

**PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 2019-21 - RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO NAZIONALE**  
Progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26 gennaio 2000

**AFFIDATARIO ENEA**

Tema - Titolo del progetto:

*Progetto 1.5 Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti*

Durata: 36 mesi

Semestre n. 3 – Periodo attività: 01/01/2020 – 30/06/2020

**ABSTRACT ATTIVITA' SEMESTRALE:**

Le attività del I semestre 2020 hanno riguardato la finalizzazione dei risultati della prima annualità che hanno fornito le informazioni per passare da una prima fase del progetto orientata prevalentemente all'analisi dello stato dell'arte delle attività proposte, ad una seconda fase mirata alla messa a punto di test sperimentali e simulazioni indirizzati a valutare le soluzioni e gli strumenti proposti per incrementare le prestazioni energetiche degli edifici nuovi e riqualificati.

Per le attività di simulazione e sviluppo di metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici, sono state definite le caratteristiche dei casi studio, le configurazioni da simulare e le condizioni (tipologie di edifici, impianti e profili di carico) in cui eseguirle; sono quindi stati sviluppati e implementati i modelli negli ambienti di simulazione scelti. Per quelle attività per le quali erano state eseguite le prime simulazioni nel corso della precedente annualità, sono state approfondite le configurazioni da simulare e ampliata la casistica.

Le attività che prevedono la realizzazione di campagne sperimentali su impianti reali o prototipali sono state portate avanti con alcune difficoltà dovute ai ritardi nell'approvvigionamento dei materiali e alla limitazione degli accessi ai luoghi di lavoro a causa dell'emergenza per il Covid-19; grazie alla proroga concessa, si stima di recuperare interamente i ritardi maturati.

Si è comunque proceduto ad allestire i nuovi impianti e ad aggiornare e ampliare le configurazioni di quelli esistenti per poter effettuare le campagne di prove nella seconda parte dell'annualità (o nella terza in alcuni casi). In particolare, per diverse attività è stato progettato e sviluppato il sistema di gestione e controllo necessario a garantire la realizzazione delle configurazioni impiantistiche da testare; sono state definite le taglie, le caratteristiche e i modelli dei componenti da acquisire; per le attività incentrate sui monitoraggi di casi studio reali, sono state definite le caratteristiche dei sistemi di monitoraggio e ampliati con nuove funzionalità quelli esistenti.

Infine per le attività incentrate sullo sviluppo tecnologico di nuovi prototipi (mattone ad accumulo, OLED e accumuli a PCM) sono stati definiti i disegni, i materiali, i processi di fabbricazione e le configurazioni dei primi prototipi che saranno realizzati.

<b>ATTIVITA' SVOLTE</b>	
<b>AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO</b>	<b>SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO</b>
<b>Work Package 1</b>	
<b>ENEA</b>	<p><b>LA1.2</b> Sono stati individuati due edifici-tipo residenziali (unifamiliare e plurifamiliare) con involucro ad alta efficienza, caratterizzati in base alle proprietà termofisiche dei materiali scelti, e sistemi impiantistici full-electric integrati con fonti rinnovabili. È in corso lo studio dei modelli con metodi di calcolo dinamici in località rappresentative delle diverse zone climatiche italiane, per quantificarne i bilanci energetici e capire se l'obiettivo ZEB sia effettivamente perseguibile.</p> <p><b>LA1.16</b> Nel primo semestre del secondo anno si è condotto uno studio di Letteratura per analizzare i criteri adottati per la definizione di benchmark nonché l'analisi di dati ISTAT e di Letteratura per la definizione di profili di utilizzo più realistici dei fabbricati. Si sono quindi definiti i casi studio nonché i parametri da variare per la simulazione e analisi parametrica. Infine si sono effettuate le simulazioni energetiche del primo caso studio relativo ad un edificio isolato ad uso residenziale.</p> <p><b>LA1.19</b> Nel corso dei primi sei mesi di lavoro, si è operato nell'ambito delle seguenti attività:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Individuazione del caso studio</li> <li>- Creazione del modello BIM</li> <li>- Creazione e validazione del modello energetico (BEM)</li> <li>- Individuazione dei parametri minimi necessari per una diagnosi energetica</li> <li>- Individuazione degli Usi del BIM lungo il ciclo di vita connessi alla diagnosi energetica</li> <li>- Individuazione delle modalità e delle possibilità di acquisizione automatica di dati e informazioni da una diagnosi esistente</li> </ul> <p><b>LA1.24</b> Con le misure disponibili sono state costruite le serie complete di un anno a scala oraria di ciascuna grandezza. Dalle serie orarie e applicando i metodi interpolativi prescelti sono state ricavate prime le stime (previsioni) al scale sub-orarie e confrontate queste con le relative misure di partenza (scala al minuto) per validare i modelli applicati, producendone i diagrammi di dispersione e calcolandone gli indici statistici di accostamento (MBE, RMSE).</p>
<i>Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Ingegneria</i>	<p><b>LA1.4</b> Nel primo semestre del 2020, è stata descritta la metodologia LCA. Sono state selezionate le due configurazioni di edifici residenziali (casi studio). Trattasi di <i>Net Zero Source Energy Building</i> (definizione DOE-ASHRAE). I casi studio presentano involucro ad alta efficienza ed impianti "all-electric" (PdC, FV,ST). Uno ha accumulo elettrico. Per essi verranno condotte: modellizzazione dinamica a mezzo software TRNSYS, analisi del bilancio annuo di energia elettrica, applicazione dell'approccio LCA.</p>
<i>Politecnico di Milano, Dipartimento di Energia</i>	<p><b>LA1.7</b> Revisione dei dati di input del studio fornito dall'ENEA (edificio residenziale tipo), per consentire una migliore comparabilità dei risultati con quanto fatto dall'unità del Politecnico di Torino. Analisi dei dati di ingresso dell'edificio per uffici fornito dall'ENEA insieme con l'unità di Torino, per la successiva simulazione comparativa da fornire all'unità di Napoli. Sviluppo di alcuni componenti impiantistici: caldaia, PdC.</p>

<p><i>Politecnico di Torino, Dipartimento Energia</i></p>	<p>LA1.10 Approfondimenti aggiuntivi sul calcolo orario semplificato del fabbisogno termico degli edifici, introdotto dalla UNI EN 52016-1, per una sua applicazione in edifici del terziario ad uso ufficio. Estensione dei fogli MS Excel per l'applicazione del modello di calcolo, elaborati nella scorsa annualità, attraverso l'implementazione di moduli multi-zona. Analisi delle caratteristiche del fabbricato e definizione degli impianti tecnici e dei profili di utenza del modello di edificio oggetto di studio</p>
<p><i>Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Ingegneria Industriale</i></p>	<p>LA1.13 L'attività di ricerca ha riguardato l'applicazione del metodo di calcolo basato sulle UNI/TS 11300 per la verifica delle prestazioni energetiche di un caso studio di edilizia residenziale. L'edificio è stato simulato in diversi contesti climatici italiani (i.e. Roma, Milano, Palermo) e simulato considerando la verifica delle valutazioni energetiche cosiddette <i>standard</i> e <i>tailored</i> (adattata all'utenza), ottenendo risultati mensili e annuali dei fabbisogni di energia termica utile.</p>
<p><i>Università IUAV di Venezia, Dipartimento Culture del Progetto</i></p>	<p>LA1.21 Nel corso dei primi sei mesi di lavoro, si è operato nell'ambito delle seguenti attività:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Studio degli standard OpenBIM esistenti, per verificarne la completezza nell'uso energetico.</li> <li>- Esplicitazione dei fabbisogni dei progettisti nell'uso del BIM in ambito energetico.</li> <li>- Analisi dell'interoperabilità con strumenti finalizzati alla progettazione energetica a basso LOD.</li> <li>- Acquisizione di un esempio applicativo.</li> <li>- Definizione di una model view definition nell'ambito energetico.</li> </ul>
<p><i>SOTACARBO</i></p>	<p>LA1.27 Le attività teorico - sperimentali condotte in questo semestre su un'area campione della città di Carbonia, hanno riguardato la definizione dell'approccio tipologico, tramite rilievi speditivi e indagini di dettaglio su edifici (questionari per audit energetico, modellazione energetica). È inoltre stato definito un algoritmo di modellazione energetica (basato su UNI 11300), la sua implementazione in ambiente GIS e la struttura e dei contenuti del portale, necessari per l'implementazione su web.</p> <p>LA1.30 Le uniche attività di comunicazione e diffusione dei risultati che è stato possibile svolgere nel primo semestre 2020 hanno riguardato: 1. partecipazione all'evento "International Job Meeting"; 2. redazione di articoli sui temi dell'efficienza energetica, pubblicati sui siti aziendali e rilanciati sui social network; 3. alcune interviste su quotidiani regionali e nazionali; 4. l'avvio di una campagna radiofonica dedicata al progetto Auree. Si è altresì proceduto a progettare attività alternative da eseguire in remoto.</p>
<p><i>Università di Cagliari, Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale ed Architettura</i></p>	<p>LA1.32 L'attività svolta è stata incentrata sullo studio delle caratteristiche dell'edificato di fondazione di Carbonia. È stata condotta una ricerca bibliografica e documentale sulla letteratura esistente relativa alla fondazione della città di Carbonia ed ai documenti storici, principalmente progettuali, che ne attestano le prime fasi di sviluppo. Sono state avviate anche le fasi di catalogazione tipologica e costruttiva, finalizzate all'individuazione delle potenzialità di retrofit energetico.</p>
<p><i>Università di Cagliari, Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e Materiali</i></p>	<p>LA1.34 In questo semestre il DIMCM ha svolto un esame dello stato dell'arte volto all'identificazione di casi di studio di edifici pubblici e privati interessati da restyling energetico in cui sia stato fatto ricorso alle fonti rinnovabili e all'uso di impianti ibridi e alla raccolta documentale relativa alle tecnologie impiantistiche adottate, con l'obiettivo di raccogliere i dati necessari alla realizzazione del modello informativo: profili gestionali, consistenza impiantistica e consumi energetici.</p>
<p><i>Università di Cagliari, Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica</i></p>	<p>LA1.36 Studiato lo stato dell'arte delle soluzioni di Energy Harvesting adottabili e acquisite conoscenze sulle caratteristiche tecnico/funzionali dei sistemi di sensori indoor. Selezionate le informazioni utili per individuare i componenti del sistema e scelta degli stessi in base alle caratteristiche necessarie per realizzare il prototipo. Presentato articolo "Indoor real-time people counting using low-cost infrared sensors on Z-Wave networks" su rivista scientifica "Energies", ID: energies-850152.</p>

<b>Work Package 2</b>	
<b>ENEA</b>	<p>LA2.2            Proseguo del monitoraggio microclimatico sul tetto verde, test di misura con l'albedometro. Monitoraggio ed analisi del microclima in serra bioclimatica; predisposizione logistica di vasi, terreni, piante e sistema di irrigazione automatico. Proseguo dell'analisi della CO<sub>2</sub> sulla parete e approfondimento sulla sperimentazione sui COV. Purtroppo, l'emergenza Covid-19 ha causato uno slittamento nelle attività di misura "in campo", che verranno realizzate nel 2° semestre 2020. Individuazione del software più performante per le analisi di <i>Remote Sensing</i>.</p> <p>LA2.7            Le principali attività sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ampliamento della revisione della letteratura circa l'effetto di pareti verdi su consumi energetici e UHI, per lo sviluppo di scenari di mitigazione della UHI;</li> <li>- acquisizione e analisi di dati satellitari per la quantificazione dell'UHI nelle città italiane;</li> <li>- ricerca di dati relativi alle temperature dell'aria nelle città italiane;</li> <li>- individuazione di edifici caratteristici del patrimonio edilizio italiano.</li> </ul> <p>Le analisi effettuate sono riportate in una bozza di articolo e capitolo di libro.</p> <p>LA2.12            Processi di fabbricazione di dispositivi sulla base dei nuovi layout disegnati. Identificazione dei materiali da impiegare e di ulteriori materiali alternativi da sperimentare per aumentare le prestazioni degli OLED. Fabbricazione e caratterizzazione dei primi prototipi OLED su substrato di vetro con area emissiva di 1 cm<sup>2</sup>. Studio, progettazione ed allestimento dei setup sperimentali per la caratterizzazione dielettrica, elettrochimica ed elettrica dei generatori di corrente biodegradabili.</p>
<i>Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni</i>	<p>LA2.4            Bibliografia sullo stato dell'arte delle ricerche e sperimentazioni nel campo della progettazione di spazi verdi, aperti e chiusi, di nuove tecnologie digitali e modelli di calcolo per la simulazione del comportamento energetico e del contributo offerto dalla presenza di elementi vegetali al comfort igro-termico degli ambienti. Inoltre, è stata eseguita un'analisi dei dati climatici e dei software per valutare strumenti complementari e integrativi al software Energy Plus.</p>
<i>Politecnico di Milano, Dipartimento di Energia</i>	<p>LA2.9            Le attività svolte nel primo semestre includono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ricerca bibliografica su metodologie di misura del microclima urbano e caratterizzazione tecnologie di involucro;</li> <li>- Definizione, acquisto e montaggio strumentazione di misura sperimentale;</li> <li>- Definizione bozza di procedura di misura sperimentale.</li> </ul>
<i>Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Scienze Chimiche</i>	<p>LA2.15            Ricerca bibliografica e design di nuove piattaforme eterocicliche fluorescenti ispirate a composti naturali. Identificazione del bis-indolilmetano quale possibile target di studio. Sintesi e caratterizzazione strutturale mediante spettroscopia NMR mono e bi-dimensionale e spettrometria di massa del bis-indolilmetano ottenuto a partire dalla 3,4-diidrossibenzaldeide con il 5,6-diidrossiindolo, precursore delle melanine, i principali pigmenti della pelle, dei peli e dell'iride dei mammiferi.</p>
<b>Work Package 3</b>	
<b>ENEA</b>	<p>LA3.2            Sono stati definiti i layout impiantistici e individuati i modelli commerciali del nuovo sistema di accumulo a supercondensatori da integrare con S.A.P.I.EN.T.E. Sono state implementate su PLC nuove logiche di controllo per provare la regolazione della pompa di calore a giri variabile del fotovoltaico emulato con carico elettronico pilotabile da remoto. Individuazione degli edifici per attività sperimentale con piattaforma web e contabilizzazione individuale del calore; prime prove di lettura da remoto.</p> <p>LA3.17</p>

	<p>È stato disegnato un primo prototipo del guscio del mattone.</p> <p>Sono state valutate alcune tecniche di fabbricazione, però accantonate a causa del basso livello di maturità della soluzione proposta per la configurazione prototipale.</p> <p>È stato reclutato un produttore di accumulatori in accordo col quel si è disegnato il componente ad-hoc da integrare nel mattone.</p> <p>Sono state fatte le prime proiezioni delle prestazioni elettriche del sistema integrato.</p> <p>LA3.24</p> <p>È stata avviata l'elaborazione dei dati di monitoraggio di alcuni casi studio selezionati relativi al riscaldamento. L'analisi dei dati disaggregati ha consentito di evidenziare fenomeni transitori e outlier nelle misure, e successivamente di definire l'aggregazione temporale dei dati per una corretta analisi dell'efficienza degli impianti a PdC a livello stagionale (SCOP). Tale approccio potrà essere replicato per l'analisi delle misure relative alla stagione di climatizzazione estiva (SEER).</p> <p>LA3.32</p> <p>Il modello di simulazione del sistema di poligenerazione è stato ulteriormente sviluppato, integrando un modello per la pompa di calore geotermica reversibile. Sono state valutate e messe a confronto le prestazioni energetiche ed ambientali di differenti configurazioni del sistema, al servizio di una serra con consumi di energia termica e frigorifera. Infine, è stato avviato lo sviluppo di un modello per l'analisi economica e il calcolo degli indici di redditività dei sistemi di poligenerazione.</p>
<p><i>Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica</i></p>	<p>LA3.5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Individuate tipologie edilizie tipiche e valutato potenziale di "smartness" raggiungibile.</li> <li>- Approfondite strategie comunicazione utente.</li> <li>- Definita architettura informatica e HW (sensori di comfort ambientale) di una piattaforma di comunicazione da sperimentare su edifici reali caso di studio.</li> <li>- Definite caratteristiche ed indicatori per diagnosi e fault-detection dei consumi energetici negli edifici residenziali.</li> <li>- Definita struttura comunicazione utente su dati oggettivi di consumo.</li> </ul>
<p><i>Università di Bologna, Dipartimento di Ingegneria Industriale</i></p>	<p>LA3.8</p> <p>Definizione dei sistemi e/o attrezzature necessari ad integrare quelli già disponibili presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale e/o studio dell'adeguamento degli stessi al fine di realizzare un banco prova per la programmazione di centraline di controllo. Analisi e acquisizione di dispositivi di emulazione al fine di rappresentare il reale comportamento di reti di idrogeno di taglie diverse nonché l'interazione con i sistemi attualmente installati presso il centro ricerche ENEA-Casaccia.</p>
<p><i>Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica</i></p>	<p>LA3.11</p> <p>L'attività svolta nel primo semestre 2020 è stata dedicata al sistema di controllo per il "modello power sharing" per lo scambio ottimale dell'energia prodotta dal sistema fotovoltaico comune tra le unità che costituiscono il cluster. Obiettivo principale del controllo è favorire l'autoconsumo tra gli utenti dello sharing con il vincolo che ciascun utente mantiene lo status di consumatore. La sola utenza condominiale ha funzione di prosumer e può immettere esuberanti di potenza in rete.</p>
<p><i>Università della Tuscia, Dipartimento di Economia e impresa</i></p>	<p>LA3.13</p> <p>Predisposizione di un questionario di oltre 50 domande, finalizzato a rilevare la qualità delle abitazioni, i servizi energetici presenti, le caratteristiche delle famiglie, le loro spese energetiche, in relazione alla situazione reddituale, nonché le difficoltà nell'assicurare servizi energetici adeguati nelle abitazioni.</p> <p>Organizzazione il 14/02/2020 a Tuscania dell'evento pubblico di presentazione del progetto al fine di sensibilizzare gli inquilini (300 famiglie) all'attività di rilevazione.</p>
<p><i>Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle</i></p>	<p>LA3.14</p> <p>L'attività ha studiato l'installazione di turbine micro-eoliche su edifici, permettendo di giungere ai seguenti risultati: il punto di installazione deve essere 3-4 volte più alto della media degli edifici adiacenti; un edificio upwind di altezza superiore alla media può portare benefici; il vento sulla sommità è inclinato di 35-45°; ci sono forti limitazioni sulla rosa dei venti sfruttabile; le turbine più adatte sono quelle ad asse verticale, ma con limiti legati di prestazioni e affidabilità.</p>

<i>Costruzioni</i>	
<i>Università di Bologna, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione</i>	<p>LA3.19 È stato impostato un modello per la simulazione elettromagnetica della tamponatura, non ancora definitivo poiché dipendente da scelte progettuali in corso di valutazione. Sono state quindi svolte alcune simulazioni elettromagnetiche sul modello per ricavare indicazioni preliminari relative al comportamento elettromagnetico della tamponatura come antenna. Inoltre, sono state eseguite delle prime valutazioni della capacità della tamponatura ad attenuare campi elettromagnetici incidenti.</p> <p>LA3.21 Si è valutata la massima tensione a cui far funzionare il dispositivo di accumulo compatibile con i requisiti di sicurezza. Si sono studiate le tecniche sperimentali per valutare i requisiti di sicurezza in termini di resistenza di isolamento. Sono state fissate le condizioni di prova per la misura della resistenza di isolamento su alcuni campioni di mattone. È stato scelto il criterio di guasto in termini di riduzione di capacità per le prove di invecchiamento.</p>
<i>Università Degli Studi di Padova, Dipartimento di Ingegneria Industriale</i>	<p>LA3.26 È stato analizzato lo stato dell'arte delle pompe di calore (tipologie e diffusione) per la climatizzazione di edifici residenziali. La selezione dei casi da monitorare annualmente, individuabili con il coinvolgimento di utility locali, è tutt'ora in corso, e per gli edifici multifamiliari ha reso necessari colloqui e verifiche con amministratori condominiali, per superare barriere tecniche e sociali (scarsa sensibilità al problema energetico e alle reali prestazioni delle pompe di calore).</p>
<i>Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni</i>	<p>LA3.29 Si sono effettuate prove sperimentali previste per la stagione di riscaldamento. Il clima a Pisa non è stato rigido e la pompa di calore ha eseguito pochi cicli di sbrinamento. Con regole di controllo tradizionali si sono verificate perdite di prestazione per i frequenti cicli di on-off. I protocolli emanati per l'emergenza da COVID-19 hanno rallentato la sperimentazione, ma alla fine del semestre si sono potuti eseguire test sul servizio di ACS e predisporre il sistema per il raffrescamento.</p>
<i>Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali</i>	<p>LA3.35 In parallelo all'installazione della caldaia a biomassa, è stato definito il sistema integrato per la distribuzione localizzata di energia termica di riscaldamento e di raffreddamento in serra. Il sistema è alimentato da collettori solari, macchina frigorifera ad assorbimento e caldaia a biomassa. Sono state installate le linee per la distribuzione del caldo e del freddo in serra ed il sistema di sensori per il rilievo dei dati climatici nella zona di coltivazione.</p>
<b>Work Package 4</b>	
<i>ENEA</i>	<p>LA 4.2 Sono state condotte le prove sperimentali con il nuovo sistema di controllo dell'impianto PV-pompa di calore per ACS con il nuovo sistema FREESCOO installati presso l'ENEA di Lampedusa. È stato dimensionato il nuovo convertitore per provare i nuovi assetti dell'impianto PV-PdC per ACS. Sono stati dimensionati i componenti dell'impianto biodigestore-microgeneratore ed è stato progettato l'impianto PV ibrido-PdC per ACS e accumulo elettrico da installare presso il laboratorio ENEA-UNIPA.</p> <p>LA 4.12 Al fine di massimizzare le potenzialità del linguaggio Modelica per la modellazione degli scenari di deep renovation di distretti urbani è stato approfondito lo studio del software Dymola, in cui molte librerie risultano implementate e validate per il TLR (compresa la produzione di calore), mantenendo un elevato grado di interoperabilità con altri ambienti. Secondo le specifiche definite nella LA 4.11, sono state eseguite le prove della prima campagna test sperimentali sulla</p>

	<p>sottostazione attiva.</p> <p>LA4.17 In questo semestre è stato realizzato lo schema di dettaglio della rete termica che sarà realizzata presso il centro Enea di Portici, e sono state messe a punto le specifiche dei componenti principali della rete termica, ovvero delle pompe di calore reversibili lato gas condensate ad acqua che serviranno le utenze, della pompa di calore che servirà la rete termica, e degli scambiatori di calore per simulare utenze e perdite termiche nella rete.</p> <p>LA4.20 L'attività di ricerca in questo primo semestre è stata caratterizzata dall'implementazione di una rete termica mediante i software Trnsys e Matlab. In particolare, lo studio si è incentrato sulla configurazione del layout della rete termica e sulla adozione di una opportuna pompa di calore. Lo studio preliminare ci indica che per gestire in maniera ottimale i carichi termici è opportuna l'adozione di un sistema di accumulo alla mandata di ciascuna pompa di calore.</p> <p>LA4.23 In questo semestre si è lavorato al set-up dell'impianto per l'analisi sperimentale in laboratorio per la valutazione delle performance di scambio termico del sistema di accumulo del freddo con PCM, con l'aggiunta degli additivi identificati nel corso della prima annualità, e del sistema di accumulo del freddo con acqua e PCM micro-incapsulato. Sono stati, inoltre, identificati gli additivi commerciali e la soluzione commerciale per il micro-incapsulamento da acquisire e testare in laboratorio.</p> <p>LA4.26 In questo semestre è stato sviluppato il ciclo termodinamico su cui si baserà il funzionamento del prototipo di sistema di condizionamento dell'aria per il personal cooling basato sull'integrazione di PCM nell'evaporatore/condensatore. All'uopo sono stati selezionati i due PCM che saranno acquisiti ed utilizzati per la realizzazione del prototipo sperimentale. Inoltre, è stato realizzato il progetto preliminare sia dell'evaporatore che del condensatore con PCM integrato.</p>
<i>Università di Palermo, Dipartimento di Ingegneria</i>	<p>LA 4.4 Lo studio di fattibilità in Trnsys e Simulink dei sistemi PdC/solare ibrido, illuminazione smart e del banco di prova sono stati completati. Inoltre, sono stati definiti gli scenari di gestione dei carichi/generatori locali per le piccole comunità energetiche (CE) nelle isole ed è stato avviato lo studio delle loro caratteristiche ottimali. Tuttavia, le attività sperimentali non sono state avviate a causa dell'emergenza COVID-19 e alle restrizioni che caratterizzano anche la fase attuale.</p>
<i>Università di Bologna, Dipartimento di Ingegneria Industriale</i>	<p>LA 4.7 Progettazione di dettaglio di due banchi prova per la caratterizzazione di un digestore anaerobico di piccola taglia e di un micro-cogeneratore ad esso integrabile, includendo l'individuazione di tutti i dispositivi per la misura, il controllo e l'analisi necessari alla sperimentazione sul sistema oltre che la definizione di tutti i sistemi ausiliari necessari. I banchi prova differiscono per la tipologia di cogeneratore, rispettivamente motore a combustione interna e ciclo Rankine organico.</p>
<i>Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito</i>	<p>LA 4.9 È stata sviluppata una procedura di geo-referenziazione dei dati riportati per indirizzo civico nel Catasto Territoriale degli Impianti Termici per la città di Milano. La procedura consente di assegnare caratteristiche impiantistiche prevalenti a ciascuna sezione di censimento ISTAT, per destinazione residenziale e terziario e per fonte energetica. Le efficienze impiantistiche rimandano a quelle nominali, rilevate in sede di ispezione o, in assenza di dato, a quelle desumibili dalla normativa.</p>
<i>Politecnico di Torino, Dipartimento Energia</i>	<p>LA 4.14 Sono state realizzate: analisi per la valutazione dell'evoluzione della domanda di raffrescamento di un edificio (collegato a rete di teleraffrescamento) a partire dalle sue caratteristiche termofisiche e geometriche, e dai dati ambientali (irradianza solare, temperatura esterna) mediante metodo dinamico orario; analisi di sensitività della potenza richiesta per il raffrescamento al variare di irradianza solare, capacità termica, trasmittanza parete, tipologia di</p>

	isolamento e posizione della massa termica.
<i>Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Ingegneria Industriale</i>	LA4.28 Nei primi mesi l'attività è stata focalizzata sulla revisione della letteratura inerente la modellazione attraverso tecniche a griglia fissa di sistemi di accumulo del freddo basati su PCM/acqua e su PCM, in ipotesi di regime instazionario. A valle di tale revisione, è stato deciso di adoperare il metodo della capacità termica apparente siccome risulta più semplice da implementare attraverso codici di calcolo numerico commerciali già esistenti, a parità di accuratezza del risultato ottenuto.
<i>Politecnico di Torino, Dipartimento Energia</i>	LA4.30 In tale linea di attività è stata svolta un'analisi dettagliata di letteratura sui modelli numerici considerati al momento lo stato dell'arte per la descrizione delle proprietà di trasporto termico all'interno dei materiali PCM bulk e micro-incapsulati per l'accumulo termico in presenza di additivi ad alta conducibilità termica. Gli additivi su cui ci si è concentrati maggiormente sono nano-strutture a base carbonio. Su tale base si costruirà il modello di simulazione del presente progetto.
<i>Università di Siena, Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia</i>	LA4.32 Nel primo semestre l'attività si è concentrata sull'analisi della letteratura per definire il framework metodologico per il calcolo degli impatti ambientali ed economici connessi all'utilizzo di sistemi di accumulo del freddo basati sull'uso di PCM. In riferimento agli standard ISO 14040/44, EN 15978 e EN 15804, sarà usato un approccio "dalla culla alla tomba", e unità funzionali definite a livello di materiale, componente e di sistema, per il calcolo di un set ampio di indicatori ambientali.