

**PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 2022-24 - RICERCA DI SISTEMA
ELETTRICO NAZIONALE**
Progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26 gennaio 2000

ENEA

Tema 1.5 Titolo del progetto: Edifici ad alta efficienza per la transizione energetica

Durata: 36 mesi

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

ATTIVITÀ SVOLTE

<i>AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO</i>	<i>SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO</i>
<p align="center"><i>ENEA</i></p>	<p><u>LAI.1</u></p> <p>Nel corso del secondo semestre sono state realizzate simulazioni energetiche su edifici rappresentativi con differenti condizioni al contorno (diverse zone climatiche, differenti set-point, riduzione ore accensione, riduzione periodi, etc.). È stata effettuata la stima dei risparmi conseguibili a livello di singola famiglia e a livello nazionale grazie all'applicazione di misure di tipo gestionale e comportamentale, valutando, in particolare, le ricadute in termini di riduzione di consumi di gas metano (compreso quello per produzione termoelettrica).</p> <p><u>LAI.4</u></p> <p>Sono state avviate le seguenti attività sui quattro complessi di edifici Capo di Bove, Villa dei Quintili, Santa Maria Nova e Villa di Sette Bassi: raccolta di dati dimensionali e stesura di elaborati grafici, raccolta di dati di involucro (opaco e trasparente) e impiantistici; raccolta di dati di inventario delle principali apparecchiature presenti che consumano energia; raccolta e analisi di bollette energetiche per la valutazione dei consumi.</p> <p><u>LAI.8</u></p>

Completamento dello studio di letteratura e dello stato dell'arte delle tecnologie individuate. Revisione delle norme tecniche di riferimento per l'esecuzione delle misure. Approvvigionamento di campioni di materiali termocromici e di pellicole, da utilizzare come elementi mobili nell'intercapedine di vetrate isolanti. Sviluppo e test della risposta termica in ambiente reale dei primi prototipi di daytime radiative coolers. Misure ottiche preliminari su pellicole e rivestimenti dinamici.

LA1.13

Nel secondo semestre di attività sono stati completati i test di confronto e sono stati scelti i criteri e le modalità del monitoraggio, selezionando gli ambienti di studio in funzione dell'esposizione e del profilo di utenza. È stata avviata la prima fase di acquisizione di misure delle principali grandezze termoigrometriche e di IAQ nel periodo di riscaldamento e sono state condotte le prime valutazioni di thermal comfort negli ambienti esaminati mediante opportuni indicatori (PMV, PPD).

LA1.16

Nel secondo semestre è stato concluso lo studio e la relativa definizione della proposta metodologica ed è partita l'individuazione e la definizione delle fasi procedurali con l'individuazione del campione dei controlli di primo e secondo livello. Si è giunti all'individuazione dei parametri per la definizione e la selezione del campione con la relativa scelta in un primo momento dei parametri per i controlli di primo livello e successivamente dei parametri per i controlli di secondo livello. È stata definita l'analisi della validazione tramite schema XSD e conclusa l'analisi standard dell'XML ridotto ed esteso. Si è dato avvio all'implementazione degli algoritmi di calcolo ed alla definizione delle verifiche semantiche su alcuni degli elementi dell'XML ridotto.

LA2.1

Le attività svolte hanno riguardato: revisione della letteratura scientifica circa i software per la simulazione in regime dinamico del comportamento delle TVI applicate agli edifici, individuazione del software da utilizzare: Energyplus, determinazione dei criteri per la revisione della letteratura circa gli effetti dell'installazione delle tecnologie verdi d'involucro sul consumo energetico degli edifici e sulle condizioni microclimatiche, pre-screening della letteratura scientifica selezionata, scrittura articolo scientifico

LA2.3

Sono state studiate le principali tipologie presenti sul mercato di Tetti Blu-Verdi per il drenaggio urbano sostenibile. Dopo rassegna delle informazioni in rete e da associazioni di categoria su ditte del “Verde Tecnologico” per edifici, sono state approfondite le tecnologie del *Polder Roof* di Wavin, il *Blue-Green Roof* (BGR) di DAKU ed il Tetto Verde a Ritenzione di ZinCo. Il sistema BGR di DAKU è risultato il più adatto alla sperimentazione. Dopo una ricognizione degli edifici presso il C.R. ENEA Casaccia (Roma) su cui installare il sistema Blu-Verde, è stato selezionato l’F64.

LA2.5

L’interazione con il servizio Sistema Informativo Territoriale del comune di Bolzano ha consentito mediante condivisione *WMS (World Map Service)* *WFS (World File Service)* oltre che della cartografia di base e delle ortofoto, del *layer* informativo “Tetti verdi” della città da cui è iniziata una prima selezione di tetti verdi e tetti tradizionali da utilizzare nelle operazione di *imaging satellitare* rispetto alle mappe di *LST (Land Surface Temperature)* con 30 m di risoluzione spaziale derivanti dalle acquisizioni del satellite *Landsat 8*, scaricabili gratuitamente dai siti istituzionali. Primi risultati.

LA2.12

Sono state definite le caratteristiche per la modellazione degli edifici ricorrenti (condominio e mono-bifamiliare) e le condizioni al contorno interne/esterne per poter procedere con il calcolo *as is* e *post* con conseguente ipotesi di possibili scenari a larga scala e relativi risparmi ottenibili.

È stato ingegnerizzato il sistema On-Site che consiste in una rete preformata in fibra di vetro alcali-resistente e impregnata con resina epossidica (GFRP) da fissare agli elementi di cemento armato del telaio e alla tamponatura in laterizio, immersa in uno strato di poliuretano espanso.

LA3.1

Analisi delle tecnologie fotovoltaiche utilizzabili per il recupero energetico indoor. Analisi degli scarti termici presenti negli edifici e panoramica sui sistemi di conversione del calore in elettricità. Fabbricazione e caratterizzazione elettrochimica e dielettrica di supercapacitori ecosostenibili di 10 cm² basati su chitosano (legante eco-friendly) e con elettrolita gel polimerico con acetato di sodio ad alte prestazioni energetiche. Approfondimento sullo stato dell’arte delle schede commerciali per il monitoraggio ambientale a recupero energetico.

Predisposizione e progettazione setup di misura al C.R. di Portici e Casaccia.

LA3.7

È continuato lo studio del processo dell'ITO. Raggiunte resistività di $2,6 \cdot 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ e trasparenza (@550 nm) di 99,3 %, tramite processo ad alta temperatura ($> 223^\circ\text{C}$), incompatibile, però, con la deposizione sui materiali organici in un OLED.

Realizzati e caratterizzati OLED semitrasparenti, con emissione rossa (picco a 620 nm) e area emissiva di 1 cm^2 , con catodo di argento di spessore 12 nm e 20 nm, e con area emissiva di 20 cm^2 , con argento di 20 nm.

LA3.10

Sono continuate le attività di ricerca bibliografica circa le pareti responsive, si sono concluse le attività di ricerca bibliografica circa gli accumuli termici per il settore residenziale, ed i materiali a cambiamento di fase per l'impiego in edilizia. È stato definito il locale oggetto della realizzazione del test rig, è stata effettuato il rilievo dello stato di fatto ed eseguita l'analisi termica, è stata effettuata la progettazione preliminare degli interventi di riqualificazione del fabbricato e degli impianti. È iniziata l'ideazione del sistema parete a trasmittanza termica variabile con accumulo.

LA3.15

Analisi del modello di sottostazione bidirezionale e delle problematiche legate all'inserimento dello stesso in reti complesse. Definizione delle prime strategie per l'estensione e l'ottimizzazione della quota di autoconsumo, basate sui limiti costruttivi e prestazionali del prototipo di sottostazione bidirezionale esistente. Ricerca di possibili casi studi applicativi per realizzare un nuovo prototipo di sottostazione, al fine di raggiungere un livello pre-commerciale della tecnologia (da intendersi orientato all'installazione presso un'utenza reale).

LA4.1

Definito un sistema SCADA e un primo esempio di sinottico per visualizzare con maggior dettaglio i flussi energetici del sistema S.A.P.I.EN.T.E. Valutate le logiche vehicle-to-grid che possano essere associate alle logiche DSM e DR precedentemente individuate. Selezionato un nuovo condominio da integrare in EMPOWER compatibile con una configurazione AUC, definite grandezze e indicatori specifici da implementare. SRI: implementazione automatismi e modifica pesi per contestualizzare il foglio di calcolo agli edifici nazionali

LA4.8

E' stato sviluppato un foglio di calcolo in grado di simulare diversi scenari di ripartizione dei ricavi tra i membri della comunità energetica; lo stesso è stato utilizzato per analizzare un caso studio costituito da una CER in fase di progettazione utilizzando profili quartorari reali e simulati. Si sono individuati due indicatori per il dimensionamento ottimale della CER: il rapporto energia condivisa/immessa in rete e il rapporto sovrapproduzione/sovracconsumo nelle ore di condivisione.

LA4.12

- Biodigestore: Studio di soluzioni per l'incremento della concentrazione di metano nel biogas prodotto; caratterizzazione biodigestore in termini di quantità e qualità del gas prodotto.
- Impianto di Lampedusa: prima valutazione risparmio energetico dal recupero dell'energia frigorifera di scarto della pompa di calore per ACS.
- C.R. di Casaccia: prove per caratterizzazione impianto termofotovoltaico
- Sviluppo metodologie per quantificare l'impatto degli agenti atmosferici sulla produzione fotovoltaica

LA 4.17

Si è riprogettata la parte dell'impianto relativa al sistema che comprende la pompa di calore aria-acqua e il serbatoio di accumulo caldo/freddo. Si è individuata la capacità del nuovo boiler 500 l. Il nuovo serbatoio sarà collegato ad una pompa di circolazione con interfaccia Modbus e per le portate e temperature un flussimetro con tecnologia I-link. Il nuovo serbatoio sarà collegato alla pompa di calore (diventando sorgente), e con la pompa di circolazione al serbatoio ausiliario da 1000 l.

LA 4.19

Analisi della letteratura relativa a definizione, misura, studio delle determinanti della povertà energetica. Parte seconda: misura del fenomeno (indicatori oggettivi e soggettivi).

Approfondimento delle norme europee che inseriscono il contrasto alla povertà energetica trasversalmente tra gli obiettivi di neutralità climatica e transizione sostenibile. Parte seconda: il framework normativo relativo ad i) efficienza energetica negli usi finali, ii) efficienza energetica nel settore degli edifici.

LA 5.1

	<p>Nell'ultimo semestre della presente linea di attività sono stati effettuati ulteriori test sperimentali nella configurazione invernale per verificare i risultati ottenuti relativamente alla determinazione dei carichi invernali simulabili sperimentalmente. In parallelo, è stato realizzato il post-processing e l'analisi di tutti i risultati sperimentali ottenuti. Nella parte finale del semestre, è stata effettuata la scrittura e la revisione della documentazione tecnica relativa all'intera linea di attività.</p> <p><u>LA 5.5</u></p> <p>Nell'ultimo semestre è stata completata la fase di caratterizzazione dei due materiali a cambiamento di fase candidati per essere impiegati nel dimostratore, sono state effettuate le analisi di mercato e la preparazione di tutta la documentazione per l'acquisizione dei componenti del dimostratore e della camera climatica che sarà utilizzata per testare il dimostratore in condizioni ambientali realistiche, e infine sono stati realizzati e revisionati i report tecnici per l'intera linea di attività.</p>
<p>Sotacarbo SpA [SOTACARBO]</p>	<p><u>LA2.8</u></p> <p>È stata definita una metodologia preliminare per la stima del potenziale solare.</p> <p>Sono stati indagati casi di CER e alcuni simulatori utili a valutare la sostenibilità economica, l'impatto ambientale e stimare gli incentivi economici del progetto. Il tema IAQ si è incentrato sullo studio della sensoristica disponibile in commercio per la misurazione dei principali inquinanti. Si è svolta la prospezione geochimica di 28 pozzi per indagare la disponibilità della fonte geotermica</p>
<p>CENTRO DI RICERCA C.I.T.E.R.A.-Facoltà di Architettura LA SAPIENZA [UNIRM1_CITERA]</p>	<p><u>LA2.15</u></p> <p>L'attività del secondo semestre ha riguardato la selezione dei materiali isolanti che garantiscono elevate performance sia energetiche sia ambientali e i criteri ambientali minimi previsti per le soluzioni di coibentazione. I materiali isolanti selezionati sono stati associati agli interventi di riqualificazione energetica applicabili all'estradosso e all'intradosso. Per ciascuna tipologia di copertura sono stati definiti e stimati dal punto di vista economico gli interventi necessari per poter applicare le soluzioni proposte. Per confrontare e valutare ulteriormente la loro applicabilità è stata svolta un'analisi prezzi degli interventi di isolamento.</p>
<p>Università di Cassino e del Lazio Meridionale - UNICAS_DICEM</p>	<p><u>LA 4.3</u></p> <p>E' stato inviato il questionario ad un ridotto campione di utenti per revisione e validazione (beta-test).</p>

	<p>È stato quantificato l'impatto del feedback indiretto sui consumi di ACS di 139 edifici alimentati da teleriscaldamento.</p> <p>È stato valutato l'effetto del feedback sulla IAQ e sulla riduzione dell'esposizione agli inquinanti in 10 abitazioni residenziali.</p> <p>È stato eseguito un primo sopralluogo tecnico in un condominio ad alta efficienza energetica sito nel comune di Cassino (FR).</p>
--	---