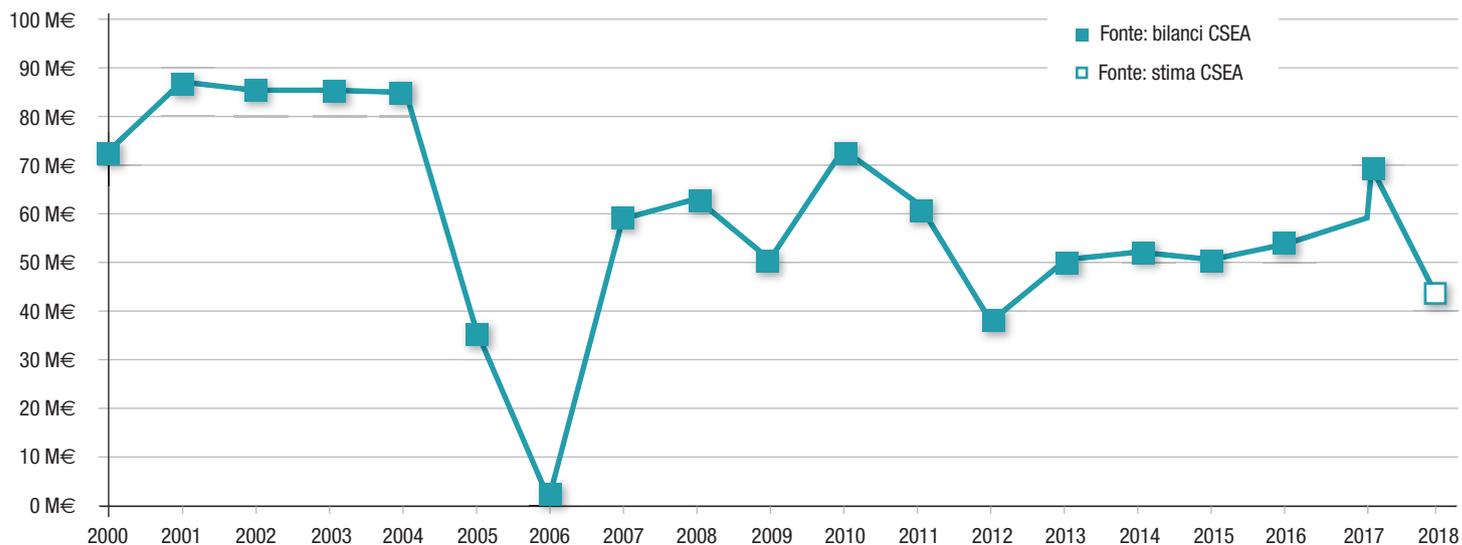
## &gt; IMPORTI IMPEGNATI/EROGATI RdS



\*Nota: alla data di pubblicazione, sono da erogare i finanziamenti relativi ai consuntivi del PAR 2018 di RSE, dei PAR 2017 e 2018 di ENEA, dei PAR 2015 e 2016/17 di CNR e del bando B 2014

\*\* : Impegnati dopo la fase di valutazione di ammissione al finanziamento

## &gt; GETTITO COMPONENTE A5



# PIANO TRIENNALE



2015-2017/18

## IL PIANO TRIENNALE 2015-2017/18

Con decreto 21 aprile 2016, il MiSE ha approvato il Piano Triennale 2015-2017 della RdS, con il quale sono stati stanziati 210 milioni di euro per il finanziamento di progetti da realizzare tramite Accordi di programma e nuovi bandi. Il Piano Triennale è stato strutturato sulla base delle scelte strategiche e di criteri come gli obiettivi europei, fabbisogni e interessi specifici del nostro paese, capacità di risposta del sistema della ricerca e del tessuto imprenditoriale italiano alle esigenze nazionali e sollecitazioni europee.

I temi di ricerca sono stati aggregati in quattro aree di intervento:

- Governo, gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale interconnesso e integrazione dei mercati
- Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio
- Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica
- Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

Il decreto di riforma della Ricerca di Sistema del 16 aprile 2018 ha stabilito che gli Affidatari degli AdP, le cui attività di finanziamento avevano termine nel corso del 2018, potevano presentare al MiSE Piani di realizzazione, coerenti con il piano Triennale 2015-2017, contenenti attività integrative da svolgere entro il 31 dicembre 2018 al fine di allineare tutte le attività di ricerca a tale data in modo da garantire un corretto avvio delle nuove attività con l'entrata in vigore della nuova riforma. Per l'ammissione al finanziamento i Piani sono stati valutati secondo le procedure previste dal decreto 8 marzo 2006.

Per lo svolgimento delle attività di ricerca integrative svolte nell'anno 2018 sono stati stanziati fondi per un totale di 42 M€.

Di seguito, si riportano delle schede sintetiche e i riferimenti per approfondimenti dei progetti sviluppati dagli affidatari tramite gli Accordi di Programma con il MiSE.

> PIANO TRIENNALE 2015-2017/18	DECRETO MiSE			TOT.
	Adp	a	b	
<i>Area prioritaria di intervento/tema di ricerca</i>	M€	M€	M€	M€
<b>Governo, gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale interconnesso e integrazione dei mercati</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19</b>
<b>Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio</b>	<b>59</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>74</b>
<b>Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica</b>	<b>61</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>89</b>
<b>Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>70</b>
<b>Totale</b>	<b>199</b>	<b>20</b>	<b>33</b>	<b>252</b>



**RSE**

*Ricerca  
Sistema  
Energetico*

## Analisi e scenari elettrici, energetici ed ambientali

**A** fine 2018 il Consiglio e il Parlamento UE hanno adottato tre fondamentali documenti di indirizzo: le nuove direttive sulle rinnovabili (RED II) e sull'efficienza energetica, e il regolamento sulla governance dell'Energy Union. L'Italia ha inoltre formalizzato la sua proposta di Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), che declina gli obiettivi nazionali per la transizione energetica in accordo alla Strategia Energetica Nazionale (SEN). Nel lungo percorso che ha portato nel 2017 all'elaborazione di SEN e ora del PNIEC, RSE ha fornito, nell'ambito del progetto Analisi e scenari elettrici, energetici ed ambientali, diretto supporto alle competenti strutture del MISE per lo sviluppo di tali documenti strategici. In particolare, sono stati elaborati scenari utili a valutare le migliori opzioni di politica energetica, gli impatti delle policy sull'evoluzione del sistema elettrico e sull'evoluzione dei consumi di energia elettrica al 2030 e 2050. Gli scenari elettrici ed energetici sono stati sviluppati considerando in modo particolare

l'interazione tra ambiente e sistema elettro-energetico. È stata infatti presa in esame l'evoluzione dei cambiamenti climatici, con i loro effetti su precipitazioni e fabbisogni termici, e affrontato lo studio del cosiddetto water-energy nexus, che esplicita il legame tra sistema elettrico e utilizzo e disponibilità della risorsa idrica. Nel primo caso sono state rese disponibili informazioni relative agli scenari di cambiamento climatico, attesi per l'Italia fino al 2100, e alle variazioni degli eventi meteorologici estremi, fattori di maggior rischio per l'esercizio in sicurezza del sistema. Nel secondo caso è stato proposto un innovativo indice di impronta idrica che descrive l'impatto sulle risorse idriche della produzione elettrica del mix italiano di generazione. Nell'ambito del progetto è stato inoltre sviluppato e reso disponibile SunRiSE, portale per la diffusione di dati e previsioni di energia prodotta da rinnovabili.

### Piano Triennale: 2015-2017/18

**Area:** Governo, Gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale interconnesso e integrazione dei mercati

**Tema:** Analisi e scenari elettrici, energetici ed ambientali

**Referente:** Antonella Frigerio  
antonella.frigerio@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>



## ↙ Evoluzione dei sistemi elettrici interconnessi e integrazione dei mercati

La transizione energetica non si espliciterebbe pienamente se anche i mercati dell'energia e le regole per il loro funzionamento non evolvessero in maniera coerente e funzionale ad essa. Nuove policy e nuove regole per l'integrazione dei mercati dell'energia elettrica sono infatti fattori chiave per favorire la diffusione delle fonti rinnovabili e della generazione distribuita. Il progetto Evoluzione dei sistemi elettrici interconnessi e integrazione dei mercati ha avuto come obiettivo quello di analizzare il processo di transizione energetica e le sue conseguenze evolutive sul sistema elettrico nazionale e, più in particolare, sul mercato elettrico. Sono stati analizzati gli aspetti regolatori riguardanti l'integrazione dei mercati e valutati, a supporto del Ministero dello Sviluppo Economico, l'impatto sui prezzi di mercato, sugli interventi e gli investimenti necessari per il raggiungimento degli obiettivi fissati. Sono state prese in considerazione nuove strategie di offerta della

generazione da fonti rinnovabili, inclusa la partecipazione al mercato del dispacciamento, in un contesto di minore incentivazione e da frequenti situazioni di eccesso di produzione. Di particolare rilevanza è stata la partecipazione di RSE al progetto di Riforma del Dispacciamento Elettrico, avviato da ARERA, per la determinazione del prezzo degli sbilanciamenti e l'introduzione di prezzi nodali. Sono state inoltre valutate le possibili prestazioni di sistemi di accumulo elettrochimico nella fornitura di regolazione primaria veloce di frequenza, proponendo una possibile strategia di partecipazione di tali sistemi al mercato del bilanciamento. Infine, si sono analizzate le prospettive di nuove tipologie di servizi di dispacciamento, utilizzando una procedura iterativa per ottimizzare i parametri di regolazioni di frequenza innovative, quali la primaria veloce e l'inerzia sintetica.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Governo, Gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale interconnesso e integrazione dei mercati

**Tema:** Evoluzione dei sistemi elettrici interconnessi e integrazione dei mercati

**Referente:** Gianluigi Migliavacca  
gianluigi.migliavacca@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>



## Evoluzione e sviluppo della rete di trasmissione

Il processo di decarbonizzazione sta guidando il cambiamento del sistema energetico attraverso l'incremento delle fonti rinnovabili, l'efficienza energetica, l'innovazione tecnologica e i sistemi di accumulo. L'integrazione massiccia delle fonti rinnovabili, in particolare, rappresenta una sfida cruciale che può essere sostenuta solamente definendo piani di sviluppo della rete di trasmissione nazionale ben strutturati e concertati. Per sostenere una pianificazione di rete in linea con le nuove esigenze, il progetto "Evoluzione e sviluppo della rete di trasmissione" ha affrontato aspetti sia tecnologici sia sociali. Per quanto riguarda i primi, sono stati sviluppati metodi e strumenti avanzati di ottimizzazione della rete di trasmissione, in grado di applicare in modo accurato nuove tecnologie che abilitano l'integrazione in rete della produzione da fonti rinnovabili. Nello specifico, sono stati implementati modelli di rete prototipali per trattare reti miste AC/DC e accumuli. È stata inoltre sviluppata

una metodologia per profilare il carico reattivo (input degli studi di rete in AC) e la rappresentazione geo-referenziata dei risultati. Per orientare opportunamente le proposte di nuovi Projects of Common Interest da parte dei TSO, mettendone in luce i benefici, RSE ha proposto metodi di planning modality, per la localizzazione dei corridoi HVDC e HVAC da potenziare. È stato inoltre elaborato un indicatore (ITAM - Interconnection Target Achievement Measure) che assume valore unitario in caso sia soddisfatto, o addirittura superato, l'obiettivo di interconnessione imposto dalla Commissione Europea. Per quanto riguarda gli aspetti sociali dell'accettabilità delle infrastrutture del sistema elettrico, sono state messe a punto metodologie di coinvolgimento degli stakeholder, anche mediante sistemi geografici partecipativi su web e strumenti di valutazione integrati (Analisi Multicriterio, Life Cycle Analysis) per un possibile utilizzo nella realtà italiana.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Governo, Gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale interconnesso e integrazione dei mercati

**Tema:** Evoluzione e sviluppo della rete di trasmissione

**Referente:** Antonella Frigerio  
antonella.frigerio@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>



## **Evoluzione e sviluppo delle reti di distribuzione**

**L**a crescente diffusione della Generazione Distribuita (GD) sta richiedendo alla rete di distribuzione di diventare ‘facilitatore’ di nuovi meccanismi di mercato. Peraltro, il ruolo dei diversi attori (produttori locali, aggregatori, DSO, TSO) e le mutue interazioni sono ancora da definire, anche nell’ipotesi di partecipazione al mercato per i servizi ancillari della generazione da fonti rinnovabili e della GD, e in prospettiva anche di carichi e sistemi di accumulo. Su queste tematiche si è incentrato il progetto “Evoluzione e sviluppo delle reti di distribuzione”, che ha affrontato i temi della gestione ottima di reti di distribuzione attive, identificando le modalità con cui valutare le loro performance, della partecipazione della GD ai servizi ancillari, e le interazioni con i sistemi di comunicazione (cosimulazione dei sistemi fisici di distribuzione dell’energia elettrica e di quelli cibernetici per la trasmissione delle informazioni) e con la rete di trasmissione. Sono stati, tra l’altro, presi in esame ed analizzati i principali Key Performance Indicator

(KPI) delle reti di distribuzione, e sono state sviluppate metodologie di generazione di reti artificiali e di calcolo di Hosting Capacity. L’integrazione di tali strumenti ha portato alla nascita di una piattaforma dedicata all’analisi di prestazione di strategie di controllo delle reti di distribuzione (SARA – Strumento Analisi Reti Attive). Sono stati inoltre analizzati diversi scenari di mercato che permettono la partecipazione di Risorse Energetiche Distribuite ai servizi ancillari, con un particolare focus sulle funzionalità e costi di impianti di micro pompaggio a scala urbana, con minore impatto sull’ambiente e sul paesaggio, a supporto della generazione distribuita. Gli aspetti di interazione tra DSO e TSO sono invece stati affrontati in sinergia con le attività del progetto europeo Smartnet, coordinato da RSE, consentendo di elaborare concetti e soluzioni di interesse per possibili evoluzioni normative.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

**Area:** Governo, Gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale interconnesso e integrazione dei mercati

**Tema:** Evoluzione e sviluppo delle reti di distribuzione

**Referente:** Gianluigi Migliavacca  
gianluigi.migliavacca@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>



> Nuovi paradigmi evolutivi per la rete di distribuzione.

## Sicurezza e vulnerabilità del sistema elettrico

**L**a transizione energetica in atto sta di fatto modificando le modalità di governance del sistema elettrico.

A fronte dell'aumento di generazione da fonti non programmabili, è richiesta agli impianti convenzionali maggiore flessibilità, mentre la fornitura di servizi di sistema risulta difficoltosa, accrescendo il rischio e la propagazione di contingenze anche attraverso le interconnessioni fra paesi. Non da ultimo, l'intensificarsi di eventi meteorologici estremi provoca sempre più frequentemente disservizi con ingenti danni sociali ed economici. In tale contesto, il progetto ha sviluppato studi, metodi e strumenti a supporto degli operatori per gestire la sicurezza dinamica delle reti interconnesse, in presenza di incertezze, e valutare la resilienza del sistema a fronte di eventi estremi, proponendo azioni di mitigazione. RSE ha contribuito al tavolo sulla resilienza, promosso da ARERA, proponendo una metodologia per stimare indici di resilienza, il sistema di previsione/allerta WOLF e il dataset di rianalisi

meteorologica MERIDA per caratterizzare gli eventi estremi. Fondamentali sono stati i dati raccolti presso la stazione WILD e altre stazioni installate da RSE in collaborazione con TERNA. Per valutare quanto sia possibile flessibilizzare i cicli combinati, è stata sviluppata una metodologia che, simulando transitori dinamici, stima il relativo consumo di vita dei materiali sulla base di una legge di danno desunta da prove sperimentali. Per classificare il rischio sismico delle dighe in calcestruzzo, è stato sviluppato lo strumento IRIS, basato su metodi speditivi per valutare la sicurezza strutturale e i danni conseguenti a un rilascio incontrollato d'acqua. Si sono sviluppati modelli avanzati per le verifiche sismiche delle dighe; in FLOODRISK sono state introdotte analisi costi-benefici per valutare azioni di mitigazione al rischio alluvioni; sono stati proposti sviluppi e applicazioni del codice FOSS SPH SPHERA per stimare i danni da allagamento in sottostazioni elettriche.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

**Area:** Governo, Gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale interconnesso e integrazione dei mercati

**Tema:** Sicurezza e vulnerabilità del sistema elettrico

**Referente:** Antonella Frigerio  
antonella.frigerio@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>

> Immagine della stazione di prova RSE per lo studio dell'accrescimento di manicotti di neve e la sperimentazione di conduttori fobici.



# Bioenergia

Il progetto Bioenergia si è proposto di contribuire allo sviluppo della generazione elettrica da biomasse, affrontando problematiche di carattere tecnologico e ambientale. Sul tema della produzione di energia da residui, il progetto ha affrontato la sperimentazione in campo di tecnologie chimico-fisiche per l'upgrade del biogas a biometano (impianto BioMetUp), e ha esplorato la possibilità della metanazione biologica del biogas come forma di upgrading alternativa. I dati raccolti indicano come il processo possa configurarsi come una tecnologia Power-to-Gas che può far fronte a situazioni di surplus di energia elettrica da fonti rinnovabili, con potenziali vantaggi sia sistemici che per il produttore (possibilità di partecipare al bilanciamento della rete elettrica; servizio Power-to-Gas, in ottica multienergy, potenzialmente comparabile ad un accumulo elettrochimico beneficiario di sgravi economici). In parallelo sono state esaminate la fattibilità, e l'attrattività economica per l'Operatore, entrambe

risultate con potenziale esito positivo, di una modalità flessibile di esercizio di impianti a biogas (1 MW), come contributo al bilanciamento della rete. È stato affrontato lo studio di processi di biorefining di un residuo agro-industriale (pula di riso) con recupero del vettore energetico rinnovabile bio-H<sub>2</sub> e del bio prodotto gamma-orizanolo. La sperimentazione del processo su impianto a scala ridotta è stata completata da una analisi del ciclo di vita (LCA, LCC) per valutarne la sostenibilità ambientale ed economica. Ancora sul tema tecnologico è stato progettato, realizzato e sperimentato un impianto di generazione da combustione diretta di residui agricoli (stocchi di mais). Per quanto riguarda gli aspetti di standardizzazione, l'evoluzione legislativo-normativa in materia di biometano e suoi usi finali, nonché in materia di emissioni ambientali è stata oggetto di disseminazione, commento e discussione in dialogo con gli organi normativi italiani, europei e con le imprese.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio

**Tema:** Bioenergia

**Referente:** Giovanna Martignon Pinuccia  
giovanna.martignon@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>

> Impianto pilota per l'Upgrading del biogas a biometano.



## Solare fotovoltaico a concentrazione

Il progetto “Solare fotovoltaico a concentrazione” si è posto l’obiettivo di contribuire alla riduzione dei costi della tecnologia CPV per renderla più competitiva con le altre fonti energetiche. Infatti, sebbene i sistemi CPV presentino indubbi vantaggi, quali l’utilizzo di celle con area molto contenuta (riduzione del consumo del materiale semiconduttore) e la possibilità di raggiungere elevati valori del rendimento di conversione (riduzione della superficie complessiva necessaria per l’installazione del sistema di generazione), sicuramente i più elevati fra le varie tecnologie FV, il mercato internazionale della tecnologia CPV è ancora limitato dal costo di produzione dei componenti che, seppure in diminuzione, non riesce ad essere ancora competitivo con i costi del fotovoltaico senza concentrazione solare. Tenendo però presente che la tecnologia CPV presenta ancora sensibili margini di miglioramento sia per quanto riguarda le celle solari, sia per

quanto riguarda le ottiche ed i sistemi di inseguimento, RSE ha affrontato nel triennio attività di ricerca per lo sviluppo e la realizzazione di soluzioni tecnologiche innovative in tutte le fasi della filiera tecnologica del CPV. In particolare, le attività sono state orientate allo sviluppo sperimentale di tecniche innovative a costo contenuto per la crescita di celle CPV a 4 giunzioni, allo studio di sistemi ottici innovativi e all’ottimizzazione di moduli compatti. Presso il laboratorio RSE di Piacenza, sono state quindi sviluppate e realizzate, anche in sinergia con il Progetto EU CPVMatch, nuove celle a multi-giunzione con elevate efficienze di conversione e in grado di operare ad alti fattori di concentrazione; sono stati realizzati significativi miglioramenti nei sistemi ottici di concentrazione, è proseguita la caratterizzazione dei moduli CPV in condizioni operative reali e sono stati implementati innovativi sensori di puntamento solare installati sui moduli a concentrazione.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio

**Tema:** Solare fotovoltaico a concentrazione

**Referente:** Salvatore Guastella  
salvatore.guastella@rse-web.it



<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>

> Parte interna del modulo CPV compatto: nella foto si possono notare i 18 concentratori a specchi progettati da RSE.

## Energia elettrica dal mare

In un paese a grande sviluppo costiero come l'Italia, il ricorso alla conversione del moto ondoso in energia elettrica potrebbe sembrare una soluzione semplice ed efficace. In realtà le caratteristiche della risorsa nei siti del Mediterraneo e la configurazione stessa delle coste italiane, largamente antropizzate, richiedono la risoluzione di una serie problemi legati allo sviluppo di dispositivi efficienti e a costo contenuto, a basso impatto ambientale e di facile integrazione nelle infrastrutture costiere. In questo contesto, il progetto si è posto come obiettivo lo sviluppo del dispositivo WaveSAX, basato sul principio della "colonna d'acqua oscillante" in una configurazione innovativa in cui la turbina, di tipo Wells, viene posizionata nella fase liquida. Il prototipo del dispositivo è stato progettato e realizzato in scala 1:5 in tutti i suoi aspetti strutturali, di generazione e controllo. La realizzazione del dispositivo è stata accompagnata da una serie di prove in vasca, al fine di confermare le ipotesi progettuali

individuate in prima battuta con attività modellistiche, e completata con valutazioni di carattere economico legate ad una sua possibile realizzazione industriale (costi capitali e operativi – CAPEX, OPEX - e costo medio dell'energia prodotta - LCOE). Alla fine del periodo di ricerca è stato possibile effettuare prove a mare installando il dispositivo WaveSAX in scala 1:5 presso l'antemurale del Porto di Civitavecchia. I risultati delle prove sono stati successivamente utilizzati anche nella progettazione del dispositivo in scala 1:1, effettuata anche con il supporto di analisi LCA (Life Cycle Assessment) per la scelta dei materiali costruttivi. In parallelo alle attività tecnologiche e sperimentali sopra descritte, il progetto ha anche realizzato campagne di misure ondometriche e correntometriche in un sito costiero (Civitavecchia) e in mare aperto (Mazara del Vallo) a supporto della valutazione della risorsa energetica marina nazionale.

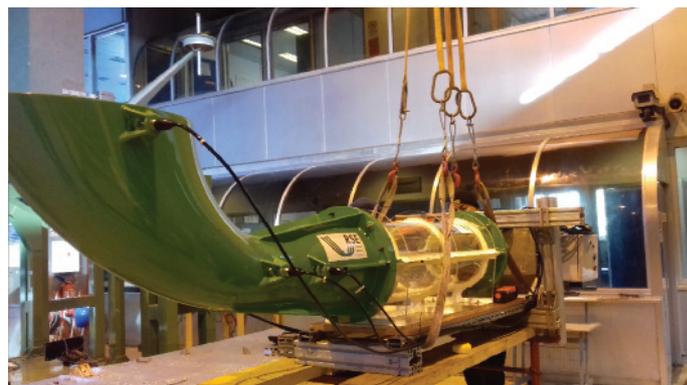
**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio

**Tema:** Energia elettrica dal mare

**Referente:** Maximo Aurelio Peviani  
maximo.peviani@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>



> Dispositivo di conversione dell'energia del moto ondoso WaveSAX.

## Componenti e apparati per le reti

L'integrazione delle fonti rinnovabili, la sicurezza della fornitura e il miglioramento della resilienza del sistema elettrico troverebbero significativi ostacoli senza una rete di trasmissione efficiente e affidabile. In questo contesto, il progetto si è focalizzato sullo sviluppo e la sperimentazione di specifici componenti e apparati di rete realizzati con materiali innovativi. Per quanto riguarda i conduttori di linea sono stati studiati e sperimentati trattamenti superficiali di alluminio e sue leghe finalizzati all'ottenimento di proprietà anti-ghiaccio. Presso la stazione sperimentale WILD di RSE e su linee elettriche aeree sono stati sperimentati sia conduttori ice-fobici, sia dispositivi passivi in grado di rilevare la formazione di manicotti di ghiaccio. Ancora con riferimento alle linee aeree, sono state studiate e caratterizzate nuove tipologie di conduttori di linea (HTLS, High Temperature Low Sag) in grado di incrementarne la capacità di trasporto, e sono state sviluppate soluzioni tecnologiche di

trattamenti superficiali su isolatori di linea (coating idrofobici o idrofilici), procedendo ad attività sperimentali in laboratorio e in campo, effettuate in collaborazione con operatori di rete. Per quanto riguarda l'utilizzo di materiali superconduttori (SAT), in sinergia con gli indirizzi evolutivi discussi in IEA (International Energy Agency) è stato progettato, realizzato e caratterizzato in laboratorio un prototipo monofase di limitatore superconduttivo (SFCL) con nastri di seconda generazione a base di YBCO. È stato effettuato un confronto tecnico-economico tra le prestazioni di SFCL e reattori di limitazione tradizionali, con l'analisi di diversi scenari di applicazione in reti pubbliche e private. Per quanto riguarda la possibilità di utilizzo di cavi SAT, si è esaminato lo scenario di una loro installazione in reti reali, sviluppando metodi per la simulazione termica in diverse condizioni operative, in previsione di future verifiche sperimentali.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

**Tema:** Componenti e apparati per le reti

**Referente:** Giovanni Pirovano  
giovanni.pirovano@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>



> Vista di una fase della prova di installazione in campo di conduttori innovativi.

## **Gestione, monitoraggio e controllo della rete di trasmissione**

L'affidabilità e la qualità della fornitura è conseguenza diretta dell'affidabilità della rete e dei suoi componenti. Lo "stato di salute" dei componenti di rete è quindi un parametro da monitorare con continuità e attenzione, al fine di prevenire l'insorgenza di criticità di esercizio. Per dare risposta a tali esigenze, il progetto "Gestione, monitoraggio e controllo della rete di trasmissione" si è posto come obiettivo lo studio e lo sviluppo di tecniche innovative di monitoraggio e diagnostica della rete di trasmissione, allo scopo di migliorare l'affidabilità e la disponibilità della stessa, anche in relazione alle condizioni ambientali e alla determinante influenza che queste hanno su di essa. Una parte significativa del progetto è stata dedicata ad attività di monitoraggio sul territorio. Sono stati sviluppati ed installati sistemi (es. AMICO DC, stazione LANPRIS) per il rilievo della contaminazione superficiale su isolatori di linea e stazione, nonché del loro grado di invecchiamento. E' stata inoltre avviata la revisione della

mappatura nazionale dei livelli di contaminazione superficiale, integrando misure in campo e modellistica atmosferica. Con riferimento invece alla diagnostica di componenti di rete, il progetto ha sviluppato un insieme di strumenti, sensori e metodologie per il rilievo di condizioni di degrado di materiali isolanti in trasformatori (es. monitoraggio di parametri chimici/fisici nell'olio isolante), isolatori (es. rilievo di difetti conduttivi tramite misura del campo elettrico) e cavi (es. rilievo e modellazione multifisica di scariche parziali). Le attività di ricerca sono state anche supportate da una intensa interazione con gli operatori di rete. Da ultimo è stata dedicata attenzione anche allo sviluppo di prototipi e metodologie per una gestione ottimizzata di componenti e asset (es. sistemi laser per il monitoraggio del franco da terra, prototipo di Stand-Alone Merging Unit per il miglioramento delle misure di tensione/corrente in alta tensione).

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

**Tema:** Gestione, monitoraggio e controllo della rete di trasmissione

**Referente:** Giovanni Pirovano  
giovanni.pirovano@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>

> Vista di installazioni per il rilievo del comportamento alla contaminazione superficiale di isolatori di diverse tipologie.



# Sviluppo e gestione delle reti di distribuzione (Parte I – Gestione, controllo e nuove architetture di rete)

Il progetto “Sviluppo e gestione delle reti di distribuzione” ha avuto come obiettivo lo studio, lo sviluppo e la sperimentazione di metodologie e tecnologie idonee a favorire lo sviluppo delle reti di distribuzione per consentire un’elevata penetrazione della Generazione Distribuita (GD) da fonti rinnovabili e una maggiore integrazione fra i sistemi energetici, garantendo alti livelli di qualità di servizio agli utenti. Il progetto ha preso in considerazione fondamentali aspetti di gestione e controllo delle reti di distribuzione, nuovi modelli di architetture per l’integrazione delle fonti rinnovabili e di servizi con l’utilizzo di dispositivi di elettronica di potenza e sistemi di accumulo di energia. Tra i risultati ottenuti si possono citare lo sviluppo di modelli previsionali di producibilità, basati su modellistica meteorologica e misure in tempo reale e lo sviluppo di un atlante integrato nazionale delle risorse rinnovabili. Il caso particolare delle isole minori, non connesse alla rete di distribuzione nazionale, è stato affrontato nell’ottica di una

progressiva riduzione dell’impiego di combustibili fossili e un maggiore sfruttamento delle fonti rinnovabili, a proseguimento delle attività svolte a supporto di MISE e ARERA. Sul tema del controllo delle reti di distribuzione si può ricordare la realizzazione di una struttura SW denominata MAPS (Multi Agent for Power Systems), basata su tecnologia ad agenti e servizi. Oltre che per simulazioni condotte per gestire la partecipazione di più microreti aggregate, essa è stata utilizzata come sistema di gestione di una microrete reale, sperimentandola nella Test Facility di GD di RSE. Il progetto ha inoltre sviluppato una serie di partecipazioni e collaborazioni alle iniziative di cooperazione sulle Smart Grid in ambito internazionale e nazionale. Tra le numerose iniziative internazionali è stata sviluppata, in qualità di co-leader (insieme ad India e Cina), la “Challenge 1 – Smart Grids” del programma Mission Innovation.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

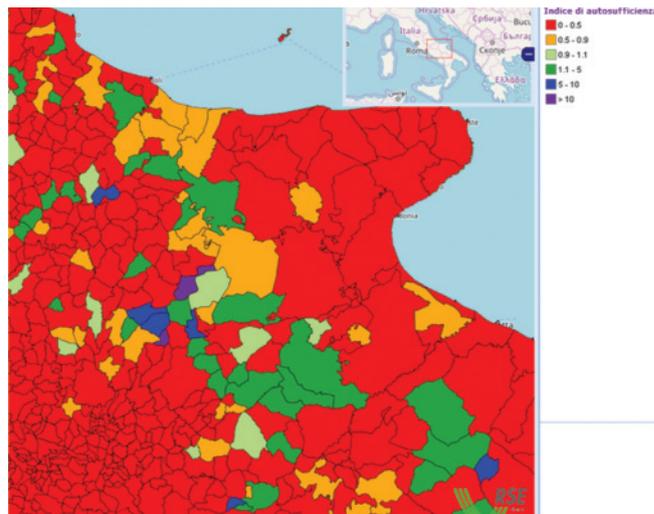
**Area:** Trasmissione e distribuzione dell’energia elettrica

**Tema:** Sviluppo e gestione delle reti di distribuzione

**Referente:** Carlo Tornelli  
carlo.tornelli@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>

> Atlante integrato: Indice di autosufficienza con FER su scala comunale.



## Sviluppo e gestione delle reti di distribuzione (Parte II – ICT e cybersecurity)

Il progetto “Sviluppo e gestione delle reti di distribuzione” ha anche dedicato particolare attenzione alle applicazioni di tecnologie informatiche e di comunicazione. Nel campo del monitoraggio della qualità della fornitura, sono state applicate tecniche di Signal processing e di Machine Learning, realizzando una classificazione automatica degli eventi di buchi di tensione nelle reti MT, sulla base di caratteristiche di interesse (origine a monte o a valle del punto di misura, identificazione di tipologie specifiche di disturbo, etc.). Sono state sviluppate attività relative ai protocolli standard per garantire l’interoperabilità dei sistemi, sulla sicurezza informatica e i relativi standard, tenendo in considerazione l’aumento dei possibili ambiti di attacco legati alla diffusione di impianti e sensori distribuiti. Su questi temi è proseguita la collaborazione con la Fondazione Ugo Bordoni, che grazie alle sue infrastrutture sperimentali, ha affrontato l’esame e lo sviluppo di soluzioni condivise che permettano l’impiego di

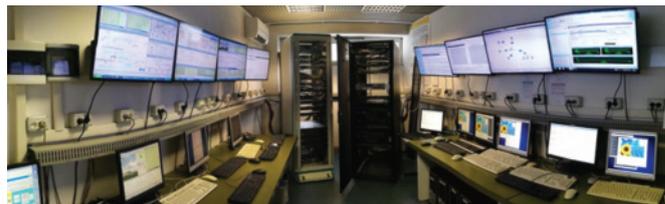
vettori di comunicazione avanzati, come il 5G. Altro tema affrontato è stata la protezione dei dati in uno scenario che vede il coinvolgimento di un grande numero di utenti, anche domestici, per lo sfruttamento delle flessibilità disponibili. La piattaforma tecnologica del laboratorio cybersecurity di RSE è stata utilizzata per lo studio di misure preventive di sicurezza, in accordo agli standard di settore, e per il monitoraggio di sistemi e componenti ICT impiegati nel sistema elettrico. L’attività di normazione in campo europeo è stata particolarmente apprezzata dall’Istituto Superiore per le Comunicazioni che ha coinvolto RSE nel proprio progetto per la valutazione della sicurezza informatica delle infrastrutture critiche per l’energia. Si ricorda, peraltro, che un esperto RSE di temi ICT per l’energia è stato inserito dal MiSE nel gruppo di esperti incaricati dell’elaborazione di una strategia nazionale per la blockchain e i registri distribuiti.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Trasmissione e distribuzione dell’energia elettrica

**Tema:** Sviluppo e gestione delle reti di distribuzione

**Referente:** Carlo Tornelli  
carlo.tornelli@rse-web.it



<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>

> Laboratorio di cyber security per il test di scenari di resilienza cyber-fisici.

## Trasmissione e distribuzione in corrente continua

Le reti di trasmissione e distribuzione in corrente continua rappresentano una grande opportunità per rendere le reti più flessibili e in grado di gestire il costante incremento di generazione da fonti rinnovabili. In quest'ottica, il progetto "Trasmissione e Distribuzione in corrente continua" si è posto sia l'obiettivo di consolidare le conoscenze sui collegamenti HVDC, sia di favorire l'introduzione di porzioni di rete in c.c. negli impianti di distribuzione, innovazione che si ritiene interessante in alcune condizioni di rete. Per quanto riguarda le reti di trasmissione in c.c. le attività (in sinergia con il progetto europeo Best Paths) hanno valutato le opportunità di conversione delle linee da c.a. a c.c. e le relative problematiche in termini di potenza persa per effetto corona, correnti ioniche, emissione sonora e influenza reciproca dovuta al campo elettrico per l'installazione nel medesimo corridoio di conduttori alimentati in c.a. e di conduttori alimentati in c.c.. Si è inoltre approfondito lo studio del controllo di HVDC che

collega reti deboli a reti forti, garantendo il supporto alla stabilità e alla sicurezza delle reti. Per quanto riguarda le reti di distribuzione, il progetto ha affrontato il tema della magliatura di reti in c.a. con porzioni di rete in c.c., verificando la propagazione dei guasti nella sezione in continua, le modalità di protezione della rete e l'isolamento del tronco guasto. Ulteriori attività di ricerca hanno riguardato lo sviluppo di un nuovo interruttore per reti c.c. in bassa tensione, con ridotte perdite ed elevata rapidità d'intervento. Le attività sperimentali si sono avvalse della microrete c.c. di RSE, all'interno della quale è stato testato il nuovo dispositivo di protezione e interruzione sopra citato, ed è stata sperimentata, grazie alla realizzazione di una rete ibrida magliata c.a./c.c., la transizione in isola, il mantenimento dell'isola grazie alla controllomentazione ed il black-start della rete in corrente alternata.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

**Tema:** Trasmissione e distribuzione in corrente continua

**Referente:** Chiara Gandolfi  
chiara.gandolfi@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>



> Prototipo di interruttore monodirezionale in grado di aprire in cortocircuito

## Materiali e tecnologie per l'accumulo di energia per il sistema elettrico

Il progetto ha da un lato affrontato lo sviluppo tecnologico di materiali e tecnologie di frontiera per sistemi di accumulo elettrochimico per applicazioni stazionarie, al fine di migliorarne le prestazioni e fornire concrete prospettive di commercializzazione, dall'altro ha preso in esame alcuni sistemi di accumulo di grossa taglia per verificarne il potenziale e gli aspetti di sicurezza. L'attività sperimentale sui sistemi di accumulo elettrochimico si è principalmente rivolta alle batterie al Sodio, sia in forma metallica, con lo sviluppo di una mono-cella ad alta temperatura, mettendo a punto una geometria planare ottimizzata e risolvendo problematiche di tenuta, conducibilità dei materiali e procedura di carica; sia in forma ionica, con lo sviluppo di materiali anodici e catodici altamente innovativi. In particolare, si è messo a punto un protocollo di sintesi e caratterizzazione di MXeni, materiali anodici lamellari porosi, realizzati trattando tramite esfoliazione carburi misti di metalli (es: Ti-Al), appartenenti alla famiglia delle MAX-phases; è

stata inoltre ottimizzata la sintesi di ossidi misti di Sodio e Manganese come materiali catodici e sono stati caratterizzati i MOF, composti metal-organici molto flessibili che in base ai chimismi possono fungere da anodo o catodo. Infine, sono state implementate procedure di prova di invecchiamento, di stato di carica e di apertura celle post mortem, applicate e adattabili a vari sistemi di accumulo elettrochimico di diverse dimensioni e caratteristiche. Con riferimento ai sistemi di accumulo di grande capacità, funzionali alla rete di trasmissione nazionale, gli studi si sono indirizzati alla valutazione del potenziale di accumulo idroelettrico sotterraneo in Italia, identificando le zone di maggiore interesse. Infine, sono stati sviluppati strumenti modellistici in grado di svolgere analisi geologiche, fluidodinamiche e geomeccaniche per valutare la sicurezza di un esercizio in sovrappressione di giacimenti di stoccaggio gas.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

**Tema:** Materiali e tecnologie per l'accumulo di energia per il sistema elettrico

**Referente:** Omar Perego  
omar.perego@rse-web.it



<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>

## **Processi e macchinari industriali**

**N**el settore industriale, l'impegno di contenere i consumi mediante efficientamento energetico è reso particolarmente complesso dal fatto che l'auspicato contenimento dei consumi energetici deve coniugarsi con il tema della competitività delle imprese, fortemente influenzata da molte variabili, fra cui vincoli ambientali, costi e volatilità dei prezzi dell'energia. A tale riguardo, il progetto si è posto l'obiettivo di approfondire il ruolo esercitato in Italia dall'industria e dai singoli settori, a medio termine, nel perseguire gli obiettivi di efficienza energetica e di decarbonizzazione posti a livello europeo. In particolare, è stata svolta un'analisi dei principali interventi di efficienza energetica che l'industria italiana utilizza per conseguire obiettivi di riduzione dei consumi energetici. L'analisi ha comportato l'esame di progetti di efficienza energetica realizzati presso stabilimenti industriali valutando i dati di costo di investimento degli interventi e i benefici netti derivanti dall'adozione di misure di

efficienza energetica sulla competitività delle imprese in alcuni settori chiave. Inoltre si è effettuata un'analisi dell'impatto dell'adozione di misure di efficientamento energetico sulla performance economica delle imprese per campioni omogenei in termini di classe di attività industriale, dimensioni e prodotti. Grazie alla correlazione con il progetto EU-MERCI, si è potuto impostare un confronto con altri sistemi industriali europei. Il progetto ha rivolto la sua attenzione anche a particolari tecnologie in grado di efficientare energeticamente processi industriali particolarmente diffusi, e nei quali quindi possono essere raggiunte significativi risparmi energetici. È questo il caso dello sviluppo di membrane per la separazione di ossigeno utilizzabili, in alternativa ai processi attualmente in uso, in diversi settori industriali energivori quali la siderurgia, la raffinazione del petrolio e la produzione di vetro, cemento e carta.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Processi e macchinari industriali

**Referente:** Cristina Cavicchioli  
cristina.cavicchioli@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>



## Impianti di conversione di energia di piccola taglia

Le attività del progetto hanno preso in esame tecnologie e dispositivi di piccola taglia impiegati per la conversione di energia elettrica in altre forme di energia, in particolare termica, o viceversa di conversione di energia termica, in particolare da fonte rinnovabile, in energia elettrica e frigorifera. Lo sviluppo di queste tecnologie, al servizio di utenze dei settori residenziale, terziario o industriale, ha registrato negli ultimi anni una costante crescita e, di conseguenza, è necessario dedicare particolare attenzione ai relativi aspetti di efficienza energetica. Relativamente ai sistemi di conversione dell'energia elettrica basati su tecnologie a pompa di calore, il progetto ha preso in esame architetture innovative per la climatizzazione e la produzione di acqua calda sanitaria, in grado di coniugare efficienza energetica e utilizzo di fonti rinnovabili. È stato così realizzato un impianto integrato pompa di calore dual source e pannelli solari ibridi, verificato su un ciclo annuale di sperimentazione. Si è realizzata una soluzione per migliorare le

prestazioni energetiche del sistema con l'impiego di materiali per l'accumulo termico del calore che sfruttano il cambiamento di fase. L'impianto di solar cooling a media temperatura ad assetto variabile presso i laboratori RSE di Milano ha effettuato una campagna sperimentale adottando diverse modalità operative del controllore (orizzonte di previsione e tempo di intervento) per diverse utenze e condizioni meteo. Ulteriori attività di carattere tecnologico hanno riguardato i materiali e i componenti disponibili per realizzare microturbine ad alta efficienza, lo sviluppo di campioni di celle solari al Germanio per applicazioni termofotovoltaiche da integrare in edifici residenziali. Sono stati inoltre sviluppati prototipi di celle a combustione microbiche impiegate per l'ottimizzazione del processo di produzione di biogas e per il trattamento del digestato e per la produzione di energia elettrica da reflui.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Impianti di conversione di energia di piccola taglia

**Referente:** Fabio Armanasco  
fabio.armanasco@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>

> Schema semplificato dell'impianto combinato a pompa di calore "dual source" e pannelli solari ibridi.



## Gestione della domanda

Se, storicamente, la gestione della domanda ha focalizzato la propria attenzione sulla riduzione dei picchi di richiesta energetica, negli ultimi anni essa ha invece assunto via via connotazioni diverse, diventando strumento per l'integrazione delle fonti rinnovabili e rendendo l'utente protagonista nella sua interazione con il sistema elettrico, al quale potrebbe ora fornire servizi di rete. In questo contesto, il progetto ha preso in esame e analizzato schemi e strumenti che potessero da una parte favorire la gestione della domanda di energia elettrica, e dall'altra la diffusione di tecnologie che permettessero all'utente di diventare sempre più "attivo" o, come si usa dire, prosumer. A tal fine sono stati studiati scenari internazionali di applicazione del dynamic pricing, ove la figura e il ruolo degli aggregatori sono già consolidati. Sono state definite linee guida per la capacitazione degli utenti finali, mettendo a disposizione opportune funzioni di gestione di accumuli termici ed elettrici utili ai

fini dell'ottimizzazione locale dell'energia. Sono stati modellati sistemi di controllo dei carichi termici come frigoriferi e boiler elettrici, utili a dare supporto alla regolazione di frequenza anche servendo come "inerzia sintetica". Attenzione è stata posta anche al miglioramento delle previsioni del carico e della domanda elettrica in funzione delle variabili meteorologiche più influenti. Inoltre sono state esaminate la possibilità e le potenzialità per i sistemi multienergy di fornire servizi di supporto al sistema elettrico.

Sulla base di esperienze maturate con la partecipazione all'Implementing Agreement IEA Demand Side Management e ai progetti europei NATCONSUMERS e S3C (Smart consumer – Smart customer – Smart citizen) si sono sviluppate metodologie per il coinvolgimento degli utenti finali con l'obiettivo di aumentare la loro consapevolezza sui temi energetici e favorire la loro partecipazione attiva nella gestione dei carichi e nell'efficienza energetica.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

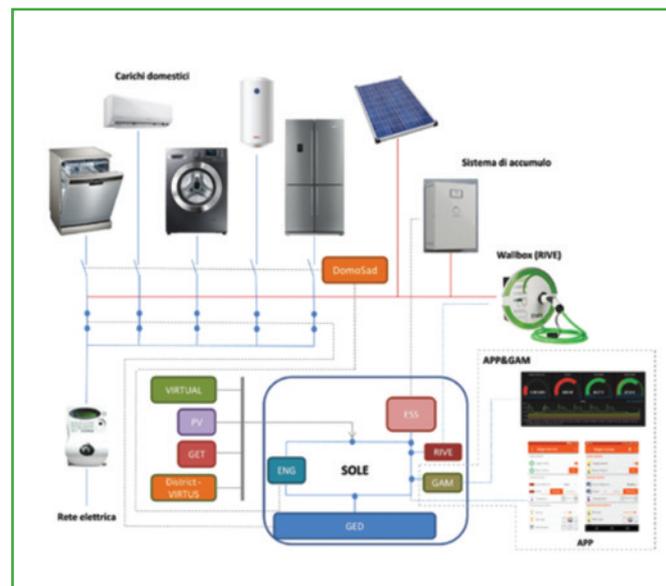
**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Gestione della domanda

**Referente:** Cristina Caviccholi  
cristina.caviccholi@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>

> Architettura funzionale della Test Facility RSE "Casetta domotica" per la sperimentazione di metodologie di ottimizzazione locale dei consumi di energia.



## Smart cities e smart communities

I concetti di smart cities e smart communities stanno stimolando lo sviluppo di nuovi paradigmi che si affiancano a quelli più consolidati di efficienza energetica e sviluppo sostenibile. Ciò che differenzia infatti l'approccio smart city rispetto al passato è quello di vedere in una unica cornice aspetti che fino ad oggi sono stati affrontati separatamente. La città viene pensata come ad un insieme di reti interconnesse (rete dei trasporti, rete elettrica, rete di edifici, rete della pubblica illuminazione, dell'acqua, e dei rifiuti ecc.). L'integrazione di tali reti in un disegno coordinato è ciò che rende possibile nuovi servizi ed apre possibilità di trasformazione progressiva della città. Il progetto Smart cities e smart communities ha affrontato alcuni aspetti della progettazione e gestione sinergica tra le diverse reti (es.: gas, elettrica, teleriscaldamento, trasporti) per ottimizzarne la gestione sia singolarmente che nel loro complesso. A questo scopo, sono state affinate e migliorate le caratteristiche di Smartainability®, sistema

di valutazione ex ante di soluzioni integrate per la gestione delle smart cities, applicandolo prima al sito di EXPO 2015 di Milano quindi a quartieri di città. L'attività è stata sviluppata in sinergia col progetto europeo Sharing Cities, in cui RSE ha contribuito alla valutazione di interventi nella città di Milano (città partner di progetto insieme a Londra e Lisbona). La diffusione e la disseminazione della metodologia Smartainability® è stata perseguita anche attraverso lo sviluppo di un serious game dedicato. Il progetto ha inoltre approfondito il tema dell'ottimizzazione dell'efficienza del sistema elettrico e di altri sistemi a rete, come quello idrico, dimostrando che si ottengono risultati importanti, come la valutazione del potenziale di efficientamento per ambito territoriale ottimale e la valutazione della sostenibilità degli interventi di efficientamento, come quelli ad esempio intrapresi dalle utilities IREN e CAP.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Smart cities e smart communities

**Referente:** Cristina Cavicchioli  
cristina.cavicchioli@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>



## Mobilità elettrica

La mobilità elettrica è considerata una risposta per il contenimento dei consumi di energia primaria, la riduzione delle emissioni e l'integrazione delle fonti rinnovabili. I veicoli elettrici portano quindi quei benefici sui quali l'Europa investe per soddisfare gli obiettivi 2050 e gli impegni assunti alla conferenza COP21.

Il presente progetto si è inserito in questo contesto sfidante, ponendosi come obiettivo la sperimentazione di metodologie e tecnologie per la valutazione dell'impatto del trasporto elettrico sulla rete elettrica, sulla regolazione e sull'ambiente. Le attività hanno dato supporto al regolatore e alle istituzioni italiane, centrali e locali, nella stesura di policy legate alla mobilità sostenibile. In particolare RSE ha coordinato le attività del Tavolo sulla Mobilità Sostenibile presso la Presidenza del Consiglio, focalizzandone gli obiettivi e coordinando i contributi di più di ottanta stakeholder. Sono stati sviluppati strumenti modellistici per analizzare l'evoluzione dei trasporti a livello urbano e

nazionale e valutarne le conseguenze energetiche, sulla qualità dell'aria e sull'ambiente, anche tramite analisi del ciclo di vita. Sono state valutate inoltre le prestazioni delle reti di distribuzione nel caso di realizzazione di un sistema di trasporto collettivo con ricarica flash. Per quanto riguarda gli aspetti tecnologici e di interazione con il sistema, sono state redatte Linee Guida per le infrastrutture di ricarica, presentate al fianco di Regione Lombardia. Si è sviluppato e sperimentato un algoritmo di modulazione della corrente di ricarica in ambito domestico, che ottimizza il profilo di ricarica per non precludere l'utilizzo degli elettrodomestici da parte degli utenti finali. Sono state analizzate le potenzialità tecnico-economiche dei sistemi "a catenaria" per il trasporto merci pesante, ed infine è stato sviluppato un dispositivo di ricarica di una batteria veicolare estratta da un micro EV con modalità battery swap parziale.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

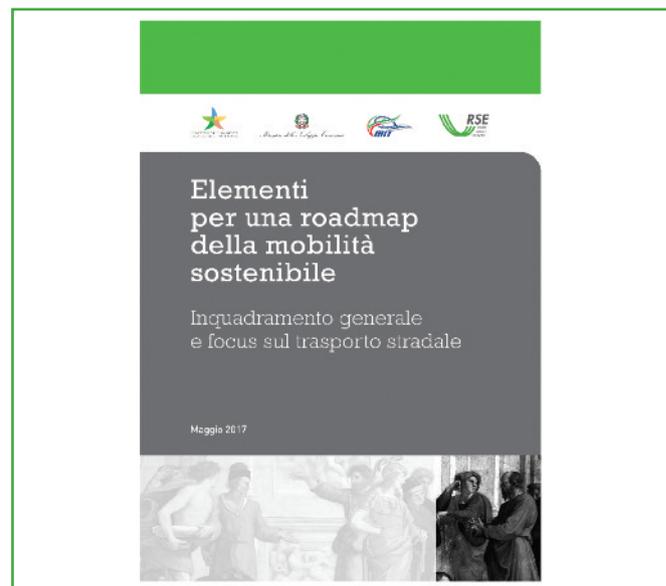
**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Mobilità elettrica

**Referente:** Filippo Colzi  
filippo.colzi@rse-web.it

<http://www.rse-web.it/progetti/progetti>

> Roadmap della mobilità sostenibile - Cover.



**ENEREA**

Il progetto è finalizzato allo sviluppo di processi per la valorizzazione energetica della biomassa in sistemi decentralizzati, ampliando la gamma di biomasse utilizzabili, migliorando le rese ed i tempi dei processi di trasformazione, ridurre l'impatto ambientale delle emissioni gassose.

Ciò è stato perseguito con:

- nuovi sistemi filtranti a secco per ridurre le emissioni di particolato fine carbonioso, di COV e di CO;
- l'uso di sali come fluidi vettori, meno pericolosi degli oli diatermici, che si degradino meno facilmente ed in prodotti non infiammabili, operino a temperature più elevate e pressione quasi atmosferica;
- la trasformazione delle biomasse solide in biocombustibili gassosi di elevata qualità e contenuto energetico;
- l'ampliamento della gamma di materie prime e incremento della produzione di biogas in termini di efficienza e tempi necessari alla trasformazione.

## Piano Triennale: 2015-2017/18

**Area:** Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio

**Tema:** Fonti di energia rinnovabili

**Referente:** Vincenzo Gerardi  
vincenzo.gerardi@enea.it

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/generazione-di-energia-elettrica-con-basse-emissioni-di-carbonio/bioenergia](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/generazione-di-energia-elettrica-con-basse-emissioni-di-carbonio/bioenergia)

> Dispositivo con filtri radiali costituiti da schiume ceramiche in SiC e allumina.

Gli obiettivi raggiunti sono:

- Dati sulle caratteristiche termofluidodinamiche delle miscele ternarie di sali fusi, e prove di resistenza alla corrosione degli acciai;
- Progettazione di un circuito termico a miscele ternarie di sali fusi (scambiatori fumi-acqua, fumi-aria comburente e dissipatore acqua-aria);
- Realizzazione di un dispositivo filtrante innovativo basato su schiume ceramiche a celle aperte per l'abbattimento del particolato fine, del CO e dei COV presenti nei fumi;
- Gassificazione di miscele di biomasse in un impianto da 5 MW del Centro Ricerche Sotacarbo;
- Reattore catalitico per l'ossidazione dei tar presenti nel syngas, utilizzabile in diverse tecnologie di gassificatori;
- Produzione di biometano di sintesi (bio-SNG) con un impianto di metanazione accoppiato a un gassificatore a letto fluido bollente;
- Pretrattamento biologico basato su funghi anaerobici ruminali per facilitare la degradazione di substrati ad elevato contenuto lignocellulosico;
- Upgrading del biogas mediante assorbimento della CO<sub>2</sub> con ammine complesse in fase organica.



## Ricerca su Tecnologie Fotovoltaiche Innovative

Il progetto vuole sviluppare e promuovere tecnologie fotovoltaiche innovative per ridurre i costi dell'energia elettrica, offrendo garanzie in termini di sicurezza della fornitura della stessa energia e di rispetto dell'ambiente. Obiettivo dell'attività di ricerca è stato lo sviluppo di celle solari innovative ad alta efficienza con struttura tandem nelle quali la cella posteriore è realizzata in silicio cristallino, mentre quella anteriore è realizzata con un materiale a film sottile ad alta gap a base di perovskite o kesterite. Inoltre, per incrementare l'efficienza e la producibilità dei sistemi fotovoltaici, si è lavorato alla progettazione e alla realizzazione di prototipi di convertitori Smart Maximum Power Point Tracking (SMPPT) equipaggiati con dispositivi switching basati su materiali e tecnologie innovativi. Per quanto riguarda lo sviluppo di celle solari con materiali innovativi, sono state messe a punto celle a base di perovskite (del tipo  $\text{Cs}_0.06\text{FA}_0.78\text{MA}_0.14\text{PbI}_0.83\text{Br}_0.17$ ) con efficienza superiore al

20%, e celle a base di kesterite (del tipo CZTS) con efficienza dell'8%. Parallelamente sono state sviluppate celle ad eterogiunzione di silicio con efficienza massima su area attiva di circa il 20%. Sono state, quindi, realizzate celle tandem perovskite/silicio, utilizzando due configurazioni di collegamento tra le celle componenti: la crescita diretta della componente frontale su quella in silicio (configurazione monolitica) e la connessione meccanica tra i singoli dispositivi. Quest'ultima struttura ha consentito di misurare sui dispositivi tandem un'efficienza massima pari al 24,2% su area di  $1 \text{ cm}^2$ . Per quanto riguarda lo sviluppo di convertitori SMPPT, è stata realizzata una piattaforma software di progettazione per tali convertitori da utilizzare in contesti energetici di ultima generazione. Sono stati poi progettati e realizzati tre prototipi SMPPT con dispositivi switching in silicio, carburo di silicio e nitruro di gallio.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio

**Tema:** Fonti di Energia Rinnovabili

**Referente:** Paola Delli Veneri  
paola.delliveneri@enea.it

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MISE-ENEA-2015-2017/generazione-di-energia-elettrica-con-basse-emissioni-di-carbonio/fotovoltaico-innovativo](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MISE-ENEA-2015-2017/generazione-di-energia-elettrica-con-basse-emissioni-di-carbonio/fotovoltaico-innovativo)

> Laboratorio di realizzazione celle a perovskite presso il Centro ENEA di Portici.



## Energia elettrica dal mare

**G**li studi sull'energia dal mare hanno riguardato i due principali aspetti del problema: lo studio della risorsa e lo sviluppo di tecnologie idonee per la produzione di energia elettrica. Tra le numerose proposte tecnologiche esaminate, si è concentrata l'attenzione su due linee di sviluppo: una on-shore, mirata all'utilizzazione energetica delle dighe portuali (tecnologia REWEC- Resonant Wave Energy Converter) e una off-shore, basata sull'utilizzo di dispositivi galleggianti ormeggiati al largo (tecnologia PEWEC- Pendulum Wave Energy Converter). I risultati ottenuti hanno confermato l'interessante potenziale energetico dei mari italiani e fornito gli elementi per dimostrare la fattibilità tecnica e la convenienza dell'utilizzazione energetica del moto ondoso con tecnologie mirate alle caratteristiche del Mediterraneo e delle coste italiane. Le attività di ricerca e sviluppo del progetto, che si è svolta solo nella prima annualità dell'accordo, hanno riguardato:

➤ lo sviluppo di un sistema di previsione della circolazione marina del Mediterraneo;

- lo sviluppo di un codice di predizione degli sforzi dinamici e della potenza erogabile di Wave Energy Converter per applicazioni nel Mar Mediterraneo;
- la progettazione di un sistema full scale (PEWEC) da 20 kW per la produzione di energia da moto ondoso;
- lo sviluppo di un sistema di controllo integrato ad un sistema di forecast per l'ottimizzazione della produzione di energia elettrica da parte di un sistema Oscillating Water Column (OWC) in scala 1:1;
- sviluppo di un sistema operativo ad alta risoluzione per il bacino mediterraneo in grado di prevedere le correnti di marea;
- la valutazione degli impatti sugli ecosistemi costieri da parte di impianti "Waves Energy" tramite tecniche integrate di Remote Sensing. È stata effettuata da satellite la stima della distribuzione della posidonia e relativi parametri biofisici nel sito di Pantelleria dove è installato il primo WEC off-shore mediterraneo.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

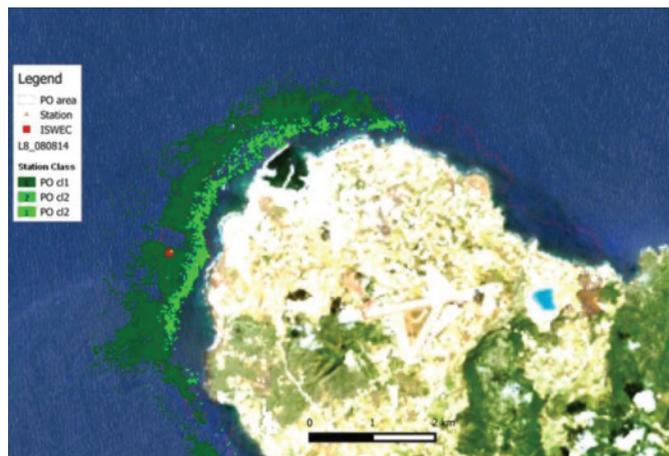
**Area:** Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio

**Tema:** Fonti di energia rinnovabili

**Referente:** Gianmaria Sannino  
gianmaria.sannino@enea.it

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MISE-ENEA-2015-2017/generazione-di-energia-elettrica-con-basse-emissioni-di-carbonio/energia-dal-mare](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MISE-ENEA-2015-2017/generazione-di-energia-elettrica-con-basse-emissioni-di-carbonio/energia-dal-mare)

> Distribuzione delle classi di densità della Posidonia di Giraud IV (c1) e II (c2), nell'area d'installazione del convertitore ISWEC (Inertial Sea Wave Energy Converter) presso l'Isola di Pantelleria.



# Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare e collaborazione ai programmi internazionali per il nucleare di IV generazione

**L**e attività relative ai sistemi di IV generazione hanno riguardato lo sviluppo dei sistemi nucleari veloci refrigerati a piombo, Lead cooled Fast Reactor (LFR), su cui l'Italia detiene una posizione di leadership progettuale e tecnologica in Europa.

*Progettazione e Analisi di Sicurezza.* Attività di ricerca al fine di sviluppare, aggiornare e convalidare codici di calcolo e modelli numerici per sostenere la progettazione ed effettuare analisi di sicurezza mediante la creazione di una piattaforma di calcolo multifisica e multiscala per sistemi LFR.

*Qualifica Materiali strutturali.* Caratterizzazione acciai strutturali e rivestimenti protettivi in condizioni di irraggiamento e corrosione da piombo fluente. Sviluppo di sistemi e tecnologie per il controllo e condizionamento della chimica del refrigerante.

*Sviluppo Componenti e Sistemi Innovativi.* Potenziamento delle infrastrutture di ricerca presso ENEA (C.R. Brasimone). Sviluppo e qualifica di componenti e sistemi innovativi rilevanti per lo sviluppo del DEMO-LFR ALFRED. Validazioni sperimentali su sistemi a piscina di larga scala di componenti per la rimozione della potenza

in condizioni incidentali, e simulazioni sperimentali di scenari incidentali. La ricerca sugli impianti nucleari esistenti è stata orientata allo sviluppo di competenze necessarie ad esprimere giudizi indipendenti in materia di sicurezza nucleare, secondo tre aree di indagine.

*Metodi per Verifiche di Sicurezza.* Validazione di dati nucleari; sviluppo di codici per il calcolo dell'attivazione neutronica; tecniche di riduzione della varianza per metodi Monte Carlo; produzione di nuove sezioni d'urto.

*Safety Assessment e Valutazioni d'Impatto.* Analisi di sicurezza delle centrali vicine al confine nazionale; sviluppo di metodi per la preparazione agli incidenti che possono impattare sull'Italia; studio degli incidenti nucleari severi; valutazioni di rischio e scenari incidentali.

*Sperimentazione e Calcoli per la Sicurezza.*

Analisi termoidraulica di sistemi innovativi di rimozione di calore; progettazione ed esecuzione di esperimenti sulle facility di SIET; studio analitico e sperimentale di sistemi di sicurezza passivi con diversi tipi di scambiatori di calore.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

**Area:** Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio

**Tema:** Energia da fonte nucleare

**Referente:** Mariano Tarantino / Federico Rocchi  
mariano.tarantino@enea.it  
federico.rocchi@enea.it

[www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/tenergia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/generazione-di-energia-elettrica-con-basse-emissioni-di-carbonio/nucleare-da-fissione](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/tenergia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/generazione-di-energia-elettrica-con-basse-emissioni-di-carbonio/nucleare-da-fissione)

> Impianto integrale SPES2 di SIET per validazione sperimentale di componenti LWR.



## Attività di fisica della fusione complementari a ITER

Il progetto è parte del programma scientifico “Broader Approach”, stipulato dall’Unione Europea con il Giappone per la realizzazione a Naka della macchina Tokamak JT-60SA, dell’acceleratore International Fusion Materials Irradiation Facility (IFMIF) per lo studio dei materiali soggetti ad alto flusso neutronico e al laboratorio International Fusion Energy Research Centre (IFERC) per lo studio di nuovi materiali e lo sviluppo di sistemi di calcolo superveloci. L’ENEA si è impegnata principalmente nella costruzione di parte dei componenti per la macchina tokamak superconduttrice JT-60SA e nella progettazione e realizzazione di prototipi per la sorgente di neutroni IFMIF. Le attività del progetto sono state terminate con successo. In particolare sono stati realizzati i moduli di magneti toroidali e dei sistemi di alimentazione di potenza del sistema magnetico della macchina

JT-60SA, dei quali si è curato anche il trasporto a Naka (Giappone). I componenti sono stati sottoposti a prove finali di accettazione per garantire la loro piena funzionalità. Nei laboratori di Naka i moduli di magneti toroidali sono stati assemblati raggiungendo le precisioni richieste dalla macchina.

I componenti elettrici sono stati montati e messi in servizio con pieno successo. Nell’ambito delle attività IFMIF sono state eseguite forniture ed implementazioni sugli impianti a litio ELTL (EVEDA Lithium Test Loop) in Giappone e LiFUS6 in Italia per attività sperimentali su corrosione/erosione, purificazione, termo idraulica e cavitazione in litio liquido fluente ad alta temperatura. Altre attività sperimentali hanno riguardato la progettazione e manipolazione remota del target assembly di IFMIF.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

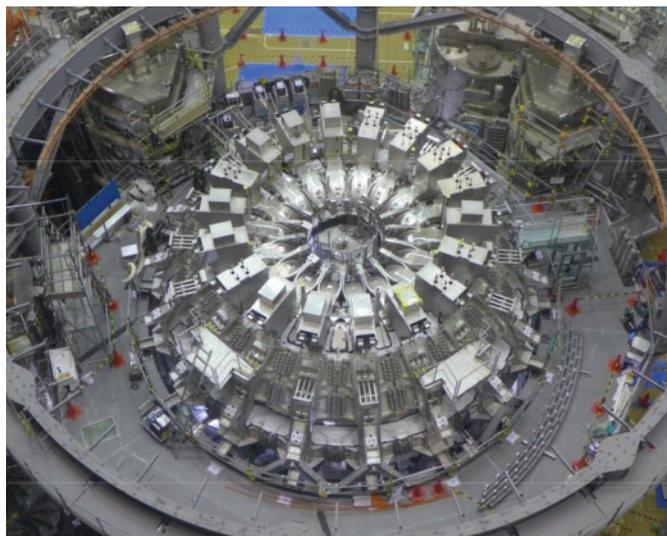
**Area:** Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio

**Tema:** Energia da fonte nucleare.

**Referente:** Antonio Cucchiario  
antonio.cucchiario@enea.it

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/generazione-di-energia-elettrica-con-basse-emissioni-di-carbonio/nucleare-da-fusione](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/generazione-di-energia-elettrica-con-basse-emissioni-di-carbonio/nucleare-da-fusione)

> Completamento dell’assemblaggio del sistema magnetico toroidale di JT-60SA (Naka- ottobre 2018).





## Sistemi di accumulo di energia per il sistema elettrico

Il progetto è stato orientato alla ricerca e sviluppo di accumulatori elettrochimici innovativi senza però trascurare le problematiche legate alla sicurezza nell'uso delle batterie. Per massimizzare l'efficienza energetica sono stati realizzati sistemi di accumulo ibridi o accoppiati con dispositivi fotovoltaici. Parte integrante è stata la comunicazione e diffusione dei risultati. La ricerca ha puntato sullo sviluppo di materiali di frontiera per batterie litio-ione innovative e sistemi post litio-ione in grado di essere utilizzati nella rete di trasmissione elettrica. Sono state realizzate batterie a basso costo, come ad esempio batterie sodio-ione, o in grado di esibire elevata densità energetica, quali le batterie litio/zolfo o litio/aria. Parallelamente sono state condotte attività di sviluppo che hanno portato alla realizzazione di un impianto di produzione di materiale elettrodico e di elettrodi su scala preindustriale. La sicurezza in uso dei sistemi di accumulo rappresenta un punto di fondamentale importanza per la loro

diffusione; per tale ragione sono stati eseguiti test sperimentali simulando il comportamento delle batterie in condizioni di funzionamento normale o di abuso. Parte delle attività hanno riguardato il monitoraggio dello "stato di salute" delle batterie per un loro possibile riutilizzo in altre applicazioni (second life). Sono stati poi studiati sistemi ibridi o integrati. L'accoppiamento di supercapacitori e batterie ha portato alla realizzazione di un sistema ibrido per la ricarica veloce che può essere utilizzato anche come regolatore di frequenza della rete. L'uso di sistemi di accumulo integrati con sistemi fotovoltaici ha permesso di provare strategie di gestione che massimizzano la resa energetica. Il risultato delle attività è stato pubblicizzato mediante partecipazione a conferenze e pubblicazione di lavori su riviste scientifiche internazionali e riassunto in una serie di rapporti tecnici che possono essere visionati sul sito.

**Piano Triennale:** 20125-2017

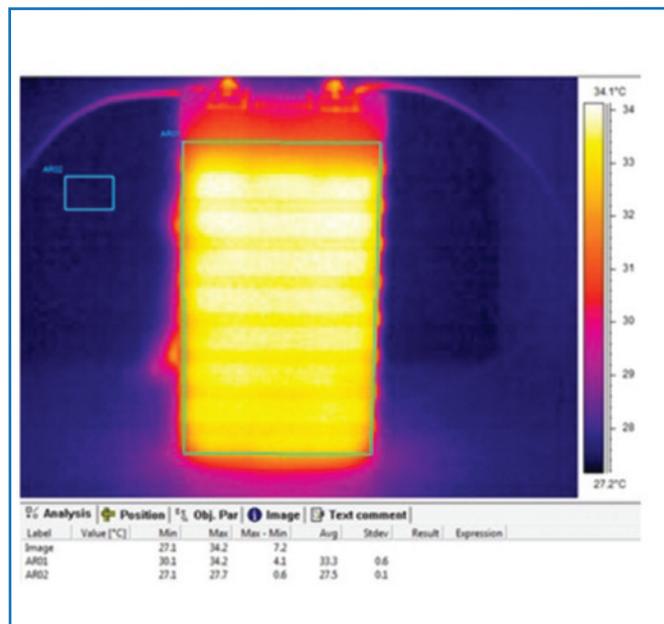
**Area:** Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

**Tema:** Materiali e tecnologie per l'accumulo di energia per il sistema elettrico

**Referente:** Pier Paolo Proisini  
pierpaolo.proisini@enea.it

[http://www.enea.it/Ricerca\\_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MISE-ENEA-2015-2017/trasmissione-e-distribuzione-dellenergia-elettrica/sistemi-di-accumulo-di-energia](http://www.enea.it/Ricerca_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MISE-ENEA-2015-2017/trasmissione-e-distribuzione-dellenergia-elettrica/sistemi-di-accumulo-di-energia)

> Immagine termografica di una batteria durante la fase di scarica.



## Tecnologie per costruire gli edifici del futuro

Il progetto è stato incentrato sulle tematiche che contribuiscono a migliorare le prestazioni energetiche degli edifici, focalizzandosi su componenti e sistemi che le influenzano maggiormente e che presentano ampi margini di miglioramento. L'attività è stata condotta affrontando sia aspetti legati all'ottimizzazione della gestione di sistemi, impianti e componenti esistenti, sia lo studio di nuove soluzioni (nuovi materiali, sistemi di generazione che massimizzano la produzione da fonte rinnovabile, etc.).

I risultati ottenuti, sintetizzati nei punti seguenti, possono essere ritenuti molto interessanti:

- realizzazione di un impianto sperimentale "ibrido" che integra tecnologie per la climatizzazione con fonti rinnovabili elettriche e sistemi di accumulo termico ed elettrico per aumentare l'autosufficienza energetica degli edifici;
- caratterizzazione di tecnologie a fonte solare in grado di ridurre i carichi elettrici per la climatizzazione degli edifici e massimizzare il rendimento delle reti insulari non interconnesse alla rete elettrica nazionale (RTN);
- prototipi di OLED per l'utilizzo in "finestre intelligenti";
- sviluppo di un software per l'analisi tecnico economica dei sistemi di contabilizzazione individuale dell'energia termica (TEAM);
- sviluppo di un prototipo di un accumulo a cambiamento di fase, ottimizzato per la fase fredda;
- realizzazione di un modello matematico con approccio multi-obiettivo per identificare strategie ottimali di gestione di reti termiche distribuite;
- realizzazione di coperture vegetali sull'edificio F92 del CR Casaccia;
- sviluppo di un sistema di controllo energy-on-demand e analisi di scenari di demand-response applicati a casi studio reali;
- prototipo multisensoriale per il monitoraggio energetico/ambientale indoor;
- caratterizzazione ottica e termica di sistemi trasparenti complessi;
- realizzazione di modelli in grado di determinare i profili di consumo degli utenti finali rappresentativi del parco nazionale.

### Piano Triennale: 2015-2017/18

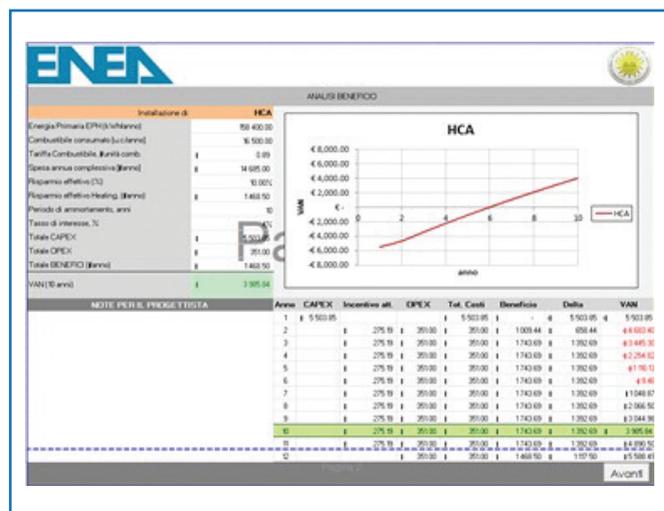
**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Edifici intelligenti

**Referenti:** Giovanni Puglisi  
giovanni.puglisi@enea.it

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/efficienza-energetica-negli-usi-finali/edifici-intelligenti](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/efficienza-energetica-negli-usi-finali/edifici-intelligenti)

> Software TEAM.





## Studi sulla riqualificazione energetica del parco esistente di edifici mirata a conseguire il raggiungimento della definizione di edifici a energia quasi zero (nZEB)

Il Progetto, è stato focalizzato sullo studio dei diversi aspetti legati all'applicazione degli standard nZEB (nearly Zero Energy Buildings), come definiti dal D.M. 26/06/2015, sul parco edifici pubblici nazionale. Partendo dall'analisi delle implicazioni normative sono state effettuate analisi e monitoraggi di casi studio reali, nonché definite metodologie di calcolo e strumenti operativi, finalizzati all'aggiornamento e l'integrazione delle principali normative del settore.

L'attività svolta nel corso del triennio è stata articolata su differenti linee tematiche, raggiungendo significativi obiettivi in termini di:

- Diagnosi energetiche su diverse tipologie di edifici (scuole, uffici, complessi residenziali, edifici a carattere storico) per individuare gli interventi e le tecnologie più adatte per raggiungere gli standard nZEB, ed analizzarne la fattibilità tecnica ed economica in funzione del contesto climatico;
- Definizione di metodi di calcolo per la valutazione dell'energia richiesta per l'illuminazione artificiale negli edifici considerando l'apporto della luce naturale (Climed Based Daylight Models),

e predisposizione di un database relativo al Daylight per tutto il territorio nazionale, basato su modelli di elaborazione ENEA;

- Analisi delle criticità riscontrate nell'applicazione del decreto "requisiti minimi" per diverse categorie di edifici, per l'integrazione delle fonti rinnovabili e valutazione dell'impatto in termini ambientali (LCA analysis) dei materiali e delle tecnologie maggiormente utilizzate nelle riqualificazioni energetiche.;
- Analisi delle condizioni di comfort termoigrometrico e della qualità dell'aria indoor degli edifici sottoposti a riqualificazione verso elevati standard energetici;
- Monitoraggi strumentali di edifici reali per l'elaborazione ed il confronto di benchmark relativi alle prestazioni delle principali configurazioni impiantistiche in diversi contesti climatici;
- Test sperimentali su componenti edili innovativi a base naturale.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

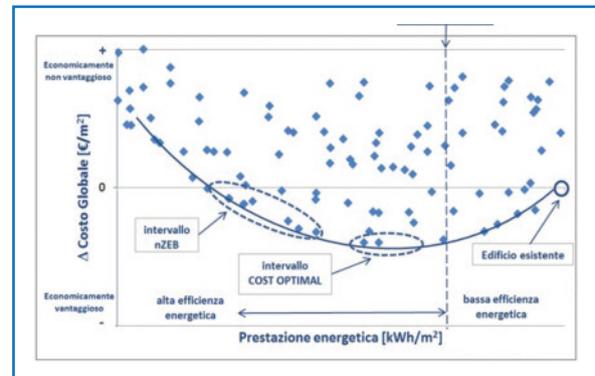
**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Edifici a energia quasi zero (nZEB)

**Referente:** Domenico Iatauro  
domenico.iatauro@enea.it

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/efficienza-energetica-negli-usi-finali/edifici-a-energia-quasi-zero-nzeb](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/efficienza-energetica-negli-usi-finali/edifici-a-energia-quasi-zero-nzeb)

> Diagnosi Energetica Ex Provveditorato agli Studi Torino.



Il Progetto è finalizzato allo sviluppo di processi e tecnologie impiantistiche volte a garantire sicurezza, flessibilità, stabilità e decarbonizzazione al sistema elettrico nazionale, ed allo sviluppo di metodologie e tecniche per l'efficientamento e la riqualificazione energetica di edifici pubblici.

Prodotto delle attività è un ventaglio di tecnologie, dimostrabili in laboratorio o su impianti pilota, metodi e studi, riguardanti:

- Cicli turbogas EGR e Cicli a S-CO<sub>2</sub>, per lo sviluppo di impianti di potenza flessibili, efficienti, intrinsecamente predisposti per una facile cattura della CO<sub>2</sub> ed integrabili con sistemi di produzione elettrica da fonti rinnovabile;
- Innovazione di processi e materiali quali sorbenti, membrane e solventi per la riduzione dei costi di investimento e energetici di sistemi di cattura della CO<sub>2</sub>;
- Tecnologie per la compressione e il trasporto della CO<sub>2</sub> catturata e alternativi sistemi di stoccaggio e suo riuso per la produzione di combustibili (SNG, DME), materiali ('mineral carbonation')

provenienti da residui dell'industria energivora e riusabili nello stesso ed in diversi settori, chemicals”;

- Sviluppo di codici CFD e sistemi di monitoraggio per lo studio e progettazione di dispositivi di combustione in aria ed “oxy”, efficienti, scarsamente inquinanti e flessibili alle variazioni di carico e combustibile;
- Tecnologie di 'simbiosi industriale' tra il sistema elettrico e l'industria 'energy intensive'(acciaierie, cementifici);
- Sviluppo, presso il bacino minerario del Sulcis, di strutture sperimentali per un centro di eccellenza, di valenza internazionale, sulle tecnologie del confinamento geologico della CO<sub>2</sub> (realizzazione del Sulcis Fault Laboratory per lo studio della diffusione della CO<sub>2</sub> in una zona con discontinuità e per lo sviluppo di sistemi di monitoraggio) e più in generale dell'uso sostenibile dei combustibili fossili;
- Sviluppo di metodi, procedure e soluzioni tecniche per interventi di efficienza energetica in edifici pubblici.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

**Area:** Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio

**Tema:** Tecnologie e metodologie 'low carbon' e edifici ad energia quasi zero

**Referente:** Franca Rita Picchia  
rita.picchia@enea.it

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/generazione-di-energia-elettrica-con-basse-emissioni-di-carbonio/combustibili-fossili-e-ccs](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/generazione-di-energia-elettrica-con-basse-emissioni-di-carbonio/combustibili-fossili-e-ccs)

> Impianto AGATUR (Advanced Gas Turbine Rising) – Vista del piping di connessione tra la microturbina (Turbec T100) ed il vessel.



## Utilizzo impianti di conversione di energia di piccola taglia

Il Progetto punta allo sviluppo e diffusione di tecnologie per impianti co/trigenerazione di piccola taglia ( $W_{term} < 100$  kW) che utilizzino fonti di energia rinnovabile/cascami termici ( $T = 100 \div 300^\circ\text{C}$ ). In particolare, si punta sulle tecnologie HP, integrate con energia solare e accumulo termico. Il progetto si sviluppa su due linee di attività:

- ▶ selezione/studio di tecnologie, progettazione di una facility per test, approfondimenti su attività sperimentali iniziate nei precedenti PAR;
- ▶ sviluppo delle HP a R744: miglioramento dei rendimenti tramite scelte componentistiche e di ciclo innovative; integrazione HP in sistemi MCHP/MCCHP.

Obiettivi raggiunti:

- ▶ Individuazione di cicli/tecnologie idonei per risorse termiche a bassa entalpia: valutazione applicabilità attuale, limiti, sviluppi/prospettive;
- ▶ Progettazione di un impianto per prova di componenti/impianti/accumulo termico per MCHP/MCCHP;
- ▶ Confronto sperimentale di geometrie e soluzioni per migliorare le

prestazioni dell'accumulo a pcm. Valutazione dei transitori termici. Realizzazione di modelli di calcolo per l'ottimizzazione del processo e del sistema impianto-serbatoio;

- ▶ Sperimentazione della vaporizzazione diretta in un innovativo collettore solare in un ciclo ORC; valutazione sull'efficienze del ciclo e sviluppo di un modello di simulazione;
- ▶ Prove in camera climatica su HP a R744 per l'ottimizzazione di sistemi multi-eiettore. Realizzazione di un modello di simulazione e analisi delle prestazioni;
- ▶ Progettazione e predisposizione su una HP a R744 di un circuito di campionamento dell'olio lubrificante per lo studio degli effetti della lubrificazione;
- ▶ Progetto, dimensionamento ed acquisizione dei principali componenti di un circuito sperimentale per lo studio della trasmissione del calore della  $\text{CO}_2$  in condizioni supercritiche e di evaporazione;
- ▶ Recupero termico da HP ad R744 per l'alimentazione di una macchina ad assorbimento: determinazione quantitativa dei margini di impiego e di incremento della potenza frigorifera.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Impianti di conversione di energia di piccola taglia

**Referente:** Gino Boccardi  
gino.boccardi@enea.it

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MISE-ENEA-2015-2017/efficienza-energetica-negli-usi-finali/impianti-di-conversione-di-energia-di-piccola-taglia](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MISE-ENEA-2015-2017/efficienza-energetica-negli-usi-finali/impianti-di-conversione-di-energia-di-piccola-taglia)

> Prototipo HP con sistema multi eiettore.



## Processi e macchinari industriali

**O**biiettivo del progetto è la realizzazione di strumenti e metodi per la promozione di tecnologie ad alta efficienza energetica, allo scopo di favorire il mercato di prodotti più performanti in termini di energia consumata e di migliorare la qualità dei processi industriali più energivori per contribuire alla riduzione della bolletta energetica nazionale e aumentare la competitività del settore produttivo. In tale ambito, ENEA ha svolto attività indirizzate su diverse tematiche:

- Etichettatura energetica per l'efficiamento di macchinari. Realizzazione di facility per la sperimentazione e verifica di motori elettrici ad alta efficienza; tecniche di efficientamento per sistemi di microgenerazione; efficientamento dei processi di saldatura industriale; sviluppo di specifiche e requisiti tecnici per le politiche di efficienza energetica, principalmente etichettatura energetica -ecoprogettazione all'interno dell'economia circolare.
- Efficientamento dei processi industriali. Materiali innovativi per lo sviluppo di sistemi per il recupero energetico da cascami

termici; sistema di supporto alle decisioni per il risparmio energetico nella produzione e nell'uso dell'aria compressa; progettazione di una rete di sensori e attuatori wireless basata su protocolli machine-to-machine per l'efficientamento energetico del settore industria.

- Metodologie per la caratterizzazione di processi industriali energivori: benchmark e valutazione dei potenziali di risparmio energetico.
- Applicazione di campi elettrici pulsati (PEF) nei processi industriali. Progettazione di apparecchiature per la conservazione di alimenti attraverso campi elettrici pulsati, inclusi sistemi di monitoraggio e controllo.

Tali attività costituiscono la base per l'applicazione su larga scala di strumenti e metodi sviluppati, rappresentando un valido supporto per il superamento di importanti barriere tecnologiche e culturali all'incremento dell'efficienza energetica nel settore industriale.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Processi e macchinari industriali

**Referente:** Ilaria Bertini  
ilaria.bertini@enea.it

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/efficienza-energetica-negli-usi-finali/processi-e-macchinari-industriali](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/efficienza-energetica-negli-usi-finali/processi-e-macchinari-industriali)

> Sistema trasportabile integrato per misure di efficienza on site di processi di saldatura industriale.



## Sviluppo di un modello integrato di smart district urbano

Il progetto “Sviluppo di un modello integrato di smart district urbano” mira ad una maggiore efficienza energetica e a nuovi servizi per i cittadini attraverso lo sviluppo di un modello di distretto urbano intelligente in cui tutti i servizi di quartiere vengono gestiti in maniera ottimale, sinergica ed interoperabile. Tali obiettivi sono raggiunti attraverso una forte integrazione tecnologica, componenti innovativi, partecipazione sociale, massiccio impiego delle tecnologie ICT. Grazie alla definizione di specifiche standard e tecnologie open, si agevolerà la replicabilità dei modelli sviluppati come primo step di una roadmap per la realizzazione delle smart cities. Il prodotto finale del progetto è costituito da un framework di integrazione direttamente operativo ed applicabile in contesti urbani e prevede tre ambiti applicativi (Servizi Aggregati per edifici, Infrastrutture Pubbliche Energivore, Smart Community) ed un livello orizzontale di integrazione (Smart District Platform). E' stata definita una Piattaforma ICT basata su

specifiche aperte per l'Interoperabilità (Smart City Platform Specification, SCPS); all'interno di tale piattaforma sono stati analizzati un certo numero di casi studio che descrivono la trasmissione dati tra uno (o più) servizi urbani e la piattaforma ICT di distretto. Il progetto ha portato allo sviluppo di metodologie per la gestione in tempo reale di servizi urbani tra loro fortemente integrati al fine di agevolare la gestione operativa della città, la messa a punto di soluzioni adattive, sistemi di valutazione prestazionale, diagnostica ed ottimizzazione real time e piattaforme software di comunicazione dati real time. Lo studio è stato orientato alla prototipazione (hardware/software) della soluzione e al test sperimentale su piccole porzioni urbane e su piccole scale temporali (scale orarie o giornaliere). Le soluzioni sono state testate e qualificate all'interno dello Smart Village del CR ENEA Casaccia e in un contesto reale urbano.

**Piano Triennale:** 2015-2017/18

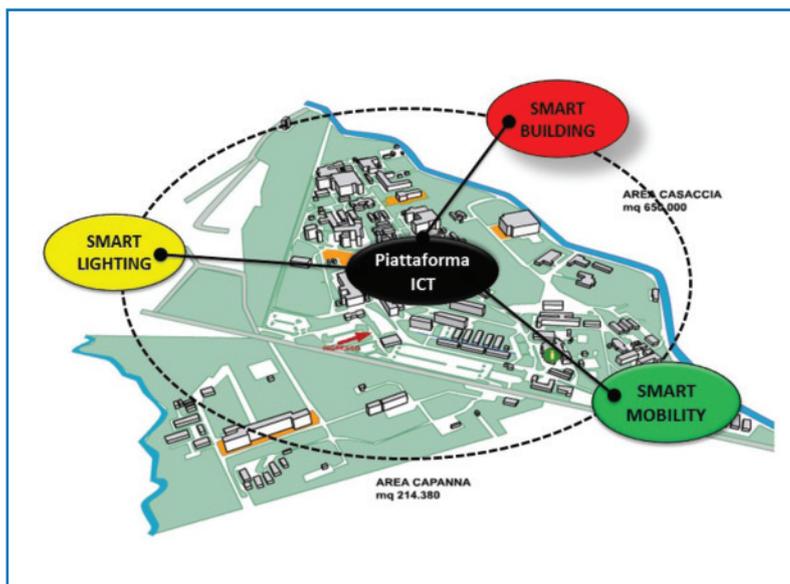
**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Smart cities e smart communities

**Referente:** Claudia Meloni  
claudia.meloni@enea.it

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/efficienza-energetica-negli-usi-finali/smart-city-smart-community](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/energia/ricerca-di-sistema-elettrico/accordo-di-programma-MiSE-ENEA-2015-2017/efficienza-energetica-negli-usi-finali/smart-city-smart-community)

> Schema dello smart village del Centro Ricerche ENEA Casaccia.



# Mobilità elettrica sostenibile

Il progetto si è sviluppato intorno a diversi obiettivi realizzativi, volti a migliorare la fruibilità e la diffusione della mobilità elettrica. In tale prospettiva sono state svolte attività sperimentali di laboratorio e di sviluppo di strumenti informatici.

La sperimentazione tecnologica è stata incentrata sui sistemi per la ricarica di autovetture e bus urbani. Si è realizzata la sezione di un sistema di trasferimento di energia senza contatto per eseguire la ricarica di un'autovettura elettrica durante la marcia; una seconda attuazione ha interessato la ricarica conduttiva ultraveloce di autobus urbani alle fermate intermedie, utilizzando supercapacitori sia a bordo del veicolo che a terra. In questo secondo caso si è verificata la possibilità di ridurre l'impatto sulla rete di distribuzione elettrica e di semplificare gli impianti di ricarica, in una prospettiva di riduzione dei costi dei supercapacitori.

Per gli strumenti di lavoro software, sono stati realizzati tre applicativi:

- il primo destinato ai decisori pubblici e privati (Amministratori Locali, gestori dell'energia elettrica e dei servizi di ricarica, etc.) per la simulazione a microscala di scenari di diffusione di veicoli elettrici in contesti urbani;
  - il secondo rivolto ai gestori delle reti per la ricarica delle auto elettriche, per definire al meglio la localizzazione dei punti di rifornimento in relazione alle reali esigenze dell'utenza, massimizzando il proprio profitto;
  - il terzo destinato agli operatori del trasporto pubblico locale, per valutare ex-ante per quali linee l'elettrificazione sia fattibile e conveniente rispetto alle alimentazioni più convenzionali.
- Infine una terza linea di attività ha riguardato la sicurezza della mobilità elettrica, concentrandosi sugli aspetti dell'esposizione a campi elettromagnetici prodotti da sistemi di ricarica ad alta potenza o di tipo "wireless" e sulla valutazione dei rischi connessi ai sistemi di accumulo agli ioni di Litio.

**Piano Triennale: 2015-2017/18**

**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con gli altri vettori energetici

**Tema:** Mobilità Elettrica

**Referente:** Maria Pia Valentini  
mariapia.valentini@enea.it

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/energia/ricerca-di-sistemaelettrico/accordo-di-programma-MISE-ENEA-2015-2017/efficienza-energetica-negli-usi-finali/mobilita-elettrica](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/energia/ricerca-di-sistemaelettrico/accordo-di-programma-MISE-ENEA-2015-2017/efficienza-energetica-negli-usi-finali/mobilita-elettrica)

> Sezione di prova sistema di ricarica wireless dinamico.





**Consiglio  
Nazionale delle  
Ricerche**

# Bioenergia flessibile ed efficiente

Le attività hanno riguardato lo sviluppo di sistemi per la conversione efficiente e a basso impatto ambientale del contenuto energetico delle biomasse. Le ricerche si sono concentrate sulle tecnologie di gassificazione delle biomasse e di produzione diretta di energia elettrica mediante combustione di biomasse in sistemi a basse emissioni ed energeticamente efficienti. Per quanto concerne la gassificazione, sono stati sviluppati due approcci con differente grado di maturità tecnologica. Il primo è basato su processi di gassificazione di biomasse a letto fluido per la produzione di syngas con specifiche richieste. Le attività hanno riguardato lo sviluppo di strategie combinate di trattamento della biomassa e la valutazione delle caratteristiche del syngas prodotto al variare del pretrattamento e delle biomasse utilizzate. Il secondo approccio ha riguardato lo sviluppo su scala di laboratorio di un pirogassificatore innovativo dove l'energia richiesta per il riscaldamento della

biomassa è integrata da energia solare. L'obiettivo è lo studio delle potenzialità del sistema, al variare della composizione della biomassa, in termini di efficienza energetica e di resa in syngas. Per quanto riguarda la produzione diretta di energia elettrica mediante combustione di biomasse, si sono studiate le potenzialità energetiche della biomassa tal quale attraverso lo sviluppo della tecnologia del bioslurry (sospensione di biomassa micronizzata in un liquido combustibile o acqua). Tale tecnologia ha il vantaggio di consentire l'utilizzo di biomasse in sistemi di generazione elettrica disegnati per l'utilizzo di combustibili liquidi, con minime modifiche impiantistiche e con bassi costi energetici in ragione di una semplificazione degli stadi di pretrattamento della biomassa. Le attività hanno riguardato la formulazione di bioslurry formati con biomasse di diversa natura e caratteristiche e la loro ottimizzazione per la generazione di spray da utilizzare in combustori prototipo.

**Piano Triennale: 2015-2017**

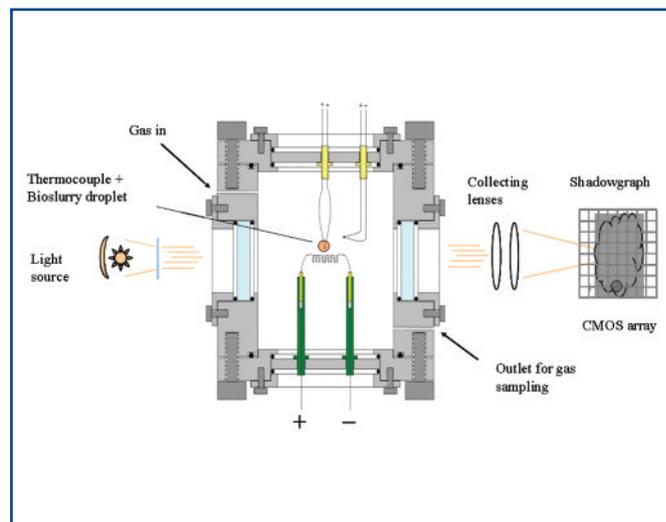
**Area:** Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio

**Tema:** Bioenergia

**Referente:** Patrizio Massoli  
p.massoli@im.cnr.it

<http://www.diitet.cnr.it/ricerca-di-sistema/>

> Cella per test di combustione di bioslurry.



# Sistemi elettrochimici per l'accumulo di energia

Il progetto riguarda lo sviluppo di materiali e componentistica innovativa per l'ottimizzazione di tecnologie di accumulo elettrochimico e accumulo chimico, quest'ultimo sotto forma di metano di sintesi attraverso processi di co-elettrolisi e stadio di metanazione catalitica. Lo scopo del progetto è l'ottimizzazione prestazionale delle tecnologie di accumulo, in termini di efficienza, ciclabilità, resa in produzione di metano, nell'ottica di una riduzione dei costi e di economia circolare, attraverso analisi LCCA. Per il PT 2015-17, gli obiettivi sono stati raggiunti in tutte le linee costituenti il progetto; di seguito quelli più significativi per linea progettuale (LP).

- ▶ LP1, WP1.1: sviluppo di una nuova architettura di cella planare  $\text{NaNiCl}_2$  la cui prestazione in termini di EE e CE è stata pari a 76% e 84%.
- ▶ LP1, WP1.2: sono stati sintetizzati materiali elettrodi per VRFB a base di ossidi misti altamente performanti ad elevate densità di corrente, superiori al target previsto, la cui prestazione è stata pari a 71% @ 120 mA/cm<sup>2</sup> in termini di EE. È stato realizzato un sistema da 0.5-1kW, EE>70%.

- ▶ LP1, WP1.3: sono stati messi a punto test accelerati che hanno permesso di valutare l'effetto del ciclo in RF sulle prestazioni delle diverse chimiche di batterie litio.
- ▶ LP1, WP1.4: è stata realizzata una cella prototipale, con densità di energia superiore a 400 Wh kg<sup>-1</sup><sub>Fe</sub>.
- ▶ LP1, WP1.5: l'analisi LCA sulle diverse batterie ha permesso l'identificazione di soluzioni tecnologiche in differenti contesti applicativi in funzione delle migliori prestazioni energetico-ambientali.
- ▶ LP2, WP2.1 Proof-of-concept e studi in ASPEN del sistema SOEC e del sistema di metanazione basato su reattore compatto con catalizzatori strutturati la cui produzione di metano è stata pari a 114 l/@600°C.
- ▶ LP2, WP2.2 eco-profilo di sistemi catalitici strutturati per la metanazione del syngas.
- ▶ LP3, WP3.1 Dimostrazione dei sistemi di accumulo in ambiente rilevante.

**Piano Triennale: 2015-2017**

**Area:** Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

**Tema:** Materiali e tecnologie per l'accumulo di energia per il sistema elettrico

**Referente:** Vincenzo Antonucci  
vincenzo.antonucci@tae.cnr.it



<http://www.diiet.cnr.it/ricerca-di-sistema/>

> Prototipo batteria Na-NiCl<sub>2</sub>.

# Micro Cogenerazione Flessibile

Il tema è affrontato considerando diverse soluzioni impiantistiche in grado di convertire efficientemente biocombustibili. Gli studi hanno riguardato sistemi basati su motori a combustione esterna (Stirling) ed interna e sull'utilizzo combinato di combustione ed irraggiamento solare.

L'integrazione dei due motori primi, a combustione esterna ed interna, costituisce la base di un sistema di produzione di energia elettrica basato su bioenergia in grado di soddisfare le richieste energetiche in termini di potenza media e di picco. Il motore Stirling è, infatti, ottimale per lo sfruttamento energetico di biomasse, ma presenta costanti di tempo caratteristiche non compatibili con le veloci richieste energetiche dell'utenza. Pertanto, in parallelo allo Stirling, si è sviluppata un'unità da 3-6 kWe a rapido adeguamento del carico elettrico basato su di un motore innovativo a combustione interna caratterizzato dalla riduzione degli ingombri complessivi e dal quasi totale annullamento delle

vibrazioni. Nell'ottica di uno sfruttamento quanto più razionale della risorsa energetica da biomassa, è stato inoltre effettuato il confronto fra l'utilizzo di motori Stirling e di impianti basati su cicli ORC, nonché la possibilità di integrare gli stessi in configurazioni in serie ed in parallelo. In relazione agli studi sul motore Stirling è stato, inoltre, sviluppato un bruciatore ciclonico MILD per biocombustibili in grado di realizzare emissioni di ossidi di azoto inferiori a 10 ppm con un elevatissimo grado di conversione e sostanziale assenza di particolati submicronici. Il sistema di micro cogenerazione è completato con l'integrazione di un'unità di gassificazione per la produzione di syngas e del sistema di cleaning per l'abbattimento di  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$ . E' stato, infine, sviluppato un sistema innovativo di cogenerazione basato sull'utilizzo combinato dell'entalpia di combustione e della radiazione solare per la generazione di un fluido ad alto contenuto entalpico.

## Piano Triennale: 2015-2017

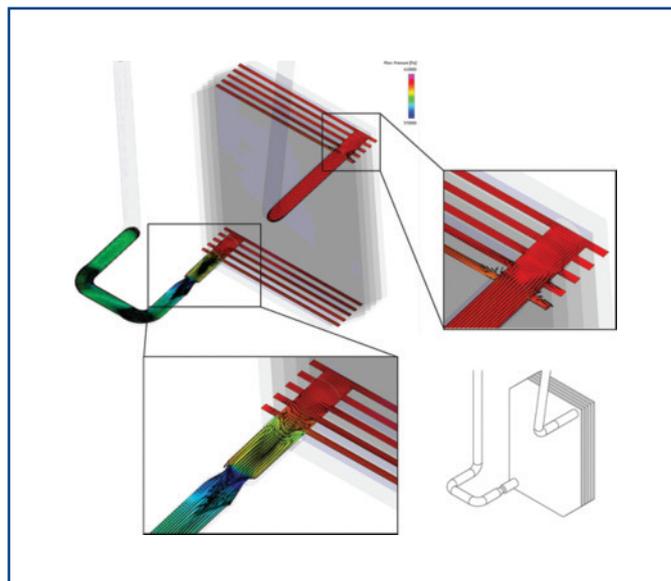
**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Impianti di conversione di energia di piccola taglia

**Referente:** Patrizio Massoli  
p.massoli@im.cnr.it

<http://www.diitet.cnr.it/ricerca-di-sistema/>

Ciclo ORC: Vettori velocità e campo di pressione rappresentativi del movimento del fluido all'interno del rigeneratore.



# Processi e macchinari industriali

Il manifatturiero, data la sua rilevanza dal punto di vista energetico, può dare un contributo importante al contenimento del riscaldamento globale. Per ottimizzare l'efficienza energetica di sistemi così complessi la linea 1 del progetto D.3 Processi e Macchinari industriali adotta un approccio multi-disciplinare su più livelli, in grado di cogliere le diverse opportunità tecnologiche:

- ▶ a livello di fabbrica, in uno scenario di smart-grids, con contrattazione day-by-day del costo della fornitura. Sviluppo di metodologie model-based che rispettino i vincoli tecnologici e relativa architettura di controllo (WP 1.1: Sistemi di controllo fabbrica avanzati model-based per l'ottimizzazione congiunta delle performance produttive e dei consumi energetici [CNR-ITIA]).
- ▶ politiche di gestione ottima energy-aware per sistemi produttivi discreti (WP 1.2: Metodi di analisi e controllo per l'ottimizzazione congiunta delle performance produttive e dei

- consumi energetici di sistemi produttivi discreti [POLIMI])
- ▶ modellazione gerarchica dei consumi di una macchina utensile, in funzione delle lavorazioni effettuate. Proposta di metodologia di assessment per lo standard ISO 14955 "Environmental Evaluation of Machine Tools". Ontologia per la modellazione energetica (WP 1.3: Efficienza energetica dei beni strumentali: la macchina utensile ed il processo di lavorazione [CNR-ITIA])
- ▶ metodologia per la caratterizzazione energetica sperimentale di diverse tipologie di mandrini per macchine utensili ed individuazione dei profili di utilizzo ottimali (WP 1.4: Metodologia per l'analisi dell'efficienza energetica dei moduli principali dei beni strumentali [POLIMI])
- ▶ sviluppo di materiali innovativi per la realizzazione di moduli per il recupero del calore tramite la conversione in energia elettrica (WP 1.5: Modulo Polimerico: ottimizzazione del power factor e fabbricazione dei moduli [ICMATE])

## Piano Triennale: 2015-2017

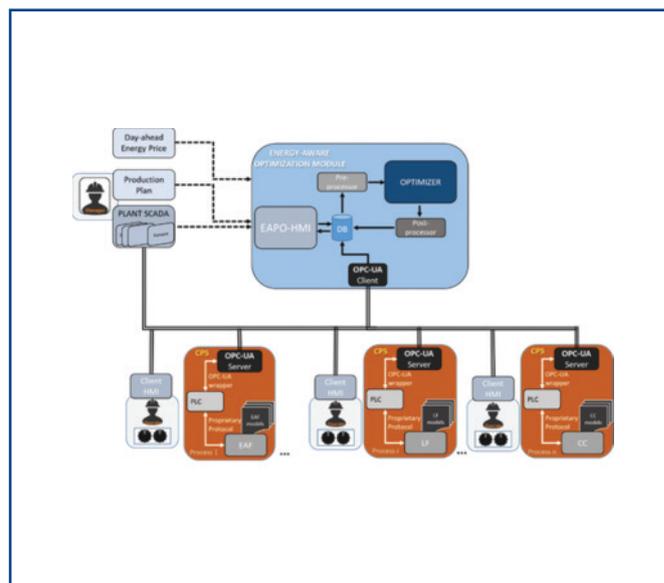
**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Processi e macchinari industriali

**Referente:** Ottorino Veneri  
o.veneri@im.cnr.it

<http://www.diiet.cnr.it/ricerca-di-sistema/>

> architettura di controllo basata su Cyber-Physical Systems per l'Ottimizzazione Energy-aware di sistemi di produzione energivori.





## Efficientamento dei processi di produzione e gestione integrata di utenze energivore con fonti rinnovabili e sistemi di accumulo mediante periferiche ICT in un contesto Smart District

**N**egli ultimi anni si sta assistendo ad una continua trasformazione dei sistemi energetici, con un rapido aumento delle richieste di energia, dovuta principalmente all'incremento della popolazione ed al conseguente sviluppo industriale. Tali trasformazioni stanno affermando con forza il concetto di nuove entità territoriali, identificate come distretti energetici intelligenti (o Smart Districts), in cui si concentra un elevato grado di integrazione tra la generazione distribuita dell'energia e differenti categorie di utenti finali: dagli edifici intelligenti ai moderni sistemi di produzione. Gli Smart Districts saranno pertanto uno dei componenti fondamentali delle Smart Cities del futuro, visto che contribuiranno a rendere queste Smart Cities efficienti dal punto di vista energetico. L'obiettivo generale del progetto consiste nello sviluppo di

piattaforme ICT, basate su tecnologie e standard aperti IoT, per la raccolta/gestione dei dati ed il supporto di servizi decentralizzati per il brokeraggio energetico. In particolare, i risultati generali sono: i) un middleware distribuito basato sulla tecnologia delle blockchain per permettere il trading peer-to-peer, e cioè di inserire/ricevere ordini ed archiviare transazioni; ii) un dimostratore di un sistema IoT applicato al monitoraggio ed alla gestione del confort termico e dell'efficienza energetica di un complesso di uffici, e iii) una metodologia di analisi dei fabbisogni energetici di servizi di mobilità condivisa e per la logistica. Nell'ambito di tale attività è stata sviluppata una architettura elettrica di conversione in corrente continua, integrata con fonti rinnovabili e sistemi di accumulo stazionari, a supporto di utenze energivore in una logica smart district.

### Piano Triennale: 2015-2017

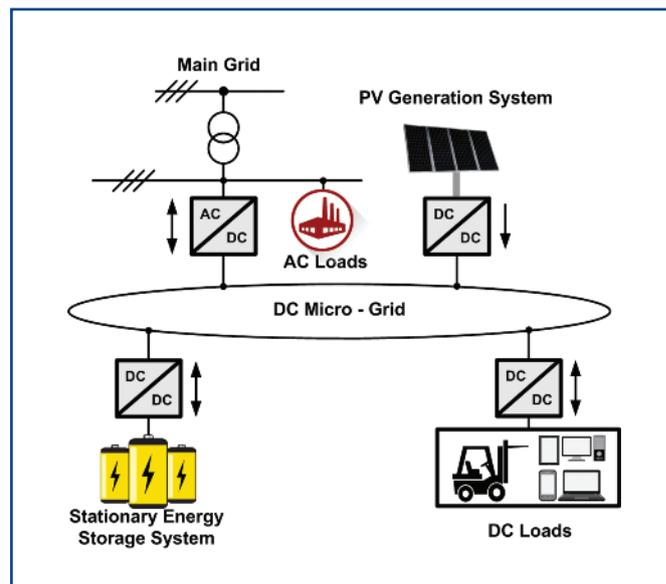
**Area:** Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

**Tema:** Smart cities e Smart communities

**Referente:** Ottorino Veneri  
o.veneri@im.cnr.it

<http://www.diitet.cnr.it/ricerca-di-sistema/>

> Micro-grid considerata come caso studio.



I PROGETTI



DEL BANDO B  
2014

# I PROGETTI DEL BANDO B 2014

Il 30 giugno 2014, il MiSE con Decreto Direttoriale ha approvato il bando di gara di tipo “b” per la selezione dei progetti di ricerca, come previsto dal PT 2012-2014 e dal POA 2013.

Il bando ha stanziato 34 milioni di euro, ripartiti nelle aree prioritarie di intervento/temi di ricerca come mostrato in tabella.

Area prioritaria di intervento / Tema di ricerca	Totale (M€)
<b>A Governo, gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale</b>	
Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica	2
Generazione distribuita, reti attive e sistemi di accumulo	8
<b>Totale Area A</b>	<b>10</b>
<b>B Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente</b>	
Studi e sperimentazioni sui potenziali sviluppi delle energie rinnovabili	
<i>B.1.1 - Energia da biomasse</i>	5
<i>B.1.3 - Energia elettrica da fotovoltaico</i>	5
Energia Nucleare	
<i>B.3.1 - Fissione</i>	
<i>B.3.1.1 - Componenti innovativi per reattori dimostrativi LFR e SMR</i>	1
<b>Totale Area B</b>	<b>11</b>
<b>C Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica</b>	
Risparmio di energia elettrica nei settori: civile, industria e servizi	11
Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione	2
<b>Totale Area C</b>	<b>13</b>
<b>Totale</b>	<b>34</b>

L'ARERA con deliberazione 398/2015/rds del 30 luglio 2015 ha ammesso alla fase di valutazione 64 proposte di progetto su 67 totali presentate. Successivamente, delle valutazioni effettuate dagli esperti, il MiSE con Decreto Direttoriale del 21 aprile 2016 ha ammesso al

finanziamento 27 progetti. A seguito di rinunce ed esclusioni dalla graduatoria per mancati adempimenti, i progetti avviati sono stati 22. Il contributo ammesso a finanziamento, per tutti i progetti, risulta essere pari a 18,8M€.

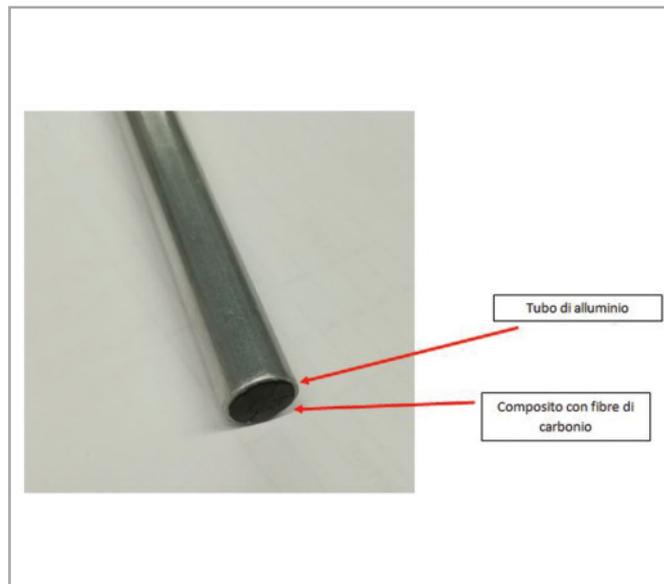
La richiesta di energia elettrica è in continuo aumento e le linee attualmente esistenti risultano spesso sovraccaricate. Ci sono due strade possibili per risolvere il problema: la prima è la costruzione di nuove linee, mentre la seconda è il ripotenziamento delle linee esistenti. La seconda ipotesi risulta quella più facilmente percorribile e proprio in questa direzione si sviluppa il progetto CALAJOULE. Gli studi in corso riguardano due tipologie di conduttori, uno per linee di alta tensione e uno per linee di media e bassa tensione. Il primo è costituito da anima portante in materiale composito e mantello in lega di alluminio ad elevato limite termico che andrà a sostituire i conduttori ACSR (anima in acciaio e mantello in alluminio); il secondo è costituito interamente in lega di alluminio della serie 6000 ad elevata conducibilità con la potenzialità di sostituire sia le corde in rame che le corde in lega di alluminio con proprietà standard. Obiettivo del progetto è quello di studiare, progettare e costruire prototipi di conduttori con

relativa morsetteria che consentano l'aumento di portata di corrente rispetto ai conduttori attualmente utilizzati nelle linee, l'aumento di portata deve essere però affiancato ad elevate proprietà meccaniche per consentire di non aumentare i sovraccarichi sui supporti e di non diminuire i franchi da terra. Le attività realizzate a questo scopo sono in primo luogo la ricerca sui materiali veri e propri, spaziando dai materiali compositi a quelli polimerici e infine alle leghe di alluminio, per testarne e migliorarne le proprietà e, in secondo luogo, la caratterizzazione dei conduttori completi. Si sono inoltre effettuati calcoli e creati modelli per determinare i reali vantaggi sulla rete. La riduzione delle perdite si attesta intorno al 18% per la sostituzione del conduttore ACSR con quello con portante con fibra di carbonio e intorno al 37% utilizzando la lega di alluminio ad elevata conducibilità invece delle corde di rame.

#### Assegnatari:

DE ANGELI PRODOTTI;  
NUOVA ELETTROMECCANICA SUD SPA;  
UNIPD DII

Referente: Debora Mimo  
debora.mimo@deangeliprodotti.com



> Portante di uno dei conduttori studiati; essa è costituita da un tondo centrale e uno strato di concetti in materiale composito con fibre di carbonio e da un tubo di alluminio estruso.

**L**e microturbine a combustione esterna (Externally Fired Micro Gas Turbine, EFMGT) sono una delle tecnologie più promettenti nell'ambito della cogenerazione da biomassa solida agroforestale. Tale tecnologia potrebbe garantire i vantaggi tipici della tecnologia delle turbine a gas (alti rendimenti ed elevata affidabilità), unitamente allo sfruttamento di un combustibile "carbon neutral". Il progetto CERBERO propone l'utilizzo della tecnologia EFMGT per sistemi di cogenerazione applicabili in impianti modulari a mini-ciclo combinato altamente flessibili, particolarmente indicati in contesti rurali con elevata disponibilità di biomassa ed elevato potenziale di sfruttamento dell'energia termica co-generata (per usi residenziali o agro-industriali di piccola taglia). I principali limiti da superare sono legati ai fenomeni di ossidazione a carico dello scambiatore fumi/aria. Le scaglie di ossido che si formano nei tubi dello scambiatore, quando trascinate dal fluido di lavoro (aria surriscaldata), sono causa di degrado della turbina. Il progetto CERBERO intende ridurre tali

fenomeni sfruttando la tecnologia di alluminizzazione delle superleghe che nel settore aeronautico viene applicata per aumentare la resistenza delle pale di turbine turbogas. L'ossidazione dello scambiatore verrebbe limitata dalla diffusione di alluminio sulla superficie del materiale base (acciaio industriale) che, durante il funzionamento dello scambiatore, produce una scaglia sottile ed adesa di allumina.

Il progetto si pone quindi come risultato finale:

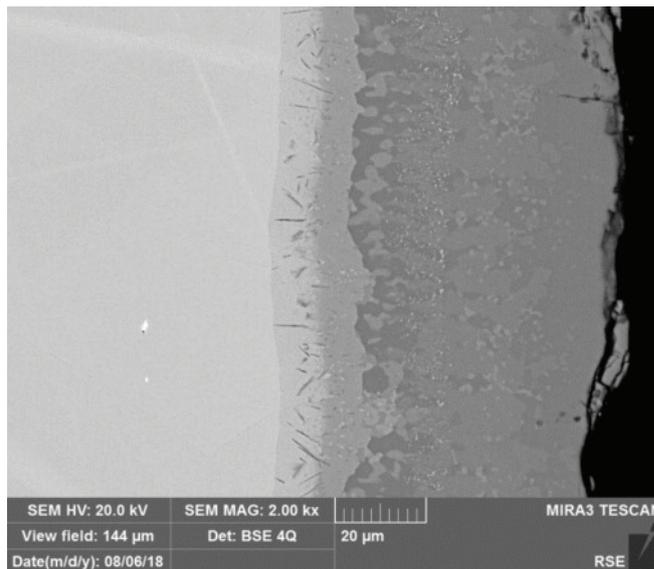
- aumento dell'affidabilità/durata dello scambiatore attraverso la definizione di un processo industriale di rivestimento dello scambiatore;
- l'individuazione di soluzioni sistemiche volte a ridurre la frequenza di interventi manutentivi, garantendo almeno 6.500 ore di esercizio consecutive all'anno;
- aumento delle prestazioni energetiche dello scambiatore;
- progettazione e realizzazione di un prototipo di scambiatore fumi-aria sperimentale.

#### Assegnatari:

OF.RA. S.r.l. Officine Ravenna;  
FLAME SPRAY S.p.A.;  
Ricerca sul Sistema Energetico RSE S.p.A.

Referente: Luciano Montanari  
lucianomontanari@ofrasrl.it

> Strato superficiale alluminizzato di acciaio industriale per scambiatore immagine microscopio elettronico a scansione SEM.



# ↘ COOL IT

Riduzione dei consumi elettrici per la climatizzazione estiva di edifici mediante sviluppo di Cool Materials cementizi ad elevata riflettanza solare.

In Italia si continua a registrare un incremento dei consumi per climatizzazione estiva del parco edilizio civile (>30% del consumo energetico complessivo degli edifici). Nei centri urbani, a causa dell'elevato assorbimento della radiazione solare, le superfici dei materiali da costruzione possono raggiungere temperature superficiali fino a 40°C superiori rispetto all'aria circostante. Urbanizzazione spinta e riscaldamento globale amplificano per di più l'incremento delle temperature nelle aree urbane ( $\Delta T > 10^\circ\text{C}$  rispetto alle aree rurali). Il ricorso a materiali ad elevata riflettanza solare (RS), Cool Materials (CM), rappresenta una tecnica con potenzialità interessanti per la mitigazione delle temperature di superficie delle strutture esposte alla radiazione solare. Obiettivo del progetto è l'applicazione su scala urbana di CM in matrice cementizia. Oggetto di attività sono soluzioni a base di CM cementizi statici per pavimentazioni ed elementi di edifici, ad elevata RS, soprattutto nella regione del vicino infrarosso,

che ne limitino la temperatura superficiale. Le soluzioni applicative riguardano sia coperture e facciate/tetti di edifici che pavimentazioni esterne. In quest'ultimo caso, si sviluppano sia applicazioni di masselli autobloccanti che di pavimentazioni a porosità aperta, per sommare all'effetto del CM quello di raffreddamento per evaporazione dell'acqua drenata nel suolo sottostante. Si valuta altresì in composizione cementizia l'implementazione CM dinamici, con incremento della capacità di riflettere la radiazione solare al di sopra di una specifica temperatura di soglia. La compatibilità con il pH basico dell'ambiente cementizio e le proprietà ottiche di aumentata riflettanza sono state verificate con successo. Saranno caratterizzate le proprietà fisico-meccaniche e di invecchiamento, per la validazione dei risultati su scala di laboratorio e per il successivo trasferimento alla scala applicativa reale, per la stima dei consumi di raffreddamento.

## Assegnatari:

Italcementi Fabbriche Riunite Cemento S.p.A. Bergamo;  
Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia  
e lo sviluppo economico sostenibile ENEA

Referente: Claudia Capone  
c.capone@itcgr.net



> CM cementizi sperimentali per applicazioni su edifici (sx) e pavimentazioni (dx).

# DEMAND

DistributEd MANAgement logics and Devices for electricity savings in active users installations.

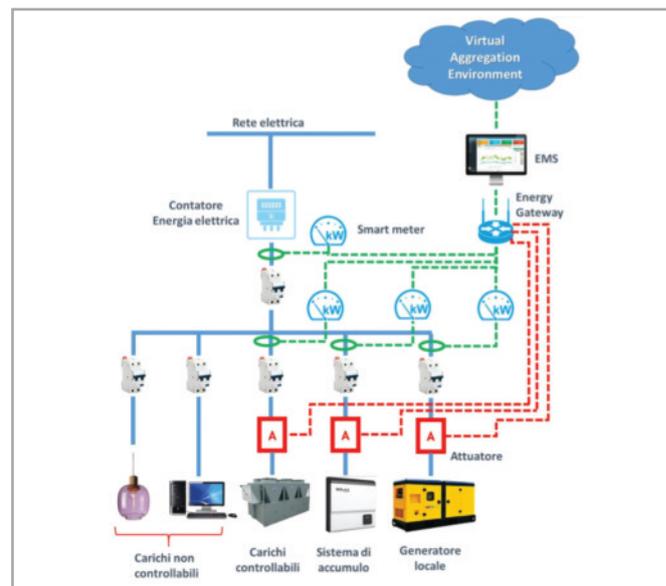
Le recenti evoluzioni del quadro normativo nazionale, ed in particolare la comparsa nel 2017 della prima delibera ARERA (300/2017/R/EEL) che apre il Mercato dei Servizi di Dispacciamento anche ad utenze in precedenza non abilitate e definisce in che modo utenze di consumo, di produzione e miste possono entrare in tale mercato, dimostra come anche l'Italia sia a pieno titolo entrata tra i paesi che riconoscono l'importanza dell'aggregazione di utenze. Oggi, nei progetti pilota promossi da Terna, gli aggregatori che esercitavano un'attività di semplici energy retailer, diventano fornitori di servizi di flessibilità. In tale nuovo contesto l'idea progettuale comincia a trovare una collocazione più vicina al quadro normativo e l'idea di creare un mercato per utenze di piccole dimensioni si proietta in un futuro non più così lontano nel tempo. DEMAND intende realizzare un sistema di direct load control per utenze elettriche dei settori residenziale, terziario ed industriale che si aggregano in modo

autonomo e temporaneo per rispondere ad esigenze di flessibilità provenienti dalla Rete. Punti di forza sono un hardware economico (sonde di campo e gateway) e un software remotizzato in grado di monitorare, controllare, ottimizzare le risorse (carichi, generatori e accumulo), valutare la flessibilità e combinarla con quella di altre utenze al fine di rispondere ad una richiesta della Rete. Engineering I. I. coordina il consorzio, sviluppa il software, coordina la divulgazione scientifica e lo sfruttamento industriale dei risultati. L'Università degli Studi di Palermo e l'Università degli Studi di Salerno definiscono gli scenari d'uso, i modelli, le logiche, gli ambienti di simulazione con i quali condurre le indagini per la definizione degli algoritmi di gestione e il relativo impatto sulla rete. Cupersafety e Algorab sviluppano l'hardware, curando le interfacce con la rete elettrica, con gli impianti di utente e con le reti di telecomunicazione.

## Assegnatari:

Engineering Ingegneria Informatica S.p.A.;  
Algorab SRL;  
CUPERSAFETY SRL;  
Dipartimento di Energia;  
Ingegneria dell'Informazione e Modelli Matematici  
(Università di Palermo);  
Dipartimento di Ingegneria Industriale (Università degli  
Studi di Salerno)

Referente: Diego Arnone  
diego.arnone@eng.it



> Schema installazione sistema DEMAND.

# DRYSMES4GRID

Accumulo Superconduttivo senza l'utilizzo di liquidi criogenici per le Reti Elettriche Intelligenti.

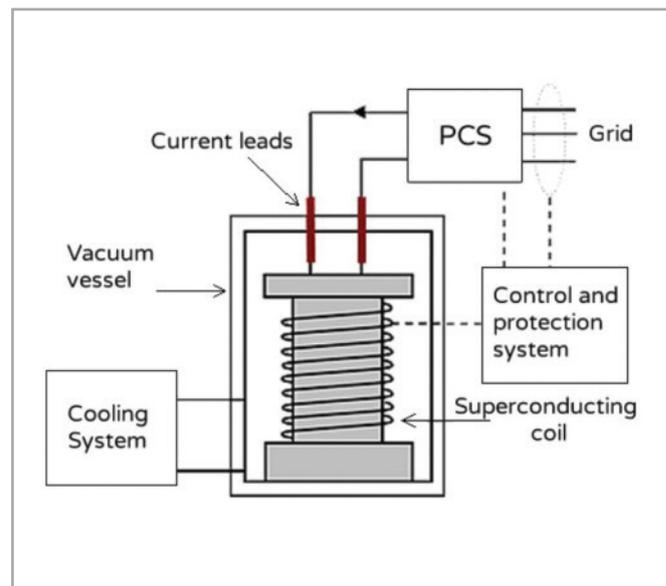
Il progetto intende dimostrare, attraverso la realizzazione di un dimostratore, la fattibilità industriale di breve/medio termine di sistemi SMES (SMES, Superconducting Magnetic Energy Storage) realizzati mediante fili superconduttori in diboruro di magnesio (MgB<sub>2</sub>) interfacciati alla rete di distribuzione tramite convertitori elettronici di potenza. L'accumulo superconduttivo offre caratteristiche complementari rispetto agli altri sistemi di storage (elevata potenza di carica e scarica, elevata rapidità di risposta, elevato numero di cicli, round-trip efficiency elevata) e la sua introduzione consente la realizzazione di sistemi ibridi economicamente vantaggiosi. Le prestazioni di tali sistemi sono in grado di soddisfare tutte le esigenze di servizio che possono verificarsi, sia a livello di rete che a livello di utente, e garantire quindi la qualità/affidabilità della fornitura elettrica, in particolare in reti caratterizzate da elevata penetrazione di Generazione Distribuita. In particolari casi (e.g. utenti sensibili e/o disconnettibili,

utenti inquinanti e/o con assorbimento impulsivo, stabilizzazione di microgrid e/o di sezioni vulnerabili della rete) il dispositivo può svolgere funzioni di compensazione da "filtraggio attivo" connesso in parallelo alla rete e di alimentazione in isola di carichi privilegiati a fronte di disturbi di rete a seguito dell'intervento di un interruttore statico. Tutte gli aspetti ingegneristici verranno affrontati durante il progetto, sia per la parte di filo e bobina superconduttiva sia per la parte relativa all'elettronica di controllo e di potenza che interfacciano il dispositivo alla rete. Le attività si concretizzeranno nella realizzazione di un dimostratore la cui taglia (500 kJ/200 kW) è tale da far emergere gli aspetti critici relativi a ciascun componente. La realizzazione del dimostratore consentirà di sviluppare opportune metodologie utilizzabili per il dimensionamento di dispositivi di taglie diverse e di valutare le prestazioni complessive e di ciascun componente in relazione alle funzionalità richieste.

## Assegnatari:

ASG Superconductors Spa;  
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna;  
Istituto SPIN del Consiglio Nazionale delle Ricerche;  
Italian Consortium for Applied Superconductivity Scrl - ICAS;  
Ricerca sul Sistema Energetico – RSE Spa

Referente: Matteo Tropeano  
tropeano.matteo@as-g.it



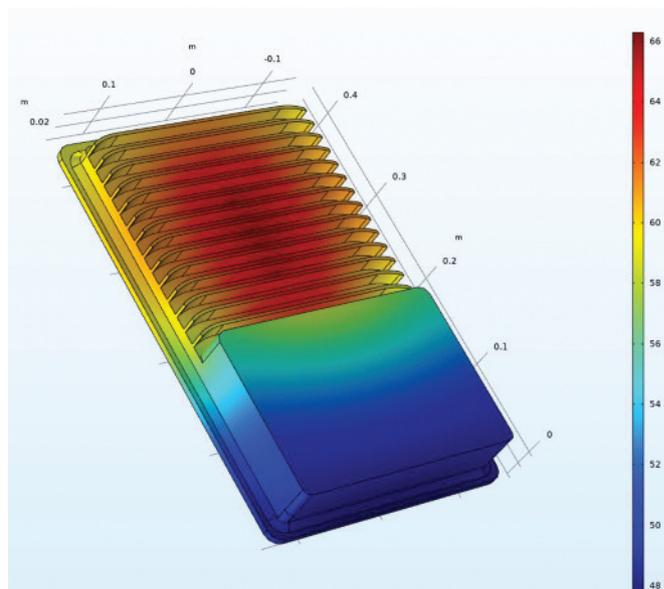
> Schema di funzionamento del dimostratore.

Nell'ambito dell'illuminazione delle gallerie stradali, che vede l'Italia protagonista internazionale, sia per la presenza sul territorio di numerosissime gallerie, sia per il know how del comparto lighting, è fondamentale il massimo efficientamento energetico, ed in tal senso si stanno orientando anche le principali stazioni appaltanti. L'ingresso ormai definitivo della tecnologia LED, che ha soppiantato ormai completamente nelle nuove forniture le tecnologie preesistenti, ha offerto ai costruttori sfide ed opportunità in tal senso. L'efficienza energetica dell'illuminazione si ottiene con una catena di soluzioni tecniche, che vanno dalla selezione di primaria componentistica elettronica, alla ottimale gestione termica di led e driver per consentirne il funzionamento ottimale, alla progettazione di ottiche efficienti che garantiscano minime perdite, fino alla realizzazione, sempre tramite ottiche, di curve fotometriche che distribuiscano la luce sul manto stradale nella esatta quantità richiesta e con la massima uniformità longitudinale

e trasversale possibili. Con il progetto Effiled Palazzoli, anche dotandosi di nuova strumentazione hardware e software per investimenti complessivi di oltre 250.000€, ha realizzato diverse possibili soluzioni per un prodotto che superasse per performance il livello già molto elevato disponibile sul mercato sia da Palazzoli che dai propri competitors, realizzando studi termici con analisi agli elementi finiti per ottimizzare la dissipazione del calore per unità di materia prima utilizzata (alluminio), ottiche innovative che combinano le due tecniche, quella delle lenti e quella dei riflettori normalmente utilizzate separatamente, e diffusori in vetro ottimizzati per ridurre al minimo le riflessioni indesiderate. Il risultato è stato un apparecchio altamente innovativo, attualmente in fase di convalida preindustriale, che garantisce notevoli miglioramenti di efficienza e che sarà testato in campo in un tunnel sperimentale.

**Assegnatari:**  
Palazzoli SpA

**Referente:** Marco Ronchi  
marco.ronchi@palazzoli.it



> Analisi termica del dissipatore con simulazione fem.

Il progetto ELETTA si propone di ottimizzare la valorizzazione energetica del residuo solido lignina, elevandone le prestazioni energetiche, migliorandone il comportamento termico in sistemi di combustione selezionati e ottimizzati nel progetto. La lignina è il principale co-prodotto di bioraffinerie di seconda generazione in grado di convertire biomasse lignocellulosiche – non in competizione con la filiera alimentare – in bioetanolo. In tali bioraffinerie la lignina è destinata alla produzione di energia elettrica e permette di immettere energia (programmabile) in rete, ed al contempo sostenere le necessità energetiche dell'impianto, migliorando la sostenibilità ambientale ed economica del processo. Gli obiettivi principali del progetto sono quelli di:

- Studiare le caratteristiche chimico fisiche del combustibile lignina
- Migliorare le performance dell'energy block, costituita da caldaia a griglia mobile
- Valutare l'uso di differenti tecnologie di combustione come le

caldaie a letto fluido circolante (CFB).

I principali risultati ottenuti nei primi 18 mesi di progetto sono stati:

- Incremento della conoscenza sul biocombustibile lignina al fine di massimizzare la sua conversione in energia elettrica rinnovabile in Power Plant con caldaia a griglia mobile
- Sviluppo di un modello di de-volatizzazione e combustione della lignina e identificazione di condizioni ottimali di combustione
- Progettazione di un prototipo di combustore CFB alimentato in continuo e indicazioni per un ottimale up-scaling alla scala di interesse
- Valutazione dell'efficienza di interventi in grado di migliorare il contenuto d'acqua del residuo lignina e di una macchina miscelatrice per ottimizzare le proprietà di omogeneizzazione del biocombustibile
- Determinazione dell'incremento di rendimento associato all'efficientamento del co-prodotto lignina ed all'uso di caldaie a letto fluido circolante per la generazione elettrica

#### Assegnatari:

BIOCHEMTEX SpA (attività del progetto Elettra acquisite da Versalis Spa);  
Consorzio per la Ricerca e la Dimostrazione sulle Energie Rinnovabili;  
Italian Bio Products Srl,  
Politecnico di Milano - Dipartimento CMIC

Referente: Stefania Pescarolo  
stefania.pescarolo@versalis.eni.com



# ↘ HBF2.0

High performance flexible small scale biomass gasifier 2.0.

**H**BF 2.0 mira a realizzare un sistema affidabile, a basso impatto ambientale e compatibile con un'eventuale versione trasportabile per la cogenerazione ad alto rendimento di energia elettrica e calore di piccola taglia (25 kW elettrici e 55 kW termici) da biomasse residuali, composto da:

- ↘ un gassificatore a doppio letto fluidizzato da 100 kW di biomassa in ingresso in grado di produrre un gas ricco di idrogeno;
- ↘ un sistema di abbattimento del particolato ad alta temperatura composto da filtri ceramici;
- ↘ un sistema di tar cracking/steam reforming catalitico;
- ↘ un motore a combustione interna cogenerativo per la produzione di elettricità e calore .

Durante il progetto, grazie a simulazioni termo-fluidodinamiche e test di laboratorio, è stato sviluppato e realizzato il nuovo gassificatore a doppio letto fluidizzato bollente e il sistema di gas cleaning & conditioning ad alta temperatura. I test hanno dimostrato che è possibile ottenere un gas con un alto contenuto di idrogeno (tra il 25 e il 40% in volume). Per la rimozione del particolato a valle del gassificatore è stato sviluppato un sistema composto da candele ceramiche in grado di rimuovere completamente il particolato di dimensioni  $> 0.3 \mu\text{m}$  e di operare a  $800^\circ\text{C}$ . Sono stati testati differenti catalizzatori commerciali per il sistema di tar reforming catalitico integrato nei filtri ceramici arrivando alla quasi completa rimozione dei tar, i.e.  $< 200 \text{ mg/Nm}^3$

#### Assegnatari:

Walter Tosto spa;  
Università di L'Aquila;  
Enertecna S.r.l.;  
Centro Interdipartimentale di Ricerca e Diffusione  
per le Energie Rinnovabili Università La Tuscia;  
Nuova Ma-Tec 2001 s.r.l.

Referente: Luca Tosto  
info@waltertosto.it

> Foto del gassificatore da 100 kWth realizzato.

e ottenendo una composizione del gas prossima a quella ideale. È stato scelto il sistema di cogenerazione composto da un Motore Toyota da 2,2 lt da 30 kVA per la produzione di energia elettrica, e scambiatori di calore R&B, per il recupero del calore per la cogenerazione. Test di gassificazione di scarti di potature di vite, olivo, nocciolo e pioppo hanno dato buoni risultati. Infine è stato sviluppato un software che permette di stimare il ritorno economico dell'investimento, il sito web del progetto e numerose pubblicazioni divulgative e scientifiche.



Il progetto è incentrato sullo studio e sviluppo di un nuovo apparecchio di illuminazione a LED per industriale e terziario e su nuove strategie di funzionamento per l'accensione/spengimento e regolazione automatiche all'interno degli edifici.

La nuova lampada incorpora nuovi sensori, ottiche, un alimentatore ad elevata efficienza e realizza le funzioni di:

- ▶ autoregolazione della luminosità;
- ▶ riconoscimento della presenza di persone nell'area illuminata, per attuare strategie di risparmio energetico durante il funzionamento.

La lampada incorpora inoltre un ricetrasmittitore radio multi-protocollo mediante il quale è interconnessa, da un lato ad altri apparecchi medesimi e a una centralina di gestione e monitoraggio del sistema, dall'altro allo smartphone dell'utente.

È stata studiata una strategia, denominata follow-me, per automatizzare lo stato di accensione delle lampade in funzione della distanza dagli utenti (in possesso di smartphones) all'interno

degli ambienti. La tecnica è basata sullo scambio di messaggi radio BLE (Bluetooth Low Energy) tra le lampade e lo smartphone dell'utente ed ha come obiettivo minimizzare il consumo di energia elettrica, soprattutto per applicazioni in ambito industriale.

Quando l'utente è lontano le lampade sono a bassa luminosità, per aumentare progressivamente la luce all'avvicinarsi dell'utente. Sono stati studiati speciali sensori ottici e piroelettrici multidimensionali che determinano la posizione delle persone nell'area illuminata dalle lampade e regolano la luminosità emessa in modo ottimale, calando automaticamente la luce degli apparecchi che proiettano su aree non "abitate".

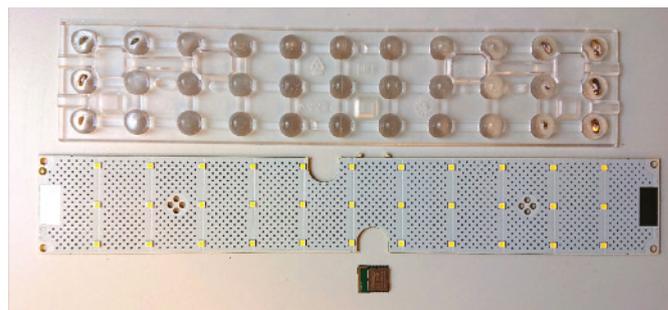
È stato studiato un alimentatore per LED a due canali di uscita, per controllare simultaneamente due stringhe di LED: una a luce calda e una a luce fredda. L'alimentatore è controllato dal modulo radio multiprotocollo che lo governa analizzando contemporaneamente le informazioni dei sensori.

Sono in corso di realizzazione i prototipi delle nuove lampade

#### Assegnatari:

Becar srl (Gruppo Beghelli);  
UniBO (Università degli studi di Bologna)

Referente: Gianni Borelli  
gianni.borelli@becar.it



> Alcuni componenti del nuovo apparecchio di illuminazione.

Il progetto prevede lo studio e la realizzazione di una innovativa unità micro-cogenerativa per applicazioni domestiche e residenziali. Tale unità è composta da una caldaia a pellet, da un motore Stirling free-piston che aziona un generatore sincrono lineare il cui funzionamento gestito da un innovativo dispositivo chiamato 3S-MediumPower (3S-MP).

Il 3S-MP permette di superare i problemi dei sistemi di micro-cogenerazione basati sull'uso di Stirling free-piston attualmente in commercio che, per funzionare correttamente, necessitano di essere collegati ad una rete di "potenza infinita". Per questi sistemi, nel caso di intervento del dispositivo di interfaccia, a causa di blackout o di buchi di tensione, il motore stirling deve essere immediatamente arrestato e con esso, per evitare danni irreparabili, anche la caldaia.

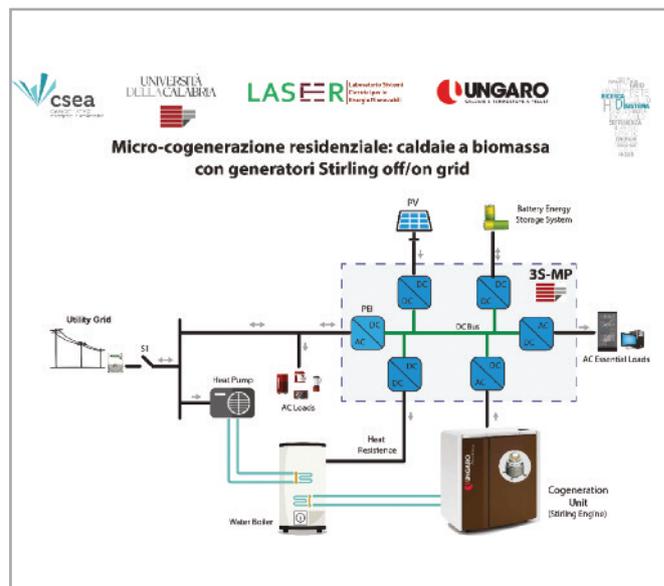
Il 3S-MP è in grado di integrare anche sistemi di generazione fotovoltaici e di accumulo elettrochimico e di esercire tali micro-generatori in isola, garantendo l'alimentazione delle utenze

elettriche ad esso connesse mantenendo l'equilibrio tra la potenza generata e quella dei carichi, senza interrompere il funzionamento della caldaia e consentire l'avvio del sistema anche in assenza di rete. Questa peculiarità lo rende ideale per applicazioni in aree periferiche montane dove le caldaie a pellet trovano più frequentemente applicazione e dove i disservizi di rete sono molto frequenti e di lunga durata, a causa di condizioni meteo climatiche critiche (vento, neve e/o ghiaccio) o in caso di eventi estremi (forti nevicate in concomitanza di terremoti e blackout come in Abruzzo nell'inverno 2017).

Inoltre il 3S-MP oltre governare il funzionamento termico/elettrico dell'unità micro-cogenerativa può essere integrato in ambito Micro e Smart Grids grazie alla sua capacità di interagire con il DSO e il TSO e di funzionare in aggregato con altri prosumer/consumer/producer.

**Assegnatari:**  
Ungaro s.r.l.;  
Università della Calabria

**Referente:** Antonio Ungaro  
ungaro.antonio@ungarosrl.com



> Sistema ibrido per l'integrazione di unità micro-cogenerative basate su tecnologia Stirling free piston, generatori FV e sistemi di accumulo per applicazioni on/off grid.

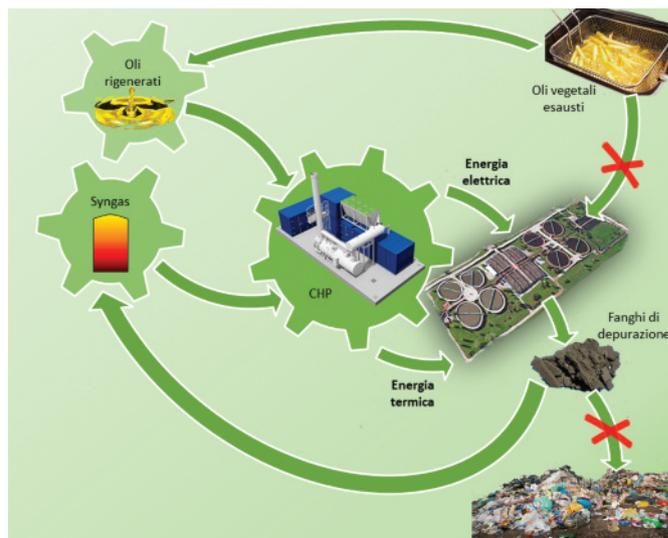
Il progetto PANACEA intende sviluppare un sistema virtuoso per soddisfare la domanda di energia elettrica e termica di impianti di depurazione attraverso l'utilizzo di biomasse residuali. Nello specifico, si prevede l'utilizzo di un'unità di cogenerazione alimentata ad oli vegetali esausti (OVE), provenienti dalla raccolta differenziata, e syngas ottenuto dalla gassificazione dei fanghi prodotti dall'impianto di depurazione. L'energia termica viene sfruttata per l'essiccamento dei fanghi di depurazione, mentre quella elettrica per coprire parte dei consumi dell'impianto di depurazione. Le attività svolte sinora riguardano la caratterizzazione energetica delle utenze analizzate, impianti di depurazione delle acque reflue e filiera degli OVE, l'analisi del sistema di cogenerazione ad OVE, e lo studio del processo di essiccamento dei fanghi. Analizzando diversi impianti di depurazione, sono state individuate delle strategie per l'efficientamento energetico di tali utenze ed è stata sviluppata una

metodologia innovativa per valutarne le prestazioni energetiche. L'analisi della filiera degli OVE ha evidenziato l'importanza delle campagne di sensibilizzazione presso le utenze, per l'incremento della raccolta differenziata, e ha permesso di stimare il quantitativo di oli disponibile a livello territoriale per la produzione di energia. Gli OVE sono stati testati in un motore cogenerativo, riscontrando, in termini di efficienza elettrica, uno scostamento inferiore al 10% rispetto all'alimentazione diesel. Con i dati ottenuti, si sta procedendo al dimensionamento di un motore cogenerativo alimentato ad OVE per soddisfare la domanda di un impianto di depurazione delle acque reflue e trattamento dei fanghi. Secondo le prime stime, il sistema proposto permetterebbe di coprire circa il 60% della domanda di energia elettrica di un impianto di grande taglia e di ridurre il quantitativo di fanghi da smaltire, grazie al processo di essiccamento, di circa il 70%.

### Assegnatari:

GRASTIM JV;  
PROTEG S.p.a.;  
GIOTTO WATER S.r.l.;  
Dipartimento di Ingegneria - Università degli Studi di Napoli "Parthenope";  
Consiglio Nazionale delle Ricerche - DIITET

Referente: Grastim JV Srl  
info@grastim.it



> Schema del sistema integrato sviluppato nel progetto PANACEA.

# PODCAST

Piattaforma di Ottimizzazione della Distribuzione tramite uso di dati da Contatori elettronici e sistemi di Accumulo distribuito.

Il progetto PODCAST intende fornire strumenti operativi innovativi per lo sfruttamento dei dati di monitoraggio delle reti di distribuzione (smart metering e stima dello stato), con l'erogazione di servizi dedicati a:

- DSO (Distribution System Operator): algoritmi per l'ottimizzazione della gestione in tempo reale di reti con fonti rinnovabili (fotovoltaico in particolare) tramite risorse di accumulo e sistemi di compensazione del reattivo.
- TSO (Transmission System Operator): funzionalità per aggregazione e formalizzazione di informazioni tecnico/operative su assetto e stato della rete per l'ottimizzazione delle politiche di dispacciamento.
- PLA (Production and Load Aggregator): strumenti per la modellazione e la gestione di utenze elettriche eterogenee e generazione distribuita con impiego di dati da smart meter, con particolare riferimento allo sviluppo di Energy Community autonome comprendenti utenti residenziali, industriali e del terziario.

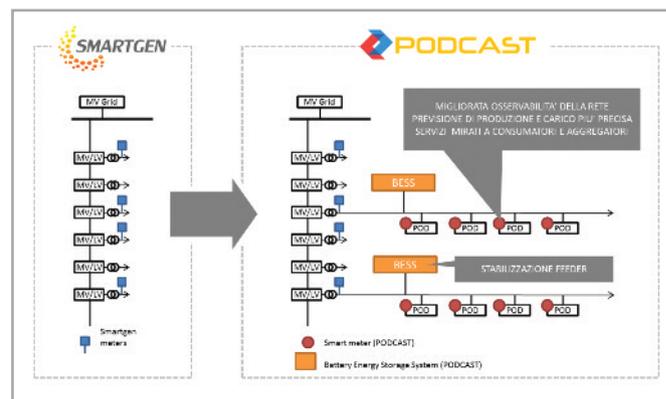
## Assegnatari:

Softeco Sismat Srl;  
Università degli Studi di Genova;  
Alma Mater Studiorum Università di Bologna;  
SDI Automazione Spa;  
AMAIE Spa;  
Toshiba T&D Europe Spa

Referente: Stefano Bianchi  
stefano.bianchi@softeco.it

Il progetto utilizza come sito pilota sperimentale la rete di distribuzione MT/BT di AMAIE SpA a Sanremo, già attrezzata con il Distribution Management System (DMS) sviluppato dal progetto SmartGen, del quale PODCAST è il follow-up.

PODCAST prevede l'impiego di sistemi di accumulo elettrochimico basato su tecnologia litio-titanato, adatta a frequenti cicli di carica e scarica senza perdita di capacità nel tempo e, quindi, capace di seguire profili di carico variabili e non predeterminabili. Nel corso della prima metà di progetto sono state definite e sviluppate le funzionalità della piattaforma PODCAST e sono stati acquistati e parzialmente installati i dispositivi necessari all'attrezzaggio del sito pilota. L'installazione dei moduli funzionali sviluppati è in corso e la campagna di sperimentazione e validazione del sistema nella sua globalità è in via di definizione: i risultati ottenuti saranno oggetto di analisi per individuare un piano di sviluppo industriale atto ad agevolare la replica dei risultati su vasta scala.



> Il progetto PODCAST estende il DMS SmartGen, includendo i dati da smart meter e utilizzando sistemi di accumulo per la gestione attiva della rete e compensare gli effetti della generazione distribuita.

# ↓ PROMETEO

Impianto dimostrativo di co-produzione di biometano ed energia elettrica basato su un processo innovativo di adsorbimento di CO<sub>2</sub> su sorbenti solidi.

**P**ROMETEO ha come obiettivo la dimostrazione e la validazione di un processo di cattura della CO<sub>2</sub>, contenuta nei flussi di biogas, finalizzato alla produzione di biometano. Il processo batch, sviluppato su scala di laboratorio dall'RSE, prevedeva inizialmente l'immobilizzazione della CO<sub>2</sub> su dietanolammine deposte su substrato mesoporoso. Nel corso della sperimentazione, condotta presso un impianto di captazione di biogas da discarica di Asja, si è valutata la sostituzione delle ammine con zeoliti, dal minor impatto ambientale e una capacità di cattura che si sta rivelando migliore delle ammine stesse. I vantaggi del processo di upgrading di PROMETEO risiedono nella sua semplicità: il passaggio da una fase di cattura a quella di rilascio della CO<sub>2</sub> è legata esclusivamente alla variazione di temperatura, a cui può essere associata la depressurizzazione e strippaggio con gas inerte dell'unità di reazione per velocizzare il desorbimento e migliorare il grado di

rigenerazione del sorbente. In un'ottica di recupero energetico è previsto che si utilizzi calore a bassa entalpia. La scalabilità del reattore permetterà l'installazione di PROMETEO in qualsiasi impianto a biogas, svincolando la scelta della tecnologia di upgrading dalla portata di gas prodotta. I test in corso stanno confermando i parametri necessari al dimensionamento di un impianto pilota di scala superiore, che permetta di trattare portate di biogas maggiori e di poter operare in modo continuo e autosufficiente, generando in cogenerazione l'energia elettrica e il calore necessari al processo. L'integrazione di cogenerazione e purificazione del biogas, una delle specificità di PROMETEO, si presta in modo ideale a una generazione elettrica programmabile da fonte rinnovabile. Al termine della campagna sperimentale sarà possibile realizzare una analisi costi/benefici del processo, andando a valutare i costi di conduzione e il ritorno economico della vendita incentivata del biometano prodotto.

#### Assegnatari:

Asja Ambiente Italia S.p.A.;  
Ricerca sul Sistema Energetico S.p.A

Referente: Giacomo Mussino, Guido Maia  
g.maia@asja.energy



> Impianto pilota di PROMETEO, installato presso l'impianto di captazione e valorizzazione energetica del biogas da discarica di Sommariva Perno (Cn).

# ↘ PVT-SAHP

Hybrid PVT Assisted Heat Pump – Sviluppo di un sistema integrato per la climatizzazione da fonte fotovoltaica.

L'attuale quadro normativo a livello nazionale e Comunitario in materia di efficienza energetica degli edifici impone un sempre maggior ricorso alle fonti energetiche rinnovabili ed a configurazioni impiantistiche ad alta efficienza per la produzione di energia termica e frigorifera. In questo contesto, il progetto mira allo sviluppo di un sistema integrato ad alta efficienza per la climatizzazione degli edifici e la produzione di acqua calda sanitaria, costituito dai seguenti principali sub componenti:

- collettori ibridi fotovoltaico-termici ad alta efficienza;
- pompa di calore con doppio evaporatore/condensatore;
- sistema di accumulo di energia termica e frigorifera;
- sistema di gestione e controllo.

La ricerca è dunque orientata sullo sviluppo dei singoli componenti e sull'ottimizzazione della configurazione impiantistica nel suo complesso, al fine di ottenere un sistema modulare ad alta efficienza ed economicamente competitivo con le soluzioni attualmente presenti a livello commerciale.

## Assegnatari:

Gualini SpA;  
Hidros SpA;  
Politecnico di Milano;  
Ricerca sul sistema energetico RSE SpA

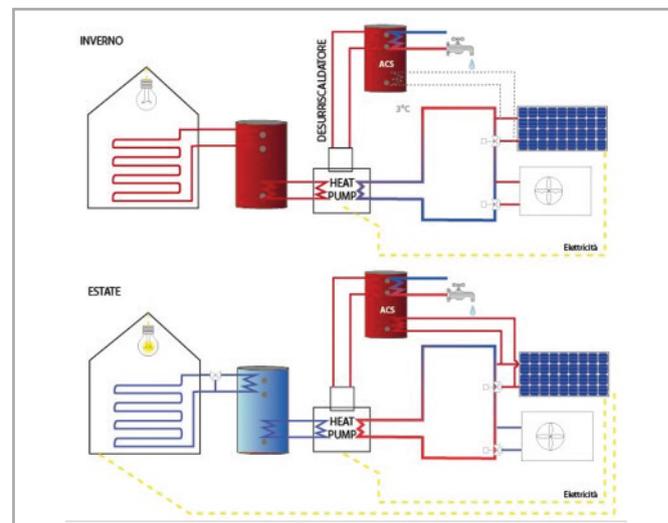
Referente: : Fabrizio Leonforte  
fabrizio.leonforte@polimi.it

Gli obiettivi generali della ricerca sono quindi i seguenti:

- Minimizzare il mismatch tra il profilo dell'energia elettrica richiesta dell'edificio per climatizzazione invernale/estiva e per la produzione di ACS e quello dell'energia autoprodotta il loco tramite conversione fotovoltaica, riducendo o dove possibile annullando l'interscambio di energia elettrica con la rete.
- Agevolare dal punto di vista tecnico ed economico la transizione verso gli NZEB nel contesto nazionale.

Mentre gli obiettivi specifici della configurazione proposta possono essere sintetizzati come segue:

- Massimizzare lo sfruttamento della risorsa solare, raggiungendo elevate efficienze nella conversione della radiazione solare in energia elettrica e termica durante l'intero arco dell'anno.
- Massimizzare il COP della pompa di calore, riducendo il costo specifico dell'energia termica generata.
- Minimizzare le problematiche di realizzazione e gestione dei sistemi impiantistici a livello di edificio.



> Schema impiantistico della configurazione invernale ed estiva.

Il progetto si è posto l'obiettivo di realizzare un sistema esperto integrato di sensori interni al quadro MT per il monitoraggio permanente delle apparecchiature, che raccoglierà le informazioni rilevanti per la diagnosi continua dell'apparato, al fine di limitare i rischi per danni, alle persone ed al patrimonio in seguito ad eventi potenzialmente distruttivi (per esempio arco interno), nell'esercizio di vecchie e di nuove reti elettriche della distribuzione dell'energia elettrica. Il nostro fine verrà perseguito con la realizzazione di un sistema di mitigazione degli effetti dell'arco, con la realizzazione di un IED (Intelligent Electronic Device) che oltre a svolgere funzioni di protezione come richiesto dalle norme, fungerà da collettore del sistema di sensori interni e da interfaccia con i sistemi di gestione e controllo (SCADA DMS) migliorando l'efficienza di gestione della rete grazie ad una diagnosi precoce.

Il progetto, attraverso test, ha valutato una soluzione alternativa per la misura delle scariche parziali, soluzione da intendersi come un ampliamento del parco sensori normalmente utilizzati per la rilevazione di scariche parziali. Abbiamo infatti valutato la fattibilità di utilizzo di un nuovo sensore capacitivo VCS12 connesso direttamente ad un T-Adapter. Tale sensore è stato realizzato in differenti modi direttamente dalla COL Giovanni Paolo.

**Assegnatari:**  
COL GIOVANNI PAOLO S.P.A.

**Referente:** Alessandro Col  
alessandro.col@colgp.it

Le tre tipologie di sensori prese in esame variano solo per la differente configurazione elettrodica.

In una sala prove si è realizzato un impianto trifase di distribuzione MT costituito da un quadro Ring Main Unit (RMU), in cui all'interno di un vano cavi sono stati installati n.3 sensori capacitivi VCS12, di cui è stata valutata la sensibilità anche in presenza di difetto artificiale. Abbiamo inoltre prodotto i primi passanti con sensore combinato per interno Mod. 43805450, di cui attraverso altri test si sta valutando la bontà.



> Quadro RMU.

Tutti i reattori nucleari sono dotati di sistemi di rimozione del calore di decadimento che permettono la rimozione del calore residuo dopo lo spegnimento. Tali sistemi sono di tipo attivo, e per il loro funzionamento è necessaria una fonte di energia. Con l'avvento dei reattori nucleari innovativi, si sta procedendo all'introduzione di sistemi passivi. Tali sistemi costituiscono un sicuro miglioramento del livello di sicurezza essendo basati su principi fisici fondamentali. Il progetto ha come obiettivo la messa a punto di un sistema passivo di rimozione della potenza di decadimento basato sull'ebollizione di un fluido secondario e la sua successiva condensazione, capace di operare e controllare la quantità di calore scambiata e quindi di evitare il congelamento del fluido primario nel caso di fluidi ad alto punto di congelamento (metalli liquidi) o controllare la velocità di variazione di temperatura del refrigerante nei limiti di accettabilità per le strutture del sistema (es. reattori ad acqua). La regolazione di potenza avviene in modo

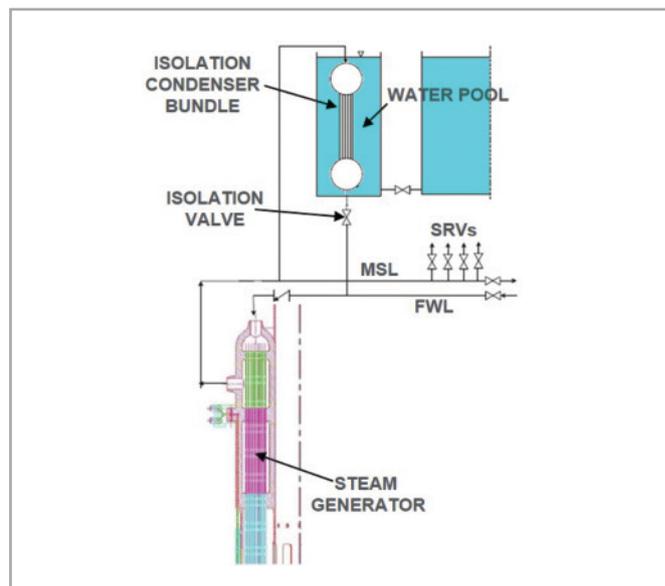
passivo mediante l'utilizzo di un gas incondensabile. Il progetto prevede la realizzazione di un prototipo industriale di sistema di rimozione della potenza passivo autolimitante attraverso la realizzazione di un impianto sperimentale che possa dimostrare la validità del principio tecnologico. Il sistema si basa sull'utilizzo di uno scambiatore di calore a condensazione (Isolation Condenser) immerso in una piscina sistemata all'esterno del vessel e connesso con un sistema evaporante (Steam Generator) immerso nel fluido refrigerante primario. L'Isolation Condenser è collegato ad un serbatoio in pressione di gas incondensabili. La regolazione è basata sull'equilibrio tra pressioni di Isolation Condenser e della tanca degli incondensabili. In talune condizioni si ha l'ingresso dei gas incondensabili nei tubi dell'Isolation Condenser dalla tanca, degradando lo scambio termico e inducendo una riduzione della rimozione di potenza.

#### Assegnatari:

S.R.S. Servizi di Ricerca e Sviluppo S.r.l.;  
ENEA;  
ANSALDO NUCLEARE SPA;  
SIET SPA

Referente: Ulisse Pasquali  
u.pasquali@srs.it

> Schema concettuale del sistema di rimozione della potenza di decadimento per reattori nucleari innovativi.



# ↘ SOLAIRHP

AIR SOLar Heat Pump.

Il progetto SOLAIR HP è inteso a sviluppare un sistema integrato in cui il fabbisogno termico di un edificio, ovvero condizionamento estivo, riscaldamento invernale e produzione di acqua calda sanitaria durante tutto l'anno viene soddisfatto da un unico dispositivo che funziona con una significativa quota di energia solare. Il sistema prevede una pompa di calore reversibile con scambiatore di calore per acqua calda avente come sorgente termica sia una batteria alettata sia dei pannelli solari termici. Questi ultimi sono dei pannelli di concezione innovativa che comprendono sia dei moduli fotovoltaici sia il pannello termico in alluminio. Il pannello termico in alluminio è realizzato con la tecnologia roll-bond e i moduli fotovoltaici sono montati solidali, quindi con elevata trasmissione del calore, tramite incollaggio.

Durante l'inverno il calore sottratto dalla pompa di calore al pannello contribuisce significativamente all'aumento del rendimento elettrico dei moduli fotovoltaici. Durante l'estate il calore viene ugualmente smaltito mediante scambio termico con l'aria esterna. Il sistema comprende l'accumulo di acqua calda per il funzionamento invernale. Durante l'estate l'accumulo è utilizzato per uniformare il funzionamento di condizionamento.

È inoltre compreso un accumulo di acqua calda sanitaria. Il progetto comprende la simulazione del sistema nelle varie condizioni e la costruzione di un prototipo. Mediante un opportuno controllo il progetto mira a massimizzare l'utilizzo locale integrato dell'energia solare.

#### Assegnatari:

ENEX SRL;  
ENEA;  
Università degli Studi di Padova  
Dipartimento di Ingegneria Industriale

Referente: Sergio Girotto  
sergio.girotto@enex.it



> Pompa di calore reversibile riscaldamento e condizionamento.

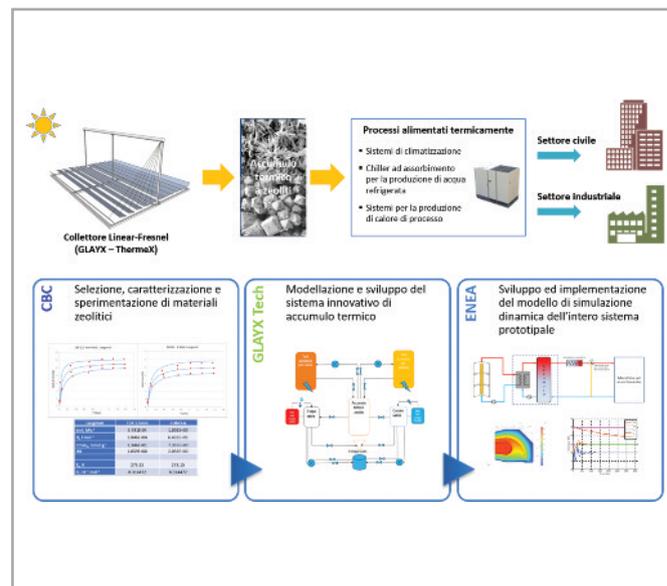
Obiettivo del progetto è la realizzazione di un sistema di accumulo termico a base di zeoliti alimentato da calore a media temperatura generato da un sistema solare a concentrazione Linear-Fresnel. La ricerca, iniziata il 1/5/2017, è stata incentrata sulla selezione dei materiali più idonei: tre naturali ed uno sintetico. Su questi è stato valutato il tenore di zeoliti e la resistenza delle stesse a trattamenti termici per tempi e temperature crescenti. È stata determinata la capacità di adsorbimento attraverso l'esecuzione di isoterme di equilibrio e cinetiche di adsorbimento, nonché le quantità di calore messe a disposizione dal sistema in fase di adsorbimento di vapore d'acqua. È stato così possibile selezionare due materie prime (CLINO A naturale e Zeolite 13X sintetica) con elevato tenore di zeoliti (CLINO A 53%; 13X 95÷99%) e ottima resistenza termica, che per una T di attivazione di 250°C hanno prodotto rispettivamente un'energia termica di:  $Q(kJ/kg)=115,79$  e

$Q(kJ/kg)=512,28$ . Tale differenza nei calori e nei comportamenti dei due materiali è da attribuire sia al tenore di zeolite sia alla loro differente struttura. La caratterizzazione del materiale ha permesso di implementare un modello numerico per la valutazione delle performance di scambio termico per diverse geometrie di scambiatore in funzione della tipologia di zeolite e della fascia di temperatura del ciclo. Per ogni geometria è stata eseguita un'analisi di fattibilità in relazione alle tecnologie di produzione comunemente disponibili relativamente ai materiali e alla lavorazione degli stessi. È stato, infine, implementato il modello di calcolo dell'intero sistema prototipale (costituito da: campo solare, sistema di accumulo e sistema di smaltimento del calore) mediante il quale è possibile stimare le prestazioni in diverse condizioni operative. Sono state eseguite le analisi sulle dinamiche di carica e scarica del serbatoio ed avviate le attività di implementazione di sistemi avanzati di controllo.

## Assegnatari:

CBC;  
GLAYX TECH;  
ENEA

Referente: Angelo Cappi  
a.cappi@cbcgroupp.it



> Concept e descrizione delle attività in corso di svolgimento.

# SYNBIOSE

Gassificazione di biomasse lignocellulosiche in sistemi di cogenerazione di piccola taglia (< 200 kW) per applicazioni nel settore terziario.

La tecnologia di gassificazione di biomasse integrata con cogeneratori di piccola taglia è ancora scarsamente diffusa, principalmente per mancanza di riconosciuta affidabilità. Obiettivo del progetto triennale Synbiose è portare a maturazione la cogenerazione di piccola taglia alimentata da syngas (gassificazione della biomassa) in modo che possa rappresentare per il settore terziario e non solo, un'alternativa rinnovabile all'utilizzo di fonti fossili per il soddisfacimento dei fabbisogni di energia elettrica e termica di piccole comunità collegate a reti di teleriscaldamento dove sia possibile valorizzare energeticamente prodotti boschivi o scarti agricoli seguendo il concetto di filiera corta. L'iniziativa co-finanziata da Csea, nasce dalla collaborazione tra la capofila Siram by Veolia, il Centro interdipartimentale dell'Università di Parma e il dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara. Il sistema energetico innovativo

è installato presso il Campus universitario di Parma e prevede parallelamente al funzionamento continuativo dell'impianto principale da 125 kW elettrici, prove sperimentali su nuove specie arboree attraverso un impianto pilota "mini gassificatore" da circa 20 kW elettrici che grazie alla sua taglia ridotta permetterà grande flessibilità di utilizzo. Attraverso un approccio metodologico rigoroso della campagna sperimentale e di tecniche di modellizzazione termo-fluidodinamica, il progetto fornirà strumenti e linee guida sia per l'esercizio ottimale e la manutenzione efficiente, sia per la riprogettazione ottimizzata dei componenti del sistema. In estrema sintesi il progetto Synbiose si propone quindi come un laboratorio permanente su scala reale che costituisca il punto di passaggio dalla fase ricerca alla fase applicativa della tecnologia della gassificazione della biomassa di piccola taglia.

#### Assegnatari:

SIRAM Spa;  
Università degli Studi di Ferrara - Dipartimento;  
Università degli Studi di Parma - Centro Interdipartimentale per l'Energia e l'Ambiente

Referente: Massimo Rovati  
mrovati@siram.it



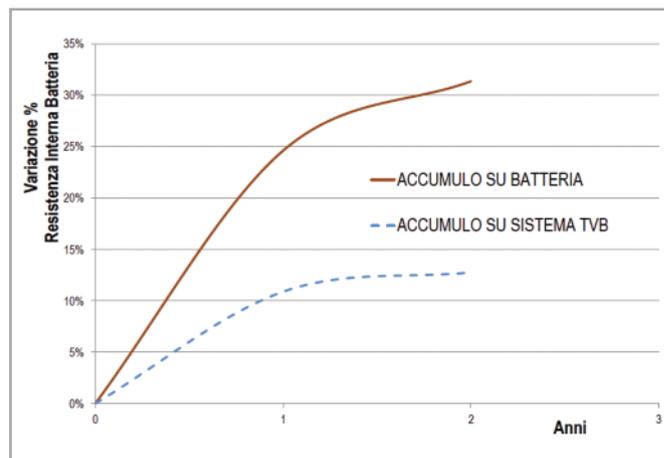
> Cogeneratore.

Il progetto TVB si concluderà ad Ottobre 2019 con il test del dimostratore dell'innovativa tecnologia integrata Volano-Batteria per l'accumulo efficiente di energia da rinnovabile. Lo sviluppo di nuove tecnologie di accumulo è necessario per ridurre l'impatto del carattere intermittente e oscillante delle fonti di energia rinnovabile e quindi permettere i target di riduzione delle emissioni di gas serra auspicati. TVB affronta tale tema e prevede l'integrazione di tecnologie all'avanguardia (cuscinetti meccanici ad elevata efficienza, motore a riluttanza) sviluppate nell'ambito del progetto con tecnologie di base (batterie a Litio) in accordo a un innovativo design ibrido. Obiettivi sono maggiore durata della batteria, riduzione delle sue dimensioni, oltre che aumento del tasso di autoconsumo dell'energia. Per l'utente finale, il sistema TVB porterà, oltre che alla riduzione dei costi di approvvigionamento, al miglioramento della qualità dell'energia utilizzata grazie allo sfruttamento del volano e della continuità

nell'alimentazione del carico grazie alla funzione di UPS. Il sistema TVB contribuirà inoltre a sicurezza e stabilità della rete attenuando i picchi di energia immessi verso di essa. Le attività di ricerca hanno permesso di giungere alla progettazione del dimostratore finale, che sarà realizzato e testato nell'ultimo anno di progetto. Inoltre, test sperimentali accelerati, condotti su celle al Litio analoghe a quelle integrate in TVB ed effettuati sulla base dei profili annuali di carica/scarica ottenuti dal modello dettagliato del sistema accoppiato a sistema PV, hanno evidenziato l'impatto positivo dell'ibridazione sulla vita della batteria, con significativa riduzione del tasso di degrado. In particolare, la resistenza interna della batteria aumenta del 13% nel caso di test accelerati equivalenti a 2 anni di utilizzo con il sistema TVB e relativo algoritmo di controllo, rispetto al 32% di incremento misurato nel caso di accumulo solo su batteria.

**Assegnatari:**  
Umbragroup S.p.A.;  
Era Electronic System Srl;  
QFP Srl;  
Università degli Studi di Perugia;  
VGA srl

**Referente:** Luca Castellini  
lcastellini@umbragroup.com



> Variazione % della resistenza interna della batteria.

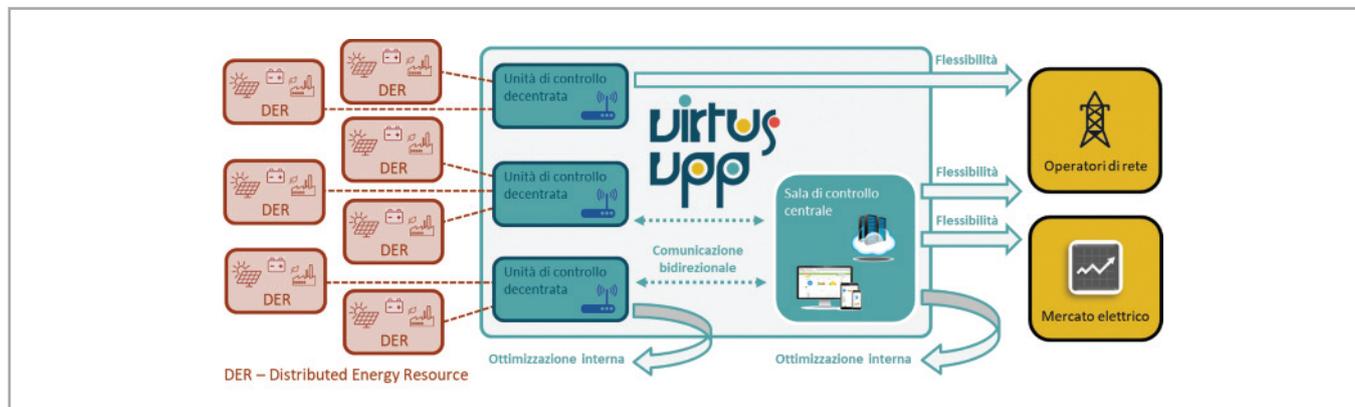
Il progetto VIRTUS si propone di realizzare un prototipo di VPP (Virtual Power Plant) in contesto terziario-industriale. L'obiettivo principale del progetto consiste nello sviluppo di una architettura tecnico-economica di VPP a carattere innovativo, attraverso la quale implementare modelli di business per la fornitura di servizi al sistema elettrico, con caratteristiche di scalabilità e replicabilità, applicabile potenzialmente a diversi contesti geografici, economici e regolatori. La fase di dimostrazione del progetto ha un ruolo significativo e coinvolgerà diversi siti reali a carattere industriale e terziario attrezzati con sistemi di monitoraggio e controllo locale, coprendo l'intera catena del valore dei servizi energetici.

#### Assegnatari:

Softeco Sismat Srl;  
Università degli studi di Genova;  
Alma Mater Studiorum Università di Bologna;  
Yanmar R&D Europe Srl

Referente: Stefano Bianchi  
stefano.bianchi@softeco.it

Ciò consentirà l'accesso del cliente finale al mercato dell'energia, migliorando l'efficienza energetica a livello locale e globale e la sicurezza di approvvigionamento dell'energia. Per lo sviluppo del VPP VIRTUS si intendono utilizzare tecnologie ICT per l'aggregazione di clienti-produttori, l'abilitazione di meccanismi di Demand Reponse (DR), l'integrazione di Generazione Distribuita (GD), l'ottimizzazione delle risorse energetiche distribuite e il trading dei servizi. Nel corso del primo semestre di progetto è stata svolta una attenta analisi dei dispositivi già presenti sul mercato (meter, gateway, ecc.) e la definizione di una architettura tecnico-economica del VPP VIRTUS. Il sistema ideato comprende la gestione locale di DER (Distributed Energy Resource) e un sistema centrale di coordinamento e ottimizzazione della flessibilità dei clienti. I benefici attesi per gli utenti del sistema elettrico nazionale sono la disponibilità di strumenti per incrementare l'efficienza energetica in ambito industriale e di pubblica amministrazione e l'implementazione di programmi di gestione attiva della domanda. Seguiranno le fasi di implementazione del prototipo di VPP e delle sue funzionalità, di attrezzaggio dei siti sperimentali e di validazione finale.



> Schema del VPP VIRTUS, ad architettura distribuita. Esso è costituito da sistema di controllo centrale e unità decentrate, che gestiscono una o più DER, con comunicazione bidirezionale.

Publicazione a cura dell'Ufficio Ricerca di sistema  
della Cassa per i Servizi Energetici ed Ambientali (CSEA)

I testi e le immagini per la descrizione dei singoli progetti  
sono stati forniti dagli Affidatari (RSE S.p.A., CNR ed ENEA)  
e dagli Assegnatari dei progetti del "Bando B"

[ricercadisistema@csea.it](mailto:ricercadisistema@csea.it)  
[www.ricercadisistema.it](http://www.ricercadisistema.it)



[www.csea.it](http://www.csea.it)  
[www.ricercadisistema.it](http://www.ricercadisistema.it)