

**PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 202-24 - RICERCA DI SISTEMA
ELETTRICO NAZIONALE**
Progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26 gennaio 2000

**AFFIDATARIO 1: AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE**

Tema:

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

Durata: 36 mesi

Semestre n. 2 – Periodo attività: 01/07/2022– 31/12/2022

ABSTRACT ATTIVITA' SEMESTRALE:

Il progetto 1.7 ha come obiettivo finale la accelerazione del processo di decarbonizzazione del sistema energetico il quale passa attraverso una progressiva sostituzione, negli usi finali, dei combustibili fossili con il vettore elettrico, e che può avvalersi delle fonti rinnovabili in modo energeticamente ed economicamente efficiente.

Il progetto è articolato in 4 Pacchetti di Lavoro (WP):

- WP1 – Comunità energetiche sostenibili
- WP2 – Infrastrutture urbane energivore
- WP3 – Tecnologie per la mobilità elettrica
- WP4 – Pompe di calore e climatizzazione sostenibile.

Nell'ambito del WP1 “Comunità energetiche sostenibili” sono state portate avanti 5 Linee di Attività a responsabilità ENEA. L'attività di questi sei mesi si è concentrata sulla fase di sviluppo.

In particolare, sono stati implementati nuovi moduli per gli strumenti di avvio alla Comunità Energetica e conclusi gli studi iniziati nel semestre precedente. Per gli strumenti di gestione delle Comunità, sono state effettuate prime implementazioni e potenziamenti di applicazioni esistenti. Sono stati effettuati sviluppi per consolidare gli strumenti aggiuntivi di tipo social. Per i servizi energetici aggiuntivi, sono stati necessari studi di approfondimento e di individuazione di aree da monitorare, ma si è andati avanti anche con la progettazione. La disseminazione è andata avanti a livello nazionale e internazionale e si è potenziata la rete degli stakeholder sia con il lavoro sulle reti internazionali che con l'avvio dell'Osservatorio.

Nell'ambito del WP2 “Infrastrutture urbane energivore” sono state condotte 5 Linee di Attività a responsabilità ENEA. Per la governance dei dati urbani si è progettato un intervento evolutivo e nuovi data set per la sperimentazione della piattaforma Smart City Platform, incluso l'urban check-up model. Sulla piattaforma PELL Edifici sono state definite macro-entità per il data model e migliorata la scheda censimento del PELL IP. Inoltre sono proseguiti i tavoli di lavoro del PELL. Per il CI-RES sono stati modellati i servizi essenziali per le infrastrutture critiche mentre per la smart roads sono stati analizzati i sistemi di ricarica wireless e testato un prototipo per il riconoscimento del manto stradale.

Per il WP3 “Mobilità” sono state portate avanti 12 Linee di Attività (6 ENEA e 5 dei cobeneficiari) ed avviata una di una Università.

In particolare, per il tema “accumulo”, sono stati selezionati dei fluidi dielettrici potenzialmente più performanti per la soppressione dell'incendio e/o esplosione e sono stati classificati i modelli per la

stima dell'invecchiamento. Si è prodotto un quadro dello stato dell'arte delle tecnologie basate sui sistemi di ricarica dinamica su strada per veicoli su gomma e il grado di maturità commerciale per ciascuna alternativa ed è stata fatta la progettazione del sistema di bordo di un minibus per TPL.

Sono stati effettuati Test sull'impianto sperimentale (scambio termico bifase) per definire gli intervalli di funzionamento dei vari componenti ed è stato realizzato il banco prova e i test sperimentali per le prove di scambio termico.

Sono state inoltre definite le specifiche tecniche relative ai comportamenti di ricarica dei veicoli e definito l'approccio modellistico per la stima dei CP della mobilità.

Sono stati analizzati i dataset forniti da Roma Servizi per la Mobilità (mobilità urbana) e sono state studiate le nuove procedure di simulazione delle catene di spostamenti generati da residenti e non residenti, sia in auto che con il trasporto pubblico.

Nell'ambito del WP4 "Climatizzazione sostenibile e Pompe di Calore" sono in corso 5 Linee di Attività a responsabilità ENEA e 5 dei co-beneficiari. Sono inoltre state avviate 2 linee di attività dai co-beneficiari.

È proseguita la caratterizzazione del campo geosonde, sorgente di una PdC dual-source ad alta temperatura, che è stata testata in camera climatica. È proseguita l'attività di predisposizione dei due impianti di test per le PdC dual source e con moduli PV-T. È stato avviato l'assemblaggio dell'impianto per accumulo a PCM per finalità di sbrinamento. È iniziata la progettazione di impianto di climatizzazione per sistemi di produzione alimentare.

Sulle tematiche legate alla diffusione delle PdC, è stato completato lo sviluppo dei modelli per la simulazione dei guasti lievi, mentre, nell'ottica di valutare gli strumenti a disposizione dell'utenza, è iniziato il monitoraggio del Portale delle Offerte. L'attività di networking nazionale e internazionale è proseguita sulla falsariga del primo semestre.

ATTIVITA' SVOLTE

<i>AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO</i>	<i>SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO</i>
ENEA	<p><u>Comunità energetiche sostenibili</u></p> <p>Sono state implementate, in RECON, le versioni iniziali dei moduli software per il calcolo della resa di impianti mini-idroelettrici e minieolici. Sono stati definiti i modelli di utenze di consumo di tipo civile, commerciale e industriale e anche uno in ambito residenziale basato sul database ARERA. Si è progettato il nuovo database per l'applicazione Dhomus e si è effettuato lo studio delle modalità di acquisizione automatica delle schede raccolte tramite Smart Sim. È stato, inoltre, definite la modalità per caratterizzare la flessibilità nell'uso dell'elettricità sia dal punto di vista del distributore di energia elettrica che della comunità energetica. Si è concluso lo studio di fattibilità dell'uso del robot PEPPER mettendo in evidenza capacità e limitazioni del robot in ambito Assisted Living.</p> <p>Sono stati sviluppati i primi modelli di funzionamento di SIMUL, è stato ottimizzato il software CRUISE con relativa struttura dati ed è stato affiancato al tool ECDP un sistema denominato Signal-Mix per l'integrazione delle funzionalità della piattaforma dati. È stata condotta</p>

un'analisi dei possibili utenti del sito web "Smart Energy Community" e delle loro necessità di informazione.

L'applicazione Marketplace per la Local Token Economy è stata collegata al gestore di identità ENEA, già usato con RECON e DHOMUS. Si è verificato il corretto funzionamento delle fasi di acquisizioni dei dati, con attenzione a chiarezza e completezza dei dati e alle funzionalità di presentazione della domanda e dell'offerta. L'ambiente marketplace è stato collegato con la Blockchain per gestire la compravendita di beni e servizi tra cittadini. Il servizio ECListener è stato integrato nella piattaforma Smart City Platform di ENEA.

È stato definito il caso d'uso per la flessibilità energetica legata agli usi termici del prototipo smart building. Sono state effettuate una rassegna dei principali strumenti per la pianificazione di hub energetici multi-vettore e una revisione dettagliata delle principali comunità energetiche locali sul territorio nazionale. Per quanto riguarda le isole di calore, sono state identificate le aree di monitoraggio e le specie vegetali da monitorare in ambito urbano ed extraurbano. È stato progettato lo schema funzionale della piattaforma. È stato eseguito il monitoraggio del sistema evaporativo installato presso il Centro di Ricerche ENEA della Casaccia.

Sono stati avviati i primi tavoli dell'Osservatorio CER di confronto sulle tematiche di carattere giuridico-normativo ed economico finanziario con un gruppo di stakeholder e una riunione plenaria. È proseguita l'attività di diffusione, spesso su richiesta delle PA e Associazioni di categoria. Si è preso parte alle task force della DUT Partnership, in relazione ai Positive Energy District. Sono continuati i workshop internazionali per Capacity Building su organizzazione innovativa delle Amministrazioni Pubbliche per la transizione urbana sostenibile. C'è stata la partecipazione a eventi internazionali consolidati. Inoltre, è stato organizzato il convegno internazionale "Transizioni urbane" a Bergamo.

Infrastrutture urbane energivore

Per la Smart City Platform si è consolidata l'analisi e la raccolta requisiti completando la progettazione di un primo intervento di sviluppo evolutivo su SCP (sia sul middleware di interoperabilità che sulla dashboard di visualizzazione dati). È stata avviata la definizione di nuovi UrbanDataset (UD) da utilizzare nella sperimentazione con i comuni umbri e si sono svolti i primi test preliminari sulla SCP-Casaccia, dove sono stati inviati i primi UD. Riguardo l'Urban Check-Up Model (UCUM) è stata svolta l'analisi e la raccolta requisiti focalizzata sulla concettualizzazione informatica della metodologia UCUM.

Per il Public Energy Living Lab sono state definite le macro-entità coinvolte nella definizione della piattaforma PELL Edifici su cui si è basata la definizione delle classi e dei data model da utilizzare nel framework implementativo della piattaforma. È stato necessario definire un piano di intervento per l'aggiornamento della specifica PELL IP riguardante le schede censimento al fine di consentire il caricamento di una nuova tipologia di punti luce: i pali fotovoltaici. Inoltre, è stata completata la definizione di un processo che consente di trattare i dati inviati dai gestori alla piattaforma Urban Big Data in modo tale da predisporre e pubblicare in maniera ottimizzata i dati dinamici da visualizzare sulla piattaforma

PELL. Infine, è proseguita l'attività riguardante "Pitigliano laboratorio a cielo aperto".

Per la piattaforma CI-RES è stata fatta una ricognizione degli algoritmi necessari all'analisi e modellizzazione del sistema e della resilienza dei servizi essenziali, dei dati strutturali e funzionali necessari alla modellizzazione e monitoraggio dei servizi stessi e relative infrastrutture critiche. Primo schema funzionale della piattaforma CI-RES per macro-blocchi. Definiti i servizi di calcolo erogati dalla piattaforma e delle componenti fisiche della piattaforma (hardware).

Per la smart road è stata effettuata l'analisi dello stato dell'arte dei sistemi di ricarica con particolare attenzione a quelli "wireless", che semplificano agli utenti il processo di ricarica dei veicoli è proseguita. È stato portato a termine il bloccaggio delle ruote posteriori del veicolo per superare alcune problematiche riscontrate nel controllo dello stesso. Un prototipo di classificatore neurale di difetti superficiali del manto stradale è stato realizzato e provato in campo.

Sono stati individuati due nuovi servizi da inserire nella piattaforma PELL (Pali FV e Smart Services) e avviato il tavolo mobilità. Individuato un partner per laboratorio di innovazione urbana sperimentale. Partita la sperimentazione dell'Urban Check-Up Model con cinque comuni dell'Umbria. Proseguita attività di diffusione con organizzazione di un convegno sul PELL ai fini di condividere le proposte già operative e quelle in fase di sviluppo.

Mobilità

Sono stati selezionati e si è proceduto all'acquisto dei fluidi dielettrici potenzialmente più performanti per la soppressione dell'incendio e/o esplosione. È stata definita l'architettura procedurale dell'algoritmo di valutazione del degrado della capacità off-line. Si sono illustrate delle procedure per quantificare il degrado delle batterie.

Si è prodotto un quadro dello stato dell'arte delle tecnologie basate sui sistemi di ricarica dinamica su strada per veicoli su gomma, che sottendono al sistema delle Electric Road Systems (ERS). In particolare, è stato indagato il livello di sviluppo tecnologico e il grado di maturità commerciale per ciascuna alternativa di riferimento e l'ambito di applicazione per tipologia di strada (urbana, autostrada) e tipologia di trasporto (persone, merci).

Per quanto riguarda il tema relativo allo scambio termico bifase, sono stati effettuati Test sull'impianto sperimentale EMOTICONS per definire gli intervalli di funzionamento dei vari componenti (evaporatore e condensatore) in condizioni simili a quelle reali.

Per quanto riguarda il tema relativo ai profili di ricarica per i veicoli elettrici è stato predisposto l'Allegato Tecnico per il bando di gara relativo alla società di consulenza deputata allo svolgimento del sondaggio. È stato poi definito l'approccio modellistico per la stima dei CP della mobilità sia privata (tramite uso di FCD) sia pubblica (tramite GTFS).

Sono stati analizzati i dataset forniti da Roma Servizi per la Mobilità per identificare i parametri e le statistiche più rilevanti ai fini della modellizzazione delle traiettorie sintetiche di mobilità dei veicoli privati. È stato definito l'intero percorso metodologico, dall'estrazione di dati e parametri di viaggio dai dataset, fino al calcolo di indicatori trasportistici,

	<p>energetici ed ambientali. Sono state studiate le nuove procedure di simulazione delle catene di spostamenti generati da residenti e non residenti (city users), sia in auto che con il trasporto pubblico</p> <p>L'Attività di networking è proseguita a livello nazionale e internazionale con i principali attori del settore della Mobilità. In particolare, ENEA ha partecipato all' evento nazionale IPCEI BATTERIE e al seminario EXPER PANEL a Napoli al 77° CONGRESSO NAZIONALE ATI 2022.</p> <p><u>Pompe di calore</u></p> <p>Per l'attività geotermica, è stata caratterizzata la falda freatica, con il calcolo della portata unitaria e il gradiente idraulico e la velocità effettiva dell'acqua di falda all'interno di ogni strato litologico. Sono stati eseguiti test in camera climatica su PdC dual-source ad alta temperatura. È A livello impiantistico, è proseguita la progettazione preliminare di impianto per test PdC dual-source e, dopo l'approvvigionamento dei componenti, è iniziata l'attività di installazione di nuovi componenti idraulici ed elettrici per modificare l'impianto SOLAIRHP; è iniziata la predisposizione del nuovo sistema di controllo e sono proseguiti gli studi per definire il profilo di carico elettrico di utenze di riferimento.</p> <p>È iniziata la revisione del progetto di impianto di test per accumulo a PCM per finalità di sbrinamento su PdC con refrigeranti ultra-low GWP. È stato progettato il nuovo scambiatore acqua-aria-refrigerante ed è iniziata la predisposizione della catena di misura e controllo. È stato avviato il progetto preliminare di impianto di climatizzazione per sistemi di produzione alimentare multilivello.</p> <p>Riguardo gli studi di comparazione tra generatori termici, sono state esaminate le strutture dei sistemi di tariffazione dell'energia elettrica e del gas naturale e identificate le variabili di mercato internazionale correlate all'andamento del prezzo della materia prima energia e gas, con riferimento alle congiunture particolari degli anni tra il 2020 e il 2023. È inoltre Iniziata attività di monitoraggio del portale offerte.</p> <p>È proseguita l'attività di networking a livello nazionale e internazionale con i principali attori del settore della climatizzazione. In particolare, in ambito IEA, ENEA ha partecipato ad eventi in presenza (es. Exco Meeting di Londra e Oslo) e a conferenze sulla geotermia e l'efficienza energetica.</p>
<p>Università di Pisa Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni</p>	<p>WP3 - I modelli per la stima dell'invecchiamento di batterie al litio si possono classificare in tre macro-gruppi principali: modelli basati sull'utilizzo di prove sperimentali (data-based), modelli basati sulla risoluzione di equazioni elettrochimiche (physics-based) e approcci di tipo combinato. In riferimento alla letteratura esistente, i metodi di modellazione per l'invecchiamento della batteria sono stati analizzati e classificati, anche in relazione ai test di calibrazione necessari ed alle tecniche di risoluzione necessarie.</p>
<p>Università di Pisa Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione</p>	<p>WP3 - Sono state approfondite le problematiche che possono limitare la diffusione delle batterie al litio nel prossimo futuro individuate nel primo semestre di attività. In particolare, sono state individuate le principali soluzioni presentate in letteratura e analizzate in maniera critica rispetto al loro utilizzo all'interno di batterie commerciali.</p>

Università di Firenze Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale	WP3 - Progetto dell'architettura di bordo compatibile con il raffreddamento a liquido di elettronica e batteria per l'eventuale applicazione al raffreddamento bifase. È stato riprogettato il cassone di alloggio batterie integrando la nuova batteria, i nuovi convertitori ed il sistema di raffreddamento compatibile con l'uso in movimento e la ricarica stazionaria ad alta potenza e raffreddamento bifase.
Università di RomaTre Dipartimento di Ingegneria	WP3 - Realizzazione del banco prova, assemblaggio dell'inverter in prova. Installazione del banco presso il CR ENEA della Casaccia.
Sapienza Università di Roma Dipartimento di Ingegneria Aeronautica, Elettrica ed Energetica	WP3 - Test sperimentali sul circuito per le prove di scambio termico in evaporatori a micro-canali.
Università di Salerno Dipartimento Ingegneria Civile	WP3 - Definizione e analisi test dei differenti processi decisionali funzionali soggiacenti i comportamenti di ricarica, identificazione dei contesti di scelta di maggiore interesse, analisi e identificazione delle variabili più rilevanti da utilizzare negli scenari SP.
Sapienza Università di Roma Dipartimento di Ingegneria Aeronautica, Elettrica ed Energetica	WP4 - Sono state avviate le simulazioni in diverse condizioni di esercizio: sollecitazione periodica con sola captazione con periodo di 1 anno, effetto delle diverse modalità di frazionamento del periodo di sollecitazione, sollecitazioni periodiche con alternanza di erogazione e captazione di calore con energia media nulla.
Università Politecnica delle Marche Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche	WP4 - Grazie all'impiego dei modelli dinamici sono state analizzate diverse configurazioni impiantistiche in modo da definire i KPI rilevanti. Sulla base di questo studio è stata introdotta la definizione di un Flexibility Label per la quantificazione della flessibilità energetica di sistemi integrati a pompa di calore. L'indicatore è stato testato su alcuni casi studio.
Alma Mater Studiorum Università di Bologna Dipartimento di Ingegneria industriale	WP4 - Attività bibliografica per messa a punto di linee guida per l'esecuzione di test sperimentali in regime dinamico, per la verifica delle prestazioni stagionali di sistemi integrati in pompa di calore.
Alma Mater Studiorum Università di Bologna Dipartimento di Ingegneria industriale	WP4 - Inizio attività di analisi bibliografica di frosting maps e del loro impiego per la mitigazione delle problematiche di brinamento in batterie alettate di PdC aria-acqua
Università degli Studi di Padova Dipartimento di Ingegneria Industriale	WP4 - La ricerca ha avuto come obiettivo la realizzazione di un modello numerico in ambiente Matlab® di una PdC a doppia sorgente a CO ₂ . La PdC produce acqua calda al gas-cooler e può utilizzare un evaporatore refrigerante-aria o un evaporatore refrigerante-acqua per raffreddare i pannelli PV-T. Lo strumento sviluppato ha consentito di confrontare le prestazioni stagionali della macchina per climi diversi.

<p>Università degli Studi di Napoli Federico II Dipartimento di Ingegneria Industriale</p>	<p>WP4 - è stato simulato il comportamento stagionale della PdC residenziale aria-aria per diversi climi di riferimento del panorama italiano, in modalità di solo raffrescamento, considerando differenti tipologie e scenari di evoluzione dell'intensità di guasto e differenti strategie di manutenzione (ordinaria, programmata e non programmata), nell'arco dell'intera vita utile della macchina.</p>
--	---