

**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. 6 – Periodo attività: 01/07/2021 – 31/12/2021

**ABSTRACT ATTIVITÀ SEMESTRALE:**

Il secondo semestre del 2021 ha riguardato la conclusione di tutte le attività previste dal progetto, di seguito sinteticamente riportate per ciascun WP.

WP1. Analisi critica degli scenari per i settori residenziale e terziario ai fini del raggiungimento dell'obiettivo ZEB; completamento del software OpenBPS; analisi comparativa fra metodi stazionario (UNI TS 11300), orario (UNI EN ISO 52016) e dinamico puro (OpenBPS), sviluppo di una procedura (MCAPE-DE) in grado di stimare i consumi di un edificio a partire dai dati dell'APE, mediante l'uso di opportuni coefficienti correttivi; definizione di uno standard BIM condivisibile dalle varie piattaforme e la valutazione economica del BIM rispetto alla progettazione tradizionale; completamento portale AUREE.

WP2. Analisi dei benefici di infrastrutture verdi per gli edifici con rilievi microclimatici e CO<sub>2</sub>, analisi COV, misura e analisi dell'evapotraspirazione, campagna di misura dell'albedo e analisi dati su due casi studio reali; valutazione di vari scenari di mitigazione e della variazione di consumo energetico degli archetipi di edifici simulati; studio e sviluppo di prototipi di dispositivi elettroluminescenti organici semitrasparenti (OLED) da impiegare in "finestre intelligenti" e di generatori di corrente DC basati su un elettrolita gel-polimerico.

WP3. Realizzazione del sistema ibrido sperimentale S.A.P.I.EN.T.E. e sua connessione termica all'edificio uffici F83; simulazione e prove sperimentali di configurazione ibride con pompa di calore, applicando sistemi di controllo innovativi volte a massimizzare lo stoccaggio di energia fotovoltaica negli accumuli termici dell'impianto; sviluppo del prototipo di un modulo-mattone per parete di tamponatura; realizzazione della piattaforma web con indicatori energetici ed ambientali semplificati ricavati dalla telelettura di sensori e contatori installati in tre condomini reali dotati di sistemi di contabilizzazione individuale del calore; applicazione del contesto nazionale lo studio dello Smart Readiness Indicator introdotto dalla Direttiva EPBD e adattamento del catalogo dei servizi intelligenti proposto dallo studio europeo; valutazione dell'SRI per diversi edifici nazionali caratterizzati da elevati standard di automazione.

WP4. Analisi e simulazione e sperimentazione di tecnologie e soluzioni innovative per le isole minori finalizzate all'ottimizzazione dei consumi e all'incremento della penetrazione delle rinnovabili (sistema di free solar cooling, impianti sperimentali PV/PdC/supercapacitori e PV termoelettrico/PdC/accumulo per ACS, produzione di biogas da scarti organici per  $\mu$ CHP); valutazione degli effetti di deep renovation delle utenze e all'abbassamento del livello di temperatura operativa di una rete termica efficiente; test sperimentali sul

prototipo di sottostazione bidirezionale per reti di teleriscaldamento e modellazione numerica della stessa; realizzazione di una rete indoor a bassa temperatura presso il CR ENEA di Portici; sviluppo di un tool di simulazione e ottimizzazione multi-obiettivo per reti a bassa temperatura, applicato a un caso studio; ottimizzazione degli scambiatori di calore da impiegare per trasferire energia termica dai fluidi termovettori ai PCM e viceversa sviluppo di un tool numerico e una facility al fine di simulare e validare sperimentalmente soluzioni basate sull'integrazione dei PCM in condensatori o evaporatori per impianti frigoriferi di tipo "portatile.

| ATTIVITÀ SVOLTE                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO                                  | SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Work Package 1</b>                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ENEA                                                          | <p>LA1.3<br/>Attraverso simulazioni in regime dinamico, sono state analizzate, nelle diverse zone climatiche, quattro configurazioni di edificio ad uso ufficio, con due differenti tipologie di involucro e due diversi sistemi impiantistici full-electric e produzione da fonti rinnovabili. Si è ottenuta la quantificazione dei fabbisogni energetici, la stima economica dei range dei costi di investimento necessari alla loro realizzazione e, infine, l'analisi critica sul raggiungimento dell'obiettivo ZEB.</p> <p>LA1.17<br/>Il confronto tra le metodologie di calcolo, avente come obiettivo quello di evidenziare le potenzialità e le criticità della procedura proposta (MC<sub>APE-DE</sub>), ha permesso di confermare la migliore convergenza della MC<sub>APE-DE</sub> con la Diagnosi Energetica, evidenziando la minor precisione del calcolo APE. A valle del confronto la procedura MC<sub>APE-DE</sub> è stata applicata agli APE contenuti nel SIAPE per evidenziare le potenzialità della procedura stessa. Infine, per rendere più fruibile lo strumento, la stessa procedura MC<sub>APE-DE</sub> è stata implementata in un programma eseguibile su pc.</p> <p>LA1.20<br/>Nel secondo semestre si sono sviluppate le seguenti attività:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementazione delle linee guida DE delle UNI/TR 11775 secondo il processo BIM completate con elenco raccomandazioni per modelli ottimizzati per l'importazione nei software di analisi energetica</li> <li>2. Implementazione della check-list per la scrittura di set di proprietà personalizzati per restituire i risultati delle DE nel modello informativo.</li> <li>3. Valutazione dei benefici connessi all'adozione del BIM nel processo di analisi energetica.</li> </ol> <p>LA1.25<br/>Nella Linea LA1.25 sono stati ricalcolati i GG per tutti i comuni italiani con i dati orari di temperatura della UNI:10349 ed è stata esaminata la conseguente zonizzazione del territorio nazionale in fasce climatiche e le eventuali implicazioni sul piano normativo. Sono stati esaminati due modelli per la previsione a bassa scala temporale, di disponibilità della radiazione solare globale, WRF-ARW ed ibrido ENEA-WRF, da utilizzare nella progettazione e nella gestione di impianti solari.</p> |
| Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Ingegneria | <p>LA1.5<br/>Il secondo semestre dell'attività ha previsto il completamento della definizione degli scenari di occupazione e dei carichi endogeni interni/elettrici dell'edificio. Inoltre, è stata effettuata un'analisi energetica delle configurazioni attraverso una simulazione in ambiente Sketchup/Trnsys. Infine, attraverso la metodologia Life Cycle Assessment sono stati stimati gli</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                        | <p>impatti energetici e le emissioni di gas climalteranti dei principali componenti del sistema involucro - impianto.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><i>Politecnico di Milano,<br/>Dipartimento di Energia</i></p>                                       | <p>LA1.8<br/>Implementazione nel codice di calcolo del bilancio d'umidità per il calcolo del carico termico latente e la simulazione del controllo dell'umidità dell'aria. Completamento e messa on-line del sito web, all'indirizzo pubblico <a href="http://dmzbov249.energ.polimi.it/">http://dmzbov249.energ.polimi.it/</a>, e del repository del codice open source, con accesso riservato, all'indirizzo <a href="http://dmzbov249.energ.polimi.it:8080/">http://dmzbov249.energ.polimi.it:8080/</a>. Implementazione nell'interfaccia di sviluppo di un wizard per la definizione di una geometria semplificata dell'edificio.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><i>Politecnico di Torino,<br/>Dipartimento Energia</i></p>                                          | <p>LA1.11<br/>È stata implementata ed applicata una procedura di ottimizzazione agli edifici di riferimento, testando le misure di efficienza energetica con livelli di prestazione crescenti, applicati uno alla volta. L'analisi ha previsto il calcolo del fabbisogno di energia termica secondo due diversi modelli: mensile quasi-stazionario e dinamico orario semplificato. I risultati sono stati analizzati sia in termini di valore di costo globale sia di pacchetto di misure di efficienza energetica.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><i>Università degli Studi di Napoli Federico II,<br/>Dipartimento di Ingegneria Industriale</i></p> | <p>LA1.14<br/>L'attività di ricerca ha riguardato il confronto, qualitativo e quantitativo, dei fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento dell'edificio uffici. Sono stati confrontati i valori mensili ed annuali ottenuti tramite le norme UNI TS 11300 (metodo stazionario) e UNI EN ISO 52016 (metodo dinamico orario) con quelli prodotti da OpenBPS (metodo dinamico dettagliato), considerando sia le 3 condizioni climatiche scelte che il funzionamento dell'impianto in modalità <i>Standard</i> e <i>Tailored</i>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p><i>Università IUAV di Venezia,<br/>Dipartimento Culture del Progetto</i></p>                        | <p>LA1.22<br/>Le attività svolte hanno riguardato:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Il BIM nella gestione/manutenzione dell'edificio: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Indagine sul soddisfacimento dei fabbisogni di gestione/manutenzione mediante IFC e BCF, partendo da dati provenienti da 2 RSA;</li> <li>b. Applicazione dei software identificati nel semestre precedente per le attività di gestione/manutenzione;</li> </ol> </li> <li>2. Indagine sul vantaggio competitivo consentito dal BIM, attraverso: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Analisi bibliografica;</li> <li>b. Esperienza di progetto;</li> <li>c. Sondaggio conoscitivo;</li> </ol> </li> <li>3. Redazione del deliverable.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p><i>SOTACARBO</i></p>                                                                                | <p>LA1.28<br/>Il raffinamento del modello energetico alla scala urbana e delle relative procedure è stato effettuato tramite il confronto con i dati di origine partecipativa di oltre 30 edifici studio e con la comparazione dei risultati ottenuti da software di controllo. È stato effettuato il testing del portale e della rappresentazione della conoscenza tramite il coinvolgimento di oltre 50 soggetti nell'uso della beta del portale e nella valutazione della efficacia dei contenuti.</p> <p>LA1.31<br/>Le attività di comunicazione e diffusione dei risultati svolte nel secondo semestre 2021 hanno riguardato:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. la partecipazione <ul style="list-style-type: none"> <li>- al Festival "Smartcityness" 2021;</li> <li>- all'International Smart Cities School 2021;</li> <li>- a n. 5 webinar sul tema;</li> <li>- alla settimana della scienza e la notte dei ricercatori;</li> <li>- al workshop "Contributi per una roadmap per la transizione energetica della Sardegna";</li> </ul> </li> <li>2. la pubblicazione di 12 articoli sui siti aziendali;</li> <li>3. laboratori sul tema con Sotacarbo con le scuole.</li> </ol> |

|                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Università di Cagliari,<br/>Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale ed Architettura</i> | <p>LA1.33</p> <p>L'attività svolta è stata incentrata sul caricamento dei set informativi definiti per il patrimonio pubblico di Carbonia sul portale AUREE. È stato realizzato il mockup delle schede di visualizzazione e compilati i dizionari. È inoltre stato sviluppato l'approccio BIM based sull'edificio caso di studio individuato nella sede del CRS: realizzato il modello informativo ed importato sulla libreria interfacciata con i sensori di monitoraggio. È stato redatto il report relativo alla LA1.33.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <i>Università di Cagliari,<br/>Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e Materiali</i>     | <p>LA1.35</p> <p>Il DIMCM ha esteso l'area di ricerca analizzando tipologie edilizie specifiche del "periodo di fondazione" di Carbonia, prendendo in esame 42 casi studio, differenziati per tipologia edilizia e sistema impiantistico.</p> <p>Per ogni caso studio è stata eseguita la valutazione dei consumi energetici e sono stati valutati diversi scenari di efficientamento energetico.</p> <p>Dai risultati ottenuti è stato sviluppato un abaco decisionale le cui regole verranno implementate nel portale AUREE.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <i>Università di Cagliari,<br/>Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica</i>           | <p>LA1.37</p> <p>Terminata la realizzazione dei dispositivi per la misurazione di CO<sub>2</sub>/VOC, temperatura, umidità relativa, GridEye e gateway previsti in progetto; individuato il sito di installazione della rete mesh realizzata, al fine di effettuare i test previsti; installati i dispositivi ed eseguita la configurazione della rete di sensori dotata di sistema di Energy Harvesting; effettuati i test sperimentali sui dispositivi installati, la rete mesh e il sistema di Energy Harvesting.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Work Package 2</b>                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <i>ENEA</i>                                                                                      | <p>LA2.3</p> <p>Proseguo rilievo microclimatico e CO<sub>2</sub>, analisi dati. Analisi COV e comparazione effetto del verde parietale in ENEA e in area urbanizzata (Liceo Keplero). Campagna misura dell'albedo sul tetto in funzione dell'altezza del prato, analisi dati. Preparazione RT/2021/13/ENEA "Gli ecosistemi vegetali per la rigenerazione ecologica delle città". Misura dell'evapotraspirazione sul tetto e in serra bioclimatica, analisi dati. Analisi flussi termici. Mappe NDVI e LST nel sito dell'edificio verde ENEA.</p> <p>LA2.8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisi degli output delle simulazioni ENVI-met per gli scenari baseline e di mitigazione;</li> <li>- calcolo della mitigazione dell'UHI sui consumi energetici degli archetipi di edificio per le tre aree urbane;</li> <li>- sviluppo e applicazione ad un caso di studio di un fattore di caratterizzazione relativo agli effetti delle pareti verdi sulla UHI;</li> <li>- analisi LCA dei danni prodotti ed evitati di due scenari di mitigazione con valutazione degli effetti sulla salute umana relativi alla mitigazione dell'UHI.</li> </ul> <p>LA2.12</p> <p>Studio e deposizione, tramite evaporazione termica, di film sottili di metalli semitrasparenti, da utilizzare come catodi in dispositivi OLED semitrasparenti. Fabbricazione e caratterizzazione di OLED luminescenti nel bianco.</p> <p>Fabbricazione e caratterizzazione elettrochimica e dielettrica di supercapacitori ecosostenibili basati su leganti biodegradabili (gelatina, chitosano e carbossimetilcellulosa) e con elettrolita gel 2 molare a base di gelatina, glicerolo ed NaCl con area di 10 cm<sup>2</sup>.</p> <p>LA2.13</p> <p>Fabbricazione e caratterizzazione di OLED luminescenti su substrato di vetro, in configurazione bottom-emitting, con emissione nel bianco e nel rosso dello spettro visibile, semi-trasparenti, con differenti aree emissive 7 mm<sup>2</sup>, 1 cm<sup>2</sup>, 56 cm<sup>2</sup>.</p> <p>Fabbricazione e caratterizzazione elettrochimica di supercapacitori ecosostenibili con elettrolita gel 2M con area di 10 cm<sup>2</sup>, stabilità fino a 10000 cicli e con una densità di potenza media di 35 Wh/kg che ha permesso di alimentare OLED a basso consumo a 5V.</p> |

|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Università di Pisa,<br/>Dipartimento di<br/>Ingegneria<br/>dell'Energia, dei<br/>Sistemi, del<br/>Territorio e delle<br/>Costruzioni</i> | <p>LA2.5</p> <p>L'implementazione dell'innovativo script di Python per la simulazione delle serre bioclimatiche con sistema vegetale, detto modulo Greenhouse, ha integrato l'equazione di Baille (potenza evapotraspirativa) con la crescita del sistema vegetale (GDD). La successiva fase di verifica e test del comportamento energetico della serra bioclimatica, sulla base dei dati monitorati da ENEA nel 2020, si è svolta per l'anno 2021 con un nuovo file climatico che integra i dati ENEA con quelli di Meteonorm.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <i>Politecnico di<br/>Milano,<br/>Dipartimento di<br/>Energia</i>                                                                           | <p>LA2.10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prosieguo della campagna di misura sperimentale con tecnologie di involucro tradizionali e verdi.</li> <li>• Pulitura e analisi dei dati sperimentali e applicazione di funzioni correttive per migliorare la procedura di misura della temperatura media radiante (TMR).</li> <li>• Valutazione bilanci energetici radiativi e caratterizzazione dei materiali di involucro in termini di riflettanza e assorbanza.</li> <li>• Analisi di correlazione tra misura della TMR e misure puntuali di scambio radiativo.</li> <li>• Scrittura della relazione.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <i>Università degli<br/>Studi di Napoli<br/>Federico II,<br/>Dipartimento di<br/>Scienze Chimiche</i>                                       | <p>LA2.16</p> <p>Sintesi e caratterizzazione strutturale mediante spettroscopia NMR e spettrometria di massa di complessi luminescenti dello zinco(II) e dei leganti eterociclici azotati e <math>\beta</math>-dichetoni impiegati. Analisi delle proprietà di assorbimento ed emissione dei complessi sintetizzati mediante spettroscopia UV-visibile e di fluorescenza. Ottimizzazione dei parametri per la deposizione dei complessi sintetizzati come film sottili.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Work Package 3</b>                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <i>ENEA</i>                                                                                                                                 | <p>LA3.2</p> <p>SAPIENTE: i) effettuate prove sperimentali con logiche ad inseguimento fotovoltaico e applicazione profili di carico elettrico DR; ii) installazione impianto FV da 11,4 kW; iii) installazione sistema FV ibrido; iv) installazione supercondensatori con inverter; v) aggiornamento webserver. Completata l'implementazione del nuovo portale web per la contabilizzazione del calore smart nei condomini e l'installazione dei nuovi sensori e sistemi ICT. SRI: a seguito dell'analisi di mercato è stato adattato il catalogo dei servizi tecnici al contesto nazionale.</p> <p>LA3.3</p> <p>SAPIENTE: i) completata connessione impianto termico a edificio F83; ii) condotte prove sperimentali con sistema connesso all'F83 alimentato da FV reale; iii) prova sperimentali con impianto PVT e inverter ibrido con supercondensatori; iv) calibrazione logiche di controllo. Portale web monitoraggio condomini: elaborazione andamento indicatori di benchmark per l'ultima stagione di riscaldamento. SRI: completato prima versione foglio di calcolo adattato al contesto nazionale, valutazione interventi migliorativi SRI di un edificio uffici reale.</p> <p>LA3.18</p> <p>Nell'ambito della LA 3.18 si è provveduto all'approvvigionamento dei materiali per la realizzazione del prototipo elettricamente funzionante, assemblabile in (porzione di) parete e alla predisposizione dei servizi di misura di prestazioni acustiche e termiche. Lo schema realizzativo è stato modificato per tenere conto di nuovi vincoli costruttivi intercorsi (dovuti a difficoltà al reperimento e lavorabilità delle materie prime) e validato in simulazione.</p> <p>LA3.25</p> <p>Approfondimento sul fenomeno del brinamento delle pompe di calore, e studio della letteratura di settore con particolare riferimento alle mappe di brinamento. Impiego delle mappe di brinamento per valutazioni ex-ante (previsione) ed ex-post (verifica) del brinamento, con analisi di dati di monitoraggio di una pompa di calore in condizioni di impiego reale, e confronto dell'incidenza del frosting di due località differenti.</p> <p>LA3.32</p> <p>L'attività svolta è riassunta come segue: utilizzo dei modelli in Matlab/Simulink per l'ottimizzazione dei parametri della strategia di controllo di tre configurazioni del sistema di</p> |

|                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                            | <p>poligenerazione al servizio di una serra; completamento del modello per l'analisi economica dei sistemi di poligenerazione; analisi dei dati sperimentali di una delle configurazioni e validazione del modello per confronto tra dati misurati e calcolati in regime invernale; completamento dei sistemi di collegamento dei componenti dell'impianto pilota e installazione degli strumenti di misura.</p> <p>LA3.33</p> <p>L'attività svolta è riassunta come segue: completamento del sistema di controllo dell'impianto pilota e indagine sperimentale su un'ulteriore configurazione del sistema di poligenerazione in regime invernale; analisi delle prestazioni economiche delle configurazioni del sistema di poligenerazione esaminate nella LA3.32 al variare dei parametri economici; studio ed ottimizzazione di due configurazioni del sistema di poligenerazione al servizio di un'azienda casearia (con consumi di energia termica e frigorifera) e valutazione degli indici di prestazione economici.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p><i>Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica</i></p>     | <p>LA3.6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativamente all'attività LA3.6.1, è stata valutata l'accuratezza della previsione dei consumi di gas dei metodi adottati nei tre paesi con i maggiori consumi di gas naturale in UE. A questo scopo: i) i metodi italiano, tedesco e inglese sono stati applicati alla previsione dei consumi di gas in una rete di distribuzione nel Sud Italia; ii) i metodi italiano e tedesco sono stati applicati alla previsione dei consumi di gas per due edifici di edilizia residenziale pubblica;</li> <li>• Per l'attività LA3.6.2, è stata estesa l'analisi bibliografica delle applicazioni della blockchain nel settore energetico, con particolare riferimento alle esperienze condotte nel settore energetico in ambito internazionale per valutare l'applicabilità della blockchain al settore del teleriscaldamento.</li> <li>• Nell'ambito dell'attività LA3.6.3 è stata sviluppata una piattaforma blockchain privata basata su Ethereum ed uno Smart Contract per il trading di energia termica in una micro-rete residenziale; è stata inoltre simulata la compravendita di energia termica rinnovabile autoprodotta senza la necessità di intermediazione di una terza parte (e.g. il distributore o il rivenditore di energia termica) in un contesto residenziale.</li> </ul> |
| <p><i>Università di Bologna, Dipartimento di Ingegneria Industriale</i></p>                                                | <p>LA3.9</p> <p>Sulla base delle attività svolte in precedenza si è finalizzato il dispositivo di connessione e emulazione da integrare con il sistema fisico SAPIENTE. In particolare il dispositivo di emulazione (centralina) è in grado di simulare il comportamento di una microrete di produzione, accumulo e riconversione di idrogeno da fonte fotovoltaica che si integrerà ai dispositivi reali presenti (pompa di calore, pannelli fotovoltaici, dispositivi di accumulo elettrochimico e di stoccaggio termico).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><i>Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica</i></p>           | <p>LA3.12</p> <p>Nell'attività di ricerca è stato proposto un innovativo modello power sharing applicabile alle comunità energetiche. La strategia di controllo del modello è stata studiata tramite il software Matlab/Simulink e per verificare la sua efficacia, si sono presi in esame vari scenari. Il suo punto di forza è la modularità e l'applicabilità in contesti di edifici condominiali esistenti in accordo con il quadro regolatorio, poiché le utenze sono alimentate sia da un impianto fotovoltaico che da rete senza mai scambiare potenza fra di loro né immettere potenza verso la rete.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p><i>Università della Tuscia, Dipartimento di Economia e impresa</i></p>                                                  | <p>LA3.13</p> <p>Si è conclusa la rilevazione sul campo nei Comuni di Vetralla e Viterbo. In totale sono state intervistate 431 famiglie. Con i dati dei questionari, è stato costruito un database contenente 64.650 unità statistiche. Attraverso l'elaborazione dei dati sono stati ricostruiti i modelli di consumo energetico e le spese energetiche delle famiglie che risiedono in alloggi di edilizia pubblica. A conclusione è stata indagata l'efficacia delle misure di supporto a questa tipologia di famiglie.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p><i>Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni</i></p> | <p>LA3.15</p> <p>Il periodo fra Luglio 2021 e Dicembre 2021 è stato impiegato portando a termine la linea di attività. Le tecnologie power-to-heat e power-to-heat-to-power selezionate nelle analisi di letteratura precedenti sono state modellate in regime di funzionamento nominale e non-nominale. Grazie a questa modellazione, l'impatto delle suddette tecnologie sui costi operativi e capitali del sistema energetico dell'edificio è stato valutato per quattro casi studio residenziali e del settore terziario.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>Università di Bologna,<br/>Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione</i></p>                 | <p>LA3.19<br/>È stata svolta una ricerca bibliografica relativa ai metodi e alle tecniche per la caratterizzazione di materiali schermanti. È stato messo a punto un modello elettromagnetico per la valutazione dell'efficienza di schermatura delle tamponature. Il modello si basa su un singolo strato di materiale artificiale i cui parametri effettivi sono ricavati partendo dalla struttura multistrato del condensatore.</p> <p>LA3.20<br/>Il prototipo sperimentale di tamponatura (condensatore con struttura contenitiva provvista di elementi metallici verticali) fornito da ENEA è stato testato nel setup di prova sperimentale messo a punto nel primo semestre. È stata misurata l'efficienza di schermatura offerta dalla tamponatura nell'intervallo di frequenze 750 MHz – 3.6 GHz con un metodo di misura del tipo descritto nella normativa IEEE Std 299:2006.</p> <p>LA3.21<br/>È stato realizzato uno studio bibliografico sulla normativa utilizzata per valutare la sicurezza del prototipo di condensatore inserito nel simulacro di prova. Sono state eseguite prove di resistenza di isolamento, capacità e tan delta a temperatura ambiente e in condizioni di umidità controllata dal 15% al 90% per tempi da 0 a 1000h per valutare la riduzione di resistenza di isolamento e l'aumento del tan delta con l'umidità nel tempo.</p> <p>LA3.22<br/>Dopo un'ampia ricerca bibliografica sui modelli di vita e affidabilistici da utilizzare per questa tipologia di condensatori si sono eseguite prove di vita sui due condensatori prototipo forniti di ENEA con varie sovratensioni per accelerare l'invecchiamento. Il tempo al guasto è stato considerato in corrispondenza di una perdita di capacità del 20%. Si è poi sviluppato un modello di vita in presenza di sollecitazioni armoniche provenienti dai convertitori elettronici di potenza.</p> |
| <p><i>Università Degli Studi di Padova,<br/>Dipartimento di Ingegneria Industriale</i></p>                                     | <p>LA3.27<br/>Attività svolte per i due casi studio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– monitoraggio, raccolta e rielaborazione dei dati acquisiti;</li> <li>– sviluppo di algoritmi per la valutazione di indici prestazionali delle tecnologie presenti con analisi dell'influenza della temperatura esterna e della logica di controllo;</li> <li>– confronti tecno-economici tra pompe di calore e sistemi tradizionali;</li> <li>– individuazione di anomalie e risoluzione di problematiche tecniche del sistema di monitoraggio e degli impianti per il caso studio dei due condomini.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><i>Università di Pisa,<br/>Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni</i></p> | <p>LA3.30<br/>Predisposizione dell'interfaccia grafica semplificata per l'individuazione delle migliori strategie di controllo da parte di utenti generici. Esecuzione della campagna sperimentale relativa all'impianto ibrido S.A.P.I.EN.T.E., messo a disposizione da ENEA, presso l'edificio F83 del Centro Ricerche ENEA Casaccia (RM). Valutazione dei risparmi stagionali ottenibili con un controllo avanzato di tipo predittivo nel caso dell'edificio F83.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><i>Università degli Studi di Bari,<br/>Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali</i></p>                       | <p>LA3.35<br/>Durante il secondo semestre 2021, sono stati analizzati i risultati ottenuti dalle sperimentazioni condotte presso l'impianto di solar cooling integrato con una caldaia a biomassa e una pompa di calore aria-acqua. I risultati analizzati sono stati ottenuti utilizzando due configurazioni di base: la serra è stata raffrescata con l'impianto di solar cooling integrato con caldaia a biomassa; la serra è stata riscaldata utilizzando i collettori solari integrati con la pompa di calore aria-acqua.</p> <p>LA3.36<br/>Nel secondo semestre sono state testate diverse configurazioni di base: raffrescamento della serra con l'impianto di solar cooling e la pompa geotermica; riscaldamento della serra utilizzando sia i collettori solari integrati con la pompa geotermica sia i collettori solari integrati con la caldaia a biomassa. È stato ottimizzato il sistema a piastre di distribuzione del freddo/caldo in prossimità della zona di coltivazione in serra. I risultati ottenuti sono stati analizzati.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>Work Package 4</b></p>                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ENEA</p> | <p>LA 4.3<br/>È stato realizzato presso il CR Casaccia il nuovo impianto sperimentale foto termico con pompa di calore per ACS e sistema di accumulo a litio, sullo stesso è stata condotta una campagna sperimentale. Sono state concluse le prove con l'impianto PV-pompa di calore e supercondensatori del laboratorio di Lampedusa. Utilizzando il banco prova realizzato presso C.R. di Bologna sono stati valutati sistemi di controllo per possibile integrazione tra gli impianti PV locali e gli scaldacqua degli utenti isolani. È stata eseguita un'analisi per ottimizzare la diffusione di tecnologie innovative distribuite nelle isole minori. Sono state analizzate le misure e sviluppate parametrizzazioni per valutare l'impatto delle condizioni atmosferiche su produzione impianti solari.</p> <p>LA 4.13<br/>Per quanto riguarda l'attività modellistica è stata dedicata particolare attenzione ai sistemi di generazione locale e centralizzata, alla valutazione degli effetti di deep renovation estesa alla totalità delle utenze allacciate, all'integrazione di soluzioni power-to-heat e alla creazione di uno specifico componente in linguaggio Modelica per il teleriscaldamento attivo. Sono state eseguite prove sperimentali sulla sottostazione bidirezionale considerando una rete operante a bassa temperatura e la presenza di un sistema di generazione locale (impianto solare e recupero di calore di scarto).</p> <p>LA4.17<br/>Nel periodo di riferimento si è lavorato alla realizzazione della rete termica a bassa temperatura nella prima versione, ovvero quella con topologia ad anello, che successivamente nella LA4.18 è stata modificata sulla base dei risultati numerici ottenuti nell'ambito delle linee di attività 4.19-4.21.</p> <p>LA4.18<br/>Nel periodo di riferimento è stato realizzato il completamento della rete, a cui sono state effettuate delle modifiche in corso d'opera sulla base dei risultati numerici ottenuti nell'ambito delle linee di attività 4.19-4.21. Invero, si è passati dalla topologia ad anello a una configurazione simmetrica ramificata. Successivamente, è stata completata l'interfaccia software per la gestione della rete e per l'acquisizione dei dati sperimentali, e sono stati realizzati i primi test sperimentali.</p> <p>LA4.21<br/>Nel periodo luglio '21 – dicembre'21 sono state effettuate le simulazioni numeriche finalizzate a ottimizzare una rete termica a bassa temperatura. L'ottimizzazione ha riguardato il dimensionamento e la collocazione dei serbatoi di accumulo all'interno della rete termica. I risultati evidenziano che è più conveniente inserire un serbatoio di grosse dimensioni sul ramo principale della rete piuttosto che serbatoi di accumulo più piccoli in corrispondenza delle utenze.</p> <p>LA4.24<br/>Nel periodo di riferimento è stata effettuata la caratterizzazione della conducibilità termica di un PCM commerciale in presenza di additivi costituiti da nano-piastre di grafene (GNPs), e sono stati effettuati dei test sperimentali utilizzando l'impianto prova accumulo freddo e il serbatoio con mantello in plexiglass isolato termicamente contenente il PCM commerciale citato sopra, presente presso il laboratorio LPSAT del C.R. Enea Portici di Portici.</p> <p>LA4.26<br/>Le attività hanno riguardato il completamento dell'apparato sperimentale per lo studio del personal cooling, e in parallelo l'upgrade del tool di simulazione del condensatore al fine di simulare anche la condensazione del fluido refrigerante.</p> <p>LA4.27<br/>Nel periodo di riferimento, è stato dapprima completato l'apparato sperimentale. Successivamente sono state realizzate le prove sperimentali, e in parallelo è stato fatto un upgrade del tool di simulazione del condensatore, che ora consente anche la simulazione numerica mediante Comsol Multiphysics della condensazione del fluido refrigerante, che prima veniva simulata tramite correlazioni semi-empiriche. Infine, sono state effettuate le simulazioni</p> |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                   | numeriche ed è stato effettuato il tuning del tool di calcolo mediante confronto con i risultati sperimentali.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <i>Università di Palermo,<br/>Dipartimento di Ingegneria</i>                                                      | LA 4.5<br>È stato completato il monitoraggio di Freesco Pantelleria e il confronto con il sistema di Capo Grecale a Lampedusa. È stata condotta e conclusa la sperimentazione sull'impianto di illuminazione innovativo del Dipartimento di Ingegneria, sul sistema a PdC e sul banco di prova con diverse logiche di controllo. Quest'ultimo è stato connesso ad una blockchain. Sono stati valutati gli impatti di rete per diversi scenari di aggregazione e controllo dei carichi. Sono stati scritti quattro articoli scientifici. |
| <i>Università di Bologna,<br/>Dipartimento di Ingegneria Industriale</i>                                          | LA 4.8<br>Sulla base delle attività e dei risultati conseguiti nel precedente semestre si procede alle attività di ottimizzazione del comportamento di sistemi di microgenerazione (motore a combustione interna e un ciclo di Rankine a fluido organico) integrati con dispositivi di produzione di biogas di piccola taglia mediante digestione anaerobica. Contemporaneamente si sono elaborate le logiche e i criteri di gestione e controllo dei sistemi integrati.                                                                |
| <i>Politecnico di Milano,<br/>Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito</i> | LA 4.10<br>La procedura di stima dei profili orari di domanda energetica termica ed elettrica urbana per gli edifici residenziali e ad uso uffici, sviluppata in GIS ed implementata con l'assegnazione delle caratteristiche impiantistiche desumibili dai Catasti degli Impianti Termici e da Istat, è stata applicata ai casi studio di Palermo e Pantelleria. I consumi energetici ottenuti sono stati confrontati con quelli riportati nei Bilanci Energetici Comunali, confermando la robustezza della procedura.                 |
| <i>Politecnico di Torino,<br/>Dipartimento Energia</i>                                                            | LA 4.15<br>Il modello di ottimizzazione sviluppato è stato applicato a diversi casi studio (reti di teleraffrescamento e neutre) valutando i benefici che esso può apportare. È stata effettuata un'analisi di sensitività per determinare le condizioni che rendono favorevole l'installazione di tali reti. Ciò ha permesso di determinare il potenziale di teleraffrescamento in diversi contesti urbani.                                                                                                                            |
| <i>Università degli Studi di Napoli Federico II,<br/>Dipartimento di Ingegneria Industriale</i>                   | LA4.29<br>Le attività hanno riguardato l'ottimizzazione di uno scambiatore di calore "Shell & Tube" con PCM sfuso, e di un serbatoio di accumulo con acqua e moduli cilindrici contenenti una miscela di acqua e PCM micro-incapsulato. Nel primo caso il sistema è stato ottimizzato mediante algoritmo genetico, a valle di un'analisi parametrica, mentre nel secondo è stata effettuata un'analisi delle performance d'accumulo al variare della dimensione dei moduli e della temperatura in ingresso.                             |
| <i>Politecnico di Torino,<br/>Dipartimento Energia</i>                                                            | LA4.31<br>I modelli delle proprietà termofisiche sono stati validati sperimentalmente presso ENEA Portici e successivamente usati in combinazione con modelli approssimati di Stefan. La procedura ha consentito di stimare valori soglia ottimi del contenuto di additivo in due diversi set-up di interesse per le applicazioni scelte nel progetto. Tali ottimizzazioni hanno riguardato sia il contenuto minimo per la carica/scarica dell'accumulatore che il miglior compromesso tra energia e potenza specifica attese.          |
| <i>Università di Siena,<br/>Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia</i>                                 | LA4.33<br>Nel secondo semestre l'attività si è concentrata sull'esecuzione dell'analisi dei costi economici del ciclo di vita dei sistemi di accumulo del freddo basati sull'uso di PCM e convenzionale ad acqua. Parallelamente è stata finalizzata l'analisi LCA relativa alla produzione del PCM micro-incapsulato e gli effetti di tale micro-incapsulamento; ciò ha consentito di completare lo studio degli eco-profilari ambientali dei sistemi di accumulo del freddo basati sui PCM già analizzati nella LA4.32.               |