

**PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 2019-2021 DELLA RICERCA DI SISTEMA  
ELETTRICO NAZIONALE**

**Presentazione dei progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26  
gennaio 2000**

**1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi  
finali**

**Durata: 36 mesi**

<b>ENTI</b>	
<b>Affidatario</b>	<b>Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile</b>
<b>Cobeneficiario 1</b>	<b>Sapienza Università di Roma</b>
<b>Cobeneficiario 2</b>	<b>ALMA MATER STUDIORUM – Università di Bologna</b>
<b>Cobeneficiario 3</b>	<b>Luiss - Libera Università Internazionale degli Studi Sociali Guido Carli</b>
<b>Cobeneficiario 4</b>	<b>Politecnico di Milano</b>
<b>Cobeneficiario 5</b>	<b>Politecnico di Torino</b>
<b>Cobeneficiario 6</b>	<b>Università degli Studi di Perugia</b>
<b>Cobeneficiario 7</b>	<b>Università degli Studi de L'Aquila</b>
<b>Cobeneficiario 8</b>	<b>Università degli Studi dell'INSUBRIA</b>
<b>Cobeneficiario 9</b>	<b>Università degli Studi della Basilicata</b>
<b>Cobeneficiario 10</b>	<b>Università degli studi della Campania "Luigi Vanvitelli"</b>
<b>Cobeneficiario 11</b>	<b>Università degli Studi di Firenze</b>
<b>Cobeneficiario 12</b>	<b>Università degli Studi di Genova – Centro di Servizi per il Ponente Ligure (CenVIS)</b>
<b>Cobeneficiario 13</b>	<b>Università degli Studi di Milano - Bicocca</b>
<b>Cobeneficiario 14</b>	<b>Università degli studi di Modena e Reggio Emilia</b>
<b>Cobeneficiario 15</b>	<b>Università degli Studi di Napoli Federico II</b>
<b>Cobeneficiario 16</b>	<b>Università degli Studi di Padova</b>
<b>Cobeneficiario 17</b>	<b>Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"</b>
<b>Cobeneficiario 18</b>	<b>Università degli Studi Guglielmo Marconi</b>
<b>Cobeneficiario 19</b>	<b>Università degli Studi ROMA TRE</b>
<b>Cobeneficiario 20</b>	<b>Università di Parma</b>

<b>ENTI</b>	
<b>Cobeneficiario 21</b>	<b>Università di Pisa</b>
<b>Cobeneficiario 22</b>	<b>Università Politecnica delle Marche</b>
<b>Cobeneficiario 23</b>	<b>UNIVERSITA' CAMPUS BIO-MEDICO DI ROMA</b>
<b>Cobeneficiario 24</b>	<b>UNIVERSITA' DI SALERNO</b>

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del veicolo elettrico negli usi finali	Dati generali	pag. 1 / 2
-------------------------------	---	------------------	------------

## DATI GENERALI DEL PROGETTO

Titolo del progetto: **1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del veicolo elettrico negli usi finali**

Durata in mesi: **36**

## ENTI

Nome dell' Affidatario: ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Nome del Cobeneficiario (1): Sapienza - Sapienza Università di Roma

Nome del Cobeneficiario (2): UNIBO - ALMA MATER STUDIORUM – Università di Bologna

Nome del Cobeneficiario (3): Luiss - Luiss - Libera Università Internazionale degli Studi Sociali Guido Carli

Nome del Cobeneficiario (4): PoliMI - Politecnico di Milano

Nome del Cobeneficiario (5): POLITO - Politecnico di Torino

Nome del Cobeneficiario (6): UNIPG - Università degli Studi di Perugia

Nome del Cobeneficiario (7): UNIVAQ - Università degli Studi de L'Aquila

Nome del Cobeneficiario (8): INSUBRIA - Università degli Studi dell'INSUBRIA

Nome del Cobeneficiario (9): UNIBAS - Università degli Studi della Basilicata

Nome del Cobeneficiario (10): UNICAMP - Università degli studi della Campania "Luigi Vanvitelli"

Nome del Cobeneficiario (11): UNIFI - Università degli Studi di Firenze

Nome del Cobeneficiario (12): UNIGE - Università degli Studi di Genova – Centro di Servizi per il Ponente Ligure (CenVIS)

Nome del Cobeneficiario (13): UNIMIB - Università degli Studi di Milano - Bicocca

Nome del Cobeneficiario (14): UNIMORE - Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

Nome del Cobeneficiario (15): UNINA - Università degli Studi di Napoli Federico II

Nome del Cobeneficiario (16): UNIPD - Università degli Studi di Padova

Nome del Cobeneficiario (17): TorVergata - Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Nome del Cobeneficiario (18): USGM - Università degli Studi Guglielmo Marconi

Nome del Cobeneficiario (19): UNIROMA3 - Università degli Studi ROMA TRE

Nome del Cobeneficiario (20): UNIPR - Università di Parma

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del veicolo elettrico negli usi finali	Dati generali	pag. 2 / 2
-------------------------------	---	------------------	------------

Nome del Cobeneficiario (21): UNIPI - Università di Pisa

Nome del Cobeneficiario (22): POLIMARCHE - Università Politecnica delle Marche

Nome del Cobeneficiario (23): UCBM - UNIVERSITA' CAMPUS BIO-MEDICO DI ROMA

Nome del Cobeneficiario (24): UNISA - UNIVERSITA' DI SALERNO

## COSTO

Costo complessivo del progetto:

**€ 12.619.479,64**

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 1 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	-------------

## DESCRIZIONE DEL PROGETTO

### Abstract del progetto

#### *(in lingua italiana)*

Il vettore elettrico è idoneo alla realizzazione di servizi flessibili, adattivi, facilmente misurabili ed integrabili e predisposti ad un nuovo modello di interazione con i fruitori di servizi energivori.

Il progetto si compone di tre WPs:

- WP1 - Local Energy District
- WP2 - Mobilità
- WP3 - Pompe di calore.

L'obiettivo del WP1 consiste nello sviluppo di un modello integrato di distretto urbano energetico che coniughi aspetti tecnologici e sociali, per il miglioramento dei servizi erogabili ai cittadini in quanto più efficienti in termini energetici e funzionali. La finalità ultima è che i servizi di quartiere siano gestiti in maniera ottimale, misurabile, trasparente, sinergica ed interoperabile ed il cittadino svolga un ruolo attivo nel processo di evoluzione del sistema elettrico.

Il WP1 si articola sulle seguenti attività:

- Servizi aggregati per smart homes e smart buildings di seconda generazione: nuove tecnologie mirate alle smart homes, includendo un ottimale integrazione tra efficienza energetica, economia, sicurezza e servizi aggregati di assisted living, flessibilità ed integrazione tra rete elettrica ed edificio.
- Servizi Urbani Smart: digitalizzazione, ottimizzazione ed integrazione di tutte le infrastrutture del distretto con impatto sulla efficienza, qualità ed innovazione del servizio elettrico (rete di illuminazione pubblica, reti di edifici pubblici, etc). Definizione metodologica di piattaforme ICT aperte (Smart District Platform) ispirata ai principali standard internazionali ed alle tecnologie IoT.
- Energy communities: metodologie per lo sviluppo di smart energy communities e definizione di un modello di co-governance e tecnologie abilitanti per la partecipazione attiva dei cittadini attraverso un processo auto-organizzativo codificato per lo sviluppo della capacità di auto-gestire una serie di funzionalità connesse alla rete energetica.

WP2 - Mobilità: la diffusione di una mobilità elettrica sostenibile richiede soluzioni in grado di superare le criticità in termini di autonomia dei veicoli, facilità e rapidità di ricarica, sicurezza, durabilità e possibilità di riuso degli accumuli, esposizione ai CEM, impatto sulla rete di distribuzione dell'energia elettrica. Il WP affronta tali problematiche attraverso: prove di laboratorio per verificare fenomeni di invecchiamento e livelli di sicurezza di accumuli automotive in determinate condizioni di utilizzo; misure e simulazioni dei CEM generati da diversi componenti della e-mobility anche in combinazione fra di loro; sviluppo di prototipi di componenti veicolari innovativi e di sistemi bidirezionali di ricarica senza contatto per favorire lo scambio energetico con le utenze domestiche, di ricarica ad alta potenza a basso impatto sulla rete elettrica; implementazione di strumenti SW per la pianificazione e la gestione ottimale della mobilità elettrica urbana.

WP3 - Pompe di calore: le PdC elettriche aria-acqua sono impiegate per la climatizzazione e produzione di acqua calda sanitaria. Rispetto ad altre tecnologie, esse ricavano energia termica da fonti rinnovabili, quali aria, acqua o terreno.

Le PdC subiscono una riduzione di efficienza al ridursi della temperatura dell'aria, sia per cause termodinamiche (effetto Carnot) sia per l'attivazione di cicli di sbrinamento, che ne riducono l'effetto utile. (SCOP

Pertanto gli obiettivi da perseguire sono: miglioramento delle prestazioni, attraverso studi su componenti e cicli di sbrinamento; studio di sistemi che integrano le PdC con altre tecnologie (accumuli innovativi, solare, ecc.) per incrementarne la flessibilità d'impiego (con riduzione dei picchi di carico) e minimizzare l'utilizzo delle fonti fossili; studio dei sostituti dei refrigeranti sintetici ad alto GWP, banditi dalle recenti normative europee, da scegliere tra i refrigeranti naturali (tra cui idrocarburi e CO<sub>2</sub>), ecocompatibili, e i nuovi fluidi a basso GWP.

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 2 / 15
-------------------------------	--	-----------------------------	-------------

## Abstract del progetto

### *(in lingua inglese)*

The electric carrier is suitable for the creation of flexible, adaptive, easily measurable and integrable services that are ready to support a new model of interaction with users of energy-intensive services.

The project consists of three WPs:

- WP1 - Local Energy District
- WP2 - Mobility
- WP3 – Heat pump.

The objective of WP1 is to develop an integrated model of an urban energy district that combines technological with social aspects, to improve services that can be provided to citizens as the services are more efficient in terms of energy consumption and functionalities. The ultimate goal is to ensure that neighborhood services are managed in an optimal, measurable, transparent, synergetic and interoperable way and citizens play an active role in the process of evolution of the electricity system.

WP1 is based on the following activities:

- Aggregated services for smart homes and second-generation smart buildings: new technologies for smart homes, including optimal integration between energy efficiency, economy, safety and aggregated assisted living services; flexibility and integration between the electrical grid and the building.
- Smart Urban Services: digitalization, optimization and integration of all the infrastructures in the district that have an impact on the efficiency, quality and innovation of the electricity service (public lighting network, public building networks, etc.). Methodological definition of open ICT platforms (Smart District Platform) inspired by the main international standards and IoT technologies.
- Energy communities: methodologies for the development of smart energy communities and definition of a model of co-governance and enabling technologies to enable the active participation of citizens through a codified self-organizational process that aims to develop their ability to self-manage a series of functions connected to the energy network.

WP2 - Mobility A sustainable and effective e-mobility requires solutions capable of overcoming present critical issues such as vehicle range, ease and speed quickness of recharging, safety, durability and possibility of re-use of electrochemical storage, exposure to EMF, impact on the electric grid. The WP addresses these problems through: laboratory tests to verify aging phenomena processes and levels of safety of automotive accumulations storage in certain conditions of use; measurements and simulations of CEMs generated by different e-mobility components also in combination with each other; development of prototypes of innovative vehicle components and bi-directional systems for non-contact recharging to favor energy exchange with domestic households, high power recharging with low impact on the electricity grid; implementation of SW tools for planning and optimal management of urban electric mobility.

WP3- Heat pumps (HPs) are used for space heating & cooling and domestic heat water (DHW) production. Compared to other technologies, HPs produce thermal energy arising mainly from renewable sources (air, ground or water).

HPs have a reduction of performance when the air temperature reduces, due to thermodynamic causes (Carnot effect) and to the defrosting cycles, which reduce the usable heat (SCOP).

Therefore, a project is proposed in order to: improve the performance through studies on components and optimization of the defrosting cycles; Study of systems with HPs integrated with other technologies (innovative

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 3 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	-------------

storage systems, solar technology, etc.) in order to increase their flexibility (also by reducing peak loads) and to reduce the energy dependence from fossil sources; Study of synthetic refrigerant substitutes, banned by the recent European regulations, chosen among the natural refrigerants (including hydrocarbons and CO<sub>2</sub>), environmentally friendly, and the new low-GWP fluids.

### Attività svolte nel triennio precedente

Nel precedente triennio della Ricerca Sistema Elettrico nell'ambito del progetto D.6-D.7 "Sviluppo di un modello integrato di smart district urbano" sono state svolte attività finalizzate all'implementazione di soluzioni smart per la gestione efficiente e interoperabile di energia e di servizi in contesti urbani attraverso integrazione tecnologica, componenti innovativi, partecipazione sociale ed impiego delle tecnologie ICT basate sulla definizione di specifiche standard e tecnologie open. Il prodotto finale del progetto è stato un insieme di tecnologie applicabili in contesti urbani in tre ambiti applicativi (Servizi Aggregati per edifici, Infrastrutture Pubbliche Energivore, Smart Community) ed un livello orizzontale di integrazione per la gestione integrata ed interoperabile dei dati urbani secondo una architettura standardizzata basata su un insieme di specifiche aperte.

Nell'ambito dei sistemi edificati sono state sviluppate metodologie per la gestione di smart buildings di nuova generazione e di smart homes finalizzate alla consapevolezza energetica e l'assisted living. Le soluzioni sono state qualificate all'interno dello Smart Village del CR ENEA Casaccia e testate su alcune abitazioni reali. Per l'ambito delle Infrastrutture sono stati realizzati dei prototipi di piattaforme per monitoraggio e valutazione prestazionale (piattaforma PELL), prevenzione di danni per condizioni meteo avverse (piattaforma CIPCAST), studi di fattibilità per il monitoraggio della rete idrica, sistemi di rilevazione basati su droni per l'analisi di aree urbane (isole di calore, dispersioni edifici, etc).

Nel settore delle smart communities sono state messe a punto metodologie di "smart labs" con l'obiettivo di creare "progetti di comunità" ispirati alla sostenibilità ed alla economia circolare.

In riferimento al WP2 nel triennio precedente della RdS sono state svolte le seguenti attività:

- Sviluppo e realizzazione di una sezione di un sistema di ricarica wireless dinamica per city car
- Sviluppo di un DSS per il supporto alle aziende per l'elettrificazione del TPL
- Localizzazione di infrastrutture di ricarica sul territorio attraverso dati sulla mobilità personale e valutazione del modello di business
- Analisi di valutazione della sostenibilità della mobilità elettrica in termini di risorse primarie
- Sicurezza sistemi di accumulo con conduzione di prove per stimare impatti e analisi di rischio
- Studi per la realizzazione di un simulatore della mobilità urbana elettrificata
- Stima dei benefici ambientali derivanti dall'elettrificazione della mobilità in area romana basati su dati reali di mobilità
- Modello per l'individuazione della posizione sul territorio urbano ed extra-urbano di stazioni di ricarica rapida sulla base di analisi della mobilità di lunga percorrenza.

ENEA non ha condotto attività sulle PdC nello scorso triennio della RdS. Il progetto si riferisce, per certi aspetti, a ricerche svolte nel PAR 2015. Si riprende lo sviluppo del gruppo multi-elettore poiché, se correttamente dimensionato per le condizioni di esercizio, può consentire cospicui incrementi di prestazione della PdC. Lo studio di questo componente sarà svolto su una macchina a CO<sub>2</sub>, che può rappresentare una risposta alle problematiche di compatibilità ambientale dei refrigeranti, divenute più stringenti dopo il bando dei fluidi ad elevato GWP.

Tale PdC sarà utilizzata anche per le attività sui sistemi innovativi di sbrinamento (ipotizzando il possibile recupero di calore a bassa temperatura dopo il gas-cooler) e sui sistemi integrati, nei quali le PdC a CO<sub>2</sub> potrebbero essere favorite dalla loro capacità di produrre ACS con buone prestazioni. Tutti gli studi, grazie allo sviluppo di appositi modelli di calcolo, potranno essere generalizzati ad altre tipologie di PdC.

Attualmente ENEA sta sviluppando nell'ambito del progetto SOLAIRHP (AIR SOLar Heat Pump) una PdC multisorgente accoppiata con collettori solari di tipo PV-T (termo-fotovoltaici).

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 4 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	-------------

## Inquadramento del Progetto nello stato dell'arte

*Stato dell'arte nazionale e internazionale relativamente alle attività previste dalla proposta di progetto*

Per favorire il processo di decarbonizzazione del sistema energetico l'UE punta alla revisione del mercato elettrico ("Market Design"), al potenziamento delle interconnessioni tra gli stati membri e al coinvolgimento dei "prosumer". In questo panorama, sul versante delle tecnologie negli usi finali basate sul consumo elettrico l'efficienza (1), la flessibilità (2), la competitività (3), l'integrabilità (4) sono i pillar fondamentali per realizzare la transizione energetica, auspicata dalle direttive europee, verso un nuovo "ecosistema elettrico".

### Stato dell'arte WP1

Le strategie convenzionali fondate sulla efficienza del singolo componente mostrano effetti di saturazione e, pertanto, l'unica via praticabile è quella indicata dal Set-Plan che fa riferimento ad un processo di transizione ed evoluzione verso una logica sistemica, fondata sul ruolo attivo dei consumatori ("Consumers at the centre of the Energy Union"), attuata nel programma Horizon 2020 e rafforzata nel SET-Plan 21-28 in cui emerge l'obiettivo degli "Energy Positive District" (PED) e viene introdotta, nel contempo, l'idea che interi distretti urbani, attraverso una forte integrazione tra nuove tecnologie e partecipazione del cittadino, possano rendersi energeticamente autonomi. In questo contesto, i progetti H2020 che rispondono a tale visione sono quelli afferenti alle call "Smart Cities and Communities (SCC1)" di durata 5 anni. A titolo di esempio si riportano tre progetti finanziati in cui alcune città italiane partecipano come città 'faro':

- Sharing Cities (Milano - 2016): realizzazione di un quartiere "smart" a emissioni "quasi" zero attraverso soluzioni di co-design (partecipazione dei cittadini), mobilità, smart lighting (lampioni intelligenti), monitoraggio energetico e piattaforme ICT urbane interoperabili.

- Replicate (Firenze - 2016): sviluppo di modelli di business sostenibile per supportare le città nel percorso di trasformazione verso una smart city attraverso il controllo dei consumi energetici, Smart Grids e mobilità urbana sostenibile.

- Stardust (Trento - 2019): realizzare città a basse emissioni di carbonio, altamente efficienti, intelligenti e orientate ai cittadini attraverso modelli di business innovativi e soluzioni integrate basate su mobilità elettrica, ICT e tecnologie energetiche innovative.

Infine, sono disponibili quantità ingenti di fondi strutturali europei (PON, PON-Metro) per favorire un approccio integrato per la transizione verso "l'ecosistema elettrico" che comuni e città hanno dichiarato di voler utilizzare per avviare programmi di trasformazione e rigenerazione orientati a favorire gli approcci smart della integrazione.

### Stato dell'arte WP2

L'esigenza di ridurre i tempi di ricarica richiede l'impiego di accumuli in grado di accettare elevate correnti. I sistemi al Titanato di litio offrono questa possibilità, sebbene occorre studiare ed approfondire il tema dell'invecchiamento in applicazioni di ricarica frequenti.

Per il condizionamento di bordo di veicoli elettrici la frontiera è costituita dalle pompe di calore sebbene sia possibile indagare altre soluzioni in grado di ridurre ulteriormente l'aggravio sull'accumulo veicolare.

I lavori sul V2H si assestano su applicazioni conduttive; l'indagine delle applicazioni wireless iniziano ad essere oggetto di lavori scientifici internazionali di recente pubblicazione.

I costruttori di veicoli elettrici stanno lavorando alla commercializzazione di modelli per l'ultimo miglio; infatti vi è un forte interesse da parte dei potenziali utilizzatori che risulta in parte mitigato da problemi relativi all'autonomia e alla ricarica. Facilitare la gestione di flotte è, quindi, un output importante.

L'adozione di pompe di calore innovative per il condizionamento del veicolo (soprattutto TPL) è una soluzione investigata nell'ambito di diversi progetti internazionali con l'obiettivo di garantire una maggiore autonomia reale nei veicoli elettrici. Altre opzioni, tradizionali, ricorrono all'utilizzo di sistemi basati su combustibili fossili.

### Stato dell'arte WP3

Una panoramica sugli sviluppi scientifici in recenti attività di ricerca sulle PdC è rappresentata dai progetti europei di seguito citati.

HEGOS: sviluppo di un prototipo di PdC a doppia sorgente aria-terreno, ottimizzato in funzione della richiesta di caldo e freddo da parte dell'utenza.

PRIN 2015: Clean Heating and Cooling Technologies for an Energy Efficient Smart Grid.

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 5 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	-------------

SOLAIRHP: realizzazione di PdC multisorgente, accoppiata con collettori solari di tipo PV-T.

SunHorizon: dimostrazione dell'affidabilità di PdC di vario tipo, accoppiate e gestite con pannelli solari avanzati.

Multipack: studio di sistemi integrati di nuova generazione per il riscaldamento e raffrescamento basati sull'uso efficiente della CO2 come fluido refrigerante.

GEOTECH: ha per obiettivo la diffusione di impianti geotermici a bassa entalpia, applicati alla climatizzazione residenziale.

Heat4Cool: sviluppo di un tool per ottimizzare l'integrazione di sistemi di retrofitting di impianti di climatizzazione degli edifici.

Pump-heat: studio dell'abbinamento di soluzioni innovative, tra cui PdC ad alta temperatura e sistemi di stoccaggio di calore a cambiamento di fase.

### *Obiettivi scientifici e tecnologici e progressi attesi rispetto allo stato dell'arte*

#### Obiettivo WP1

L'attività si focalizza sullo sviluppo integrato di infrastrutture pubbliche urbane, sistemi per la modellazione e gestione della rete energetica del distretto (smart district), sistemi centralizzati per l'analisi dei dati provenienti dalle abitazioni con interfaccia dialogativa utente (smart homes service) e sistemi di supporto alle decisioni per la valutazione del rischio del patrimonio edilizio e delle infrastrutture.

Tra gli obiettivi scientifici e tecnologici principali:

- accrescere la consapevolezza e il ruolo attivo dei consumatori, sfruttando le tecnologie della domotica, della digitalizzazione delle reti e dello smart metering;
- sviluppare edifici smart di seconda generazione interamente basati sul consumo elettrico e caratterizzati da autonomia energetica e flessibilità;
- studiare misure per accrescere la partecipazione attiva e consapevole dei consumatori ai mercati, introdurre una disciplina che consenta e regoli lo sviluppo di iniziative di cittadini che si associano in entità nuove finalizzate a gestire, con finalità prevalentemente sociali, consumi e generazione di energia, anche attraverso strumenti di sharing anche virtuale.
- nel contesto della PA lanciare un programma di efficienza energetica indirizzato dall'illuminazione pubblica attraverso l'utilizzo di piattaforme per la valutazione delle prestazioni energetiche delle reti IP;
- sviluppare un framework di integrazione applicabile in contesti urbani che agevoli la replicabilità dei modelli grazie alla definizione di specifiche standard e tecnologie open e adottabile come strumento a servizio delle amministrazioni locali e dei cittadini per evitare il lock-in dei vendors.
- studiare e implementare metodologie per lo sviluppo di energy communities e creare piattaforme di scambio energetico basate sulla Blockchain a vantaggio dei prosumers che potranno vendere l'elettricità in eccesso direttamente ad altri utenti della rete grazie ai cosiddetti smart contract.

#### Obiettivo WP2

Il WP approccia il tema dello sviluppo tecnologico di sistemi legati alla elettrificazione della mobilità attraverso realizzazione di soluzioni innovative hardware e software volte a incrementare la vita e la sicurezza delle batterie, facilitare l'interazione con l'utente finale, ridurre gli impatti della ricarica ultrarapida, supportare lo scambio bidirezionale rete-veicolo, sostenere soluzioni di elettrificazione del trasporto urbano. Inoltre saranno effettuati studi ed analisi volti ad ottimizzare le procedure operative di utilizzo delle batterie.

Le soluzioni proposte potrebbero trovare applicazione in contesti privati e pubblici, residenziali e produttivi, offrendo valutazioni di carattere energetico, funzionale ed economiche per la sostenibilità del sistema elettrico nell'ottica di un'ulteriore crescita del settore. Le migliorie apportate investiranno settori importanti come il trasporto delle merci in ambito urbano che il trasporto pubblico ma anche il privato.

#### Obiettivi WP3

Studio di fluidi a basso GWP (1), Sviluppo di sistemi integrati (2), Ottimizzazione di componenti e sistemi di sbrinamento (3) per PdC.

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 6 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	-------------

1) Selezione di fluidi a minori emissioni globali, dirette e indirette, in virtù anche di efficienze delle PdC comparabili, se non superiori, rispetto allo stato dell'arte;

2) Incremento delle prestazioni anche in condizioni climatiche limitanti: un sistema integrato, in zona climatica D, potrebbe avere efficienze stagionali (SCOP), in applicazioni a media temperatura, circa il 15% superiori ad una PdC di classe A++;

3) Sviluppo di sistemi di sbrinamento che riducano le attuali inefficienze (che possono influire sullo SCOP fino al 13%) con l'uso di energia da fonte rinnovabile e la razionalizzazione dei flussi termici.

Con l'uso di gruppi multi-elettore ottimizzati e di apposite logiche di gestione, si prevedono possibili incrementi dello SCOP del 25%, con una riduzione dei consumi energetici del 14-17% e della spesa energetica del 13-15%.

*Eventuali collegamenti con altri progetti/soggetti relativamente alle attività previste dalla proposta di progetto*

Per quanto riguarda il WP1, il progetto di riferimento è il D6 "Sviluppo di un modello integrato di smart district urbano" (PT19-21, RdS).

Altri progetti con tematiche affini al WP1 sono:

Cogito, Sistema dinamico e cognitivo per consentire agli edifici di apprendere ed adattarsi; PON MiUR con Università della Basilicata – DiCEM.

ES-PA, Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione, PON-GOV 2014-2020.

GECO, Green Economy Community: EIT Climate KIC.

SmartChain: Sistemi interoperabili ed efficienti per la gestione sicura di filiere industriali - POR-FESR – con Univ. Modena e Reggio Emilia.

DARE UIA, Digital environment for collaborative Alliances to Regenerate urban Ecosystems in middle-sized cities - Urban Innovative Action 2019-2022.

RAFAEL, System for Risk Analysis and Forecast for Critical Infrastructure in the ApenninEs dorsal Regions: Sistema per la previsione e la gestione del rischio sulle Infrastrutture Critiche nel Sud Italia. PNR 2015-2020, MIUR.

CIPRNet, Critical Infrastructure Preparedness and Resilience Research Network European Union's 7thFP for research, technological development and demonstration - Network of Excellence (NoE).

COMESTO, Community Energy Storage: Tecnologie, Modelli e Algoritmi per una Gestione Aggregata di Sistemi distribuiti di Accumulo dell'energia in ambito PowerCloud – PON, 2018-2021

AMBIENCE, Active managed Buildings with Energy performance Contracting – Horizon 2020, durata 2019-2021.

Inoltre ENEA partecipa a diversi networks internazionali, tra cui la rete EERA, JP Smart Cities e JP Smart Grid, al JPI Urban Europe, la rete Urban Europe Research Alliance della JPI UE e alla Iniziativa IES-City (IoT Enabled Smart City framework); ha promosso il network Lumiere - PELL e il percorso di convergenza nazionale per la smart city al cui tavolo collaborano: AGID, ANCI Emilia Romagna, Confindustria, ACT-PON Metro, Consip, CISIS, Aster, Comune di Livorno, Presidenza del Consiglio, JRC, Università Bicocca, Università dell'Insubria e Assisital.

Il WP2 affronta il tema delle performance dei sistemi di accumulo elettrochimico, presente anche nel Progetto 1.2 nel quale sono coinvolti i tre affidatari, che realizzano test per investigare i processi di invecchiamento e le possibilità di riutilizzo in second life. Su tali aspetti nell'ambito del WP2 in oggetto, ENEA analizzerà gli effetti della ricarica rapida e definirà indicatori di "Stato di salute" delle celle in grado di individuare le possibilità di riutilizzo stazionario, eventualmente asserviti alle stazioni di ricarica ad alta potenza, mantenendo così una propria specificità rispetto al Progetto 1.2.

Un secondo elemento di contatto del WP con altre attività del PTR 2019-21 è dato dallo sviluppo di strumenti di supporto alle scelte di operatori e amministratori di sistemi di trasporto. Anche in questo caso le attività di ENEA e dei co-beneficiari sono distinte e complementari da quelle effettuate da RSE nel Progetto 2.6, sia come obiettivi sia come procedure e risultati.

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 7 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	-------------

Per quanto riguarda il WP3, ENEA sta svolgendo, nell'ambito dei progetti di ricerca di cui all'art. 10, comma 2, lettera b) del decreto 26/01/2000, l'attività di ricerca denominata SOLAIRHP che prevede la realizzazione di una PdC innovativa multisorgente, accoppiata con collettori solari di tipo PV-T (termo-fotovoltaici).

I risultati potrebbero parzialmente essere utilizzati nell'ambito del presente progetto, che prevede tra l'altro lo studio di sistemi integrati costituiti da PdC abbinati a sistemi di captazione solare.

#### *Bibliografia stato dell'arte*

Non presente in allegato

### **Obiettivi e risultati**

#### *Obiettivi finali del progetto*

Obiettivo del WP1 è lo sviluppo di un modello di Energy District prevalentemente basato sul vettore elettrico ed incentrato su integrazione, flessibilità e transizione digitale del sistema energetico. L'integrazione è l'unica strategia che può produrre un rinnovamento profondo dei servizi urbani in termini di efficienza, stabilità, robustezza, sicurezza e nuovi servizi, attraverso lo sfruttamento di informazioni provenienti da altri settori urbani e l'aggregazione di fonti di consumo energetico. La strategia di ottimizzazione è l'"energy on demand" (energia dove e quando serve) che richiede una generale "smartizzazione" della città in termini di sensorizzazione, connettività, big data management, flessibilità della domanda, interazione tra fornitori di energia, distributori, gestori di servizi, cittadini e municipalità. Pertanto tale approccio deve combinarsi con un nuovo ruolo partecipativo ed auto-organizzativo delle comunità (energy communities) cui è richiesta una transizione verso una economia circolare e sostenibile che per essere diffusa deve includere elevata sostenibilità sociale. Il PED (Positive Energy District) rappresenta il punto di arrivo di un insieme di tecnologie di integrazione, smartizzazione, flessibilizzazione, partecipazione.

Per perseguire tali obiettivi si agirà su una maggiore penetrazione di tecnologie ICT interoperabili mediante la creazione di standard multi-dominio che permettano di trasferire dati in tempo reale da un dominio all'altro che comporta il superamento dell'inerzia delle città e dei gestori dei servizi nel passare da una organizzazione a silos verticali ad uno scenario in cui i servizi sono integrati tra loro con scambio orizzontale dei dati. Questo consentirà di disporre sul mercato di prodotti standardizzati superando fenomeni di lock-in.

Il WP2 mira ad incrementare le prestazioni della mobilità elettrica sotto diversi aspetti e, di conseguenza, ad accelerare il processo di sostituzione dei veicoli convenzionali con quelli elettrici. Gli obiettivi finali così perseguiti sono la riduzione degli impatti atmosferici locali e globali e la riduzione della dipendenza energetica del settore dai combustibili tradizionali. Allo stesso tempo, si vuole ridurre il rischio che l'elettrificazione diffusa porti a nuove criticità di ordine ambientale, energetico ed economico quali l'impatto sulla rete elettrica, effetti nocivi su salute e sicurezza, difficoltà di reperimento e smaltimento di particolari materiali. Lo strumento principale proposto è l'innovazione tecnologica di diverse componenti della mobilità elettrica: veicoli e sistemi di ricarica; a ciò si affianca l'integrazione di soluzioni ICT e l'analisi degli aspetti di criticità precedentemente posti in evidenza.

Il WP3 mira a contribuire alla realizzazione di PdC più performanti e meno limitate dalle condizioni di esercizio esterne, in modo da favorirne la diffusione sia per una maggiore convenienza economica che per l'incremento degli ambiti di utilizzo.

Gli obiettivi finali hanno carattere di innovazione nella componentistica studiata (sia specifica della PdC, es. elettrolizzatori, sia costituente il sistema integrato, es. accumuli dedicati) e nella ricerca di soluzioni più efficienti per lo sbrinamento. I sistemi combinati, con le innovazioni sopra indicate, possono contribuire alla realizzazione di nodi di reti di produzione e distribuzione elettrica e termica. In tal senso, vari studi (es. IEA), si stanno orientando verso l'implementazione di PdC in sistemi energetici multi-vettore e in reti di teleriscaldamento e raffrescamento.

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 8 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	-------------

La ricerca sperimentale sarà svolta su sistemi con PdC di circa 30 kW, applicabile a piccoli condomini, in modo da ammortizzare più facilmente il costo d'impianto.

### *Principali risultati attesi*

I principali risultati attesi nel WP1 riguardano:

- Sistemi e configurazioni per la smart home e l'assisted living per supporto alla gestione energetica.
- Prototipo di smart building di seconda generazione che integra sistemi di produzione di energia (fotovoltaico), sistemi di accumulo elettrico, sistemi di controllo e shift della domanda, sistemi di automatic demand response per Gestione della flessibilità
- Framework per la facilitazione della transizione smart delle città italiane (repository per le specifiche per la Urban Data Governance ed interscambio dei servizi urbani di una città, tool di preanalisi dei dati urbani, ontologia dei KPI urbani, tool per la creazione di urban dataset, portafoglio di urban dataset di riferimento).
- Prototipo di piattaforma nazionale Smart City per la gestione dei dati urbani
- Avvio del PELL (Public Energy Living Lab) IP (illuminazione pubblica) su scala nazionale con acquisizione del data model di impianti illuminotecnici reali.
- PELL-Edifici per monitoraggio prestazionale edifici pubblici; data model scuole condiviso con gli stakeholders settoriali, test sperimentale su un edificio pubblico).
- Modulo PELL-Seismic per le scuole con test su un edificio (data model sulla struttura dell'edificio scolastico con informazioni per la valutazione della vulnerabilità sismica, sistema di misura in loco dello stato vibrazionale, trasporto ed elaborazione della informazione, KPI).
- Prototipo di smart roads a supporto del movimento veicolare (pubblico/privato, elettrico/autonomo, pedonale) ai fini della ricarica, sicurezza, fluidità, resilienza, attraverso la dotazione di un insieme di sensori smart integrati nelle infrastrutture urbane.
- prototipo di una piattaforma di scambio energia e servizi sociali per cittadini ed utilities urbane in tecnologia block chain e smart contract (edificio-distributore) per la flessibilità e lo scambio servizi in tecnologia block chain.
- Tool di ottimizzazione hub energetici multi-vettore.

Per quanto riguarda il WP2, il paradigma di mobilità elettrica promosso dal progetto, potrà favorire la trasformazione di ciascun utente da semplice consumatore a partecipante attivo del mercato energetico, abilitando le singole utenze al controllo della domanda (DSM).

Le soluzioni di ricarica "friendly" potranno favorire la diffusione dell'elettromobilità presso cittadini ed operatori del trasporto mentre le tecnologie innovative che mirano alla riduzione dei consumi incidono positivamente sui costi operativi dell'elettromobilità

Gli studi sui livelli di rischio di eventi infausti nelle batterie potranno comportare in futuro una maggiore sicurezza dei sistemi per l'elettromobilità così come l'analisi dell'emissione dei CEM e dei livelli di esposizione consentiranno una maggiore tutela della salute di utenti e cittadini.

I principali risultati attesi nel WP3 riguardano:

Refrigeranti a basso GWP: approfondimento delle conoscenze scientifiche sulle loro proprietà termodinamiche e meccaniche. Progettazione di prototipi di PdC, per la misura delle prestazioni ottenibili nelle reali condizioni d'impiego.

Sistemi integrati: Individuazione dei sistemi più efficienti in base ai profili di carico di riferimento; attività sperimentale sui singoli componenti e su circuito sperimentale di tipo "Hardware in the loop" (HiL), composto da vari componenti attivati da sensori e attuatori con interfaccia software che emula i carichi termici. Sarà indagato l'utilizzo della sorgente geotermica a bassa entalpia, per finalità di sbrinamento o produzione. Sarà inoltre indagato l'utilizzo dell'involucro edilizio come accumulo termico.

Sviluppo componenti: sperimentazione (su PdC a CO2) e modellazione di multi-eiettore per valutare l'adattabilità ad altri refrigeranti e a sistemi ibridi ad eiettori, che integrano la sorgente termica con quella elettrica; modellazione e sperimentazione su HiL di sistemi di sbrinamento integrati a sorgenti termiche rinnovabili.

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 9 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	-------------

### *Diffusione risultati*

Con l'azione di Diffusione dei risultati si intende promuovere attività di divulgazione ed attività di disseminazione finalizzate a diffondere/trasferire e valorizzare verso la comunità tecnico-scientifica, gli stakeholder del sistema elettrico ed il largo pubblico i risultati ottenuti nell'ambito della RdS.

La attività Diffusione dei risultati e Network del WP1 intende promuovere la diffusione dei risultati tecnologici e metodologici conseguiti e intende organizzare gli stakeholder in network nazionali ed internazionali per valutare il grado di interesse sui Local Energy District in particolare.

La diffusione dei risultati si realizzerà mediante la pubblicazione sul sito SUE ([www.sue.it](http://www.sue.it)), articoli e paper su riviste scientifiche, partecipazioni a convegni, rilascio di interviste su media (web e tv).

Con l'azione Network si intende implementare i network di stakeholder nazionali ed internazionali già esistenti ed individuare le organizzazioni già integrate in network più grandi, che influenzano e si influenzano reciprocamente.

L'attività con i network nazionali consiste nella partecipazione ai lavori dei Network nazionali (Lumière-Pell) e nello sviluppo e gestione dei tavoli di lavoro.

L'attività dei network internazionali comporta un coinvolgimento attivo in tutte quelle organizzazioni, reti e gruppi privati/pubblici che sono in grado di esercitare una forte influenza sullo sviluppo, implementazione e trasferibilità dei Local Energy District (Smart Energy District: la rete EERA con il Joint Programme sulle Smart Cities, la rete Joint Programming Initiative Urban Europe, la rete Urban Europe Research Alliance, la rete Market Place of the European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities, la rete les-City, la rete Smart City Challenges) e i Local Energy District/Positive Energy District (IWG 3.1 e 3.2 del SET-Plan). Nel 2019 si avvierà il network delle Municipalità LED/PED.

Anche per il WP2 la diffusione dei risultati di ricerca avverrà tramite la partecipazione a congressi e organismi di settore nazionali ed internazionali.

Con l'adesione al TCP dell'IEA su Hybrid and Electric Vehicles, si interagirà con partner internazionali sulle tematiche di sviluppo e diffusione dell'elettromobilità.

Con le attività nei due gruppi di lavoro WG9 e PT 63184 istituiti dal sottocomitato TC106 della IEC (International Electrotechnical Commission), ENEA parteciperà alla standardizzazione delle procedure per la valutazione dell'esposizione umana alle emissioni EM generate dai sistemi Wireless Power Transfer in ambito automotive.

Infine ENEA partecipa al Consorzio Mobilus, cui l'Istituto Europeo di Innovazione e Tecnologia (EIT) ha assegnato la KIC (Knowledge Innovation Centre) Urban Mobility per dar vita ad un polo europeo di sviluppo di tecnologie e soluzioni innovative per la mobilità urbana sostenibile. L'operazione durerà sette anni e prevede investimenti di 1,6 miliardi di euro.

Per quanto riguarda il WP3, l'attività di diffusione dei risultati avverrà sia attraverso specifiche azioni di divulgazione in congressi specialistici, sia attraverso il supporto ai Ministeri competenti con la partecipazione a gruppi di lavoro internazionali. A questo proposito, ENEA partecipa ai lavori del Technology Collaboration Programme on Heat Pumping Technologies (HPT TPC) dell'IEA, dove potrà interagire con partner anche extraeuropei nel trasferimento delle conoscenze acquisite. Specificatamente, ENEA partecipa all'annex combinato ECES/HPT "Accelerating Development for the Introduction of an Affordable Domestic Combined Thermal Energy Box", che ha l'obiettivo di accelerare la diffusione sul mercato di sistemi combinati PdC-storage termico. Si prevedono inoltre possibili interazioni anche in altre attività dell'HPT, recentemente avviate e con considerevole partecipazione di Istituti italiani, sulla sostituzione degli attuali refrigeranti sintetici con quelli a basso GWP.

### **TRL iniziale**

2

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 10 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	--------------

## TRL finale

8

### *Livelli di Maturità Tecnologica (TRL) secondo la Commissione Europea*

Di seguito le attività tematiche previste nel WP1 raggruppate per TRL di arrivo.

Smart Home/Building (SH/SB):

TRL5: integrazione con gli smart meter di nuova generazione e storage per abilitare l'utente domestico ai servizi di flessibilità edimpiego di interfacce robotiche; SB innovativi con produzione da FER, accumulo e sistemi di gestione e controllo per massimizzare l'autoconsumo e offrire servizi di flessibilità e supply verso la rete; implementazione di strategie di Automatic Demand Response (ADR) basate sull'impiego di Smart Contract e Blockchain.

TRL6: upgrade del sistema di gestione energetica delle SH (Energy Box 2.0, piattaforma di aggregazione); test prototipale della flessibilità in ambito terziario e verifica sperimentale logiche di ADR

TRL7: dimostratore di una rete di SH in un'area urbana con differenti utenze.

Infrastrutture Urbane Energivore:

TRL4: Piattaforma Inter-Città (PI-C) per la Governance dei Dati Urbani Energetici; scheda censimento PELL scuole e sicurezza sismica; Smart Roads; sistemi di raffrescamento evaporativo a scala urbana (Smart Cool Place)

TRL5/6: evoluzione piattaforma CIPCast-ER con integrazione dati Smart Road e Smart Cool Place

TRL7: infrastruttura BigData

TRL8: popolamento dati statici scheda censimento e finalizzazione servizi aggiuntivi PELL IP.

Comunità Energetiche:

TRL6/7: validazione/dimostrazione prototipale della infrastruttura LEC e dei servizi in ambiente rilevante/operativo (comunità urbana)

Per il WP2, tralasciando le attività di misura su batterie e CEM, alle quali non si applica il concetto di TRL, per le restanti attività si riportano i TRL:

- Controlli termici innovativi di componenti dei veicoli elettrici da 2 a 4
- Dispositivi wireless per il V2H da 2 a 4
- Piattaforme infotelematiche per la gestione di flotte elettriche per l'ultimo miglio merci da 2 a 4
- DSS per la pianificazione dell'elettromobilità urbana da 4 a 5
- Stazioni di ricarica ad alta potenza per bus urbani con accumulo stazionario di tipo inerziale da 2 a 4

Per il WP3 è da considerare che la tecnologia delle pompe di calore (PdC) elettriche (ovvero a compressione di vapore) è applicata diffusamente da anni ed è in continua evoluzione (TRL 8-9). Tuttavia, con riferimento a specifiche componenti del sistema PdC, esistono margini di miglioramento; ad esempio per le PdC con aria come sorgente termica, igli attuali sistemi di prevenzione del brinamento e le tecniche empiriche di sbrinamento sono suscettibili di incremento del TRL (da 7 a 8).

Per altro verso, la diffusione di nuovi refrigeranti, naturali o a basso GWP (Global Warming Potential), conseguente alle restrizioni normative sull'utilizzo di molti refrigeranti convenzionali (ad es. F-gas), impone lo studio di nuove soluzioni impiantistiche o il miglioramento di quelle esistenti, per far fronte alle riduzioni delle prestazioni di componenti e sistemi non ottimizzati per i nuovi fluidi (TRL da 7 a 9).

Infine, la corretta realizzazione di sistemi integrati e delle relative logiche di controllo può contribuire ad accrescere il TRL e l'efficienza di sistemi complessi, attualmente scarsamente presenti sul mercato (TRL da 7 a 8).

## Impatto sul sistema elettrico e benefici attesi

<b>PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1</b>	<b>1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali</b>	<b>Descrizione del progetto</b>	<b>pag. 11 / 15</b>
-----------------------------------	---	---------------------------------	---------------------

### *Impatto sul sistema elettrico nazionale*

Con l'introduzione di sensoristica, AI, interazione con l'utente, aggregazione, smart meters 2G, le smart homes possono risparmiare fino al 20% con un investimento/payback talmente contenuti da essere assumibili dalle aziende di distribuzione. Si prevede una copertura del 20-30% del mercato entro il 2030. Per quanto riguarda i Buildings 2G, il modello in sviluppo permette di ottenere livelli di consumo molto ridotti e autoconsumo da rinnovabile prossimo al 100 % aderendo ad UVAM e scenari di dynamic pricing.

La "smartizzazione" delle infrastrutture ha una notevole ricaduta su tempi molto brevi. Essa è basata su: a) data model standardizzati per la descrizione e gestione delle infrastrutture; b) acquisizione di dati giornalieri di consumo/prestazione; c) offerta di servizi per calcolo di indicatori chiave (KPI), certificazione, diagnostica, benchmarking, progetti di riqualificazione. L'approccio si propone di fare da riferimento per la digitalizzazione delle infrastrutture energivore. Per questo il PELL-IP è stato adottato da Consip nelle gare nazionali, da AGID come standard nazionale, dal governo come piattaforma di supporto per l'innovazione della IP (nei prossimi 5 anni il PELL-IP supporterà circa il 40 % dei punti luce italiani). Le piattaforme SCP (smart city) e CIPCAST (resilienza urbana) ne estendono l'azione a tutti i domini urbani creando un framework nazionale per la gestione dei dati urbani. Ci si attende che entro i tre anni successivi al progetto saranno avviati progetti urbani per totale di circa 1 milione di abitanti.

Il task sulle Energy Communities è di recente costituzione e presenta carattere di innovazione; pertanto l'impatto di tale attività avrà tempi più lunghi. Le possibili strade da seguire presentano diversa difficoltà tecnica, limiti normativi, accettabilità sociale, competitività. Il progetto affronta tali questioni sviluppando delle "metodologie di engagement" e delle "tecnologie di supporto" (piattaforma CEC – Citizen Energy Community). Convertire il trasporto stradale all'alimentazione elettrica comporta un aumento dei consumi di elettricità, in proporzione alla quota di elettrificazione. Dagli studi effettuati, tuttavia, non è l'extraconsumo a destare preoccupazioni per il sistema elettrico quanto piuttosto la gestione dei picchi di potenza. Ciò ancor più visto che l'utenza esprime l'esigenza di ridurre i tempi di ricarica e l'industria risponde positivamente con soluzioni tecnologiche adeguate.

Il progetto intende affrontare questa criticità attraverso lo studio di soluzioni di ricarica che, oltre a contenere i tempi, livellino i picchi di assorbimento dalla rete attraverso l'impiego di "accumulatori di energia" di diversa natura, prestazioni e costi. Inoltre il progetto studierà soluzioni tecnologiche e gestionali in grado di ridurre i consumi veicolari, affrontando il problema dell'assorbimento energetico alla radice. Infine saranno studiati sistemi in grado di favorire lo scambio veicolo-rete domestica.

Le PdC possono contribuire alla transizione verso l'elettrificazione dei consumi, affiancando e sostituendo altre tecnologie, spesso non rinnovabili e responsabili di elevate emissioni di sostanze climalteranti. In quest'ottica, il PNIEC assegna alle PdC un ruolo di rilievo nell'auspicato incremento delle rinnovabili termiche (fino al 26% al 2030).

La diffusione della tecnologia delle PdC può comportare un consistente incremento della potenza elettrica impegnata dal singolo utente, che, comunque, da recenti studi, è stata considerata ampiamente sostenibile. In ogni caso, il progetto proposto, che mira a migliorare le prestazioni delle PdC, può contribuire a contenere il loro impatto sul sistema elettrico nazionale.

I sistemi integrati potrebbero contribuire a ridurre i picchi di carico della rete elettrica grazie al disaccoppiamento, seppur parziale, tra le fasi di produzione e di erogazione termica all'utente (per es. attraverso l'uso di accumuli termici correttamente dimensionati).

### *Benefici per gli utenti*

Il WP1 ha l'obiettivo di produrre un significativo miglioramento nella "sostenibilità sociale", promuovendo un cambiamento dell'utente finale verso uno "stile di vita" più sostenibile, a cambiare la relazione con la comunità e le aziende "energetiche". Il tema delle smart homes è quello che maggiormente impatta sul consumer/prosumer e la piattaforma di aggregazione gli fornirà elementi per abbattere il proprio consumo.

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 12 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	--------------

Per rendere il business model più competitivo occorre affiancare al tema energetico, quello della sicurezza in casa attraverso un insieme di servizi di assisted living, aprendo il mercato a nuovi servizi attraverso la comunicazione diretta tra smart meters 2G e sistemi domotici, a loro volta connessi con smartphone, server IoT, interfacce user-friendly. L'altro tema di impatto sull'utente "consumer", è quello delle energy communities, dove i cittadini sono stimolati ed aiutati ad aggregarsi trovando nella coesione di comunità una strategia di risparmio economico e ambientale e di sostenibilità sociale.

Il tema dei Buildings 2G è quello di riferimento per gli utenti gestori di patrimonio edificato pubblico che avranno a disposizione delle tecnologie che permettono elevati risparmi energetici e modelli organizzativi molto più efficaci. Nei tempi brevi, le PA avranno a disposizione un "framework" sicuro, garantito, facilitato per avviare la trasformazione "smart" della città attraverso le piattaforme PELL, SCP, CIPCAST. Tali strumenti consentiranno di attivare azione e strategie di protezione dai fenomeni di lock-fornendo, nel contempo un valido aiuto e supporto per le gare di approvvigionamento dei servizi. Inoltre la disponibilità di tali piattaforme faciliterà l'azione di sistematizzazione della conoscenza delle infrastrutture delle PA, la gestione delle situazioni di emergenza, la pianificazione e programmazione, la possibilità di verifica dei servizi commissionati su cui basare una eventuale contrattualistica con i relativi gestori.

Il WP2 si prefigge di sostenere la penetrazione della e-mobility rimuovendone o attenuandone le criticità. Molte di queste coinvolgono direttamente l'utente finale, che esprime esigenze di maggiore autonomia e sicurezza, minori costi e tempi di ricarica.

Il WP analizzerà l'attuale offerta di mercato degli accumulatori automotive per verificarne i suddetti aspetti, attraverso prove di laboratorio delle reali condizioni di esercizio.

I sistemi infotelematici per la programmazione e la gestione ottimale del trasporto con flotte elettriche progettati e sviluppati nel WP, sono per definizione strumenti destinati agli utenti finali per contenere investimenti e costi operativi. Lo stesso vale per il sistema sperimentale di ricarica wireless bidirezionale V2H.

Ancora a totale beneficio della collettività andranno i risultati delle misure dei CEM prodotti da veicoli e sistemi di ricarica nelle diverse possibili situazioni, a indicare eventuali necessità di riduzione dell'esposizione.

Per quanto attiene al WP3, il progetto si prefigge un aumento del range di impiego e di autonomia della tecnologia in PdC.

I sistemi integrati possono contribuire a superare la tradizionale visione che separa le funzioni di produzione e consumo di energia. In tal senso, l'utente della PdC potrebbe agire attivamente in reti integrate (District Heating/Cooling), in interazione con la community.

Tra i benefici derivanti dalla maggior diffusione delle PdC, si devono senz'altro annoverare motivazioni di natura ambientale, per la riduzione dei punti di emissione localizzati di gas nocivi. D'altra parte, le PdC rappresentano una delle tecnologie con minor inquinamento ambientale per unità di calore utile prodotto.

Infine, ulteriori benefici all'utenza possono derivare dall'uso di fluidi di lavoro a basso impatto ambientale, in grado di garantire comunque elevate prestazioni delle PdC, in modo che le emissioni complessive (dirette e indirette) si riducano rispetto alla situazione attuale.

### *Previsione delle ricadute applicative*

Nell'ambito del WP1, l'efficacia delle soluzioni proposte avrà ricadute applicative di immediato effetto sui diretti beneficiari (cittadini, comuni, stakeholders).

Un nuovo modello collaborativo di approvvigionamento energetico, basato sul paradigma delle Energy Community (EC), gestito attraverso piattaforme blockchain di trading, può rendere l'intero sistema energetico più efficiente e più stabile. La tokenizzazione e lo sharing di asset tra i membri della community è incentivato tramite una architettura di smart contracts sviluppata per innescare il virtuosismo delle transazioni energetico-sociali.

Il progetto si prefigge di creare una sinergia tra il settore elettrico e quello economico-sociale attraverso la "tokenizzazione della flessibilità elettrica". Il comportamento virtuoso è abilitato da un mezzo di pagamento agganciato al kWh che può essere usato su base volontaria oppure generare Certificati di Compensazione

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 13 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	--------------

Fiscale in forma dematerializzata.

Secondo una simulazione dell'Electricity Market Report, al 2030, viene individuato per l'Italia un potenziale teorico di quasi mezzo milione di EC. In uno scenario prudenziale di penetrazione delle EC tra il 5% ed il 15%, le emissioni di CO2 potrebbero ridursi dai 3.6 agli 11 milioni di t, consentendo risparmi annuali tra i 2 ed i 6 Mld€. Impatti altrettanto significativi riguardano la categoria Home&Building ed i servizi urbani energivori. Secondo il rapporto IoT 2019 la smart home (con un giro di affari di 380 Mln€ nel 2018, + 52% rispetto al 2017) mostra uno dei profili più interessanti in prospettiva. Le applicazioni digitali allo smart building raggiungono in Italia i 600 mln€ nel 2018 e cresce del 15% rispetto al 2017. Per i servizi urbani energivori, le prime applicazioni su scala urbana di sistemi di quali il PELL, associato ad interventi di riqualificazione adattiva dell'illuminazione pubblica, comporta per i comuni risparmi medi di oltre il 70% che per una città di circa 150.000 ab. si traduce in un risparmio di circa 7.000.000 kWh/anno.

Le soluzioni proposte nel WP2 sono configurate in relazione alle ricadute applicative sui diretti beneficiari (cittadini, utenti e operatori del trasporto e della rete elettrica) ed alla possibilità di replicabilità e trasferimento sul mercato.

Tuttavia tale processo di trasferimento deve essere adeguatamente supportato e promosso mediante un'analisi dei costi e dei benefici di ciascuna soluzione, anche a confronto con possibili alternative funzionali.

Nel caso del sistema V2H wireless, la ricerca prevede una verifica delle potenzialità di scambio veicolo-utenza domestica effettuata su dati desunti dal campo, relativi alle abitudini di impiego dei veicoli e alla domanda energetica delle utenze domestiche.

Per gli accumuli inerziali annessi ai sistemi di ricarica ad alta potenza è previsto un confronto economico con altre tipologie di accumulatori.

Infine per gli strumenti software si prevede la validazione mediante l'applicazione su casi reali, comprensiva del calcolo di opportuni KPI.

Nell'ambito del WP3, il progetto intende migliorare la qualità, l'economicità e i campi di applicazione dei prodotti realizzati, attraverso la proposta di soluzioni integrate innovative. L'immissione sul mercato di PdC più performanti ed economicamente appetibili può contribuire a raggiungere la previsione di enti di ricerca specializzati di 110000 unità vendute al 2030, oltre ad ampliare la penetrazione di mercato di aziende del settore operanti sul territorio nazionale.

A livello industriale, la ricaduta economica dello sviluppo delle rinnovabili termiche da PdC è stimata dal GSE in circa 2,1 Mld€ di investimenti, 2,95 miliardi € di spese di gestione e manutenzione degli impianti, e un valore aggiunto pari a 3,3 miliardi €. Per quanto riguarda le ricadute occupazionali, è stato stimato l'incremento di Ula (Unità lavorative Annuali) correlato sia agli investimenti (circa 19000 Ula), sia all'esercizio e manutenzione degli impianti (circa 10.000 Ula)

## Verifica dell'esito del Progetto

### *Oggetti e documentazione dei risultati finali*

La documentazione e gli oggetti che costituiscono i risultati finali del progetto riguarderanno reportistica tecnica (rapporti, linee guida, manuali tecnici, specifiche tecniche, business model), e oggetti quali software, piattaforme, prototipi, etc.

I risultati finali del WP1 comprenderanno:

per smart home e building:

- Report tecnici su Smart home
- Report tecnici su servizi per gli edifici
- Piattaforma smart home
- Prototipo di smart building di seconda generazione

per servizi urbani energivori:

- Report tecnici su piattaforme interoperabili per la smart cities
- Report tecnici su piattaforme per infrastrutture pubbliche energivore
- Report tecnici su specifiche per smart roads e sicurezza ambienti urbani
- Specifiche tecniche e prototipo piattaforma Smart cities
- Piattaforma PELL

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 14 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	--------------

•Prototipo smart road.

per energy communities:

- Report tecnici su local energy communities
- Report tecnici su hub energetici multivettore
- Prototipo piattaforma energy communities
- Tool per l'ottimizzazione di hub energetici.

Per il WP 2 "Mobilità" si prevede la produzione di uno o più rapporti tecnici per ciascuna delle LA di attività che lo compongono.

Inoltre si prevede la realizzazione di:

- Prototipo di sistema di ricarica wireless bidirezionale per il V2H
- Prototipo di sistema per la ricarica fast con l'ausilio di accumulo inerziale
- Prototipo di un dispositivo di scambio termico con liquidi a cambiamento di fase per gli accumuli e per gli azionamenti elettronici dei veicoli elettrici
- Sistema di supporto per l'elettrificazione e gestione della consegna merci in ambito urbano
- DSS per le amministrazioni urbane e metropolitane per favorire la penetrazione della mobilità elettrica nelle aree urbane in relazione alle condizioni dei consumi elettrici di area.

I principali prodotti del progetto, riguardo il WP3 e ai relativi macrotemi sono i seguenti:

- Attività sui nuovi refrigeranti a basso GWP: correlazioni per il calcolo dei coefficienti di scambio termico e delle perdite di carico, ottenute per via sperimentale; progettazione e realizzazione di prototipo di PdC per test comparativi di efficienza su diversi refrigeranti;
- Attività sui sistemi integrati: modelli di simulazione del comportamento dell'impianto e del sistema di accumulo (convenzionale o meno), riassunti in appositi report, realizzazione di apparato sperimentale HiL e risultati dei test. Tutti i risultati saranno riassunti in report di fine attività.
- Attività sui componenti: modelli di previsione dello sbrinamento e verifica sperimentale su impianto HiL, modello di calcolo e dimensionamento di eiettori per la climatizzazione, attività sperimentale su sistemi ibridi. Tutti i risultati saranno riassunti in report di fine attività.

### *Elementi per la verifica finale del progetto*

Per ogni output risultante dal completamento dei Work Packages in cui è suddiviso il progetto sono connessi una serie di indicatori utili alla verifica delle soluzioni e dei sistemi sviluppati e validati.

Gli elementi utili alla verifica finale del WP1 saranno dati da elementi di misura e prove funzionali e prestazionali. Le verifiche riguarderanno:

- L'analisi dei risultati dei servizi innovativi per abitazioni tramite indicatore sul numero di abitazioni in cui è effettuato il test;
- Piattaforma IoT di aggregazione delle smart home accessibile via web;
- l'analisi energetica negli smart building con flessibilità e accumulo da fv tramite indicatore sul numero di smart contract realizzati e grado di realizzazione del prototipo previsto (edificio F40, CR ENEA Casaccia);
- l'interoperabilità e della replicabilità di piattaforme per Smart Cities su diversi contesti urbani tramite indicatore relativo al numero di prodotti on-line e percentuale di realizzazione dei prototipi accessibili via web;
- la sperimentazione e avvio della piattaforma PELL IP, Edifici e Sismic tramite indicatore sul grado di realizzazione del prototipo accessibile via web;
- il sistema per smart roads tramite indicatore sul grado di sviluppo dell'ambiente di dimostrazione
- l'applicazione di funzionalità di servizi per energy communities tramite indicatore sul grado di realizzazione della piattaforma accessibile via web;
- tool per l'ottimizzazione di hub energetici in assetto local energy community tramite indicatore che definisce la riduzione di impatto ambientale e dei costi energetici sostenuti dagli utenti finali rispetto all'approvvigionamento tradizionale.

PTR_19_21_ENEA_PRG_6_C AP1	1.7 Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali	Descrizione del progetto	pag. 15 / 15
-------------------------------	--	--------------------------	--------------

Gli elementi utili alla verifica finale del WP2 sono:

- Per i prototipi sono previsti test in laboratorio e su sistemi in scala con simulazione dei carichi.
- Per i software sono previsti applicazioni in casi studio per verificarne le prestazioni basandosi su elementi di input dal campo e/o simulati quando non disponibili.
- Per le valutazioni sperimentali saranno rilasciati i report a corredo delle risultanze di prova e delle analisi sui risultati dei test di laboratorio.

Il WP3 prevede una verifica di tutti i risultati principali via via ottenuti nel corso del suo svolgimento, tramite specifiche linee di attività, dedicate alla validazione sperimentale. In particolare, l'attività condotta sull'apparato HiL può validare le previsioni di efficienza fornite dai modelli sviluppati.

In particolare, si prevede che il sistema integrato sviluppato, se applicato in fascia climatica D, potrebbe avere un'efficienza stagionale (SCOP), in applicazioni a media temperatura, dell'ordine di 4.1, laddove PdC di classe A++ garantiscono ad oggi SCOP di circa 3.4.

Con le migliorie derivanti anche dall'uso di gruppi multi-elettore ottimizzati, di sistemi di sbrinamento innovativi e di apposite logiche di gestione, si ritiene si possa ottenere un incremento dello SCOP del 25% rispetto al caso di riferimento sopra richiamato, con una riduzione dei consumi energetici del 14-17% e della spesa energetica del 13-15%.

#### **Coordinamento tra gli affidatari**

*Il progetto prevede attività in sovrapposizione con gli altri affidatari?*

SI

#### *Coordinamento tra gli affidatari*

Al fine di garantire che l'obiettivo generale del progetto 1.7 sia perseguito con un approccio sinergico e complementare dai due soggetti affidatari (RSE ed ENEA) e dalle Università co-beneficarie coinvolte è stato costituito un Comitato di Coordinamento (CdC) composto dai responsabili di progetto dei soggetti affidatari.

Tutti i dettagli relativi alle azioni di coordinamento, sia in corso che a seguire nel triennio 2019-2021, sono riportate nel documento generato dal CdC e allegato al presente progetto.

*Immagini allegate:*

Non presenti in allegato

*Coordinamento affidatari:*

Presente in allegato