



## Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico

### SCENARIO DI RIFERIMENTO

La Direttiva 27/2012/CE, riprendendo criteri presenti nella Direttiva 31/2010/CE, ha prescritto agli Stati membri una serie di azioni e interventi quali: la riqualificazione energetica del parco edifici della Pubblica Amministrazione Centrale (PAC) per una quota annuale, a partire dal 2014, del 3% della superficie utile del parco stesso; attività di formazione; promozione di sistemi per cogenerazione e teleriscaldamento; utilizzo di standard e strumenti in grado di assicurare e accelerare l'attuazione dei programmi per l'efficienza

energetica e raggiungere l'obiettivo del nearly Energy Zero Building (nZEB), per gli edifici pubblici, nuovi o soggetti a riqualificazione, dal 1° gennaio 2019, per tutti gli altri, anche privati, dal 1° gennaio 2021.

Il Ministero dello Sviluppo Economico ha predisposto un Piano di interventi per gli edifici della PAC e ha istituito una Cabina di Regia per gestirne la riqualificazione energetica e incentivare gli edifici nZEB.

### OBIETTIVI

Le attività hanno dato un forte contributo al raggiungimento degli standard europei e nazionali sull'efficienza energetica degli edifici, definire valori di benchmark e di riferimento prestazionali a supporto della normativa e delle politiche energetiche e sviluppare strumenti e modelli per supportare le Pubbliche Amministrazioni (PA) nelle scelte di interventi di efficienza energetica negli edifici e promuovere l'edificio nZEB. Per questo è stata

implementata la metodologia comparativa *cost-optimal*, che, in riferimento al Regolamento 244/2012/UE, ha approfondito le analisi sugli edifici di riferimento per il residenziale e non residenziale (uffici), per ulteriori verifiche dei valori di efficienza energetica raggiungibili.



Gli obiettivi specifici sono articolati come segue:

- Indagine sui consumi di complessi sportivi gestiti dal CONI Servizi, per definire indicatori per l'efficienza energetica.
- Sviluppo di una nuova procedura di ottimizzazione di

supporto alla progettazione di edifici a energia quasi zero, con riferimento alla norma europea EN 15251; definizione dei due indici di *discomfort* da utilizzare per le valutazioni dei consumi energetici negli edifici.

- Misura e analisi dei dati di consumo energetico nel complesso del Campus Bovisa del Politecnico di Milano.
- Analisi delle metodologie di diagnostica energetica degli edifici in campo illuminotecnico, per l'edilizia scolastica ed uffici.
- Realizzazione di un *tool* informatico con interfaccia grafica per promuovere gli audit energetici degli edifici e verificare la fattibilità degli interventi di riqualificazione.
- Sviluppo di modelli di modelli per la quantificazione del potenziale Ventilative Cooling nell'edilizia.
- Linee guida per la PA per indirizzare interventi di efficienza energetica negli edifici.
- Realizzazione di un sistema esperto mirato all'autodiagnosi energetica degli edifici della PA.

- Realizzazione di un sistema di controllo intelligente per la valutazione dei consumi energetici degli edifici e definizione di indicatori di prestazione ex ante ed ex post per la Building Automation.
- Sviluppo di un *tool* informatico per le diagnosi energetiche degli edifici; *tool* informatico per il controllo e la verifica dei risultati raggiunti in termini di efficienza energetica dalla PA, caratterizzazione delle tipologie di impianto nelle scuole e negli uffici.
- Sviluppo di un software dinamico per la certificazione energetica degli edifici del terziario.
- Sviluppo di una metodologia per valutare gli impatti occupazionali imputabili ad interventi di efficienza energetica.
- Realizzazione delle Linee Guida per gli Energy Performance Contract.
- Aggiornamento e sviluppo del software WinShelter espandendone le funzioni in termini di qualità del calcolo e funzionalità.
- Campagna sperimentale, per i cool material, con misurazione della funzione di riflessione bidirezionale su campioni di materiali per applicazioni in edilizia; su 16 prodotti per coperture è stata condotta una campagna sperimentale per caratterizzare e valutare i “cool pavement”.
- Sviluppo di modelli per un piano integrato di comunicazione e formazione sull’efficienza energetica, indirizzato all’utente finale e agli operatori del settore.
- Studio per la definizione, validazione e verifica di requisiti di ecodesign e di etichettatura energetica per gli apparecchi domestici bianchi, professionali e commerciali, del condizionamento/riscaldamento e dell’illuminazione.
- Sviluppo di uno strumento per rendere esplicite, all’utente, le modalità con cui viene a definirsi la spesa per le utenze elettriche, e sul modo di utilizzare gli elettrodomestici in casa.

## **RISULTATI**

### **Edifici pubblici tipo, Indici di benchmark di consumo per tipologie di edificio ad uso, ufficio e scuole. Applicabilità di tecnologie innovative e modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica**

I temi affrontati sono quelli relativi alla realizzazione di edifici nZEB, le disposizioni introdotte in materia di monitoraggio dei consumi degli edifici, lo sviluppo della metodologia *cost-optimal*, integrata da

un’analisi di sensibilità sugli standard prestazionali proposti in considerazione del fattore costo/beneficio; la messa a punto di strumenti e modelli per favorire gli interventi di riqualificazione negli edifici della PA; la definizione di modelli di aggregazione della domanda rivolta alle PA di medie e piccole dimensioni. In particolare in questo obiettivo si segnalano i seguenti risultati:

*Analisi e strumenti:* analisi critica dei dati sui consumi elettrici del terziario con individuazione delle innovazioni per il contenimento dei consumi elettrici e in generale dei consumi energetici degli edifici e dei costi dei nZEB; sviluppo ed aggiornamento della metodologia *cost-optimal* per la valutazione della rispondenza degli standard energetici nazionali; analisi del comportamento dell’utenza sui consumi energetici finali degli edifici; studio di sistemi innovativi per l’involucro edilizio opaco; analisi della sostenibilità economica nell’adozione di soluzioni per l’efficienza energetica negli edifici della PA; sviluppo del software SEAS light per diagnosi energetiche degli edifici del residenziale ed un corso e-learning per l’utilizzo del SEAS.

*Caratterizzazione edifici:* ricerca sul territorio nazionale per determinare la dotazione degli impianti del parco edifici riferiti al residenziale; caratterizzazione degli edifici ad uso scolastico nel territorio del Sulcis in collaborazione con la Soc. Sotacarbo.

*Sviluppo sistemi:* potenzialità dell’accumulo termico dell’energia solare, per soddisfare la domanda di riscaldamento e raffrescamento ambienti, e integrazione nell’edificio delle tecnologie captanti la radiazione e l’accumulo dell’energia prodotta per edifici nZEB; studio per l’efficientamento energetico degli edifici con grandi volumi mediante l’utilizzo del gas come vettore energetico e con sistemi di micro generazione e valutazione tecnico-economica, con test su cella di prova presso l’Università la Sapienza di Roma; *tool* per un codice di calcolo dinamico per la certificazione energetica degli edifici del non residenziale; studi per la valutazione del fabbisogno per illuminazione artificiale degli edifici.

### **Sviluppo modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica per le Pubbliche Amministrazioni**

Risultati raggiunti: nuova metodologia, basata sul Local Energy Balance per la costruzione e l’analisi di bilanci energetici territoriali; studio e validazione

di un modello previsionale di consumo energetico per la verifica dell'efficienza energetica dei centri sportivi di medie e piccole dimensioni; analisi dell'impatto delle valvole termostatiche sui consumi finali di utenti collegati alle reti di teleriscaldamento dei Comuni montani di zona climatica E e F; sviluppo di una metodologia per la certificazione energetico-ambientale degli edifici.

### Analisi dei modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica per le Pubbliche Amministrazioni

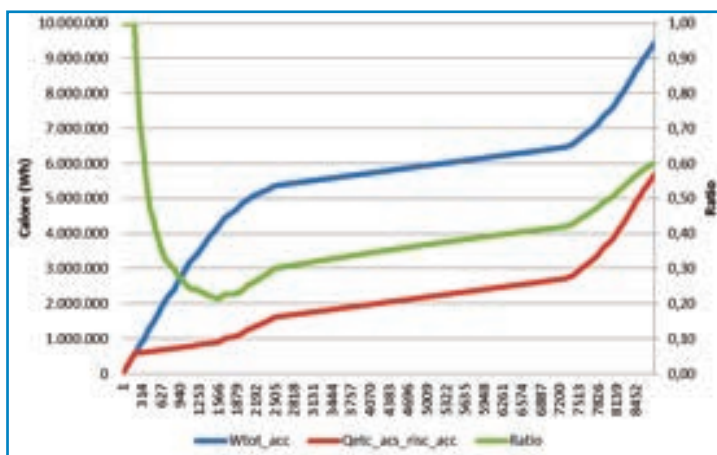
Risultati raggiunti: analisi delle barriere che ostacolano l'accesso, da parte dei Comuni italiani, ai fondi disponibili europei e locali per interventi di efficienza energetica; rapporto per la caratterizzazione delle tipologie di impianto per il condizionamento invernale ed estivo negli edifici destinati a scuole ed uffici; redazione delle linee guida per l'Energy Performance Contract, come da Dlgs 102/2014; modello per promuovere gli edifici nZEB, come definiti nel DM attuativo della Legge 90/13, con l'impiego di solare termico, dotato di accumulo stagionale, e di PdC integrate da PV.

### Verifica dei modelli e costruzione di un anno tipo per i dati di illuminamento globale e diffuso su piano orizzontale

Primo studio per la realizzazione di mappe georeferenziate dei valori d'illuminamento, in maniera analoga a quanto già disponibile per i dati d'irradiazione solare; costruzione di anni tipo d'illuminamento orizzontale globale e diffuso per le città di Milano, Roma, Palermo utilizzando dati d'irradiazione solare, elaborati da ENEA, per calcolare i dati d'illuminamento.

### Definizione di condizioni al contorno per l'implementazione del metodo per il calcolo dei consumi elettrici per illuminazione artificiale

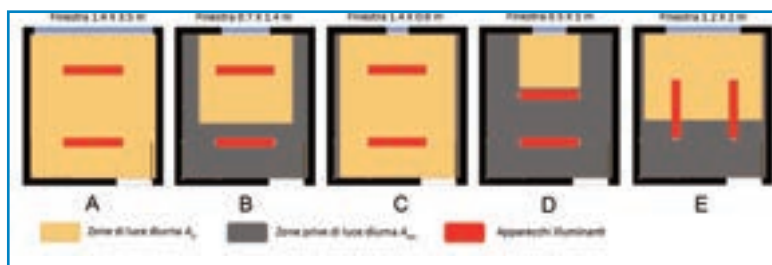
È stata definita una metodologia per il calcolo del fabbisogno energetico per l'illuminazione degli edifici che consideri il contributo dell'illuminamento naturale e che superi i limiti della normativa tecnica di riferimento attualmente in vigore (UNI EN 15193 – 2008) che, per il nostro Paese, sovrastima tale fabbisogno.



Confronto tra le curve cumulative di fabbisogno termico (riscaldamento + acqua calda sanitaria, blu) e di quota soddisfatta tramite fonte solare (rosso). La curva in verde è il rapporto orario fra quota rinnovabile e fabbisogno



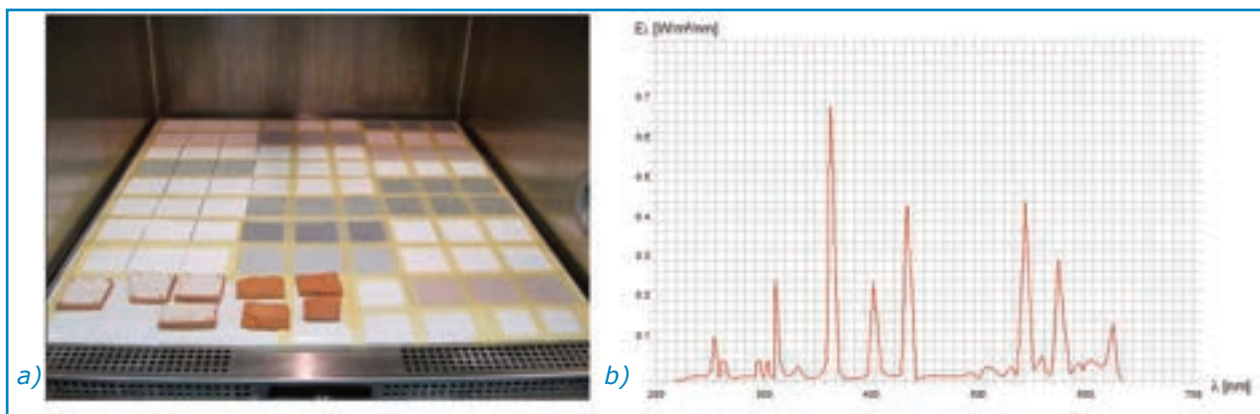
Sezione cella di prova strumentata del modulo di parete di altezza



Possibili ripartizioni delle potenze degli apparecchi nelle zone di luce diurna  $A_D$  e delle zone prive di luce diurna  $A_{ND}$  - Caso esemplificativo di un locale di dimensioni 3,5 x 4 m e finestra di dimensioni variabili

### Misura e analisi numerica della trasmittanza termica di vetrate isolanti con schermature in intercapedine

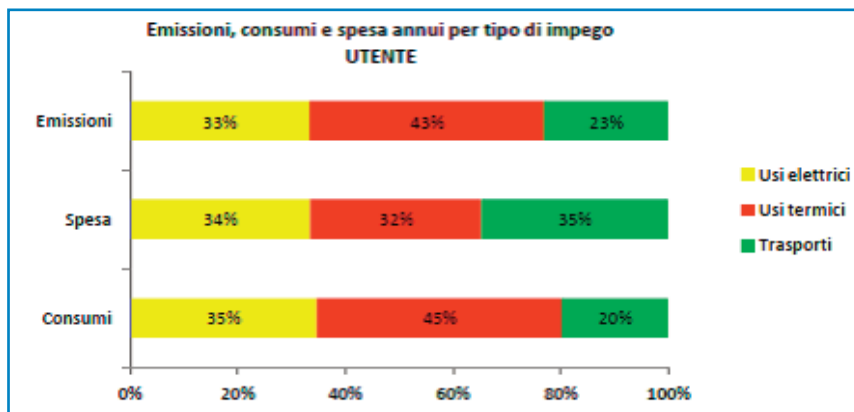
Analisi delle caratteristiche e delle prestazioni di schermature solari poste all'interno di vetrate isolanti, per caratterizzarle dal punto di vista ottico. I dati sono stati usati come input per la determinazione delle proprietà luminose, solari e termiche di sistemi semi-trasparenti evidenziandone limiti e benefici prestazionali.



a) campioni nella camera climatica;  
b) spettro della lampada UV utilizzata

### Sviluppo, sperimentazione e caratterizzazione di materiali innovativi (cool materials)

Valutazione parametrica delle prestazioni dell'involucro edilizio semitrasparente per illuminazione artificiale e climatizzazione estiva nel contesto italiano e caratterizzazione dei cool material per le chiusure verticali dell'involucro edilizio con valutazione parametrica delle prestazioni dell'involucro edilizio semitrasparente nel contesto italiano.



Tool Informatico - Stima di consumi, emissioni e spesa annui dell'Utente per aree di indagine, in %

### Piano integrato per l'informazione e la diffusione delle tecnologie verso i cittadini, le aziende e le pubbliche amministrazioni

È stato sviluppato il piano integrato di comunicazione con successiva analisi dell'utilizzo di ambienti virtuali di apprendimento per la formazione di tecnici nel settore dell'Efficienza Energetica ed un tool informatico per l'uso efficiente delle apparecchiature elettriche nel residenziale. È stata effettuata la definizione, validazione e verifica di requisiti di ecodesign e di etichettatura per gli apparecchi bianchi, professionali e commerciali, in particolare nel settore refrigerazione, lavaggio, cottura, condizionamento e illuminazione.

### Comunicazione e diffusione dei risultati

È stata studiata una piattaforma in grado di implementare una comunicazione che si pone l'obiettivo di stimolare, promuovere ed aumentare la cultura del risparmio energetico, divenendo il punto di riferimento, specie per le PA, intenzionate a trasformare il risparmio energetico in un valore in grado di caratterizzare il comportamento dei suoi dipendenti.

Area di ricerca: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto C.2: Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico

Referente: G. Fasano, gaetano.fasano@enea.it