



ENEA

Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente

DOSSIER

DALL'ECOBUILDING AL DISTRETTO ENERGETICO: LA PROPOSTA ENEA PER UN MODELLO DI SVILUPPO FONDATO SU ECOEDIFICI E GENERAZIONE DISTRIBUITA

Workshop

**DALL'ECOBUILDING AL DISTRETTO ENERGETICO:
RICERCA E GOVERNANCE VERSO NUOVI MODELLI DI SVILUPPO**

19 dicembre 2007

Roma

*Ambiente
Energia
Innovazione*



ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E L'AMBIENTE

DOSSIER

**DALL'ECOBUILDING AL DISTRETTO ENERGETICO:
LA PROPOSTA ENEA PER UN MODELLO DI SVILUPPO
FONDATO SU ECOEDIFICI E GENERAZIONE DISTRIBUITA**

Workshop

**DALL'ECOBUILDING AL DISTRETTO ENERGETICO:
RICERCA E GOVERNANCE VERSO NUOVI MODELLI DI SVILUPPO**

19 dicembre 2007
Roma

A cura di Mauro Annunziato con la collaborazione di:

(ENEA: Dipartimenti TER, ACS, FIM, Direzione Centrale SIC, Ufficio di Presidenza)

Ilaria Bertini

Francesco Ceravolo

Marco Citterio

Biagio Di Pietra

Stella Fanou

Gaetano Fasano

Giuseppe Ferrari

Simonetta Fumagalli

Emilio Manilia

Carlo Manna

Francesca Margiotta

Stefano Pizzuti

Giovanni Puglisi

Alessandra Scognamiglio

Giampaolo Valentini

Michele Zinzi

Massimo Gallanti (CESI RICERCA)

Ennio Rubino (TRE)

Giuseppe Tomassetti (FIRE)

Dario Di Santo (FIRE)

INDICE

Sintesi	5
----------------	----------

IL CONTESTO TECNICO-ECONOMICO ITALIANO

1. Il contesto tecnico-economico Italiano	11
1.1 I consumi attuali	11
1.2 Il settore Residenziale	13
1.3 Il settore non Residenziale	14
1.4 L'Efficienza energetica oggi	16
1.5 Gli strumenti della Governance	17
1.6 I serbatoi dell'efficienza ed il Piano d'Azione	17
1.7 Le tecnologie e mercati emergenti in Italia	20

L'OFFERTA DELL'ENEA

2. La strategia	27
2.1 L'approccio del distretto energetico integrato	28
2.2 L'asintoto di riferimento: la trasformazione del sistema energetico e le Smart Grids	30
2.3 La strategia del progetto mobilizzatore	31
3. L'offerta tecnologica	33
3.1 Le metodologie innovative sviluppate per l'approccio di sistema	33
3.1.1 La modellazione dinamica ed il progetto ottimizzato: la piattaforma Odesse	33
3.1.2 La gestione ottimizzata del distretto energetico	39
3.1.3 Il controllo integrato dell'ecobuilding	43
3.2 Le tecnologie e prodotti sviluppati	45
3.2.1 La certificazione energetica: i sw DOCET, RECAL, EPAnR, SENECA	45
3.2.2 Il calcolo della radiazione solare: il sistema NWG (Neural Weather Generator)	50
3.2.3 L'illuminazione efficiente: le tecnologie sviluppate da ENEA	51
3.2.4 La casa intelligente	57
4 Le attività di dimostrazione e la presenza sul territorio	61
4.1 Il programma di dimostrazione: i dimostratori in progetto in Italia.	61
4.2 I prodotti formativi e la diffusione.	63
4.3 L'attuazione delle politiche energetiche: l'ENEA a supporto della legge Finanziaria	65
4.4 La rete ENEA e la presenza sul territorio	67
• I Punti di Iniziativa Locale	
• Il Consorzio T.R.E.	
• CESI RICERCA	
• La FIRE	
5 Conclusioni e prospettive future	73

Sintesi

È ormai evidente che il tema dell'uso dell'energia compatibile con l'ambiente sta pervadendo ogni aspetto del modo di vivere, di fare cultura, scienza e tecnologia, di fare politica. La ormai ben nota direttiva dell'UE del 20-20-20 per cui siamo chiamati a diminuire al 2020 i consumi e le emissioni del 20 % ed incrementare della stessa entità le fonti rinnovabili, si configura come una delle sfide più ardue per l'Europa.

Pensare che questo cambiamento possa realizzarsi con le attuali tecnologie o agli attuali assetti economici è illusorio: è in corso una onda lunga che potrà durare decenni e cambiare molte cose, facendo tra l'altro crescere la quota di energia prodotta localmente. I programmi di sviluppo ed i piani industriali che si stanno varando oggi daranno i frutti tra pochi anni quando si ridisegneranno gli equilibri industriali. Inoltre l'impatto delle tecnologie per la efficienza energetica coinvolge in modo molto più significativo il cittadino. Tali tecnologie entrano nella sua casa, cambiano i suoi beni ed i suoi comportamenti, stimolano la aspirazione a produrre autonomamente l'energia di cui ha bisogno.

I consumi energetici del settore Civile crescono del 2% l'anno. Questo fenomeno è dovuto alla crescita dei consumi elettrici, in particolare negli ultimi anni a quelli per il condizionamento estivo. Il picco di assorbimento di potenza elettrica estiva ormai supera sistematicamente quello invernale. Si può sommariamente valutare che almeno il 15% delle abitazioni italiane siano dotate di un sistema di raffrescamento estivo. Siamo ancora lontani dal 50% degli USA e ciò fa pensare a ulteriori incrementi della domanda con gravissimi problemi per il nostro sistema produttivo e di gestione.

Dall'analisi dell'indice ODEX di efficienza energetica per il settore residenziale emerge che nei primi anni 90 c'è stato un più rapido miglioramento nella efficienza energetica che è rallentato negli ultimi anni quando il passo Italiano ha mostrato una velocità più bassa rispetto alla media europea. Alcuni di questi limiti sono da ricercare nelle *barriere non tecnologiche* tra cui in particolare le difficoltà autorizzative e normative che frenano la generazione distribuita, il mercato ancora instabile dei titoli di efficienza energetica e un grado di informazione e formazione dei settori professionali e dei cittadini non ancora adeguato.

Altri limiti sono invece da ricercare nelle barriere tecnologiche legate soprattutto alla *manca*za di *tecnologie di sistema* in grado di affrontare il problema nella sua intera complessità. L'offerta industriale è frammentata in attori che offrono componenti del sistema (edifici, macchine, pannelli fotovoltaici, sistemi di controllo, sistemi di illuminazione) perdendo di vista la loro integrazione in una unica cornice che consideri l'intero sistema edificio-impianto, se non l'intero distretto energetico. Questa frammentarietà di standard, di linguaggi e specializzazioni, lascia sul terreno gran parte del potenziale di efficienza energetica e fonti rinnovabili che potrebbe essere sfruttato. Esiste inoltre una specificità dell'area Mediterranea che rende poco adattabili soluzioni già sperimentate nel Nord Europa non soltanto per motivi tecnici quanto per motivi di economia dovuti alla diversa ripartizione dei consumi tra estate ed inverno, alla forte presenza di centri storici ed intensa urbanizzazione. L'approccio complessivo va quindi ridefinito ed occorre passare dall'idea di una efficienza legata alla sostituzione del componente verso l'idea dello sviluppo di *Architetture Energetiche Mediterranee* complessive.

Un passo avanti in questa direzione potrà senz'altro essere frutto del programma *Industria 2015* che sembra mirare più a soluzioni integrate piuttosto che singole componenti. Tale programma ha già di fatto stimolato l'analisi dello stato della *eco-industria* italiana (di cui una breve sintesi è riportata nel documento) e l'inizio di una nuova sinergia del sistema Industria-Ricerca-PA. Unendo la spinta sulla offerta e quella sulla domanda (Legge Finanziaria 2007) la strategia potrebbe convergere verso gli obiettivi prefissati dal Piano d'Azione Italiano 2016 per la Efficienza energetica che prevede una riduzione del 9.6 % dei consumi entro il 2016.

Nella logica di approfondire questa sinergia nascente e trasformarla in una vera e propria *coevoluzione* energetica, l'ENEA ha scelto di aderire ad una strategia decisamente più sistemica rispetto all'approccio sulla singola tecnologia oggi diffuso. L'obiettivo è quello di puntare ad un *modello di sviluppo* dove possano articolarsi in modo armonico sia i fattori connessi alla necessità di una immediata riduzione dei consumi, che alle necessità di preparare un cambiamento tecnologico-industriale.

Tale modello si concretizza nel paradigma dei *distretti energetici*, ovvero insediamenti di varia natura (residenziale, non residenziale, industriale) in cui, attraverso un mix di soluzioni tecnologiche, è possibile ottimizzare l'interazione tra consumo e generazione locale dell'energia, riducendo i consumi e ricorrendo

quanto più possibile ed economicamente compatibile, alle fonti rinnovabili. Tale modello offre la possibilità non solo di integrare un cluster di tecnologie (e di aziende) ma anche di stabilire nuove ed organiche relazioni in tutta la filiera, dall'utente, ai produttori, all'integratore, al gestore, al finanziatore, alla pubblica amministrazione, al mondo della ricerca. La visione integrata del distretto energetico permette di ottimizzare la progettazione dell'intero sistema agendo contestualmente sulla minimizzazione dei consumi delle singole utenze, sulla produzione locale ed economica dell'energia, sulla integrazione delle fonti rinnovabili, sulla gestione ottimale del sistema.

Le tecnologie chiave su cui ENEA punta sono quindi metodologie innovative a carattere strategico che identificano proprio nel sistema l'obiettivo dello sviluppo tecnologico. In questa ottica l'ENEA sta sviluppando una piattaforma software (*ODESSE - Optimal DESign for Smart Energy*) in grado di simulare dinamicamente un ecobuilding o sistemi di edifici connessi ad impianti di generazione distribuita e fonti rinnovabili con condizioni tariffarie, fiscali e normative reali. Dispone di un modello dinamico del sistema da la possibilità di valutare il comportamento dell'intero sistema sull'arco annuale in funzione delle caratteristiche meteo del sito e le richieste del contesto territoriale. L'accoppiamento del simulatore dinamico ad algoritmi di ottimizzazione permette di individuare la soluzione progettuale migliore rispetto ad una ampia varietà di parametri (costo, risparmio energetico, comfort, gestione, normativa) senza dover simulare tutte le configurazioni di impianto possibili. Sempre su questa linea ENEA ha sviluppato tecnologie innovative per il controllo integrato dell'ecobuilding o dell'intero distretto energetico (controllo evolutivo) con metodi molto avanzati, capaci di compensare effetti di invecchiamento del sistema o cambiamento delle condizioni al contorno o l'auto-recupero di condizioni di emergenza come un black out della alimentazione esterna.

Con queste tecnologie ENEA ha già sviluppato diverse applicazioni di riqualificazione energetica di edifici e complessi di edifici, con soluzioni innovative e di progettazione di ecobuilding e dei loro sistemi di controllo. Alcuni casi pilota sono presentati nel documento.

Uno degli elementi significativi di tali applicazioni è stato l'adattamento del progetto complessivo alle utenze specifiche ed alle risorse locali (sole, vento, clima, temperatura, umidità) che incidono sia sull'edificio quanto sulle fonti rinnovabili. Per questo tipo di analisi ENEA ha sviluppato un programma, il Neural Weather Generator, che permette la predizione dei dati climatici attraverso l'utilizzo di specifiche reti neurali avanzate addestrate sui dati di un atlante solare. Tale metodologia ha mostrato prestazioni superiori ai sistemi di predizione comunemente utilizzati.

Oltre alle tecnologie di sistema, l'ENEA è impegnato in modo significativo nello sviluppo di prodotti, tecnologie e strumenti che possono essere considerati componenti di un sistema più vasto, ma che hanno in sé una valenza. In particolare un ampio sforzo è stato fatto sul tema del calcolo del consumo dell'edificio e della sua certificazione energetica. In questa linea sono stati sviluppati diversi codici di calcolo tra cui il codice RECAL PE per la certificazione energetica rigorosa di edifici esistenti o nuovi ed il codice DOCET per la certificazione energetica a basso costo di edifici esistenti con metodo semplificato.

Uno sforzo significativo è stato fatto sulla tematica della illuminazione efficiente sia all'interno che all'esterno dell'edificio come ampiamente indicato dai Piani d'Azione Europei ed Italiano. Lo sforzo si è concentrato su due tecnologie brevettate: il sistema LUCE e la lampada Stapelia. Il sistema LUCE è un regolatore di flusso di seconda generazione a controllo digitale remotizzato che permette risparmi fino al 40 % con tempi di ritorno dell'investimento di circa tre anni. Il sistema è stato dotato di queste caratteristiche per dare modo ad un supervisore intelligente di controllare l'intera illuminazione di un paese o di un quartiere. La Stapelia è una lampada LED ad alimentazione fotovoltaica con un accattivante design con la forma dell'omonimo fiore. Stapelia costituisce un esempio di una possibile linea di prodotti che accoppiano l'efficienza del LED, le fonti rinnovabili ed il design. Infine ENEA ha una intensa attività di caratterizzazione e qualificazione di apparecchiature elettriche (es: CFL, tubi di luce), che svolge presso il laboratorio CORVO (centro di Ispra), un attrezzato laboratorio utilizzato in diversi progetti europei seguendo i più avanzati protocolli di misura.

Oltre al laboratorio CORVO, ENEA dispone di un laboratorio importante per prove sui componenti e sui materiali dell'edificio. La Casa Intelligente è un laboratorio molto strumentato che consente di valutare e confrontare, a parità di condizioni, le prestazioni, energetico - ambientali, di configurazioni e soluzioni impiantistiche diverse o di valutare le prestazioni di una villetta come unica unità o di sviluppare nuove logiche di controllo. Molte competenze e strumentazioni diagnostiche hanno permesso sia prove in laboratorio che prove in condizioni reali di edifici esistenti, tipicamente di valore storico.

Accanto all'offerta prettamente tecnologica l'ENEA svolge un ruolo significativo nel supportare l'attuazione delle politiche per l'efficienza energetica e la crescita della conoscenza di queste tematiche. In particolare ENEA supporta l'Authority per l'Energia, l'Elettricità ed il Gas per la valutazione delle domande dei titoli energetici; il Ministero per lo Sviluppo Economico per l'attuazione della legge finanziaria 2007 di cui cura

la diffusione ed il monitoraggio; sviluppa una ampia *offerta formativa* in particolare nel campo della certificazione energetica degli edifici e le linee guida per la loro progettazione e nel campo della illuminazione. Infine ENEA ha sviluppato una ampia rete di presenza sul territorio attraverso 15 *Punti di Iniziativa Locale*, principalmente impegnati sulla efficienza energetica e sugli edifici, che permette di offrire know how con una sensibilità sviluppata direttamente sul territorio. Oltre a questa presenza ENEA dispone di una rete stabili di collaborazione con l' associazione *FIRE* ed alcune aziende partecipate da ENEA (*Consorzio TRE, Cesi Ricerca*) su efficienza energetica, edifici e distretti energetici.

La strategia dei progetti mobilizzatori di dimostrazione

Il *fil rouge* che ENEA ha scelto per sviluppare una sinergia tra tutte le attività citate è quello dei *progetti mobilizzatori di dimostrazione*. Questa strategia consiste nello sviluppo di soluzioni ottimali per specifiche tipologie di distretto energetico, nella realizzazione di *dimostratori pilota ad alta visibilità* ed infine nell'azione di spinta nel mercato delle soluzioni sviluppate. Per ogni progetto possono essere costruiti dei *pacchetti integrati* che identificano non soltanto le soluzioni tecnologiche ma anche quelle finanziarie che possano mettere in grado team di aziende sinergiche di offrire sul mercato l'intero *pacchetto integrato*.

Tali soluzioni, implementate su un dimostratore in piena scala, devono provare la loro efficacia tecnico-economica in termini di: innovazione, prestazioni, costi, efficienza, robustezza, competitività, certezza sui tempi di ritorno degli investimenti. In parallelo, una attività di *Technology Push* mira ad avviare un indotto ed un volano per garantire la replicazione in toto o in parte della esperienza attraverso una serie di direzioni, quali lo sviluppo di standard e linee guida; le azioni di trasferimento tecnologico attraverso iniziative di partnership e spin-off; attività di formazione per la produzione delle figure professionali necessarie alla replica della esperienza; azione di diffusione e sensibilizzazione verso la specifica filiera; comunicazione al cittadino ed educazione verso un *sistema efficiente possibile* fondato sulla maggiore credibilità che un esempio reale può avere ed evocare; sostenere l'*accettabilità sociale* o meglio la *desiderabilità sociale* dell'insediamento.

Per questo motivo l'ENEA ha lanciato un ampio programma di proposte per la realizzazione di progetti mobilizzatori basati su dimostratori importanti, selezionando la tipologia dei distretti energetici pilota in base alla loro potenzialità di innescare volani significativi in termini di ricadute sul risparmio energetico, di tecnologie sviluppate e di indotto industriale ed occupazionale generato.

IL CONTESTO TECNICO-ECONOMICO ITALIANO

1. IL CONTESTO TECNICO-ECONOMICO ITALIANO

1.1 I consumi attuali

Se facciamo riferimento ai consumi medi nazionali ed al parco immobiliare di riferimento si valuta che una unità residenziale di 90/100 mq, in un fabbricato multipiano, realizzata con finitura media e con le tradizionali caratteristiche costruttive richiede in termini energetici per la sua costruzione circa 100 tonnellate di materiali (cemento, calce, laterizi, pavirivestimento, sanitari, ecc) in gran parte prodotti mediante processi di cottura, con un costo energetico medio di circa 750 kCal/kg prodotto. Se ne deduce che il costo energetico dei materiali necessari a realizzare una abitazione di questo tipo si aggira sui 5,5 tep (tonnellate equivalenti di petrolio), considerando anche il costo energetico del cantiere, delle movimentazioni terra, del trasporto degli inerti, ecc. Valutando i consumi medi per il riscaldamento pari a circa 1tep/anno in poco più di 5 anni una abitazione consuma, per il solo riscaldamento, una quantità di energia uguale a quella impiegata per la sua costruzione.

Da quanto esposto si capisce l'importanza e la necessità di intervenire e migliorare l'efficienza energetica del sistema edifico-impianto e di governare i consumi di gestione (riscaldamento, condizionamento, illuminazione, ventilazione, consumi degli elettrodomestici, ecc.) con maggiore attenzione e controlli, rispetto all'efficienza dei processi di produzione, e della necessità di sensibilizzare e disciplinare con strumenti più idonei gli aspetti legati alla manutenzione.

Il totale dei consumi in termini primari dovuto al Civile è passato da 62,4 Mtep nel 1991 (su una disponibilità totale nazionale di 167 Mtep) a 80 Mtep nel 2006 (su una disponibilità di 197 Mtep). Mentre la curva media della disponibilità nazionale sale con una pendenza media dell'1%, quella del totale primario del Civile sale con una pendenza media del 2%. Questo fenomeno è dovuto alla crescita dei consumi elettrici, in particolare negli ultimi anni a quelli per il condizionamento estivo.

Il trend dei consumi elettrici ha visto aumentare l'incidenza rispetto ai consumi totali dal 19% nel 1991 al 26% nel 2000, al 28% nel 2005. È, tuttavia, da notare che, a fronte di un forte incremento delle esigenze di comfort e di qualità della vita nelle abitazioni, il totale dei consumi finali di energia nel Civile (Residenziale e Terziario) è aumentato di poco – circa l'1% annuo medio – nell'ultimo trentennio. È però mutata la ripartizione fra i diversi vettori. I consumi del settore per gas ed elettricità soddisfano l'82% della domanda di energia, il 15% i prodotti petroliferi, combustibili solidi ed altro il rimanente. Va considerato, anche se la quota predominante spetta al settore residenziale, che quello del non residenziale sta aumentando il trend dei consumi energetici per cui, mentre nel 2000 il residenziale pesava per il 67% ed il non residenziale del 33%, nel 2005 il residenziale pesa del 64% mentre il non residenziale del 36% del totale dei consumi del settore del civile.

Le case in Italia sono 27,5 milioni con distribuzione sul territorio non omogenea e con insediamenti che coprono fasce climatiche con Gradi Giorno da 600 ad oltre 3000 e con una densità immobiliare maggiore nelle fasce climatiche D ed E. C'è da tener presente che gli edifici presentano un alto grado di differenziazione nelle tipologie edilizie e costruttive, una incidenza di immobili abusivi, la cui qualità prestazionale è "incerta", e realizzazioni, avvenute dopo la legge 373/76 e successive integrazioni e modifiche sul contenimento dei consumi, la cui rispondenza dell'eseguito rispetto al progetto esecutivo di cantiere lascia molte perplessità ed incertezze a causa dei controlli, praticamente nulli, da parte del settore Pubblico preposto, e delle conoscenze approssimative degli addetti ai lavori.

I consumi primari della sola gestione (76,3 Mtep) rappresentano, nell'anno 2005, il 37% circa del fabbisogno primario. Nella figura 1.1 sono rappresentati i consumi totali del civile in termini usi finali e primari e si nota come la curva dei consumi in termini primari denunci valori di consumo più significativi, e mostra un costante aumento nei consumi. Nella figura 1.2 si sono confrontate le due curve in cui si evidenziano alcune differenze dovuto al fatto, sopra esposto, dei differenti pesi tra usi finali ed energia primaria.

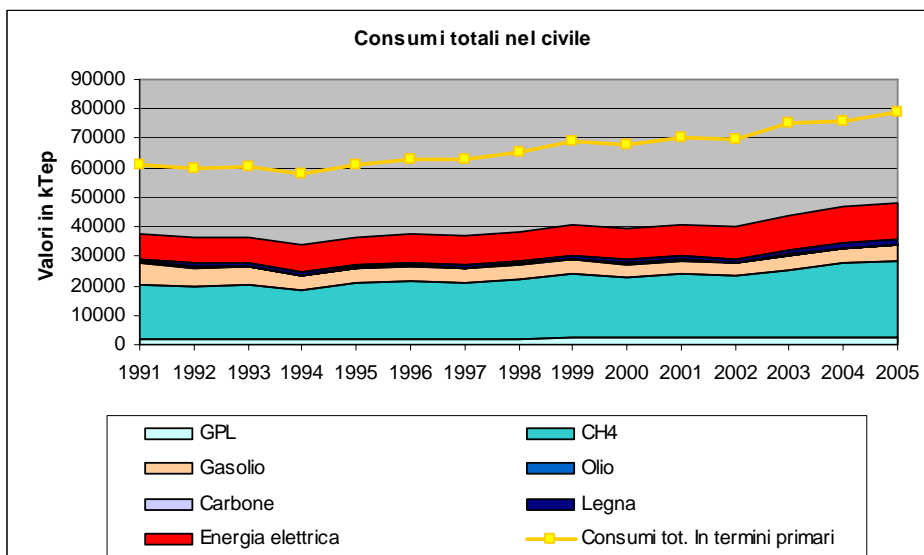


Fig. 1.1 - Consumi totali nel settore civile

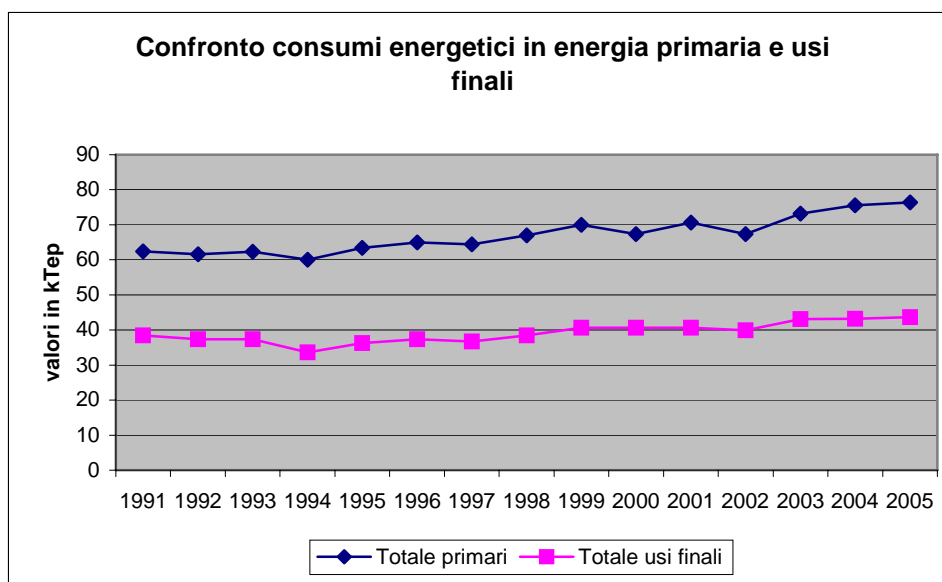


Fig. 1.2 - Confronto dei consumi energetici in termini primari e usi finali

Nella figura 1.3 sono riportati i consumi e le percentuali elettriche dei settori residenziale e non residenziale. Il Residenziale ha registrato un incremento dei consumi di energia elettrica dal 1991 al 2005 di più del 13,5%, mentre nello stesso periodo, quelli per il gas si sono incrementati di circa l' 11%. Il non residenziale, sempre nello stesso periodo, ha registrato un aumento dei consumi elettrici del 18,2%, e per il gas 16,6% manifestando un sensibile incremento dei consumi specie per quelli elettrici, dovuti in parte al condizionamento estivo e in parte ad una cattiva gestione degli impianti di illuminazione, meccanici e ventilazione.

Il settore del non residenziale presenta profili di utenza e tipologie edilizie estremamente diversificate. C'è una carenza di dati sulla consistenza edilizio-tipologica del parco del non residenziale non solo sull'aspetto architettonico e della consistenza, ma anche su quello impiantistico per cui è praticamente impossibile poter descrivere una situazione analoga a quello del residenziale.

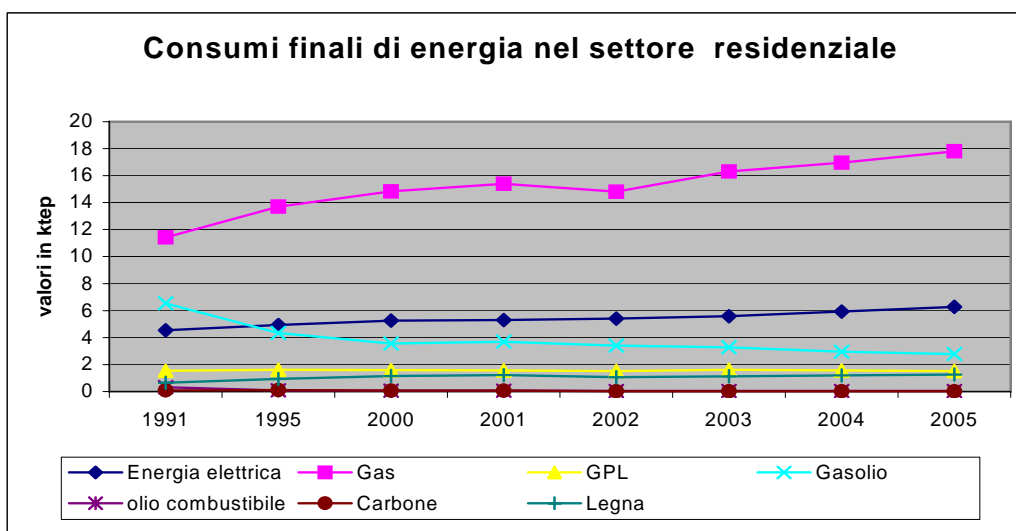


Fig. 1.3 - Consumi finali di energia nel settore residenziale
Fonte: ENEA, Ministero Sviluppo Economico

Si può, comunque, registrare, nonostante la sempre maggior diffusione degli elettrodomestici ad alta efficienza e quella delle lampade a basso consumo, il costante aumento dei consumi elettrici nei due settori, residenziale e non residenziale, soprattutto dal 2002 per le condizioni climatiche estive e, per il non residenziale, per problemi di marketing e comfort (vedi fig. 1.4)

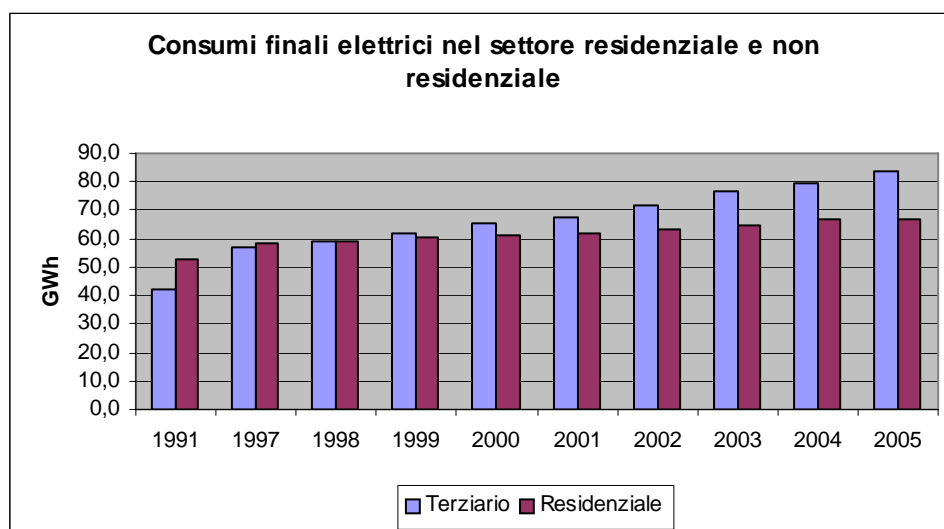


Fig. 1.4 - Consumi finali elettrici nel settore residenziale e non residenziale
Fonte: ENEA, Ministero Sviluppo Economico, TERNA

1.2 Il settore Residenziale

Il riscaldamento rappresenta ancora il maggiore consumo energetico nel Residenziale. Nel 1991 tale consumo corrispondeva a 17,3 Mtep (68,9% del totale dei consumi residenziali), mentre nel 2003 il consumo è stato di 19,1 Mtep (68,2% del totale dei consumi residenziali). A questo si aggiunga che le esigenze di "comfort" sono nel frattempo aumentate e si ritiene che una sensibile percentuale di sprechi – oltre il 15% dei consumi per il riscaldamento nel Residenziale - possa essere recuperata. Studi statistici confermano che, mentre il consumo per metro quadrato delle abitazioni italiane riscaldate è fra i più bassi tra i paesi sviluppati del mondo – ovviamente per la mitezza del clima -, il consumo per mq e Grado-Giorno risulta fra i più alti. Ciò deriva senza dubbio da una gestione non ottimale del sistema edificio-impianto e, soprattutto, dalla bassa qualità costruttiva-manutentiva degli involucri.

Consideriamo che i 2/3 dei nostri edifici sono stati costruiti prima della legge 373/76, legge che trattava anche l'isolamento e l'impiantistica termica degli edifici, non si è rivelata efficace e non è gestita in maniera ottimale. Sensibili riduzioni degli sprechi si sono avute a seguito della diffusione degli impianti cosiddetti autonomi, che inducono l'utente a controllare i propri consumi, anche se la soluzione energeticamente più efficiente rimane quella dell'impianto centralizzato/collettivo con contabilizzazione del calore consumato. Lo stato delle cose ci mette di fronte alla situazione per cui il parco immobiliare risulta equipaggiato per oltre 13 milioni di impianti autonomi.

I consumi per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) registrano un incremento negli ultimi anni a circa 3 Mtep nel 2005 (circa il 10% dei consumi nel Residenziale). Praticamente quasi tutte le abitazioni italiane sono dotate di acqua calda sanitaria. È giustamente molto diffuso lo scaldacqua a gas ma sopravvive un alto numero (dell'ordine di 8 milioni, con un tasso di sostituzione annuale di circa 400mila pezzi) di scaldacqua elettrici, che, pur se di facile gestione e manutenzione, rappresentano una tecnologia che produce efficienze energetiche molto basse.

L'energia spesa in cucina è rimasta praticamente costante negli ultimi anni, circa 1,4 Mtep, ma ciò è molto significativo se si pensa che nel medesimo intervallo di tempo il numero delle famiglie è aumentato del 30%, questo dato è interessante sotto il diverso "modus vivendi" delle famiglie. Sono intervenuti grandi trasformazioni di carattere sociale e comportamentale, che alcuni studi hanno approfondito per poterle valutare e dedurne le indicazioni per armonizzare la domanda con l'offerta di mercato.

Altro fattore importante è quello relativo al raffrescamento estivo degli edifici. Il picco di assorbimento di potenza elettrica estiva ormai supera sistematicamente quello invernale. Si valuta che se tutte le macchine per la climatizzazione estiva venissero azionate contemporaneamente, la potenza assorbita dalla rete elettrica aumenterebbe di oltre 4000 MW. Considerando anche le vendite degli anni passati, le sostituzioni e i fuori uso, si può sommariamente valutare che almeno il 15% delle abitazioni italiane siano dotate di un sistema di raffrescamento estivo. Siamo ancora lontani dal 50% degli USA e ciò fa pensare a ulteriori progressi su questa strada con gravissimi problemi per il nostro sistema produttivo e di gestione. È necessario disciplinare con iniziative a livello di Governo Centrale o Regionale questo settore oltre che per migliorare le efficienze di rendimento e di consumo anche per tutelare un bacino di utenza confuso e poco consapevole.

1.3 Il settore non Residenziale

I macro dati a disposizione sono pochi e non forniscono informazioni dirette sulla distribuzione dei consumi per le singole categorie economiche che compongono il settore e, comunque, quelli utilizzati sono quelli disponibili, per categoria, a partire dal 1999. Utilizzando dei dati indiretti ed elaborandone alcuni disponibili dalle Associazioni e dal GME e dall'ISTAT è possibile descrivere un quadro di riferimento sul trend dei consumi e sui vettori che maggiormente sono interessati da incrementi e decrementi negli usi finali. Un dato generale, che risulta dal trend, è che si registra un costante aumento per tutti i settori con valori in forte crescita per il commercio, la categoria alberghiera ristorazione, e quella delle comunicazioni. Nella figura 1.5 sono riportati alcuni settori di cui si dispongono i dati.

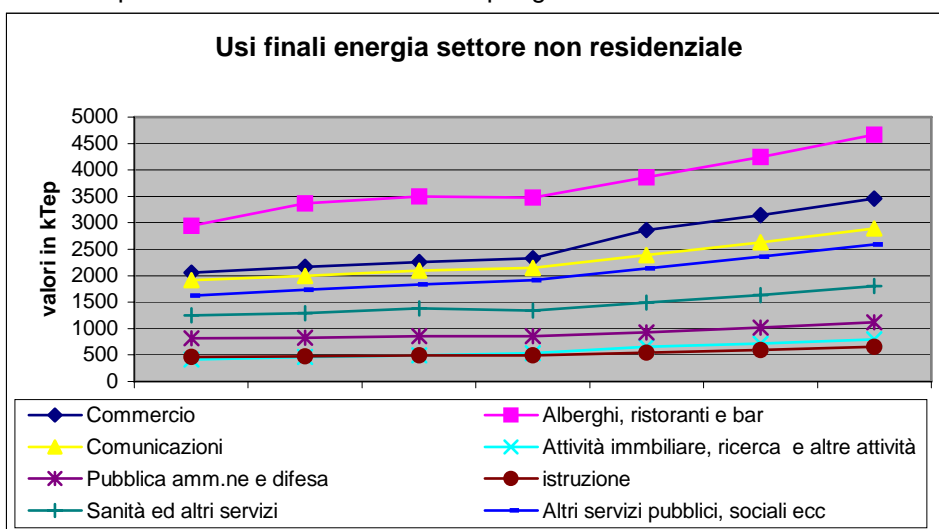


Fig. 1.5 - Usi finali dell'energia settore non residenziale
Fonte: ENEA, GME

C'è da tener presente che il settore commerciale e quello alberghiero ristorativo sono di difficile “controllo” ed indirizzo per motivi prettamente legati alle attività svolte, in cui il rapporto con il cliente e con il pubblico, gli allestimenti per la vendita del prodotto e necessità di marketing hanno la priorità su gli aspetti energetici e di efficienza. Tenendo conto del numero di questi esercizi e del fatto che consumano molta energia nobile, quella elettrica, i settori alberghiero e commerciale sono quelli in cui si potrebbero ottenere risultati interessanti intervenendo con sistemi a basso impatto ed alta efficienza sui sistemi impiantistici e sull'involucro utilizzando procedure con le ESCO o il third financing. In tal senso ci sono esperienze molto interessanti in altri Paesi della UE e negli USA in cui mantenendo le condizioni di comfort si sono ottenuti risparmi dell'ordine del 30%.

Sarebbe interessante indagare a fondo anche il settore pubblico, ma la scarsità dei dati e il loro grado di incertezza, non consentono di indagare il trend di questo settore che secondo studi ed indagini svolte da diversi enti e società del settore hanno un altissimo potenziale di risparmio.

Risulta evidente che per poter affrontare seriamente questo settore del non residenziale si deve promuovere una indagine conoscitiva dei consumi dei singoli sotto settori e poter contare sulla collaborazione dei soggetti fornitori di energia per poter ottenere non solo dati aggregati per macro settore ma anche dati specifici per edificio. Altra evidenza è nel fatto che poter incidere sui trend è indispensabile un'analisi molto approfondita sul mix energetico, sulle singole categorie di uso, sulle tipologie impiantistiche e sulle tipologie edilizie. In alcune categorie ci si aspetta di constatare una potenza installata di impianto, per il condizionamento invernale ed estivo, superiore a quanto richiesto del sistema edificio impianto di circa un 20%.

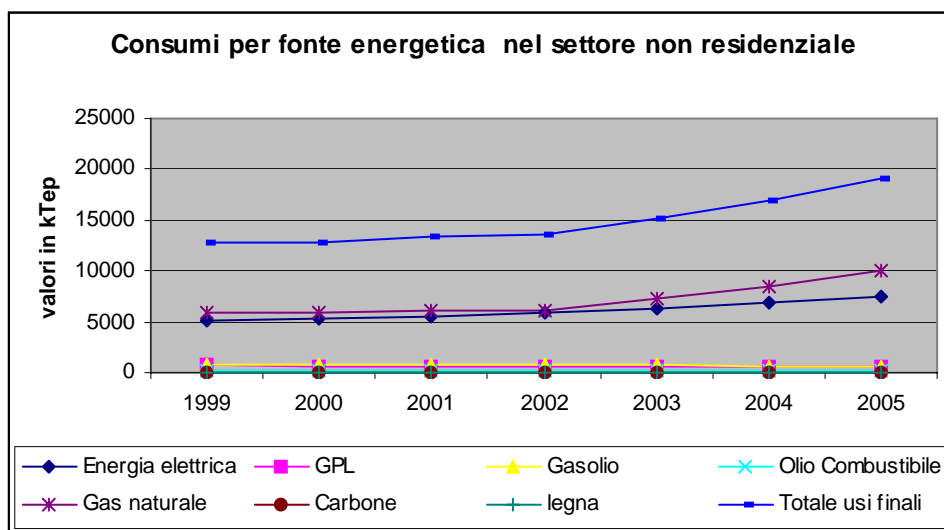


Fig. 1.6 - Consumi per fonte energetica nel settore non residenziale
 Fonte: ENEA, Ministero Sviluppo Economico

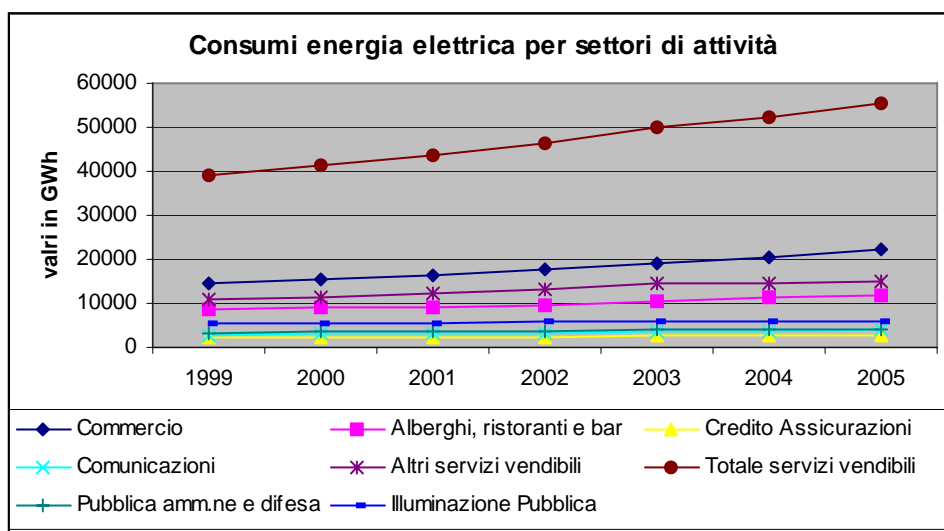


Fig. 1.7 - Consumi energia elettricità per settori di attività
Fonte: ENEA, GME

1.4 L'Efficienza Energetica oggi

Una sintesi dello "stato di efficienza" del settore residenziale in Italia comparato con lo stato della efficienza nei paesi europei (EU15) è stata condotta nel contesto del progetto ODYSSEE: *Energy Efficiency Indicators in Europe*. ODYSSEE è un progetto congiunto tra ADEME, il Programma EIE della Commissione Europea e gli Enti Energetico-Ambientali Nazionali dei 15 Paesi della UE più la Norvegia. Questo progetto ha per scopo la realizzazione di un database contenente dati dettagliati sui consumi energetici dei 15 Paesi, distinti per utenti finali e sottosectori, indicatori di efficienza energetica e indicatori connessi alla CO₂. L'ENEA è l'ente italiano partecipante al progetto.

L'analisi si basa sugli indici sintetici di efficienza energetica, costruiti a partire da indicatori di consumo unitario dettagliati per uso finale e ponderati per il loro peso sui consumi finali del settore. L'indice di efficienza energetica ODEX riportato in figura 1.8 per il settore residenziale è un indicatore in grado di valutare l'andamento dell'efficienza energetica a livello aggregato eliminando l'influenza dei cambiamenti strutturali e degli altri fattori non legati all'efficienza energetica. Dalla figura emerge che nei primi anni 90 c'è stato un più rapido miglioramento nella efficienza energetica che è rallentato negli ultimi anni dove il passo Italiano mostra un velocità più bassa rispetto alla media europea (EU15).

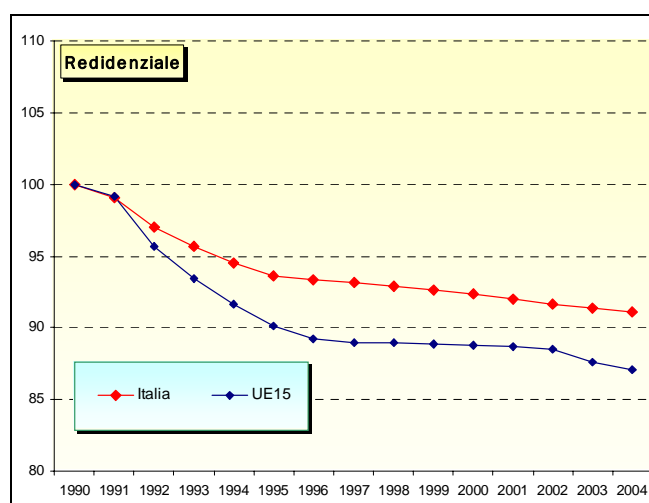


Fig. 1.8 - Indicatore ODEX di efficienza energetica nel settore residenziale

1.5 **Gli strumenti della Governance**

Nel 2007 l'azione governativa si è articolata su una serie di strumenti: la *legge finanziaria 2007*, *progetto efficienza industria 2015*, una serie di campagne di *formazione e informazione* orientate a tutte le categorie degli utenti finali (comprendenti vari settori residenziale, terziario, industria). La legge 27 dicembre 2006 n. 296 (*legge finanziaria 2007*) dispone incentivi per il risparmio energetico. Gli investimenti necessari per migliorare l'efficienza energetica delle abitazioni o dei luoghi di lavoro possono essere adeguatamente ricompensati dalle minori spese e dalle detrazioni di imposta di cui è possibile beneficiare e che in alcuni casi coprono più della metà dei costi da sostenere. I beneficiari sono tutti i contribuenti, persone fisiche, professionisti, società e imprese che sostengono spese per l'esecuzione degli interventi su edifici esistenti, su loro parti o su unità immobiliari esistenti di qualsiasi categoria catastale, anche rurali, posseduti o detenuti. Infine nel Decreto legislativo 2007, n. 20 viene promosso l'utilizzo della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia, elemento su cui può basarsi una importante strategia di risparmio energetico.

L'altro importante strumento varato dal Governo italiano è il progetto *Industria 2015* che stabilisce le linee strategiche per lo sviluppo e la competitività del sistema produttivo italiano del futuro, fondato su un concetto di industria esteso alle nuove filiere produttive che integrano manifattura, servizi avanzati e nuove tecnologie e si basano su una analisi degli scenari economico-produttivi futuri che attendono il nostro Paese in una prospettiva di medio-lungo periodo (il 2015). Si tratta di una strategia che mira ad individuare i driver fondamentali del cambiamento in un'ottica di innovazione e ad orientare conseguentemente le scelte di politica economica. Il primo Progetto di Innovazione Industriale lanciato dal Governo ha come obiettivo il rilancio della competitività del sistema industriale, migliorando l'efficienza energetica. L'obiettivo è il raggiungimento della efficienza energetica favorendo la nascita e il radicamento di una *ecoindustria*, attraverso il finanziamento di iniziative volte a realizzare:

- investimenti industriali nel settore delle energie rinnovabili;
- investimenti per riqualificare i comparti industriali esistenti verso nuovi prodotti a basso impatto ambientale e capaci di far risparmiare energia;
- investimenti industriali che innovano i processi produttivi in modo da ridurre l'intensità energetica delle lavorazioni.

Infine un ruolo fondamentale, per il raggiungimento dell'obiettivo di miglioramento dell'efficienza energetica negli usi finali, è giocato da una forte, incisiva e capillare attività di *formazione e informazione* sugli argomenti in esame. A tale fine il Ministero dello Sviluppo Economico, anche in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio, ha emanato il DM 20 luglio 2004 e ha siglato una serie di convenzioni con agenzie specializzate allo scopo di avviare programmi integrati formazione e campagne di informazione. Il DM 20 luglio 2004 (prorogato a tutto il 2007) promuove, e dispone strumenti di finanziamento, l'attuazione di campagne informative e di sensibilizzazione a supporto dell'efficienza energetica negli usi finali eseguite dai distributori. Tra queste, una convenzione è stata siglata fra il Ministero dello Sviluppo Economico e l'ENEA per attività di informazione e promozione nel campo del risparmio e dell'efficienza energetica, in attuazione del DM 18 dicembre 2006. Le attività si articolano attraverso due diversi obiettivi:

- diffondere corrette e tempestive informazioni sulle opportunità di accesso agli incentivi per interventi di risparmio energetico, in particolare connesse alle pertinenti disposizioni della legge finanziaria 2007;
- contribuire a creare una più consapevole cultura energetico-ambientale con particolare riguardo ad iniziative di formazione e promozione nel campo del risparmio energetico e dell'efficienza energetica;

1.6 **I serbatoi dell'efficienza ed il Piano d'Azione**

L'analisi dei margini, dei tempi dei "luoghi" per ottenere l'efficienza energetica è la base di ogni iniziativa sia di politica energetica che di programma di investimento di ricerca che di piano industriale. Tale analisi deve tener conto della potenzialità delle tecnologie emergenti e di come queste possano diffondersi sul mercato, deve tener conto dei trend attuali secondo i comportamenti attuali ("business as usual") ed infine deve tener conto delle alterazioni dei trend a seguito della introduzione delle nuove tecnologie e delle iniziative di politica energetica.

Come esempio del contributo che l'efficienza energetica e le fonti rinnovabili possono dare in una prospettiva di lungo termine possiamo citare, in estrema sintesi, le previsioni riportate nel recente

documento dell'IEA "Energy Technology Perspectives 2006"¹. Negli scenari principali considerati (Accelerated Technology Scenarios, ACTs) il miglioramento dell'efficienza energetica nei settori degli edifici, dell'industria e dei trasporti rappresenta la prima priorità e può portare al 2050 a risparmi compresi tra il 17 e il 33% rispetto allo scenario di base, contribuendo per il 45-53% alla riduzione totale delle emissioni di CO₂ rispetto allo stesso scenario. Particolarmente significativa è la quota di risparmio energetico ottenibile attraverso interventi di incremento dell'efficienza energetica negli edifici, sia nel settore residenziale che in quello terziario (fig. 1.9).

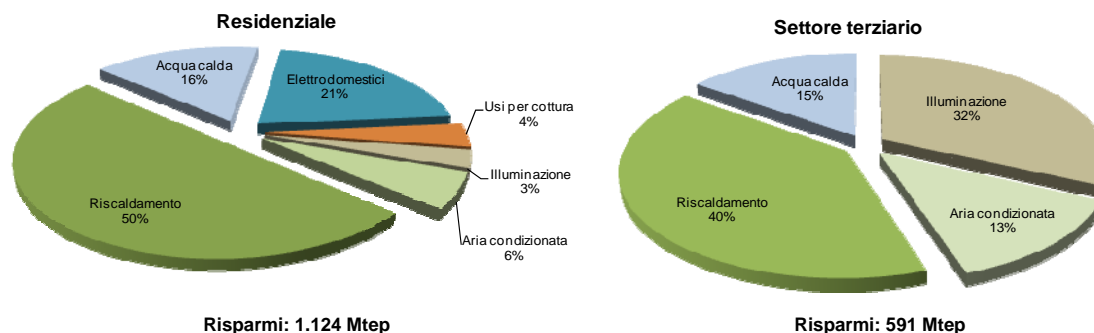


Figura 1.9 - Stima del risparmio di energia primaria negli edifici (settore residenziale e terziario) per tipologia di uso finali, a livello mondiale, milioni di tep

Fonte: *Energy Technology Perspectives - Scenarios & strategies to 2050, International Energy Agency 2006*

La Commissione Europea, nel fissare l'ambizioso obiettivo della riduzione delle emissioni di CO₂ del 20% al 2020 (rispetto al 1990), prevede contributi importanti dal miglioramento dell'efficienza energetica (aumento del 20%)². Un aumento del 20% dell'efficienza energetica equivale a ridurre i consumi di circa 390 Mtep e le emissioni di CO₂ di circa 780 milioni di tonnellate. A tal fine, uno specifico piano di azione per l'efficienza energetica è stato adottato dalla Commissione nell'ottobre 2006³. I risparmi potenziali stimati nei vari settori al 2020 sono riportati nella tabella 1.

Tabella 1 – Risparmi potenziali nei vari settori degli usi finali per i Paesi UE

Settore	Consumo energetico 2005 (Mtep)	Consumo energetico 2020 (Business as usual) (Mtep)	Potenziale di risparmio 2020 (Mtep)	Potenziale di risparmio 2020 (%)
Residenziale	280	338	91	27
Edifici commerciali	157	211	63	30
Trasporti	332	405	105	26
Industria manifatturiera	297	382	95	25

Fonte: *Piano d'azione per l'efficienza energetica, COM (2006) 545*

La Direttiva 2006/32/CE fissa "gli obiettivi indicativi, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari ad eliminare le barriere e le imperfezioni esistenti sul mercato che ostacolano un efficiente uso finale dell'energia". In particolare, in essa si stabilisce che gli Stati membri adottano e mirano a conseguire un obiettivo nazionale indicativo globale di risparmio energetico, pari al 9 % per il nono anno di applicazione, da conseguire tramite servizi energetici e altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica. La Direttiva inoltre prevede che ciascuno Stato membro presenti dei Piani d'Azione per l'Efficienza Energetica (PAEE), il primo dei quali stabilisce un obiettivo nazionale indicativo intermedio di risparmio energetico per il terzo anno di applicazione e fornisce un resoconto della strategia per il raggiungimento dell'obiettivo intermedio e di quello globale.

Nel 2007 il Governo italiano ha presentato il Piano d'azione Italiano dell'Efficienza Energetica che descrive gli orientamenti che ha già intrapreso ed intende proseguire per il raggiungimento degli obiettivi di miglioramento del risparmio energetico e dei servizi energetici. In particolare il Piano d'Azione illustra la serie di interventi proposti per raggiungere il target prefissato del 9,6 % di risparmio al 2016. Tale

¹ Energy Technology Perspectives - Scenarios & strategies to 2050, International Energy Agency 2006

² Una politica energetica per l'Europa, SEC (2007) 12; Consiglio Europeo 8-9 marzo 2007 – Conclusioni della Presidenza

³ Piano di azione per l'efficienza energetica, COM (2006)545

obiettivo sembra essere ragionevolmente raggiungibile grazie anche agli strumenti attivati già alla fine del 2006 e nel 2007 (legge finanziaria 2007, recepimento di direttive europee, Progetto Industria 2015 per lo sviluppo della competitività). La strategia seguita dal Piano d'Azione si basa sulle direzioni di seguito illustrate.

- Promuovere il livello di informazione, sia nei riguardi degli utenti finali che degli operatori, e il livello di formazione degli stessi operatori.
- Promuovere la creazione di nuovi operatori (ad es. le ESCo⁴), meccanismi di finanziamento efficaci (ad es. il finanziamento Tramite Terzi) il coinvolgimento del sistema finanziario e delle banche.
- Realizzare dei progetti dimostrativi per tipologia di utenza e di intervento e innovativi quali ad esempio l'approccio del "distretto energetico".
- Creare le condizioni affinché si concili il mercato e il ruolo degli operatori il cui business è legato alla vendita di energia con quello il cui business è legato alla vendita di efficienza energetica.

Nella seguente tabella vengono riportati gli obiettivi fissati dal Piano d'azione tenendo conto sia del dell'attuale scenario (business as usual) e sia dell'effetto delle varie azioni di incentivo e di introduzione di nuove tecnologie.

Programmi di miglioramento di efficienza energetica e altre misure di efficientamento per raggiungere l'obiettivo del 9,6% di risparmio nel 2016	Risparmio energetico annuale atteso al 2010 (GWh)	Risparmio energetico annuale atteso al 2016 (GWh)
Misure nel settore residenziale:		
1) Coibentazione superfici opache edifici residenziali ante 1980	1) 3489	1) 12800
2) Sostituzione di vetri semplice con doppi vetri	2) 233	2) 930
3) Sostituzione lampade ad incandescenza (GLS) con lampade a fluorescenza CFL	3) 1600	3) 4800
4) Sostituzione lavastoviglie con apparecchiature in classe A	4) 305	4) 1060
5) Sostituzione frigoriferi e congelatori con apparecchiature in classe A+ e A++	5) 1210	5) 3860
6) Sostituzione lavabiancheria con apparecchiature in classe A superlativa	6) 31	6) 410
7) Sostituzione scaldacqua elettrici efficienti	7) 700	7) 2200
8) Impiego di condizionatori efficienti	8) 180	8) 540
9) Impiego impianti di riscaldamento efficienti	9) 8150	9) 26750
10) Camini termici e caldaie a legna	10) 1100	10) 3480
Misure nel settore terziario:		
1) Impiego impianti di riscaldamento efficienti	1) 5470	1) 16600
2) Incentivazione all'impiego di condizionatori efficienti	2) 835	2) 2510
3) Lampade efficienti e sistemi di controllo	3) 1400	3) 4300
4) Lampade efficienti e sistemi di regolazione del flusso luminoso (illuminazione pubblica)	4) 425	4) 1290
Misure nel settore industria:		
1) Lampade efficienti e sistemi di controllo	1) 700	1) 2200
2) Sostituzione motori elettrici di potenza 1-90kW da classe Eff2 a classe Eff1 ⁵	2) 1100	2) 3400
3) Installazione di inverter su motori elettrici di potenza 0.75-90 kWh ⁶	3) 2100	3) 6400
4) Cogenerazione ad alto rendimento	4) 2093	4) 6280
5) Impiego di compressione meccanica del vapore	5) 1047	5) 3257
Misure nel settore trasporti		
1) Introduzione del limite di consumo di 140 g/km (media veicoli parco venduto)	1) 3490	1) 23260
Totale risparmio energetico atteso	35.658	126.327

⁴ Energy Services Companies

⁵ Il risparmio indicato nella presente misura e in quella relativa agli inverter si riferisce ai dati del settore terziario e industria.

⁶ Dettaglio descritto nel paragrafo 3.3.3.

1.7 *Le tecnologie e mercati emergenti in Italia*

Il mondo delle tecnologie emergenti nel settore degli edifici a basso consumo e dei distretti energetici è in grande fermento data la consapevolezza che tali mercati avranno un grande sviluppo nei prossimi anni. Il campo tecnologico è di conseguenza piuttosto vasto e di fatto si sta assistendo ad una “selezione naturale” delle avarie tecnologie in relazione alla fascia climatica, alle risorse industriali del paese, al grado di sviluppo e di competitività economica di ogni tecnologia. Di seguito vengono menzionati i settori più interessanti.

Ecobuilding e nuovi materiali per l'edilizia

La tecnologia centrale è quella dei cosiddetti “Ecobuilding”, ossia edifici nei quali la domanda di energia è ridotta attraverso una progettazione corretta l'integrazione di fonti rinnovabili e l'impiego efficiente di sistemi per la conversione di energia fossile. Le barriere ad una ampia diffusione degli ecobuilding sono costituite essenzialmente dalla complicazione progettuale che questo tipo di edificio generalmente comporta: la maggiore integrazione fra i diversi sistemi, involucro ed impianto, richiede un approccio integrato alla progettazione che è ancora poco diffuso tra le imprese costruttrici e che potrà trovare applicazione soprattutto nella costruzione di edifici nuovi. La tecnologia chiave in questo contesto è senz'altro la modellazione dinamica del sistema edificio-impianto e la ottimizzazione progettuale assistita.

Notevoli sforzi sono stati compiuti nello sviluppo dei principi architettonici che sfruttano al massimo le opportunità energetiche e vanno dal corretto orientamento all'uso dell'effetto serra e dei tetti verdi, alla ventilazione forzata e naturale (con eventuale raffrescamento/riscaldamento attraverso sistemi di ground cooling), alla promozione della luce naturale (tubi di luce), alla schermatura del sole, alla integrazione di fonti rinnovabili come pannelli solari termici e pannelli fotovoltaici (con tecnologie sempre più spinte verso l'integrazione architettonica come i pannelli semitrasparenti ed i film sottili). L'altro tema di elevato rilievo è quello delle componenti edilizie e dei materiali. In primo luogo rispetto all'isolamento termico delle pareti e dei tetti attraverso materiali e film isolanti, vernici riflettenti e sistemi per la copertura dei ponti termici, serramenti ad elevate prestazioni termiche, vetri ad elevato isolamento.

Infine una notevole chance è quella della applicazione del Building Automation alla gestione di tutti i servizi energetici. In questo caso la tecnologia chiave è quella del controllo avanzato, dei sistemi interattivi e della sensoristica innovativa a basso costo (sensori di presenza, di CO₂ ecc.). Il risparmio atteso da un buon sistema di gestione potrebbe arrivare fino al 30 % del consumo complessivo.

L'Italia vanta un numero elevatissimo di imprese che operano nel settore dell'edilizia, sia per quanto attiene alla costruzione di edifici nuovi che per la ristrutturazione dell'esistente. Vastissimo è inoltre l'indotto, con moltissime ditte, tra cui molte PMI, impegnate nella progettazione, produzione e installazione di materiali e componenti. Buona anche la presenza sui mercati esteri (ad es. per le facciate ad alta tecnologia e risparmio energetico circa il 30% della produzione viene esportata).

Sistemi di climatizzazione

Le tecnologie coinvolte nei sistemi di climatizzazione sono numerose e vanno dalle caldaie ad alta efficienza, ai pannelli solari, alle pompe di calore, all'accumulo termico, ai sistemi di condizionamento. Alcune tecnologie (come, ad esempio, le caldaie a condensazione) sono mature, anche se suscettibili di continui miglioramenti. Altre, come le pompe di calore, sono abbastanza utilizzate, ma richiedono ulteriori azioni di sviluppo e supporto alla diffusione per raggiungere in prospettiva una penetrazione molto più ampia nel mercato e sfruttare le loro grandi potenzialità in termini di risparmio energetico e diversificazioni delle fonti (ad es. macchine ad assorbimento a gas invece di macchine a compressione elettriche per condizionamento). Altre ancora, come i sistemi di raffrescamento solare, basati sull'accoppiamento di pannelli solari con macchine ad assorbimento o sistemi di essiccamento dell'aria, sono ancora nella fase di prima introduzione nel mercato.

In Italia esistono ampie possibilità di risparmio energetico nel settore della climatizzazione degli edifici, ottenuta in larga parte utilizzando caldaie ad alta efficienza (circa 92%) in inverno e condizionatori elettrici a compressione per il raffrescamento estivo. Per quanto riguarda le caldaie, il mercato è di circa 1.000.000 di unità l'anno; le caldaie a condensazione rappresentano circa il 4,5% e si prevede che la loro diffusione aumenterà. Anche le quote di export, di poco inferiori a quelle del mercato italiano, vedono un sensibile incremento delle percentuali di caldaie ad alta efficienza⁷.

⁷ Assotermica, Studio Statistico Anno 2005

Per quanto riguarda il condizionamento, la quasi totalità dei condizionatori autonomi utilizza l'energia elettrica, mentre per potenze superiori ai 20 kW vengono proposte da qualche anno anche macchine a gas naturale. Il mercato è cresciuto molto rapidamente negli ultimi anni, raggiungendo al 2005 più di 9 milioni di unità attive solo per gli apparecchi di uso domestico (fino a 7 kW), con un consumo di energia elettrica superiore ai 10 GWh/anno. Ai volumi attuali di vendita, il numero di condizionatori potrebbe raggiungere i 14 milioni entro il 2011, con consumi superiori ai 16 GWh/anno⁸. Sono quindi necessarie e urgenti misure per il contenimento dei consumi dei condizionatori (maggiore efficacia nell'etichettatura energetica, incentivi per l'impiego di apparecchi più efficienti) e per lo spostamento, per quanto possibile, verso macchine ad assorbimento alimentate a gas. È necessario altresì un approccio integrato alla climatizzazione ambientale, che porti, anche nel nostro Paese, ad un maggior uso delle pompe di calore, non solo nei grandi impianti del terziario (che le utilizzano per il 25-30%), ma anche nel settore residenziale (dove il tasso di penetrazione è molto basso, 2-4%)⁹, e ad un graduale sviluppo del raffrescamento solare, ancora nella fase iniziale di dimostrazione. Anche se l'Italia è il più importante produttore europeo di apparecchiature per il condizionamento, è molto forte l'importazione, soprattutto per macchine di piccola taglia; inoltre, l'impressionante sviluppo delle pompe di calore nei mercati centro-europei ha fatto nascere e consolidare molti nuovi competitors che, grazie al loro mercato domestico, stanno minacciando la posizione dell'industria italiana di questo settore.

Tecnologie avanzate per l'illuminazione

La tecnologia base su cui stanno puntando i piani d'azione si basano sulla sostituzione graduale delle lampade e ausiliari a bassa efficienza (come sorgenti a mercurio, lampade a incandescenza, lampade fluorescenti lineari di bassa efficienza, alcuni tipi di alogene, alimentatori ad alte perdite) con tecnologie più efficienti come le CFL, le lampade al sodio ad alta pressione per l'illuminazione pubblica, l'introduzione dei regolatori di flusso luminoso e sistemi di controllo più avanzati. Lo sviluppo di nuove tecnologie a stato solido, come LEDs (Light Emitting Diodes) e OLEDs (Organic Light Emitting Diodes), può consentire nel medio termine ulteriori riduzioni dei consumi per illuminazione.

In Italia le possibilità di risparmio attraverso la diffusione di apparecchi a maggiore efficienza sono molto ampie, come testimoniano i risultati ottenuti nel periodo iniziale di applicazione del sistema dei certificati bianchi: tra gennaio 2005 e maggio 2006 il 33% degli interventi realizzati ha riguardato la sola illuminazione pubblica¹⁰. Una analisi della Confindustria stima un risparmio potenziale al 2015 di circa 25 TWh/anno¹¹. È quindi molto importante diffondere le tecnologie più efficienti oggi disponibili, aumentando la conoscenza delle stesse da parte di installatori e utenti, e promuovere al tempo stesso lo sviluppo di nuove tecnologie con prestazioni ancora migliori (LED, OLED). L'industria nazionale è presente nei vari settori legati all'illuminotecnica, sia con imprese nazionali che multinazionali. Le multinazionali (Philips, Osram) producono gran parte delle sorgenti disponibili sul mercato, svolgono attività di ricerca e sviluppo essenzialmente all'estero ed hanno siti di produzione e di progettazione di sistemi in Italia. L'industria nazionale, poco presente nella produzione di sorgenti (ad es. Leuci, VLM, Filometallica Imperia), ha una presenza importante per quanto riguarda gli apparecchi (con esportazione di prodotti di alto livello) (ad es. Artemide, IGuzzini, Castaldi), il design degli stessi e gli ausiliari (dispositivi elettronici, sistemi di controllo, vetriere, ecc.) (ad es. E.R.C., VIMAR, BTicino). Una discreta platea di PMI sta sviluppandosi intorno alle tecnologie dei LED.

Elettrodomestici ad alta efficienza energetica

L'efficienza energetica di molti elettrodomestici è migliorata sensibilmente negli ultimi anni, con l'introduzione di standard minimi di efficienza e delle informazioni sul consumo energetico attraverso l'etichettatura. Il potenziale di risparmio è comunque ancora molto ampio e, sempre in Europa, potrebbe raggiungere al 2020 i 15 MTep attraverso l'applicazione rigorosa delle misure di efficienza/risparmio energetico esistenti e i 35 MTep con l'implementazione di nuove misure¹². Come in altri casi le barriere sono costituite essenzialmente dal maggior costo iniziale delle apparecchiature ad alta efficienza e dalla carenza di consapevolezza da parte dei consumatori sui benefici economici che la maggiore efficienza può portare durante la vita dell'apparecchiatura stessa. Le tecnologie sono in gran parte disponibili, anche se esistono spazi per ulteriori miglioramenti, che comunque non dovranno avere ripercussioni negative su altri aspetti ambientali o altre fasi di vita del prodotto. Misure particolari dovranno essere adottate anche

⁸ Dati ANIMA/CoAer

⁹ Dati ANIMA/CoAer

¹⁰ Rapporto AEEG, luglio 2006

¹¹ Confindustria, Task Force sull'Efficienza Energetica, 2007

¹² Piano d'azione per l'efficienza energetica, COM (2006) 545

per evitare i consumi di energia durante la fasi di “stand-by”, che rappresentano ormai una quota significativa del consumo nel settore residenziale.

Il settore degli elettrodomestici ha fatto anche in Italia grandi progressi negli ultimi anni per quanto riguarda la diffusione di apparecchi a maggiore efficienza energetica. La quota di modelli venduti appartenenti a classi ad elevata efficienza (A, A⁺, A⁺⁺) è crescente ed al 2005 ha superato il 65% per i frigoriferi, il 50% per i congelatori e l'80% per lavatrici e lavastoviglie¹³. L'Italia è uno dei principali produttori di elettrodomestici sulla scena internazionale e un importante esportatore (3 miliardi di fatturato e più di 6 milioni di apparecchi prodotti solo per gli elettrodomestici bianchi), anche se negli ultimi anni c'è stata una tendenza negativa per produzione e fatturato, a causa soprattutto della concorrenza dei produttori asiatici. In tale situazione, lo sviluppo di prodotti di qualità è essenziale per mantenere competitivo un settore industriale di primaria importanza per il paese (circa 200.000 occupati, considerando anche l'indotto e i produttori di piccoli apparecchi). Le industrie leader nel settore sono Electrolux, Indesit Company, Candy e Whirlpool.

Distretti Energetici e generazione distribuita

Il Distretto Energetico è un approccio sistemico che basa la ricerca della massima efficienza energetica di un insediamento sulla capacità di incrociare consumi e generazione distribuita e diffusa dell'energia. In questo senso si tratta di un modello di sviluppo economico in cui l'energia viene generata laddove viene consumata. Questo approccio permette di valorizzare al massimo l'uso dell'energia prodotta (termica ed elettrica), consentendo l'integrazione competitiva delle fonti rinnovabili e generando un interessante indotto ad alta tecnologia sul territorio. Le soluzioni consistono in un mix di tecnologie che vanno dagli ecobuildings alle tecnologie della generazione distribuita, dalle fonti rinnovabili alla illuminazione efficiente, dal recupero dell'energia alle reti di interconnessione termica/elettrica delle utenze, dal ciclo dell'acqua e dei rifiuti alla logistica. La principale difficoltà tecnologica consiste nella capacità di identificare le architetture energetiche ottimali del distretto, che devono tenere conto di molti fattori (risorse naturali locali, caratteristiche delle utenze e loro sincronizzazione con le tecnologie di generazione distribuita, caratteristiche socio economiche del territorio, costi ed accesso al sistema degli incentivi). A questa difficoltà ne corrisponde una seconda che consiste nella capacità di gestione ed ottimizzazione continua del distretto energetico come una vera e propria rete autosufficiente gestita in modo da massimizzare le prestazioni, l'efficienza energetica, la competitività economica e minimizzare l'impatto ambientale. A tali difficoltà devono rispondere le tecnologie di sistema (piattaforme di modellazione dinamica e progettazione ottimale, complessi sistemi di gestione, controllo ed ottimizzazione, la identificazione e dimostrazione di architetture innovative fondate su generazione distribuita e rinnovabili).

In Europa esistono una dozzina di esempi dimostrativi (realizzati o in corso di realizzazione) di insediamenti residenziali, non residenziali ed industriali che fondano una efficienza energetica decisamente più elevata sulla sapiente integrazione tra ecobuildings, generazione distribuita e fonti rinnovabili. Molti di questi dimostrativi sono nati sotto la cornice del programma comunitario “Concerto” (VI e VII Programma Quadro). Le regioni più attive sono le nazioni del nord Europa (Germania, Olanda, Danimarca, Francia, Gran Bretagna). Esempi analoghi sono nati negli USA sotto la spinta del Department of Energy. In questo settore la situazione nazionale mostra un certo ritardo rispetto ad altri paesi europei, con pochi esempi dimostrativi ancora troppo limitati. Buona parte di ciò è dovuto ad ostacoli di carattere autorizzativo e di gestione delle “reti interne” che di fatto impediscono la microgenerazione nei condomini residenziali. Barriere che devono essere assolutamente rimosse per poter osservare dei significativi cambiamenti. Ma l'occasione per un notevole sviluppo è ancora aperta grazie alla specificità territoriale che vede l'Italia in posizione climaticamente e geograficamente avvantaggiata nell'ambito del bacino del Mediterraneo e particolarmente favorita per la generazione diffusa da fonte rinnovabile. Proprio la Piattaforma Energetica Mediterranea a generazione distribuita potrebbe essere uno dei punti di partenza e sviluppo di un mercato interno ed internazionale.

Il ventaglio di aziende interessate a questa tematica è molto ampio ed include i produttori di energia elettrica, le multi-utilities (ex municipalizzate) e le ESCO, i produttori dei componenti tecnologici per la generazione distribuita (trigenerazione, microgenerazione, reti) e per le fonti rinnovabili (biomasse, eolico, solare termico/termodinamico, fotovoltaico) le imprese edili, i gestori di grandi patrimoni immobiliari (pubblici o privati), i servizi, i distretti industriali, le aziende di illuminotecnica, la grande distribuzione e gestori di catene commerciali o turistiche, le reti di trasporto (aeroporti, porti, stazioni), la pubblica amministrazione ed i comuni.

¹³ Dati ENEA e CESI Ricerca

Tabella 3 - SWOT analysis della situazione italiana per nuovi prodotti ad elevata efficienza nei settori residenziale e non residenziale

Tecnologia		Punti di forza	Punti di debolezza	Opportunità	Rischi
Sistemi di climatizzazione	Caldaie ad alta efficienza	Forte presenza industriale prodotti affidabili a basso costo	Limitate possibilità di miglioramento delle prestazioni	Mercato molto ampio e potenzialità di risparmio molto elevate Buone possibilità di esportazione	Concorrenza internazionale
	Macchine a compressione	Forte presenza industriale Alte prestazioni estive	Fortissimo import nelle piccole taglie	Mercato molto ampio	Forte espansione dei consumi elettrici per condizionamento Forte concorrenza internazionale
	Macchine ad assorbimento	Eccellenti prestazioni invernali Possibilità di usare fonti gratuite in estate (trigenerazione; solar cooling)	Scarsa presenza industriale Alto costo dei modelli disponibili	Mercato molto ampio e potenzialità di risparmio molto elevate Necessità di diversificare le fonti energetiche	Crescente concorrenza internazionale
Ecobuilding e nuovi materiali per edilizia			Presenza industriale limitata su nuovi materiali e componenti	Mercato ampio e potenzialità di risparmio molto elevate Politiche di incentivazione	Necessità di un approccio integrato per la progettazione degli ecobuilding
Elettrodomestici		Forte presenza industriale Buona capacità di innovazione		Mercato ampio e potenzialità di risparmio elevate Buone possibilità di esportazione	Concorrenza internazionale Delocalizzazione della produzione
Illuminazione		Presenza industriale forte sugli apparecchi Buone capacità di R&S di sistemi avanzati	Presenza industriale debole sulle sorgenti	Mercato ampio e potenzialità di risparmio molto elevate Politiche di incentivazione	Concorrenza internazionale

Tabella 4 - Quadro sintetico della posizione italiana sulle tecnologie per Nuovi Prodotti ad Alta Efficienza

Tecnologia	Posizione dell'industria	Posizione della ricerca	Prospettive di sviluppo	
			Breve termine	Medio termine
Ecobuilding e nuovi materiali per edilizia	**	**	**	***
Caldaie ad alta efficienza	***	**	***	***
Macchine a compressione	***	***	***	***
Macchine ad assorbimento	*	*	**	***
Elettrodomestici	*****	**	*****	*****
Illuminazione	****	**	****	****
Distretto energetico	*	**	**	***

* insufficiente
**** ottimo

** sufficiente
***** eccellente

*** buono

L'OFFERTA DELL'ENEA

2. LA STRATEGIA

Le attuali politiche europee sulla efficienza energetica, centrate sullo stimolo della domanda, hanno elevato considerevolmente le informazioni sulle singole tecnologie e la disponibilità di normative forzanti o incentivanti rendono economicamente attraente il ricorso alle tecnologie efficienti ed alla integrazione delle fonti rinnovabili facendo crescere la domanda di tali tecnologie.

Malgrado questa situazione favorevole, esiste sul lato della offerta, una sostanziale inerzia alla adozione di pratiche integrate per l'efficienza energetica ed esitazioni nel cogliere queste opportunità come nuovi mercati potenziali che si stanno aprendo. I motivi di tale inerzia sono molto articolati e complessi e la nostra analisi si è concentrata su tre problematiche fondamentali:

1. frammentarietà degli attori e delle pratiche dell'efficienza
2. specificità dell'Area Mediterranea
3. mancanza di tecnologie di sistema e della visione che tali tecnologie producono

La frammentarietà degli attori riflette la caratteristica di una offerta di mercato organizzata per filiere separate di prodotti. Come tali sono separate le tecnologie ed i linguaggi. In queste condizioni, succede spesso che una specifica componente tecnologica, di per sé dotata di alte potenzialità di efficienza energetica possa interagire negativamente con altre componenti. Esempi illustri sono stati i pannelli solari termici che non si sono integrati nell'architettura, così per gli impianti centralizzati senza le valvole termostatiche negli appartamenti, così per gli elettrodomestici non predisposti per l'attacco al riscaldamento esterno dell'acqua. Per citare esempi più attuali si può menzionare il rischio che l'offerta di immobili sia disgiunta dall'offerta degli impianti energetici, o che le installazioni di fonti rinnovabili come i pannelli fotovoltaici siano disgiunti dalle riqualificazioni energetiche. Le conseguenze di questa frammentazione generano prodotti di comunicazione al consumatore parziali e spesso confusi generando l'idea che l'efficienza energetica non sia altro che una lunga lista di prodotti da acquistare. Ancora le stesse misure di politica energetica sono articolate per filiera di prodotto e in definitiva favoriscono la richiesta del singolo prodotto e non lo sviluppo di aziende e standard trasversali (integratori, ESCO, progettisti, aziende multidisciplinari, tecnologie per l'interoperabilità degli standard) spesso distorcendo in modo artificiale il mercato. È significativo che siano pochissime le aziende che offrono "soluzioni" anziché prodotti.

La specificità dell'Area Mediterranea è connessa al fatto che la "soluzione edificio-impianti" è fortemente dipendente dal contesto in cui tale sistema viene inserito. La specificità consiste primariamente nel clima che sposta il problema energetico verso l'estate, verso i livelli di irraggiamento, temperature, umidità e ventosità specifici; ma consiste anche nelle urbanizzazioni intense che caratterizzano le città Italiane o la presenza di importanti centri storici che determinano una selezione nelle soluzioni stesse; consiste infine nei tessuti economici spesso fondati sul turismo costiero e nella presenza di spazi verdi abbandonati dall'agro-industria. In questo senso, molte soluzioni, già sperimentate nel Nord Europa non sono così facilmente estendibili nel bacino Mediterraneo, non perché non siano tecnicamente valide, ma semplicemente perché avendo una diversa ripartizione della richiesta energetica estate-inverno non raggiungono le ore lavoro necessarie per l'abbattimento dei tempi di ritorno dell'investimento di quelle specifiche soluzioni. Ed anche in questo caso si ha un riflesso sulla normativa, ampiamente ispirata alla spinta Nord-Europea che tipicamente mette in secondo piano la richiesta energetica estiva. È necessario quindi lavorare sul concetto di Piattaforma Mediterranea intendendo con questo concetto un insieme di soluzioni tecnologiche, normative e sistemi di relazioni più adatti ai paesi del bacino Mediterraneo.

La mancanza delle tecnologie di sistema è l'elemento meno visibile e contraddice l'idea che le tecnologie necessarie per gli interventi di efficienza energetica siano già disponibili e diffusi. La maggiore difficoltà di un progetto efficiente consiste nella evidenza che la scelta vincente è funzione della architettura tecnologica complessiva. È su questa che vengono computati i risparmi energetici ed **tempi di ritorno** dell'investimento, sia dall'acquirente (azienda o cittadino o ente locale), sia dal gestore (azienda o ESCO) e sia dal finanziatore (fondi, istituti di credito, aziende). Errori nella scelta della architettura compromettono i margini economici e sollevano obiezioni da parte dei vari attori. Questa difficoltà, legata alla sua criticità ai fini del raggiungimento, richiede risposte più chiare sull'intervento complessivo, e la necessità di aderire ad un approccio tecnologico che osserva l'intero distretto energetico. Un approccio integrato e sistemico al distretto energetico è molto significativo in particolare nei settori economici che maggiormente si stanno espandendo come quello dei servizi connessi al settore terziario la cui dinamicità non soltanto impone una attenzione rinnovata al problema energetico ma potrebbe costituire l'occasione più interessante per la

partenza di un volano industriale di tecnologie per l'efficienza energetica. Contrariamente ai singoli componenti tecnologici, le tecnologie che permettono di raggiungere tali obiettivi sono ancora in fase di sviluppo e si possono identificare nelle **tecnologie di sistema** illustrate nel successivo paragrafo.

La strategia chiave che l'ENEA propone consiste quindi nel sollevare il punto di vista passando dalla visione del singolo edificio e delle componenti tecnologiche a quelle del **distretto energetico** capace di produrre l'energia che gli occorre e sincronizzarla con i propri consumi. Tale approccio mira ad orientare i nuovi programmi di ricerca, i piani e start up industriali, lo sviluppo di una eco-industria trasversale, ed infine la politica energetica (normative ed incentivi) verso la ricerca delle soluzioni complessive piuttosto che deliberare sulla singola tecnologia. Lo strumento che l'ENEA propone è quello dei **progetti mobilizzatori di dimostrazione**. Nei paragrafi che seguono viene illustrata questa strategia.

2.1 L'approccio del distretto energetico integrato

Per spiegare più esplicitamente la strategia proposta occorre definire meglio il paradigma di approccio al problema della efficienza che va sotto il nome di **distretto energetico**.

Un distretto energetico è un insediamento civile o industriale territorialmente localizzato che richiede un servizio di energia sia in forma termica che elettrica o connessa a servizi di altro genere. Il maggiore guadagno in termini di efficienza energetica consiste nel mettere a fattor comune, in parte o in toto, questi servizi progettandoli e gestendoli con criteri di ottimizzazione multi-obiettivo.

La visione integrata del distretto energetico permette di agire:

- sulla minimizzazione dei consumi delle singole utenze
- sulla produzione locale ed economica dell'energia
- sulla razionalizzazione logistico-energetica dei trasporti

Ognuna di queste voci si riferisce ad un insieme di specifiche tecnologie e prodotti la cui scelta va fatta contestualmente grazie alle cosiddette tecnologie di sistema che consistono in:

- progettazione ottimale del sistema
- gestione ottimale del sistema

La **minimizzazione dei consumi** delle utenze coinvolge tecnologie legate agli edifici residenziali o non residenziali o industriali (materiali per l'involucro, vetri a bassa emissività, serramenti, coperture, riscaldamento e raffrescamento, illuminazione, elettrodomestici, utenze termiche ed elettriche, ciclo dell'acqua e dei rifiuti).

La **produzione locale dell'energia** include tecnologie di generazione distribuita (cogeneratori, microcogeneratori, sistemi di accumulo, pompe di calore, rete di distribuzione termica ed elettrica, sistemi di dispacciamento e connessione alla rete elettrica nazionale), sistemi basati sulle rinnovabili (collettori solari, pannelli fotovoltaici, cogeneratori a biomassa, minieolico, solare ad alta temperatura, raffrescamento solare) ed infine sistemi basati sui nuovi vettori (celle a combustibile, combustori per miscele ad alto contenuto di idrogeno).

La **razionalizzazione logistica-energetica** consiste nell'utilizzo di mezzi a basso consumo e basso impatto ambientale (veicoli ibridi, elettrici, alimentati a biocombustibile o ad idrogeno) e nell'impiego di tecniche informatiche per la razionalizzazione della flotta o dei percorsi logistici eventualmente facendo ricorso ai sistemi intermodali.

La **progettazione ottimale** del sistema è uno degli aspetti chiave da cui dipende in modo critico il successo dell'intervento. Tipicamente si tratta di tecnologie software (**Smart Energy Design**) che hanno nel loro interno la capacità di:

- modellare in modo dinamico le utenze, le reti energetiche ed i sistemi di controllo nelle loro interazioni al variare delle condizioni di carico e condizioni climatiche,
- valutare una serie di indicatori riferiti alla capacità del progetto di soddisfare le utenze sotto tutti i punti di vista necessari (fornitura energetica, affidabilità, sicurezza, possibilità di gestione delle emergenze), valutare i costi (entità e tempi di ritorno dell'investimento, costi di gestione, costi di manutenzione), valutare i consumi ed i risparmi energetici e porli in relazione all'accesso al

sistema degli incentivi ed al sistema normativo (certificati bianchi e verdi, conto energia, accise sui combustibili, benefici della legge finanziaria, vincoli sui consumi e sugli edifici, ecc...).

- ottimizzare l'architettura del progetto (con tecniche di ottimizzazione avanzata) al fine di trovare il miglior compromesso tra tutti i vari indicatori.

La **gestione ottimale** si fonda su sistemi cosiddetti intelligenti (ICT) che includono i sistemi di controllo (da quelli più convenzionali a quelli avanzati) delle singole utenze e delle singole sorgenti, i sistemi di diagnostica della rete energetica, sistemi per la gestione delle emergenze (in particolare black out e capacità di lavorare in isola con possibilità di mitigare le richieste delle utenze) ed infine i sistemi di trasmissione a centrali di controllo remoto (molto importante quando il servizio è offerto da ESCO). Oltre a queste tecnologie, in buona parte già disponibili, ne esistono alcune che possono rivelarsi cruciali nella gestione. Si tratta della ottimizzazione in linea della gestione, ossia una serie di funzioni che permettono di far evolvere nel tempo la stessa modalità di gestione del sistema in relazione a variazioni di condizioni esterne (es: variazione nei costi del combustibile o nelle tariffe orarie dell'energia elettrica, invecchiamento dell'impianto e cicli di manutenzione, nuovi vincoli normativi o variazioni nel sistema degli incentivi, variazioni climatiche stagionali o annuali). Le tecniche di ottimizzazione evolutiva consentono di calcolare in linea gli indicatori sopra esposti ed ottimizzarli al fine di massimizzare i margini di rendimento ed i parametri economici.

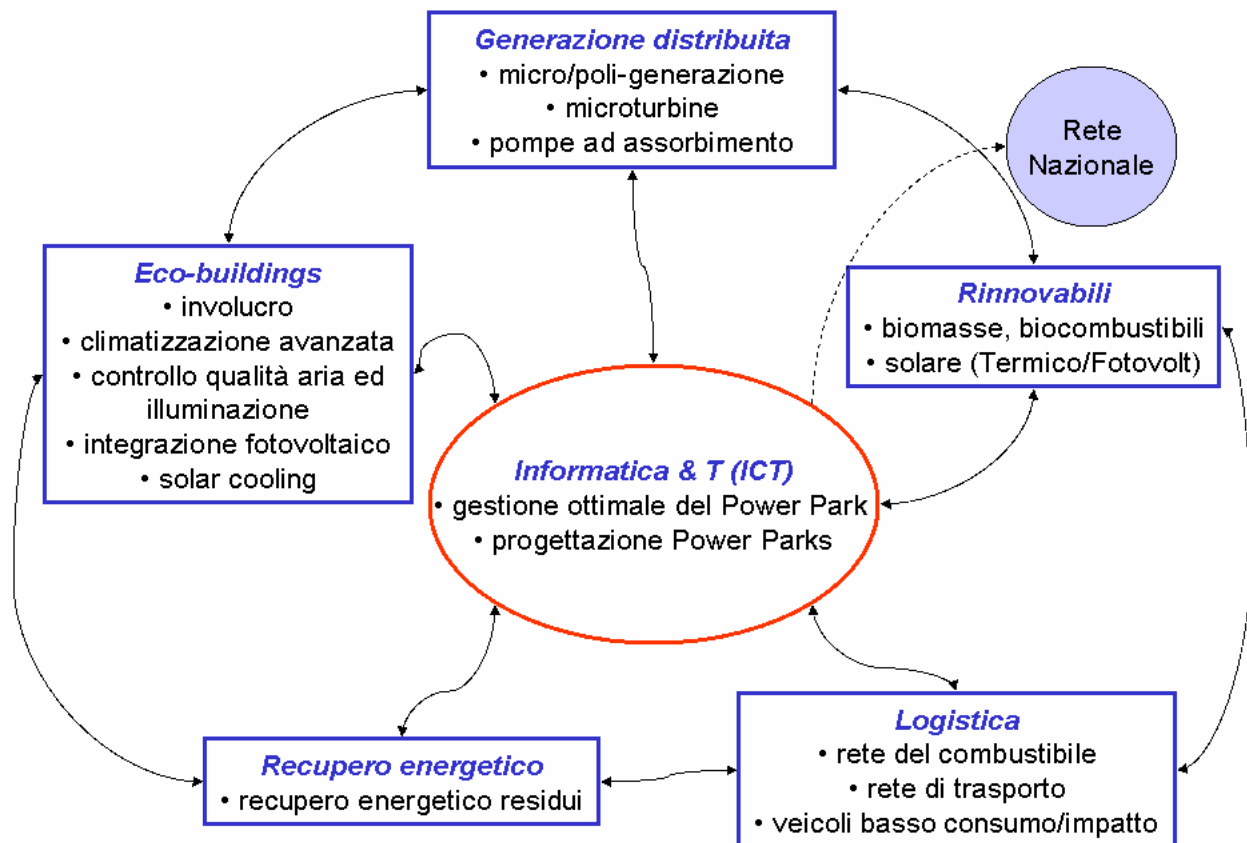


Fig. 2.1 - Schema di un distretto energetico integrato caratterizzato da un ampio insieme di tecnologie integrate tra loro sia nella fase di progettazione che nella fase di gestione

Naturalmente esistono diverse tipologie di distretti energetici ed ognuna richiede una specifica architettura energetica che dipende anche da aspetti di localizzazione territoriale. In particolare l'approccio del distretto energetico integrato può essere scalato essenzialmente su tre livelli:

- scala unitaria di un grande edificio o una singola utenza importante
- scala locale di una area con diverse utenze
- scala territoriale con utenze e sorgenti energetiche diffuse su una porzione di territorio

Nel primo caso tipicamente si tratta di un grande edificio il cui consumo può essere molto importante. In questo caso si parla di **ecobuilding** e l'accento dell'intervento è maggiormente concentrato sulla riduzione dei consumi energetici dell'edificio stesso e sulla perfetta integrazione con fonti rinnovabili (fotovoltaico o collettori solari) e con la rete dei servizi energetici (riscaldamento, raffrescamento, acqua sanitaria, illuminazione)

Nel secondo caso, quello di un insediamento locale ed omogeneo, si parla di **power park**. Tipicamente i più interessanti sono quelli del terziario tra cui centri uffici, centri commerciali, centri sportivi e termali, grandi alberghi e centri turistici, snodi di trasporto (stazioni, metro, aeroporti, porti), parchi a tema, scuole, ospedali, caserme, uffici postali, catene di ristoro ecc... Altrettanto interessanti sono insediamenti residenziali quali condomini, villaggi turistici, centri residenziali di nuova costruzione, complessi di edilizia popolare.

Infine un tema particolarmente significativo è quello delle aziende (**energy farm**) la cui razionalizzazione energetica può essere condotta non soltanto all'interno dello specifico ciclo produttivo operando con sostituzione di macchinari e cicli di recupero ma anche al livello di rete energetica attiva con autoproduzione locale eventualmente sfruttando le specificità dell'azienda (es: scarti di lavorazione) o di aziende vicine o le caratteristiche del territorio.

2.2 L'asintoto di riferimento: la trasformazione del sistema energetico e le Smart Grids

Nella scala territoriale lo stesso approccio può essere applicato sia a interi quartieri di un centro urbano, sia a paesi e villaggi e sia ai distretti industriali. Tali applicazioni conducono in genere a delle minireti energetiche locali che spesso includono la poligenerazione ed il teleriscaldamento e sono connesse alla rete elettrica nazionale. Per questo si parla di **smart grids**, ovvero reti attive locali intelligenti (vedi immagine seguente).



Fig. 2.1 - La visione europea per la trasformazione del sistema energetico: la **smart grids** è la rete connessa di una serie di distretti energetici integrati (**power parks**) autosufficienti dal punto di vista della generazione di energia localmente consumata

La tematica delle Smart Grids è molto sentita a livello internazionale ed in particolare nei contesti europeo ed americano dove sono stati lanciati progetti di ricerca e piattaforme tecnologiche. L'idea di base è che si stia verificando una transizione fondamentale del sistema di generazione e distribuzione dell'energia che sia basata in modo consistente sul ricorso alla generazione distribuita evocando una struttura molto più

simile alla cosiddetta "internet dell'energia". Tale trasformazione è la risposta naturale del sistema alla liberalizzazione del mercato dell'energia, alla introduzione delle rinnovabili (che sono decisamente più competitive se integrate nel sistema locale), alla introduzione intensa delle tecnologie dell'informatica e delle telecomunicazioni, ed alla richiesta sociale di autoproduzione di energia.

Tale trasformazione tende a spostare sempre più il peso dalla energia prodotta a livello centralizzato verso il livello distribuito creando una rete di connessione elettrica molto più articolata. La struttura sarebbe composta essenzialmente da sistemi locali auto-produttori e consumatori connessi tra loro e con il sistema centralizzato. Attualmente le problematiche del dispacciamento delle reti attive sono ancora in fase di ricerca e c'è molta strada da fare per creare un sistema che si autosostenga in modo stabile. Dovremo quindi aspettare almeno una decina di anni per vedere lo sviluppo delle connessioni, ma quello che invece possiamo realizzare già oggi sono i nodi della rete. Tali nodi non sono altro che i power parks, ossia i distretti energetici di cui abbiamo illustrato le caratteristiche nel precedente paragrafo.

2.3 La strategia del progetto mobilizzatore

La strategia proposta consiste nello sviluppo di soluzioni ottimali per specifiche tipologie di distretto, nella realizzazione di dimostratori pilota ad alta visibilità ed infine nell'azione di spinta nel mercato delle soluzioni e standard sviluppati nel dimostratore attraverso un ampio progetto di mobilitazione.

Le soluzioni ottimali sono rese possibili dal fatto di mirare le soluzioni a classi di utenza specifica di cui il dimostratore deve essere esempio significativo. Alcuni esempi possono essere:

- distretti ospedalieri
- complessi di edilizia sociale
- plessi scolastici
- paesi di media dimensione
- villaggi turistici e/o grandi alberghi
- aeroporti e/o stazioni ferroviarie
- centri sportivi
- centri uffici, centri di ricerca ed università
- centri commerciali
- centri residenziali
- condomini.

Per ognuna di queste grandi utenze possono essere sviluppate specifiche soluzioni e talvolta tecnologie ad hoc sia di progettazione che di controllo fino a costruire dei "pacchetti integrati" che identificano non soltanto le soluzioni tecnologiche ma anche quelle finanziarie e gli standard per la replicazione. In questo modo sarà possibile mettere in grado aziende (o meglio team di aziende che lavorano in network) di offrire sul mercato in modo competitivo l'intero "pacchetto integrato" e non soltanto sul mercato Italiano.

Nella prima fase di sviluppo tali soluzioni devono essere implementate su un dimostratore in piena scala e dimostrare la loro efficacia tecnica economica sotto tutti i punti di vista, innovazione, prestazioni, costi, efficienza energetica, robustezza, assetto finanziario competitivo, certezza sui tempi di ritorno degli investimenti.

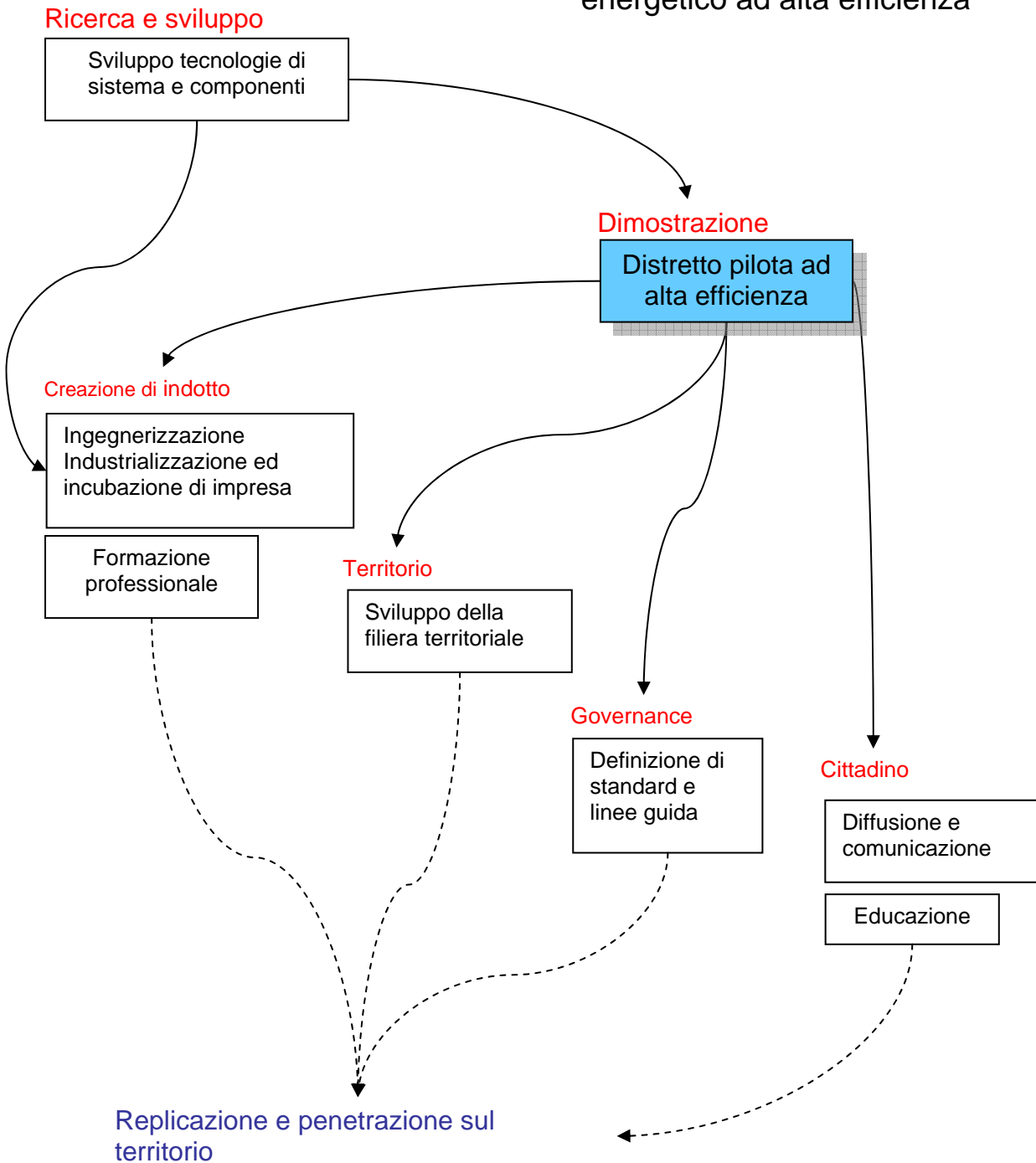
La seconda fase di sviluppo, parallela alla prima, mira ad avviare un indotto ed un volano per garantire la replicazione in toto o in parte della esperienza attraverso una serie di direzioni:

- sviluppo di standard e linee guida; diffusione presso i tavoli Italiani ed Europei per la definizione di azioni di governance e normative; diffusione come best practice verso i decision makers della PA, degli enti locali favorendo l'inclusione del modello nei piani energetici;
- azioni di trasferimento tecnologico ed industrializzazione delle tecnologie sviluppate; diffusione delle informazioni tecniche; iniziative di incubazione di impresa e spin-off; azioni di sostegno di una rete di aziende capaci di replicare l'esperienza;
- attività di formazione per la produzione delle figure professionali necessarie alla replicazione della esperienza; utilizzo del dimostratore come campo scuola;
- azione di diffusione e sensibilizzazione verso la specifica filiera cui il dimostratore si riferisce;

- comunicazione al cittadino ed educazione al fine di stimolare sensibilità e cultura verso un “sistema efficiente possibile” fondato sulla maggiore credibilità che un esempio reale può avere ed evocare; sostenere “l'accettabilità sociale” o meglio la “desiderabilità sociale” dell'insediamento.

Nello schema della figura seguente vengono riassunte le fasi principali del progetto. Per avviare un progetto mobilizzatore di questa natura occorre costruire dei team multidisciplinari che mettano allo stesso tavolo molti attori di diversa cultura e finalità.

Schema di progetto mobilizzatore di dimostrazione di un distretto energetico ad alta efficienza



3. L'OFFERTA TECNOLOGICA

In questo capitolo tratteremo il portfolio di tecnologie che l'ENEA ha sviluppato o sta sviluppando. Il capitolo è diviso in due sezioni.

La prima sezione di riferisce a due metodologie innovative a carattere strategico che si posizionano sulla ricerca di sistema, cioè identificano proprio nel sistema ed in particolare nel distretto energetico l'obiettivo dello sviluppo tecnologico. Benché il risultato possa consolidarsi in alcuni prodotti (piattaforme sw e sistemi di controllo) l'obiettivo è più ampio e consiste nello sviluppo di metodologie che possano guidare alla identificazione delle soluzioni ottimali sotto i profili prestazionali, energetici e finanziari.

La seconda sezione si riferisce a singoli prodotti, tecnologie e strumenti che possono essere considerati componenti di un sistema più vasto, ma che hanno in sé una valenza propria e possono essere avviati nel tessuto energetico-economico anche come singole componenti.

3.1 LE METODOLOGIE INNOVATIVE SVILUPPATE PER L'APPROCCIO DI SISTEMA

3.1.1 La modellazione dinamica ed il progetto ottimizzato: la piattaforma ODESSE (Optimal DESign for Smart Energy)

I problemi fondamentali su cui la progettazione classica di ecobuilding e distretti energetici trova le maggiori difficoltà consistono nella:

- inefficacia degli approcci stazionari quando i sistemi da progettare assumono un consistente grado di complessità
- mancanza di una tecnologia contenitore dove è possibile analizzare nello stesso momento le interazioni tra edifici, sistemi di generazione dell'energia, utenze termoelettriche variabili, condizioni climatiche variabili, presenza di fonti rinnovabili, problematiche di vincoli prestazionali, valutazioni di carattere normativo ed economico-finanziario.

Nel primo caso, con la progettazione stazionaria non si riesce a valutare con accuratezza le ore lavoro delle varie macchine che compongono il mix energetico e come questo si riflette nelle situazioni di criticità in quanto la progettazione è fatta esclusivamente su alcuni periodi di riferimento maggiormente sollecitati. Questo approccio da quindi scarsa possibilità di valutare gli aspetti economici degli interventi e le criticità di gestione.

Nel secondo caso il fatto di disporre di tali tecnologie di calcolo soltanto in forma separata, ne limita fortemente sia la valutazione delle interazioni e sia la possibilità di creare un circuito di ottimizzazione progressiva del progetto limitando il calcolo a pochi casi fondati essenzialmente sulla esperienza del progettista.

Per superare queste limitazioni l'ENEA sta sviluppando una piattaforma software (ODESSE - Optimal DESign for Smart Energy) in grado di simulare dinamicamente l'esercizio di fonti energetiche funzionanti in generazione distribuita al servizio d'utenze reali (edifici) e con condizioni tariffarie, fiscali e normative reali.

L'importanza di disporre di un modello dinamico del sistema, in generale, sta nella possibilità di poter valutare a priori il comportamento della sezione di generazione al variare del carico termico ed elettrico dell'edificio, dando la possibilità al progettista di valutare l'integrazione di più tecnologie ad alta efficienza energetica (fonti rinnovabili, cogenerazione, solar cooling, etc) in funzione delle caratteristiche meteo del sito e le richieste del contesto territoriale, in modo da aumentarne la sostenibilità e la competitività secondo l'approccio sistemico del cosiddetto "distretto energetico".

L'accoppiamento del simulatore dinamico ad algoritmi di progettazione ottimizzata ha consentito l'avvio di un filone di ricerca tuttora in fase di sviluppo mirato all'ottimizzazione parametrica della configurazione impiantistica del sistema di poligenerazione attraverso algoritmi evolutivi capaci di individuare la soluzione progettuale migliore senza dover simulare tutte le configurazioni di impianto possibili.

Nel corso del 2007 l'ENEA ha effettuato diversi studi di fattibilità mirati alla riqualificazione energetica di edifici residenziali e pubblici, durante i quali si è potuto calibrare e validare i modelli del mix di fonti energetiche e degli edifici che costituiscono il nucleo centrale della piattaforma di simulazione dinamica.

La piattaforma ODESSE

Si tratta di uno strumento di modellazione dinamica che consente di stimare la fattibilità tecnico-economica di un intervento per la riqualificazione energetica di un edificio o di un quartiere esistente e vuole essere un supporto determinante nella progettazione di edifici ecosostenibili. La costruzione dei modelli matematici è fatta con un insieme di equazioni differenziali nel dominio del tempo a parametri variabili ed è basata sulla conoscenza della fisica che governa i processi di funzionamento delle sorgenti distribuite (incluse le rinnovabili) delle reti e della dinamica di tutte le variabili che influenzano il comfort termico degli edifici presenti all'interno del distretto.

La piattaforma ODESSE è costituita da alcuni moduli fondamentali:

- Interfaccia utente: utilizzata per inserire i dati di input utili alla simulazione (le caratteristiche fisiche, strutturali e geometriche degli edifici in esame), scegliere il mix e la taglia del sistema di poligenerazione (incluse le fonti rinnovabili), impostare le variabili che si vuole monitorare. L'interfaccia è stata studiata e sviluppata secondo criteri di semplicità, chiarezza e intuitività in modo da semplificarne l'utilizzo anche ad un utente poco esperto di simulazione dinamica.
- Data base materiali per opere civili: costruito in conformità alle norme UNI, ampliato con biomateriali innovativi
- Pre-processore: calcola i parametri termofici fondamentali dell'edificio, i guadagni interni dovuti al profilo di utilizzo degli ambienti e delle apparecchiature elettriche (PC, illuminazione artificiale), ponti termici.
- Simulatore dinamico: motore di calcolo per valutare il carico termico orario, il fabbisogno annuo di energia primaria (FEP) delle sorgenti distribuite e i costi annui per la climatizzazione invernale ed estiva in funzione dell'irraggiamento solare e della temperatura esterna. Per il calcolo della radiazione oraria sull'involucro e la temperatura oraria del sito ODESSE utilizza un sistema di calcolo sviluppato da ENEA (Neural Weather Generator, vedi cap. successivo) che a differenza dei modelli esistenti in cui i dati climatici sono sostanzialmente letti da un database che riporta valori storici di varie località, si basa sulla previsione di tali valori attraverso reti neurali evolutive (ENN) sviluppate in ENEA.
- Post-processore: dove i risultati della simulazione dinamica, espressi in valori orari, vengono rielaborati sotto forma di diagrammi o indicatori prestazionali del sistema edificio impianto: (es. fabbisogno energetico per il riscaldamento e raffrescamento, fabbisogno annuo netto di energia elettrica, costo totale annuo di combustibile, costo energia elettrica prelevata dalla rete, guadagno annuo per energia elettrica da fonte rinnovabile ceduta alla rete, ecc).
- Alife: sistema di ottimizzazione parametrica basato su algoritmi evolutivi¹⁴, che permette di scegliere soluzioni progettuali migliori. Il seguente schema mostra i principali blocchi funzionali: un

¹⁴ Sono algoritmi fondanti sul concetto di "evoluzione" tramite la riproduzione, ricombinazione e mutazione; col passare delle generazioni una popolazione scelta a caso, nella quale ogni individuo rappresenta una possibile soluzione al problema da risolvere, convergerà verso una soluzione ottima. Ad ogni individuo è associato una "performance", cioè un numero che misura quanto quella soluzione è buona, e nella riproduzione si cerca di favorire gli individui che hanno performance più alto.

Rif. : Annunziato, Bertini, Lucchetti, Pannicelli., Pizzuti "The Evolutionary Control Methodology : an Overview", 6th internat. conf. on Artificial Evolution EA03, Marseille, France, Oct. 2003; stessi Autori: "Artificial life and online flows optimisation energy networks", IEEE Swarm Intelligence Symposium, Pasadena (CA), USA, Giugno 2005

simulatore dinamico del sistema edificio-impianti, che è deputato a validare le soluzioni fornite dall'ottimizzatore (ovvero simulare dinamicamente ad es. un anno di reale funzionamento con i parametri suggeriti), il *misuratore di performance*, che in funzione dei dati ottenuti dalla simulazione permette di dare un giudizio di qualità sulla soluzione fornita attraverso una formalizzazione matematica (*logica fuzzy*) dei criteri e degli obiettivi (risparmio energetico, soddisfacimento vincoli normativi, economicità, tempi di ritorno ecc.) che il progettista intende ottenere, *l'ambiente ALIFE*, che fornisce di volta in volta la soluzione da adottare. L'ottimizzatore, dunque, riesce ad individuare la soluzione progettuale migliore senza dover simulare tutte le configurazioni di impianto possibili, cosa che comporterebbe costi computazionale e tempi troppo onerosi.

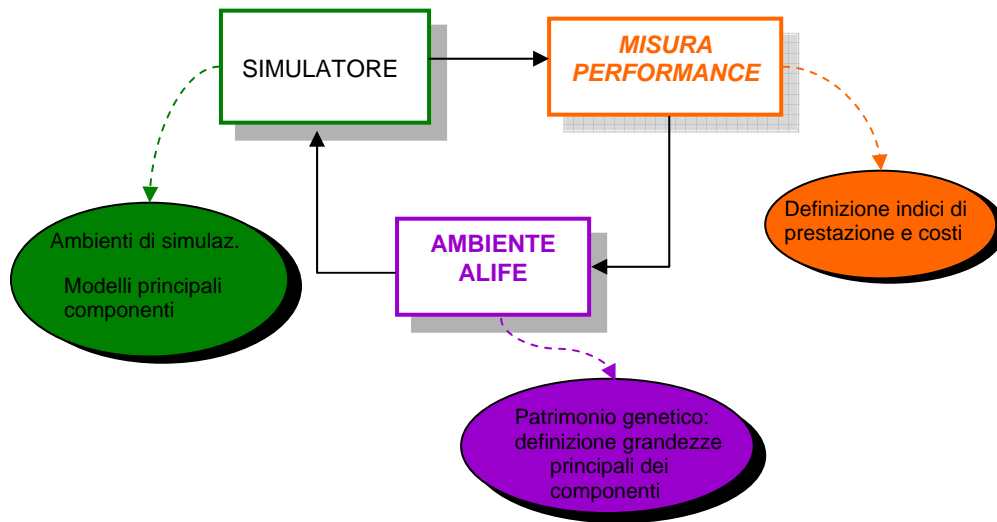


Fig. 3.1 - La piattaforma ODESSE; schema della interazione tra il modellatore dinamico (simulatore), la valutazione multi-obiettivo della qualità del progetto ed il sistema di ottimizzazione del progetto stesso

I modelli matematici relativi alle sorgenti energetiche e al sistema di distribuzione tuttora implementati sulla piattaforma sono: Termoradiatori, Valvola termostatica, Caldaia a condensazione, Cogeneratore (microturbina), Pompa ad Assorbimento, Solar cooling, Accumulo termico, Sistema per la ventilazione forzata, Impianto fotovoltaico.

II CASO

Intervento di riqualificazione energetica complesso residenziale popolare ATC di Biella

Lo studio in oggetto riguarda l'analisi e la simulazione energetica di un complesso edilizio popolare, sito a Biella, di proprietà dell'Agenzia Territoriale per la Casa (ATC). Lo studio è stato effettuato nel contesto di una convenzione con Federcasa (l'associazione degli enti di gestione dell'edilizia sociale) che ha l'obiettivo di mettere a punto una realizzazione pilota per poi esportarla a molti altri complessi edilizi dello stesso genere.

Il complesso edilizio, come si evince dalla planimetria di Figura 1, è costituito da tre differenti edifici: A, B e C per una superficie utile complessiva 12600 mq (180 alloggi). Gli edifici risalgono agli anni '70, presentando caratteristiche strutturali e di finitura per niente attente al risparmio energetico. L'indagine sul fabbisogno di energia primaria attuale e la verifica delle soluzioni ipotizzate sono state condotte utilizzando la piattaforma di simulazione dinamica ODESSE. Sono stati ipotizzati e simulati due soluzioni progettuali per ridurre l'elevato fabbisogno energetico del complesso edilizio:

- o Soluzione progettuale 1: isolamento solai con pannelli in lana di roccia, sostituzione infissi con telai a taglio termico e doppi vetri, installazione caldaia a condensazione e inserimento valvola termostatica;
- o Soluzione progettuale 2: soluzione 1 integrata con insufflaggio fiocchi di cellulosa nelle intercapedini delle superfici esterne orizzontali e riduzione ponti termici;
- o Soluzione progettuale 3: teleriscaldamento con impianto di microgenerazione a turbina a gas valutato per le due soluzioni progettuali ;

I risultati sono stati sorprendenti: si riesce ad ottenere una riduzione dei consumi dell'ordine del 70 % (e relativo abbattimento dei costi in bolletta) con un tempo di ritorno dell'investimento di circa 6 anni.

Considerando l'esemplarità del caso pilota la sua generalizzazione nella filiera è facilmente praticabile ed attualmente si sta studiando il modello finanziario idoneo per sostenere gli interventi attraverso il ricorso ad aziende ESCO.

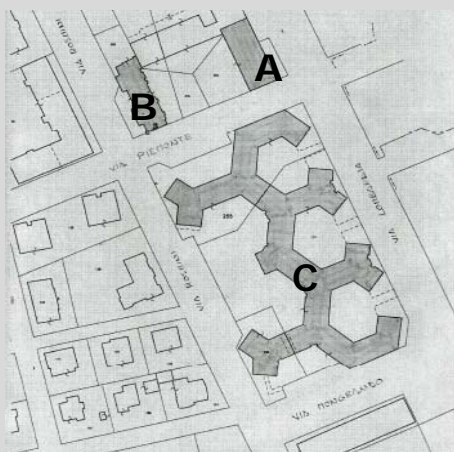


Fig. 1: Planimetria edifici

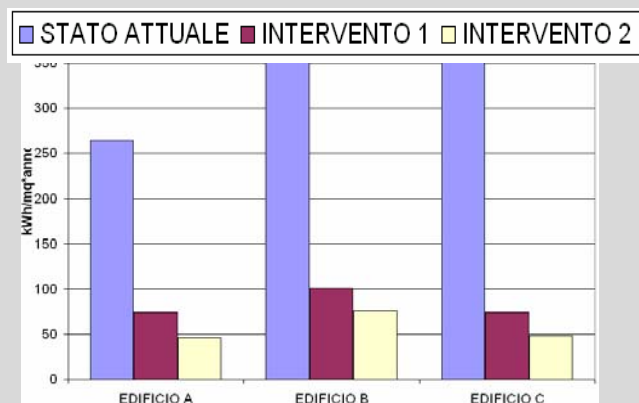


Fig. 2: fabbisogno anno di energia primaria per mq: stato attuale; soluzione progettuale tipo 1; soluzione progettuale tipo 2.

II CASO

Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas: studio per gli interventi di retrofit energetico dell'edificio della sede di Roma, Via dei Crociferi 19

L'edificio oggetto di studio è sito in Roma, ubicato al civico 19 di via dei Crociferi, in prossimità di Piazza Trevi.

Lo studio è stato condotto comparando i risultati della piattaforma ODESSE ed un modello di simulazione dinamico (TRNSYS 16.1) per verificare le prestazioni energetiche attuali dell'edificio e la valutazione delle seguenti possibili soluzioni di retrofit, sia a livello di involucro che a livello di impianto:

- sostituzione infissi esistenti con infissi in alluminio;
- installazioni aeratori lineari automatizzati in corrispondenza degli infissi, al fine di ottenere una ventilazione naturale controllata e la possibilità di sfruttare le tecniche di ventilazione notturna per l'abbattimento dei carichi di condizionamento estivo,
- rifacimento ed isolamento dei lastrici solari
- isolamento a cappotto con pannelli in lana di roccia delle pareti esterne 6° e 7° piano
- impianti per riscaldamento e condizionamento: confronto tra pompa di calore ad assorbimento reversibile tipo Robur GAHP e sistema multisplit
- impianto fotovoltaico per coprire il minimo fabbisogno elettrico delle pompe di calore ad assorbimento.



Figura 3: foto aerea edificio oggetto di intervento

Nel seguente diagramma si evince l'efficacia delle soluzioni tecnologiche adottate in merito al risparmio di energia primaria per il raffrescamento e il riscaldamento.

La soluzione progettuale che prevede l'intervento di retrofit sull'involucro con l'adozione di un impianto centralizzato con pompa ad assorbimento reversibile consente un risparmio annuo di energia primaria di circa il 50% rispetto alla situazione attuale.

Si riporta di seguito l'influenza dell'entità dei ricambi d'aria ora (ach) su i consumi di energia primaria per il condizionamento

Un ricambio notturno pari a 3 ricambi aria ora (ach 3) riduce il consumo di energia primaria del sistema multisplit per il condizionamento del 9,5% e del 10,3 % per la pompa di calore ad assorbimento. Un ulteriore incremento dei ricambi aria non determina una significativa riduzione dei consumi di energia primaria.

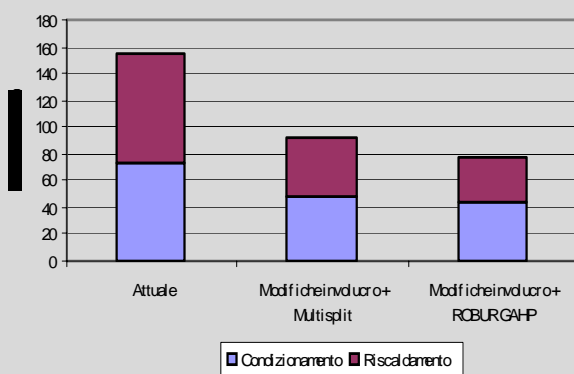


Fig. 1: Fabbisogno di energia primaria per unità di superficie

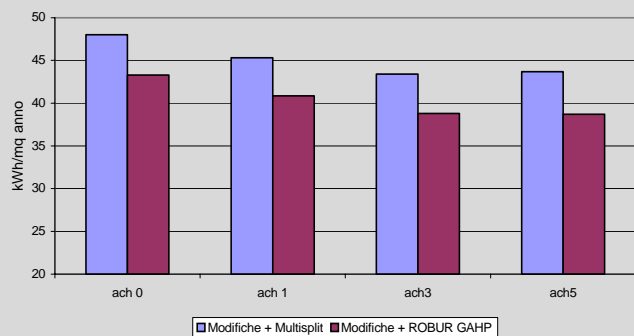


Fig. 2: Effetto della ventilazione notturna sul consumo di energia primaria per il condizionamento

II CASO

Comune di Rossano Calabro: progettazione di interventi sperimentali su tre nuovi edifici.

L'intervento consiste nella realizzazione di tre edifici: uno per attività di formazione (denominato "edificio tecnologico") che sarà dotato di aule per seminari, attrezzature per convegni e laboratori, uno residenziale ("edificio di ricucitura") gestito dall'ATERP di Cosenza, ed uno per residenze di anziani ("edificio sociale").

Edificio tecnologico:

L'edificio si sviluppa su tre livelli, con una forma della copertura digradante da Nord verso Sud, atta a favorire l'inserimento in copertura dei sistemi fotovoltaici. L'edificio è orientato con l'asse maggiore in direzione Nord – Sud.

Soluzioni progettuali adottate:

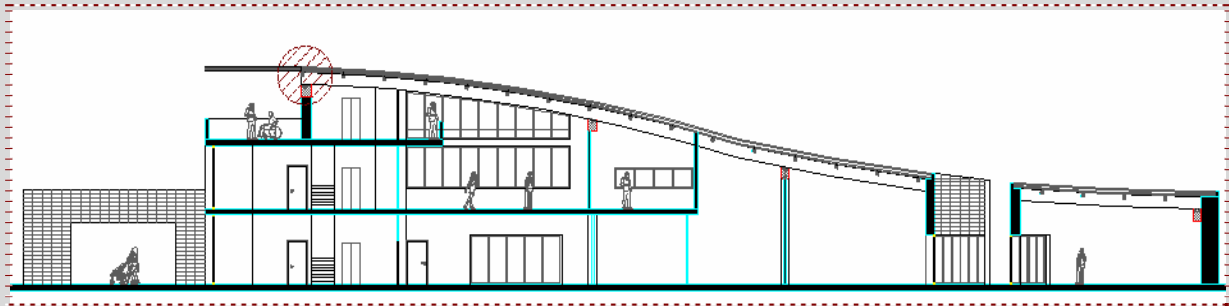
Involucro opaco verticale: caratterizzato da un ottimo isolamento termico con un buon livello di inerzia termica e finitura esterna in cotto ventilato.

Superficie vetrate: trasmittanza $1,6 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ con sistema di schermatura solare tipo brise soleil.

Impianto fotovoltaico: Potenza complessiva di circa 16kW

Produzione di caldo e freddo: pompa di calore ad assorbimento reversibile (acqua ammoniacale) della taglia di 35 kWt, accoppiata ad una caldaia a condensazione di 30 kWt.

Sistema di ventilazione ibrida: aeratori lineari in corrispondenza degli infissi accoppiati ad un estrattore meccanico in copertura e sistema di ground cooling realizzato mediante tubi interrati ad almeno 2,5m di profondità.



Edificio di ricucitura e sociale

L'edificio di ricucitura si sviluppa su tre livelli più il livello terra ed è inserito ad angolo tra due edifici esistenti. L'edificio sociale si sviluppa su quattro livelli con asse principale est - ovest

Soluzioni progettuali adottate :

Involucro opaco verticale: caratterizzato da materiale tipo Gasbeton 500Kg/mc, finitura esterna in cotto ventilato: $U = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Superficie vetrate: trasmittanza $1,6 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ con doppi vetri basso emissivi.

Produzione di caldo e freddo: installazione di caldaia a condensazione (con integrazione di pannelli solari solo per l'edificio di ricucitura)

Consumi energetici

Edificio	Consumo energetico per riscaldamento e ACS ($\text{kWh/m}^2 \text{ a}$)	Consumo energetico per condizionamento ($\text{kWh/m}^2 \text{ a}$)
Edificio tecnologico	31	2
Edificio di ricucitura	42.7	

3.1.2 La gestione ottimizzata dei distretti energetici: la metodologia del controllo evolutivo

L'approccio del *distretto energetico o power park*¹⁵ (o "*smart grids*"¹⁶ come *reti di power parks*), che consiste nel fornire energia "*when and where it needed*", si fonda sulla scelta di un mix di tecnologie da inserire in una architettura energetica, che soddisfi aspetti di elevata efficienza, di sostenibilità ambientale e di caratterizzazione territoriale, a fronte di valutazioni economiche compatibili con gli obiettivi dell'intervento. L'ottenimento di questi obiettivi necessitano l'impiego consistente di sistemi informatici in grado di coniugare i fattori prima citati, spesso in contrasto fra loro.

Il controllo evolutivo

L'ENEA, in congiunzione con la California University San Diego, ha sviluppato una metodologia innovativa chiamata "controllo evolutivo" per guidare ed ottimizzare in linea processi, ispirandosi alle capacità di adattamento delle specie biologiche. Si tratta di una sorta di "vita artificiale", che come nell'evoluzione biologica degli individui viventi, sviluppa la capacità di apprendere in maniera autonoma e progressiva le diverse condizioni operative assunte dal processo per affrontare e risolvere un problema specifico. In questo modo non è più necessario trasferire l'esperienza di un esperto alla macchina con modelli predefiniti. È come se nel computer vivessero tanti "agenti" virtuali che ricevono continuamente informazioni dal processo (misure, regolazioni, prestazioni), che vengono immediatamente elaborate e codificate. Gli agenti virtuali sviluppano una capacità di interazione e di adattamento, che dà luogo ad una sorta di selezione "naturale" in cui sopravvivono solo quelli che forniscono prestazioni ottimali, ovvero coloro che sono in grado di ricercare in ogni occasione la soluzione migliore per le esigenze di controllo di processo.

Queste capacità si esprimono nel ricercare, nel caso di un impianto per la generazione di energia, le migliori condizioni operative, come il basso inquinamento e l'alta efficienza energetica. Tali caratteristiche conferiscono a questa metodologia la qualità più importante: quella di saper adattare continuamente le strategie di controllo ed ottimizzazione durante l'evoluzione del processo dovuto a cambiamenti delle condizioni al contorno quali invecchiamenti strutturali, modifiche nel processo, cambiamenti delle condizioni al contorno (es. cambiamenti climatici giornalieri o stagionali, cambiamenti nei costi o nella composizione del combustibile), cambiamenti su variabili non conoscibili o non misurate, cambiamenti nei comportamenti umani.

Dopo aver ottenuto un significativo riscontro nella Letteratura scientifica internazionale (più di venti pubblicazioni, citazione sul sito NASA-JPL, 4 awards per best paper, 2 tesi premiate), tale metodologia è stata applicata ai processi di generazione di energia ed in particolare, nel contesto di un progetto europeo (ECOTHERM) è stata utilizzata per controllare interamente un impianto di termovalorizzazione (gestito da Hera) che brucia rifiuti solidi urbani per alimentare l'impianto di teleriscaldamento della città di Ferrara ed una turbina per la produzione di energia elettrica. A valle del successo della applicazione attualmente sono in corso progetti per l'applicazione agli impianti a ciclo combinato (progetto MUR-630 con Ansaldo Energia), su sistemi per la gassificazione della biomassa (progetto PIA), per la predizione dei flussi di traffico (progetto Merlino) ed infine, oggetto di questo documento, il controllo dei distretti energetici.

L'ottimizzazione dinamica di reti energetiche distribuite

Nel caso del distretto energetico tale metodologia ha lo scopo di ottimizzare dinamicamente in linea la gestione del mix di sorgenti, in relazione ad una serie di indici di prestazione che si riferiscono ai costi di gestione (inclusi aspetti relativi agli incentivi, al combustibile ed alle tariffe istantanee della energia elettrica), alla soddisfazione delle richieste delle utenze, alle correnti condizioni ambientali e di disponibilità delle sorgenti stesse, alla mitigazione delle emissioni ambientali. A tale scopo è stato implementato un ambiente (ALIFE¹⁷) in cui ciascun agente può rappresentare un insieme di regolazioni da imporre alle sorgenti e ai nodi di una generica sottorete. Attraverso meccanismi di competizione, cooperazione, esplorazione e selezione, l'ambiente artificiale stimola l'emergenza di una forma di auto-

¹⁵ Espressione coniata da Steven Greenberg e Kevin Best di *RealEnergy* (2000), USA.

¹⁶ Technology Platform creata nel 2005 dalla Commissione Europea.

¹⁷ Rif. : Annunziato, Bertini, Lucchetti, Pannicelli., Pizzuti "*The Evolutionary Control Methodology : an Overview*", *6th internat. conf. on Artificial Evolution EA03, Marseille, France, Oct. 2003*; stessi Autori: "*Artificial life and online flows optimisation energy networks*", IEEE Swarm Intelligence Symposium, Pasadena (CA), USA, Giugno 2005

organizzazione nelle soluzioni di controllo che suggerisce un equilibrio ottimale nella gestione delle risorse all'interno di ciascuna sottounità.

Tale ottimizzazione è di tipo adattivo, cioè segue l'evoluzione del distretto energetico adeguando continuamente i propri modelli interni alle variazioni interne ed esterne della struttura da ottimizzare. Il sistema informatico controlla sia gli aspetti relativi alla rete termica che alla rete elettrica ed ha la possibilità di intervenire a mitigare le stesse utenze e recuperare la gestione energetica (*self-healing*) nel caso si verificano picchi improvvisi di richiesta o guasti o black out della rete esterna passando al funzionamento "ad isola". Infine il sistema informatico ha il compito di produrre i report di certificazione dei principali indici energetico-ambientali e di connettersi con una eventuale postazione di gestione remota del distretto energetico attraverso una rete di comunicazione (rete dedicata o internet).

La rete viene schematizzata con una serie di sistemi di generazione d'energia S (rinnovabili e non), nodi di smistamento N ed utenze U. In particolare, l'obiettivo del controllo è quello della regolazione delle sorgenti energetiche e dei nodi di smistamento al fine di adattare continuamente la rete alle variazioni delle utenze (cicliche, a gradino o a rampa) o alla comparsa di guasti sulle sorgenti stesse. In tale ottica la rete energetica arriverebbe ad assumere alcuni dei connotati che hanno determinato il successo delle reti di comunicazione reali (internet), in cui utenze, sorgenti e nodi interagiscono con i vicini attraverso le loro connessioni negoziando sia competitivamente che cooperativamente le risorse dell'intero sistema.

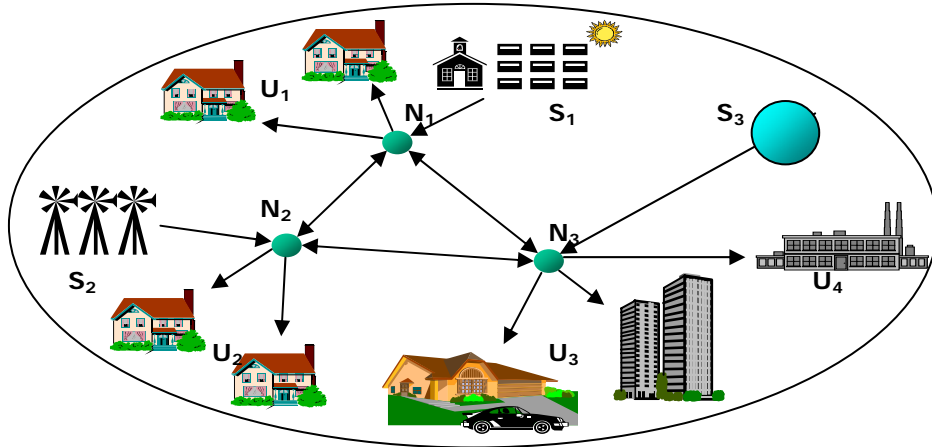


Fig. 3.1 – Schema della rete di distribuzione semplice

La metodologia può essere applicata al singolo distretto energetico (power park) come ad una rete distribuita di sottodistretti autonomi tra loro connessi (smart grid). Per ogni gruppo di utenze è possibile costruire dei controllori locali che hanno la capacità di ottimizzare dinamicamente e di provvedere al recupero automatico della prestazione della rete in caso di guasto (*self-healing*).

IL CASO

Recupero delle prestazioni ottime nel caso di black out della alimentazione esterna del Centro Ricerche della Casaccia (ENEA)

Si riportano i risultati di uno studio applicato al Centro Ricerche della Casaccia (ENEA) nel quale la metodologia del **controllo evolutivo** è in grado di recuperare il valore ottimo di prestazioni a seguito di una simulazione di guasto grave di una sorgente. Il centro della Casaccia può essere considerato un significativo esempio di distretto energetico vista la sua estensione (circa 90 ettari, 100 edifici, 200 persone), la presenza di un impianto fotovoltaico, di un cogeneratore, di un gruppo elettrogeno di emergenza e della linea esterna di alimentazione dell'Acea.

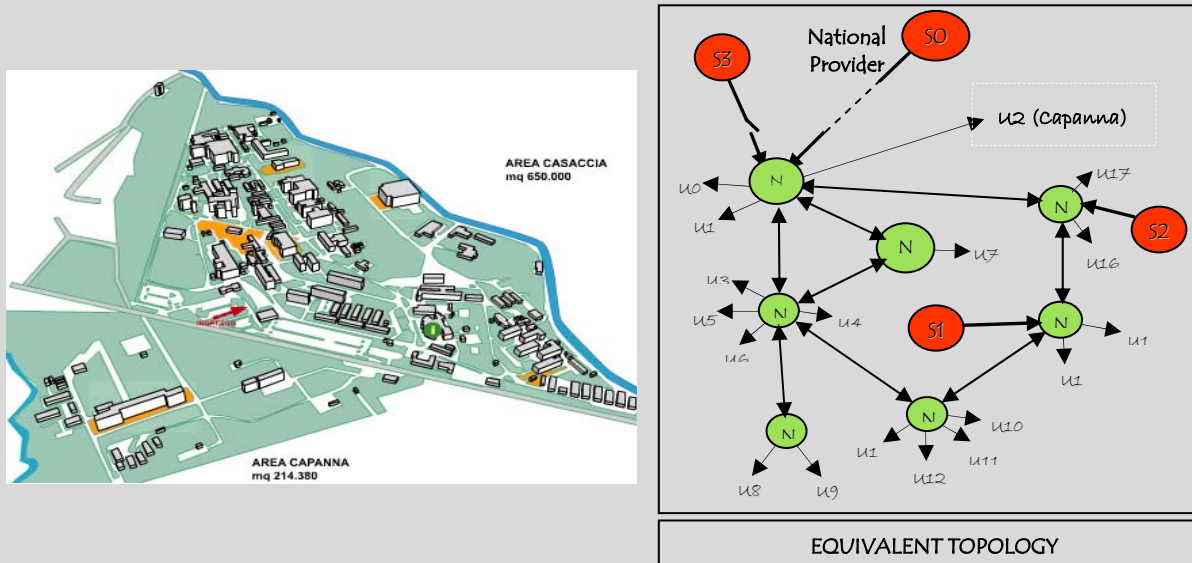


Fig. 3.2 – Mappa del centro ricerche Casaccia (A) e topologia ridotta dello schema elettrico: S0 linea ACEA, S1 cogeneratore, S2 sistema fotovoltaico e S3 gruppi elettrogeni (B)

La rete elettrica è costituita da una sottostazione elettrica e 18 cabine di trasformazione che alimentano circa 100 utenze fra edifici, illuminazione e altri servizi; sono presenti, come sorgenti un impianto fotovoltaico situato sopra il parcheggio che può erogare una potenza di 100 kW e la linea di alimentazione esterna dell'Acea, sono inoltre presenti dei gruppi elettrogeni di emergenza che possono erogare una potenza massima di 2 MW e un cogeneratore che nel test abbiamo supposto in funzione.

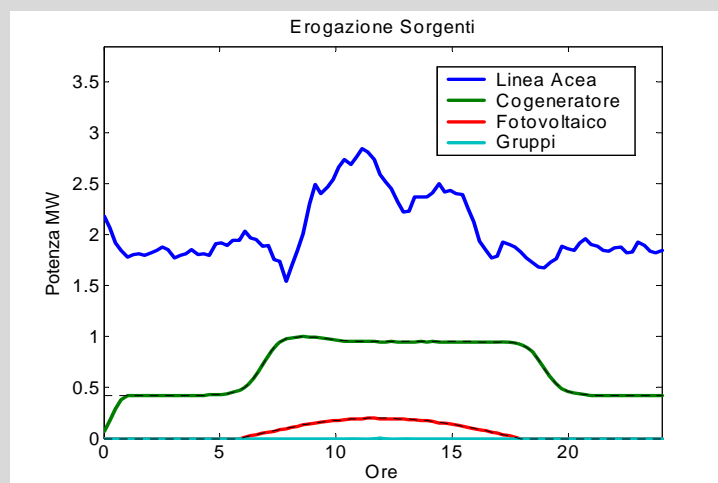


Fig. 3.3 - Grafico funzionamento delle sorgenti in funzione delle fasce orarie giornaliere

A partire dai carichi energetici delle singole utenze, il sistema di controllo, in condizioni normali, è in grado di definire il mix energetico più efficiente ed economico ad ogni ora del giorno. Nella simulazione si è considerato il costo di ogni sorgente per produrre energia, e nel fare questo sono stati considerati gli effettivi costi (ricavati dalle bollette reali) o la disponibilità durante il giorno di ciascuna delle quattro sorgenti. Il grafico di figura 3.3 mostra che tale obiettivo è stato raggiunto privilegiando l'uso delle sorgenti meno costose in termini di tariffa elettrica rispetto alle altre più costose.

Rispetto alle condizioni di normale funzionamento è stato simulato un black out della rete esterna per verificare se il sistema di ottimizzazione fosse in grado di mantenere un buon livello di erogazione dei servizi elettrici e come reagisca ridistribuendo i flussi agli utenti in base al peso di ciascuno.

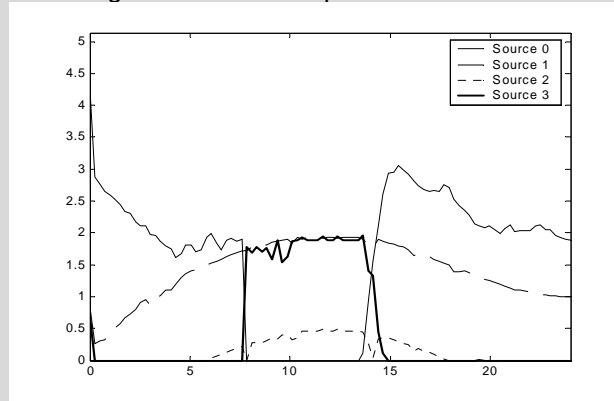


Fig. 3.4 – Erogazione delle sorgenti durante la fase di black out e della sua risoluzione .

Il grafico di figura 3.4 evidenzia l'immediata accensione dei gruppi elettrogeni al momento del guasto e un conseguente aggiustamento dei flussi erogati sulla base delle priorità assegnate agli utenti connessi alla rete attraverso la mitigazione delle utenze. Il risultato ottenuto in termini performance di ottimizzazione è mostrato dai grafici seguenti: la figura 3.5 mostra l'andamento della performance che dopo un primo repentino e sensibile calo riesce a risalire ad un valore accettabile anche se subottimo (0,8). Durante il black-out c'è una flessione della performance, conseguenza del fatto che le sorgenti rimaste non riescono a rifornire in maniera adeguata la totalità degli utenti (fig. 3.6) ma che può considerarsi assolutamente accettabile rispetto al caso di black out completo.

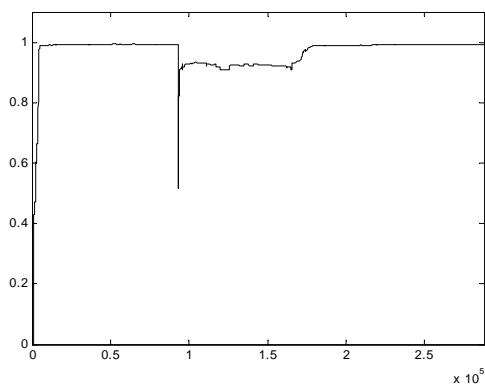


Fig. 3.5 – Andamento della funzione di performance

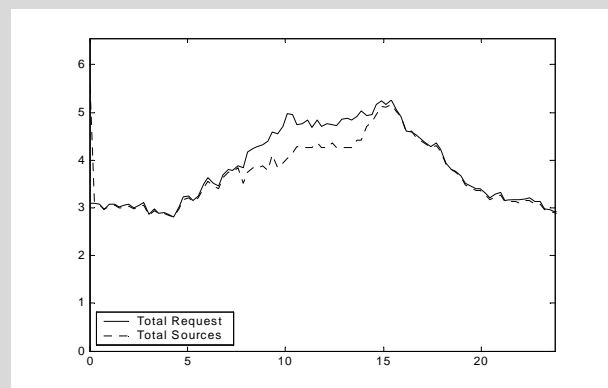


Fig. 3.6 - Totale delle forniture (richiesta teorica ed energia fornita)

Il sistema ha dunque sopperito alla condizione di black out facendo ricorso a tutte le risorse interne andando a modulare l'erogazione del servizio utenti con priorità inferiore ma senza una forte caduta di prestazione sulle utenze stesse.

3.1.3 Il controllo integrato dell'Ecobuilding.

Un efficiente sistema di controllo delle condizioni ambientali e degli impianti di climatizzazione e ventilazione è spesso una condizione essenziale per ottenere l'efficienza energetica di un edificio.

Lo sviluppo di una strategia di controllo ottimale per uno specifico edificio dipenderà non solo da parametri tecnici, come la tipologia dell'edificio, gli impianti di climatizzazione e ventilazione installati e così via, ma anche da parametri quali il comportamento, le aspettative e il modo di vestire degli utenti. In generale, in ogni edificio vi è una forte interazione fra sistema di controllo ed impianti, ma negli edifici che integrano componenti attivi, sistemi di ventilazione o illuminazione naturale, sistemi di raffrescamento passivo ecc., questo aspetto viene esteso anche all'involucro dell'edificio: è perciò importante perseguire una strategia di insieme che simuli anche a livello progettuale la strategia di controllo, attraverso un processo che preveda la stretta collaborazione fra architetti, ingegneri impiantistici ed esperti di sistemi e strategie di controllo.

Uno degli aspetti più complessi nel controllo di un edificio è consentire l'interazione dell'utente con il sistema stesso, senza per questo compromettere il buon funzionamento e l'efficienza dell'impianto. L'impossibilità di decidere delle condizioni climatiche e di illuminazione di un ambiente viene spesso percepita come una limitazione, influenzando di conseguenza la accettazione da parte dell'utente. Sebbene sia opportuno permettere all'utente di controllare agevolmente le condizioni ambientali del proprio ambiente, l'impiego di sistemi di controllo automatici si rende comunque necessario al fine di assistere l'utente nel raggiungere le condizioni ottimali, ma anche per definire le modalità di funzionamento del sistema durante le ore in cui l'edificio non è occupato e nel caso in cui non vi siano interventi da parte dell'utente. La semplicità e la comprensione dell'interfaccia sistema – utente è di grande importanza: uno dei requisiti principali è che il sistema di controllo risponda rapidamente alle richieste dell'utente e modifichi le condizioni ambientali di conseguenza. L'adozione di sistemi di visualizzazione delle condizioni ambientali rilevate gioca un ruolo molto importante nel dare all'utente la misura oggettiva delle condizioni ambientali dell'edificio, sia in termini comfort termico, che in termini di prestazioni energetiche. Le condizioni rilevate (temperatura, qualità dell'aria, consumi etc.), se rappresentate e confrontate con i valori ottimali possono giocare un ruolo molto importante nello scoraggiare l'uso improprio degli impianti di climatizzazione e ventilazione.

Il sistema di controllo deve essere in grado di seguire le condizioni esterne, al fine di premettere la corretta regolazione degli impianti a seconda delle effettive necessità. Le prestazioni di edifici con un involucro attivo, con sistemi di ventilazione naturale o ibrida risultano essere maggiormente influenzate dalle condizioni climatiche esterne. Il sistema di controllo in questi casi deve essere dotato di sistemi di auto apprendimento, al fine di sfruttare le condizioni favorevoli e mitigare quelle sfavorevoli. Il sistema di controllo di un ecobuilding deve poter gestire:

- La temperatura dell'aria
- Il sistema di riscaldamento e condizionamento
- La qualità dell'aria durante le ore di utilizzo dell'edificio e nelle ore vuote
- L'illuminazione naturale ed artificiale
- Le schermature solari
- La ventilazione notturna durante i mesi estivi
- Il preriscaldamento dell'aria di ventilazione in inverno
- L'eventuale presenza di sistemi solari termici e/o fotovoltaici
- L'eventuale presenza di sistemi di microgenerazione

Alle funzioni propriamente energetiche possono inoltre aggiungersi quelle relative alla gestione e alla sicurezza:

- Anti intrusione
- Controllo accessi
- Antincendio

La gestione di tutte queste funzioni richiede l'adozione di sistemi integrati: l'integrazione di tutti i sistemi di controllo sopraelencati in un unico sistema (Building Management System – BMS) consente alcuni vantaggi, i principali dei quali sono:

- Rendere le operazioni più semplici per l'operatore

- Coordinare le funzioni dei diversi sistemi
- Ridurre il numero di sensori

L'ENEA è impegnato nello sviluppo di sistemi di controllo dedicati agli ecobuildings, nei quali si possano applicare sia i nuovi standard per l'interfacciamento di dati a livello di componente (LON - Local Operating Network) che strategie di controllo avanzate. Una rete LON è costituita da sensori ed attuatori intelligenti (nodi) programmati in modo da spedirsi messaggi l'un l'altro al modificarsi di determinate condizioni e agire in conseguenza ai messaggi ricevuti. Mentre il compito di ciascun nodo è di solito piuttosto semplice, l'interazione tra i diversi nodi è in grado di produrre funzioni molto complesse. In ogni caso una gestione efficiente e coerente di questi sistemi richiede una strategia di controllo altrettanto avanzata, che sfrutti adeguatamente le potenzialità tecnologiche costituite dalla rete di sensori, permettendo di controllare numerosi parametri con una strategia ottimizzata. Nell'approccio sviluppato da ENEA tali strategie operano come supervisore di molti servizi energetici combinando la tecnica dei sistema a regole (sistemi esperti) in logica fuzzy con gli algoritmi di ottimizzazione evolutiva.

IL CASO

Il controllo avanzato dell'edificio Sino Italian Energy Efficient Building (SIEEB) presso l'Università Tsinghua a Pechino

Recentemente l'ENEA ha contribuito alla definizione delle specifiche per la realizzazione del sistema di controllo dell'ecobuilding Sino Italian Energy Efficient Building (SIEEB) realizzato dal Ministero dell'Ambiente Italiano presso il Campus dell'Università di Tsinghua a Pechino.



L'edificio, progettato dall'Arch. Mario Cucinella, ha un elevatissimo contenuto tecnologico e impiega i più avanzati sistemi di climatizzazione: sistemi a pannelli radianti e sistemi di ventilazione a dislocamento, oltre a un sistema di trigenerazione e all'impiego di pannelli fotovoltaici integrati nei sistemi di schermatura dell'edificio. Il sistema di controllo ha la funzione di armonizzare molti dei servizi energetici in relazione alle richieste degli utenti.

3.2 LE TECNOLOGIE E PRODOTTI SVILUPPATI

3.2.1 I sistemi di calcolo per i consumi e la certificazione energetica

Un consistente sforzo è stato profuso dall'ENEA per supportare le politiche energetiche attraverso lo sviluppo di programmi per il calcolo dei consumi e la certificazione energetica degli edifici. In questa direzione sono stati sviluppati una serie di tools dedicati a diversi domini di attori o diverse funzionalità.

Il programma DOCET

Il D.Lgs 192/05 di attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa alle prestazioni energetiche degli edifici (EPBD: Energy Performance Building Directive) prevede, all'articolo 6 comma 9, la definizione di metodi semplificati per la certificazione energetica, che minimizzino gli oneri per gli utenti.

In questo contesto l'ENEA e l'ITC-CNR hanno comunemente definito e sviluppato, per gli edifici residenziali esistenti, una metodologia d'intervento e un software utilizzabile attraverso un'interfaccia semplificata che minimizza le richieste di dati quantitativi e il cui motore di calcolo è basato sul quadro normativo CEN definito a supporto della EPBD. Lo strumento si caratterizza per l'elevata semplificazione dei dati in input e la ripetibilità delle analisi, senza tuttavia rinunciare all'accuratezza del risultato.

DOCET è specificatamente finalizzato alla certificazione energetica di edifici esistenti con destinazione d'uso residenziale. Le

semplificazioni introdotte sono, potenzialmente, finalizzate a far partecipare direttamente e consapevolmente l'utente finale al processo di certificazione anche per stimolare una successiva diagnosi energetica più approfondita con strumenti più dettagliati, e individuare eventuali interventi di riqualificazione energetica. Lo strumento, così come è concepito, consente di certificare la classe di appartenenza sulla base di una indagine sommaria dell'immobile, riducendo sensibilmente i costi economici e di tempo legati all'ispezione dell'edificio ed all'esecuzione dei calcoli necessari



La metodologia

La procedura elaborata consente di effettuare un'analisi dei diversi fabbisogni di energia sia per l'intero edificio che per un solo appartamento. Inoltre la struttura complessiva dello strumento, suddivisa in moduli di calcolo ("Energia netta", Energia Fornita", "Energia Primaria", "Certificazione energetica" e Raccomandazioni"), è stata studiata e sviluppata secondo criteri di semplicità, chiarezza e intuitività.

Il DOCET ha un motore di calcolo basato sulle procedure definite dalle normative nazionali ed europee suddiviso nei seguenti moduli:

- fabbisogno energetico netto (per riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria) come stabilito dal prEN 13790, basato su bilanci energetici mensili in regime stazionario;
- energia fornita;
- energia primaria non rinnovabile (FEP) e altri indicatori energetico-ambientali secondo le indicazioni dei prEN 15203 e prEN 15603;
- report del certificato di prestazione energetica secondo il prEN 15217 e raccomandazioni di aggiornamento degli indicatori sopra citati (Fabbisogno Energia Primaria- FEP, classe energetica).

La procedura di certificazione da un lato deve identificare idonei indicatori delle prestazioni energetiche e dall'altro suggerire appropriate misure di risparmio. In quest'ottica l'indicatore prestazionale sensibile individuato è l'energia primaria non rinnovabile (secondo la definizione del prEN 15603), che rappresenta il consumo effettivo di risorse non rinnovabili, dipende dal combustibile utilizzato e indica l'effettivo utilizzo

di fonti rinnovabili. Oltre a quanto definito e richiesto dal D.Lgs. 192/05, si considera anche l'energia primaria totale che consente di sommare forme energetiche diverse quali combustibili, energia elettrica autoprodotta o acquistata, ricavata da fonti rinnovabili o fossili; essa è definita come il potenziale energetico presentato dai vettori e fonti energetiche nella loro forma naturale, ovvero energia non soggetta ad alcuna conversione o processo di trasformazione (prEN15603). In ultimo le emissioni di CO₂, che rappresentano la quantità di gas ad effetto serra emessi nell'ambiente dalle fonti e/o vettori energetici, e indicano in che misura sono utilizzate fonti energetiche a basso impatto ambientale.

I criteri di semplificazione

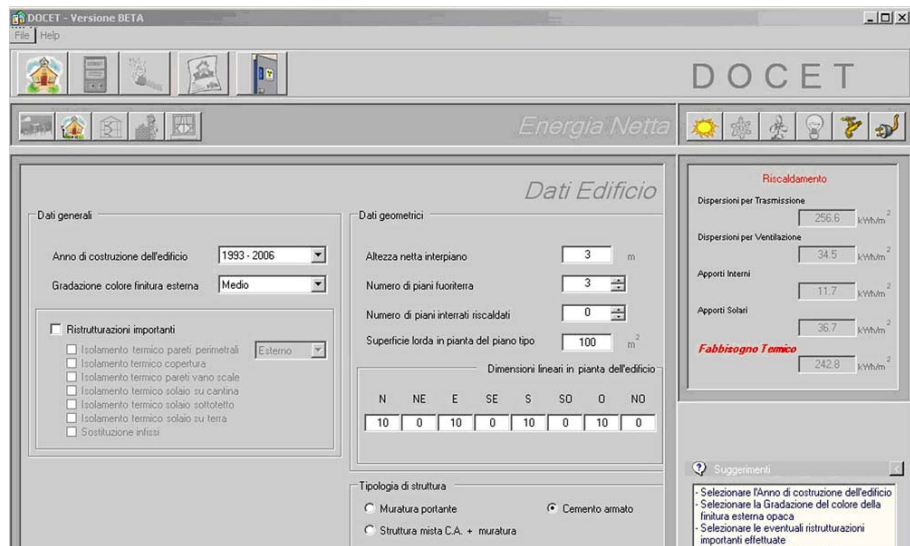
La semplificazione si concretizza nella richiesta per l'utente di inserire il numero minimo di dati quantitativi ed al tempo stesso ottenere più informazioni possibili sulle caratteristiche dell'edificio ed il suo contesto attraverso una serie di informazioni qualitative. Altri dati necessari per il calcolo e non particolarmente incidenti sulla prestazione energetica dell'edificio, o troppo complessi per essere valutati dall'utente, sono direttamente pre-processati dal software e non appaiono nell'interfaccia utente. La ragione di questo approccio risiede nel fatto che il calcolo dettagliato della prestazione termica di un edificio richiede la conoscenza di numerosi parametri, conoscenza molto complessa nel caso di edifici esistenti.

Il DOCET opera un'analisi sul parco edilizio residenziale esistente, raggruppando gli edifici in classi di età individuate per omogeneità costruttiva, soluzioni impiantistiche e anche in funzione della specifica legislazione vigente.

Il parco edilizio è stato classificato in sei classi di età:

1. Prima del 1930
2. 1931-1945
3. 1946 - 1960
4. 1961-1976
5. 1977 - 1992
6. 1993 - 2006

Sono state quindi definite le caratteristiche di involucro e di impianto da assegnare ad ogni classe di età. L'utente è libero di dettagliare maggiormente alcuni dati di default per inserire quelli reali, nel caso siano reperibili (ad esempio lo spessore di strato isolante delle pareti, se presente, le dimensioni dei serramenti). La libertà di inserimento dati non è totale ma vincolata alle librerie presenti nel software.



Sono stati poi definiti altri criteri di semplificazione:

- orientamento secondo gli otto punti cardinali;
- contesto dell'edificio al fine di poter calcolare gli apporti solari sulle facciate e la permeabilità dell'edificio;
- presenza di edifici contigui;
- tre gradazioni cromatiche di facciata e copertura;
- possibili soluzioni tecnologiche disponibili in funzione del periodo storico selezionato.

Da notare che il pre-processing dei dati fa sì che, nella ipotesi di massima semplificazione, i soli dati quantitativi richiesti siano quelli della dimensione in pianta dell'edificio e dell'altezza interpiano.

Il programma RECAL

Recal PE è un codice di calcolo ENEA rigoroso (utilizza i dati di progetto dell'edificio *as built* e le norme UNI in vigore, non utilizza metodi semplificati) che consente di eseguire la valutazione della prestazione energetica del sistema edificio-impianto in conformità alle legislazione vigente (Legge 10/91, D.Lgs. 192/05, D.Lgs.311/06, e relativi decreti attuativi).

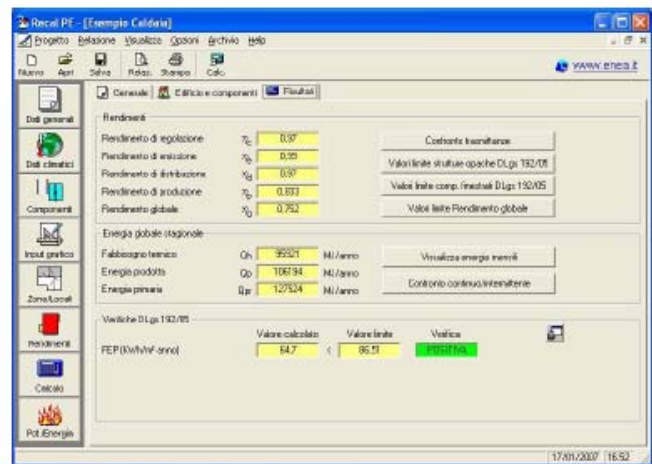
La Legge n. 10 del 09/01/1991 - Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili di energia - ed i decreti attuativi ad essa collegati, hanno rappresentato per più di un decennio il riferimento per la progettazione del sistema edificio-impianto termico. In particolare il D.P.R. 412 del 26/08/1993 (modificato dal D.P.R. 551/99) e il Decreto del Ministero dell'Industria del 13/12/1993 hanno definito i vincoli da rispettare nel progetto e nella relazione tecnica da depositare al Comune prima dell'inizio dei lavori.

Il D.Lgs. 19 Agosto 2005 n. 192, recepimento nazionale della Direttiva Europea 2002/91/CE sul "Rendimento energetico in edilizia", ed il D.Lgs. 29 Dicembre 2006 n. 311, testo correttivo ed integrativo, non hanno sostanzialmente modificato la filosofia progettuale della Legge 10/91, riproponendo la verifica della prestazione energetica in termini di energia, e non modificando nemmeno il numero di verifiche, considerando come prioritaria quella relativa alla prestazione dell'intero sistema edificio-impianti, sostituendo:

1. il FEN, espresso in $\text{kJ/m}^3\text{GG}$, con la EP_1 (Fabbisogno energetico annuo per la climatizzazione invernale), espresso in $\text{kWh/m}^2\text{anno}$ (indicatore considerato più idoneo a livello europeo), per determinate destinazioni d'uso tipicamente residenziali, d'uso degli edifici o in $\text{kWh/m}^3\text{anno}$ per altre destinazioni,

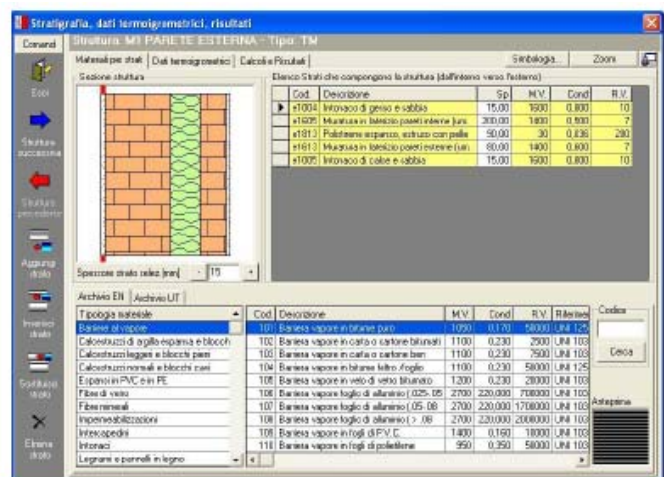
2. la verifica relativa all'isolamento (Cd) introducendo al loro posto la verifica di requisiti prescrittivi sulle trasmittanze degli elementi opachi e trasparenti dell'involucro edilizio),

3. ed infine ha confermato la verifica del rendimento globale medio stagionale dell'impianto sulla base di due soglie minime di efficienza ($65 + 3\log P_n$ o $75 + 3\log P_n$) a seconda del tipo di intervento sull'edificio e/o impianti.



Il D.Lgs. 19 Agosto 2005 n. 192 ed il suo testo correttivo ed integrativo D.Lgs. 29 Dicembre 2006 n. 311, inoltre prevede oltre ad un approccio di tipo prestazionale (calcolo delle prestazioni) anche un approccio di tipo prescrittivo con il semplice soddisfacimento di requisiti prescrittivi sulle trasmittanze degli elementi opachi e trasparenti dell'involucro edilizio e sui componenti dell'impianto di riscaldamento.

Nell'ambito di questo quadro legislativo di riferimento, il codice di calcolo Recal PE, partendo dalla impostazione delle caratteristiche geometriche e fisiche (trasmittanze delle componenti opache e trasparenti ecc.) dell'edificio e dall'impostazione delle caratteristiche di rendimento dell'impianto termico nei vari sottosistemi che lo compongono, nonché dai dati climatici della zona in cui è ubicato l'edificio, consente di valutare il fabbisogno energetico annuo per la climatizzazione invernale (EP_1) per il raffronto con il valore limite fissato per legge. La possibilità di utilizzare un'interfaccia grafica che consente l'utilizzo di elaborati prodotti con i principali codici di disegno tecnico (Autocad e simili) e la disponibilità di complete banche dati sia per le strutture opache, sia per le strutture finestrate, unita alla possibilità di creazione di stratigrafie di involucro ad hoc, consentono flessibilità e semplicità di utilizzo. Il codice consente inoltre di effettuare le verifiche delle trasmittanze delle strutture opache e di quelle finestrate e dei rendimenti dell'impianto termico, nonché la verifica termo-igrometrica delle strutture opache dell'involucro e la



compilazione automatica della relazione tecnica in base all'allegato E del D.Lgs. 192/95 e del D.Lgs. 29 dicembre 2006 n. 311 .

Attualmente sono in corso di sviluppo due nuovi moduli: **RECAL DE** per la diagnosi energetica su edifici esistenti e **RECAL CE** per la certificazione energetica degli edifici. Tali moduli verranno emessi non appena pronte le linee guida ministeriali.

Il programma EPA-NR

Il parco edilizio esistente è la maggiore causa dei degli usi finali di energia ed, al tempo stesso, il settore in cui l'efficienza energetica può essere perseguita con maggiore efficacia. Esiste, tuttavia, il problema della corretta valutazione delle prestazioni energetiche in edifici spesso complessi in termini di geometria e soluzioni impiantistiche adottate.

EPA-NR è una metodologia di valutazione delle prestazioni energetiche di edifici non residenziali esistenti sviluppata dall'omonimo progetto europeo (cui ENEA partecipa), finanziato all'interno del programma IEE-Intelligent Energy for Europe. ENR-tool, il principale strumento della metodologia, è un software che implementa in modo completo la Direttiva Europea 2002/91, ovvero consente di calcolare il consumo energetico totale dell'edificio in funzione di:

- Caratteristiche di involucro edilizio
- Impianto di riscaldamento
- Impianto di raffrescamento
- Impianto di ventilazione meccanica
- Impianto di illuminazione artificiale
- Applicazione della tecnologia fotovoltaica
- Applicazione di impianti solari termici.

I metodi di calcolo sono quelli definiti dalle norme EN, approvate o in fase di approvazione. Si tratta quindi di un metodo di calcolo a bilancio mensile, ovvero metodo stazionario con aspetti dinamici presi in considerazione attraverso i fattori di utilizzo invernali ed estivi.

Uno degli obiettivi principali dello strumento è quello di bilanciare l'accuratezza della modellazione dell'edificio con i tempi necessari per l'acquisizione dei dati, lo sviluppo del modello dell'edificio, l'analisi e la presentazione dei risultati. Per raggiungere questo obiettivo il tool è strutturato come segue:

- Motore di calcolo uguale per tutti i paesi europei basato sulla norma prEN 13790.
- Edificio multizona con scambi nulli tra zone climatizzate.
- Libreria dei dati climatici. Sviluppata a livello locale ed che include per ogni località: latitudine, longitudine ed i valori medi mensili di: temperatura, radiazione solare (orizzontale, verticale sulle 8 esposizioni cardinali, a 45 gradi sulle 8 esposizioni cardinali), umidità specifica.
- Libreria dei combustibili. Sviluppata a livello locale, include per ogni combustibile: l'unità di misura di riferimento, il fattore di conversione energetico rispetto all'unità di misura di riferimento, il potere calorifico, il costo per unità di misura, il fattore di emissione di CO₂.
- Libreria degli input. Sviluppata a livello locale, è utile per inserire dei dati di default che renderebbero altrimenti molto più laboriosa la modellazione dell'edificio, che ad esempio riguardano: ponti termici, trasmissione termica verso il terreno in estate ed inverno, parametri dinamici, variazioni stagionali sui carichi di illuminazione.
- Tabelle di output, esportabili in fogli di lavoro, in cui sono presentati i risultati per singola zona e per l'edificio nel suo complesso. Esse includono: fabbisogno di energia netta per climatizzazione estiva, invernale e ventilazione, consumi di energia per climatizzazione estiva, invernale e ventilazione, consumi per illuminazione, ausiliari elettrici, acqua calda sanitaria, guadagni di energia per uso di fonti rinnovabili, consumi primari di energia ed emissione di CO₂.

Un'importante funzione del tool è la valutazione dei tempi di ritorno economici degli investimenti di recupero energetico in funzione delle tecnologie selezionate, evidenziando i vantaggi in termini di riduzione dei fabbisogni e consumi energetici, riduzione di emissione di gas climalteranti e di risparmio economico in edifici non residenziali esistenti.

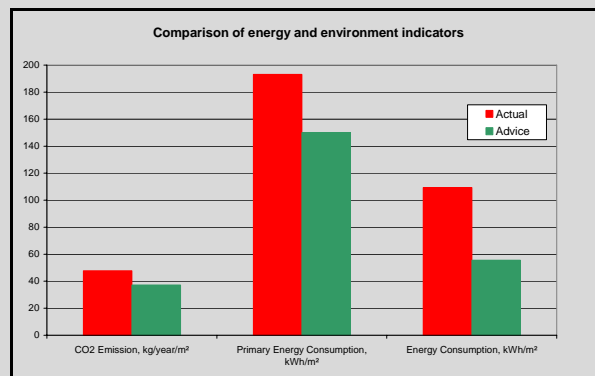
Il software è di semplice utilizzazione grazie alla struttura ad albero che consente di analizzare in sequenza le zone dell'edificio a partire dai dati generali, a quelli di involucro, alla descrizione degli impianti ed ai risultati di calcolo. Inoltre è accompagnato da un dettagliato protocollo di ispezione dell'edificio, che guida l'operatore nel rilievo di tutti i dati sensibili necessari alla corretta e completa applicazione e modellazione dell'edificio. Numerosi suggerimenti con criteri semplificati sono stati inseriti al fine di

garantire l'esecuzione del calcolo con valori di default, suggeriti a livello locale o Europeo, qualora non fossero reperibili tutti i dati necessari.

IL CASO

Applicazione del codice EPA-NR per la certificazione di un edificio complesso esistente (ENEA-CRE Casaccia)

Nell'ambito del progetto EPA-NR, la metodologia è stata applicata in numerosi casi studio. In questo esempio si riporta l'applicazione effettuata per l'edificio per uffici in figura. L'edificio è stato analizzato nello stato attuale ed una serie di interventi migliorativi sono stati proposti. Lo scenario, barra verde, è confrontato con la situazione attuale.



Il programma SENECA (Semplificazione Energetica NELLA Casa)

Il programma SENECA è uno programma in fase di sviluppo per il calcolo semplificato del risparmio energetico ed economico prodotto da interventi migliorativi sul sistema edificio-impianto per la climatizzazione invernale. Il programma è destinato (in versioni diverse) agli amministratori di condomini, agli operatori del settore ed agli ispettori degli impianti termici.

Le caratteristiche del programma consistono in una serie di interventi valutabili tra cui il miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture opache e trasparenti e gli interventi sui sistemi di emissione, regolazione, distribuzione e produzione. Le grandezze di ingresso consistono in: località dell'intervento, consumi stagionali di combustibile, caratteristiche termiche e superfici delle strutture su cui si vuole intervenire, caratteristiche dell'impianto termico, scelta delle proposte migliorative sull'involucro e sull'impianto, costo degli interventi. Le grandezze di uscita sono: valutazione del risparmio annuo di combustibile, valutazione economica (flusso di cassa annuo e payback), valutazione della quantità annua di CO₂ non immessa in atmosfera. L'output comprende la stampa di un rapporto contenente la descrizione del sistema edificio impianto, gli interventi proposti, i relativi costi ed i risparmi, energetico ed economico, annui.

Il programma calcola, secondo le norme UNI, i necessari dati climatici di tutti i comuni d'Italia. L'input delle strutture oggetto dell'intervento avviene attraverso la scelta da un elenco contenente la descrizione, lo spessore e la trasmittanza. L'utilizzatore sceglie la struttura che ritiene più adeguata al proprio caso oppure inserisce, se conosciute, le caratteristiche reali. Il programma confronta la trasmittanza delle strutture esistenti con le corrispondenti trasmittanze previste dal D.lgs 311/06 e calcola le eventuali resistenze termiche da aggiungere per rispettare i limiti di legge. L'utilizzatore, a questo punto, sceglie la soluzione da un elenco di interventi oppure inserisce interventi liberamente definiti. Attraverso l'utilizzo di elenchi precaricati e guidati, si descrivono i sistemi di emissione (radiatori, ventilconvettori, termoconvettori, pannelli radianti), di regolazione (manuale, con sonda esterna, di zona, per singolo ambiente ecc.) e di distribuzione (tipo di distribuzione e qualità dell'isolamento). Il sistema di produzione richiederà le caratteristiche della caldaia, la data di installazione e notizie sulla manutenzione. Parecchi dati vengono proposti dal programma. L'utilizzatore può accettarli o modificarli. Per ciascuna parte dell'impianto l'utente può introdurre gli interventi e il relativo costo.

3.2.2 Il calcolo della radiazione solare: il programma “NEURAL WEATHER GENERATOR”

Il Neural Weather Generator è un programma per la generazione di dati climatici. La creazione di un tale software si è resa necessaria durante lo sviluppo della piattaforma di simulazione ODESSE per calcolare i dati orari di temperatura esterna all’edificio e i dati orari di irraggiamento sulle diverse pareti dello stesso. Il programma può essere utilizzato per diverse altre applicazioni:

- Progetto di edifici e distretti energetici
- Progetto di impianti e pannelli fotovoltaici
- Progetto di collettori solari termici ed impianti a solare termodinamico
- Progetto di filiere a biomassa
- Mappe per piani energetici regionali.

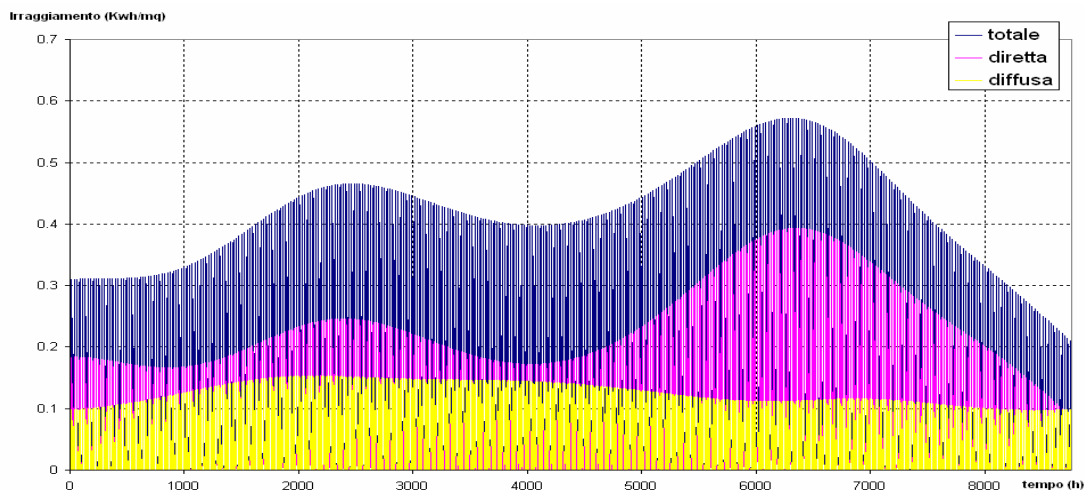
A differenza dei modelli esistenti in cui i dati climatici sono sostanzialmente letti da un database che riporta valori storici di varie località, questo modello si basa sulla previsione di tali valori. Tale previsione viene effettuata attraverso reti neurali evolutive (ENN) sviluppate in ENEA che si basano appunto su algoritmi di addestramento di tipo evolutivo. Le reti sono state addestrate con i valori (storici) medi mensili dei dati meteo delle Province Italiane forniti dalla Norma UNI 10349 e verificati con l’atlante solare della radiazione solare dell’ENEA.

In ingresso alle reti sono stati forniti 4 valori: latitudine, longitudine, altitudine e giorno relativi ai valori climatici da ricavare, quelli forniti in uscita dalla rete. Tali valori sono giornalieri; da questi è possibile ricavare i dati orari attraverso modelli di stima ben noti.

I risultati ottenuti sono stati messi a confronto con il generatore meteo di software molto utilizzato come il codice trnsys e con i dati reali. L’errore assoluto medio commesso sui valori reali è minore nel modello NWG piuttosto che in quello di trnsys. Questa maggiore accuratezza è dovuta alla capacità del NWG di generalizzare i dati su diversi anni piuttosto che lavorare su specifiche annate che possono essere influenzate da valori fuori norma o caratterizzati da instabilità statistica. Grazie alle caratteristiche molto avanzate delle reti evolutive utilizzate, il sistema NWG è caratterizzata da una accuratezza molto elevata. Ad esempio l’errore assoluto medio su tutta l’Italia per la predizione della temperatura media oraria è pari a circa 1 grado centigrado.

	<i>Neural Weather Generator - ENEA - Reti evolutive</i>
<i>Errore assoluto medio sulla temperatura oraria media(C)</i>	<i>1.07</i>

Nella figura sottostante sono riportati i valori di irraggiamento orari (componente diretta, diffusa e totale) a Roma, nell’arco di un anno, per una parete esposta a sud (azimut = 0°, inclinazione = 90°).



3.2.3 L'illuminazione efficiente: le tecnologie sviluppate da ENEA

Come mostrato nel capitolo 1, l'illuminazione è dei settori più significativi su cui puntare per il risparmio energetico rappresentando una delle voci più importanti nel consumo elettrico degli edifici e dei distretti energetici. Il Piano d'Azione per l'Efficienza energetica Italiano indica, tra le varie tecnologie, l'adozione delle lampade ad alta efficienza come le CFL o i LED ed i regolatori di flusso. L'ENEA ha sviluppato una strategia basata sullo sviluppo di tecnologie innovative (sistema LUCE per la regolazione di flusso di seconda generazione e lampada Stapelia a led ad alimentazione fotovoltaica), sulla dotazione di un laboratorio molto avanzato per la caratterizzazione delle tecnologie della illuminazione ed infine sulla preparazione di una serie di applicazioni significative.

Il sistema LUCE per la regolazione intelligente del flusso luminoso

I regolatori di flusso luminoso sono dei dispositivi utilizzati per adeguare l'illuminamento in base alle esigenze dell'utenza (per esempio l'intensità del traffico), attraverso una idonea gestione della tensione di alimentazione delle lampade, in ottemperanza alle norme vigenti.

Il sistema LUCE (Light Using Capful Energy) è un regolatore di flusso di seconda generazione a controllo digitale remoto, che mira ad aumentare l'efficienza dei sistemi di illuminazione attraverso l'ottimizzazione dell'alimentazione delle lampade e la gestione intelligente dell'intero sistema di illuminazione, favorendo un sensibile contenimento dei consumi elettrici, l'incremento della qualità del servizio, l'aumento della vita utile e dell'efficienza delle lampade, nonché la riduzione dei tempi di manutenzione.



L.U.C.E. regola il flusso luminoso attraverso il contributo di più moduli di potenza, ognuno comprendente un trasformatore con una tensione di uscita opportunamente scalata rispetto a quella degli altri moduli. I livelli di luminosità ottenibili sono elevati (27 steps con 3 trasformatori, 81 steps con 4). Questa gestione consente una maggiore precisione della regolazione della luminosità e una drastica riduzione di elettrosmog. La logica adottata fa sì che essi influenzino la tensione di alimentazione delle lampade, nei seguenti modi:

- sommando la propria tensione a quella presente sulla linea di alimentazione delle lampade;
- sottraendola alla linea che alimenta le lampade;
- lasciando inalterata la tensione presente su detta linea (stato passivo del modulo).

L.U.C.E. è dotato di un dispositivo per la diagnostica delle prestazioni fornite, sia in tempo reale che in differita (registrazione dei parametri di funzionamento). Il funzionamento di L.U.C.E. è autonomo, ma dispone di tecnologie di comunicazione per il controllo e la gestione remotizzata del suo funzionamento mediante un dispositivo di telecomando integrato nell'apparecchiatura stessa.

Altra peculiarità., rispetto alle altre apparecchiature che utilizzano dei trasformatori di tensione, è quella di adottare sistemi di regolazione statici, ovvero, senza la presenza di motori e/o di altri componenti elettromeccanici che, oltre ad inficiare la longevità dell'apparato ed appesantire i consumi passivi di queste apparecchiature, sono portatori di rumore elettromagnetico.

Un ulteriore dato innovativo, che va nella direzione di un'ottimizzazione della manutenzione degli impianti di illuminazione, è la capacità di notificare, in modo asincrono ed immediato, le eventuali condizioni di errore dovute ad un malfunzionamento accidentale, attraverso l'emissione automatica di segnalazioni di guasto (emissione di "trouble ticket") al servizio di supervisione impianti di illuminazione. Ciò consente di ridurre il numero degli interventi di "manutenzione preventiva" degli impianti, attivando le azioni di intervento per la "manutenzione correttiva" in modo mirato e tempestivo, solo in corrispondenza di reali situazioni di guasto.



La possibilità di estrarre informazioni riguardanti la funzionalità delle lampade asservite a L.U.C.E attraverso l'analisi dei dati ricevuti (relativi a tensioni e correnti di lavoro dell'apparecchiatura) e la logica di gestione impiegata, rendono tale adatto ad interfacciarsi con sistemi di supervisione "intelligente" in grado di scegliere autonomamente la migliore strategia di funzionamento. In particolare, il sistema di supervisione riceve i segnali provenienti da sensori esterni all'apparecchiatura (pressione atmosferica, luminosità, umidità, traffico, etc.) elabora mediante tecniche avanzate (regole fuzzy o controllo adattivo) la migliore configurazione di illuminazione possibile e la trasferisce al microcontrollore di LUCE.

IL CASO

Il risparmio energetico nella illuminazione dei Centri ENEA con la tecnologia di regolazione di flusso del sistema LUCE: il caso del Centro Ricerche Casaccia

Ai fini di valutare i risultati di risparmio e di valutazione dei tempi di ritorno dell'investimento è stata fatta una valutazione sul Centro Ricerche Casaccia. Nella tabella che segue si riportano i principali risultati dello studio.

Applicazione: tratta di illuminazione stradale e perimetrale del CR ENEA Casaccia

Ipotesi assunte:

- costo energia medio ponderato in funzione delle ore di funzionamento per ciascuna fascia;
- periodo medio di funzionamento: 11,35 ore giornaliere;
- costo unitario apparecchiatura 7500 Euro
- vita media 10 anni; rendimento 35 %, apparecchiatura trifase da 30 KW
- valutazione risparmio TEE ai sensi dei D.M. 20 luglio 2004.

Risparmio annuo (kWh/a)	38262 su 124282 (30.1 %)
Tempo di pay-back	2.1 anni

Tali risultati mostrano una evidente convenienze nell'applicazione di tale tecnologia che mostra tempi di ritorno molto vantaggiosi anche senza il ricorso ai TEE (circa 3 anni di payback).

La lampada Stapelia

Allo stato attuale l'integrazione dei sistemi fotovoltaici in architettura, e cioè l'utilizzo multifunzionale dei componenti fotovoltaici come elementi edili, costituisce una tra le applicazioni più promettente ed interessanti di questa tecnologia. Di conseguenza un importante filone di ricerca nell'ambito del fotovoltaico è costituito dal miglioramento della valenza "formale" dei componenti per l'edilizia, finalizzato a rendere possibili interventi di qualità sull'ambiente naturale e costruito. Questo perché la diffusione dei sistemi fotovoltaici integrati in ambienti naturali o costruito non può prescindere dalla "accettabilità" da parte dei progettisti, dei committenti e degli utenti. I componenti fotovoltaici devono quindi essere guardati come occasioni progettuali alla stregua degli altri elementi del processo di design.



Stapelia è una risposta a questa tematica; si tratta di un lampione fotovoltaico, concepito traendo spunto dalle forme dell'omonimo fiore, con l'obiettivo di mitigare l'impatto visivo che l'inserimento di un sistema fotovoltaico produce in un contesto sensibile. In un territorio come quello italiano, ricco di siti protetti per la loro qualità ambientale o per il pregio storico-architettonico, un componente di questo tipo può consentire la diffusione della tecnologia fotovoltaica dove l'impiego di componenti tradizionali sarebbe senza dubbio sconsigliato anche con buoni risultati in termini di "comunicazione".



componente è stato dimensionato per resistere al carico proprio ed ai sovraccarichi di legge in accordo con la normativa italiana in materia.

Il lampione Stapelia è stato inteso come una sorta di fiore che può essere piantato da solo oppure no, secondo le esigenze degli utenti e del contesto. La corolla del fiore, che poggia su di uno stelo alto 600 cm, è composta da cinque petali triangolari costituiti da moduli vetro-vetro (Schuco tecnologia PROSOL su disegno Enea), ognuno da 28W_p, con 21 celle in silicio monocristallino blu scuro sorretti da una struttura in carpenteria metallica di forma pentagonale. Stapelia è suddivisa in due parti; i moduli fotovoltaici triangolari sono disposti nella parte superiore (corolla) sorretta da un robusto palo di sostegno. La flangia di collegamento è inclinata a 30° rispetto all'orizzontale. Sia il calice che lo stelo (palo) sono stati pensati in carpenteria metallica (Fe360B). Il

Sono stati realizzati in ambito Enea cinque prototipi del componente Stapelia, e sono stati installati presso il Centro Ricerche di Portici, nei pressi del Parco Nazionale del Vesuvio. In particolare le cinque Stapelie sono state disposte lungo un percorso di attraversamento del giardino, che segna il confine della proprietà Enea verso il mare. Il singolo impianto monofase è dotato di un sistema di accumulo, ma può anche essere connesso alla rete elettrica di distribuzione a bassa tensione (230 V, 50Hz) per mezzo di un inverter (0,8 kVA). Il sistema è stato pensato in maniera da garantire una ottimale gestione dell'energia finalizzata all'illuminazione ed il monitoraggio dei parametri elettrici ed energetici; è, inoltre, provvisto di dispositivi che consentono la programmazione oraria ed il controllo crepuscolare dei carichi.





L'unità standard, che comprende cinque moduli fotovoltaici triangolari connessi in serie da $28W_p$ ciascuno, è equipaggiata in corrispondenza delle cinque facce della metà inferiore del carter con 15 moduli "power led" (da 3 led ciascuno), per un totale di potenza disponibile per l'illuminazione di 63 W. La tecnologia power led è caratterizzata da un'ottima efficienza energetica ed una eccezionale affidabilità, consentendo di raggiungere tempi di funzionamento superiori alle 50.000 ore. Inoltre il mercato attuale fornisce prodotti idonei a funzionare in situazioni gravose come quella da esposizione alle intemperie con ottime possibilità di definizione delle caratteristiche elettro-ottiche.

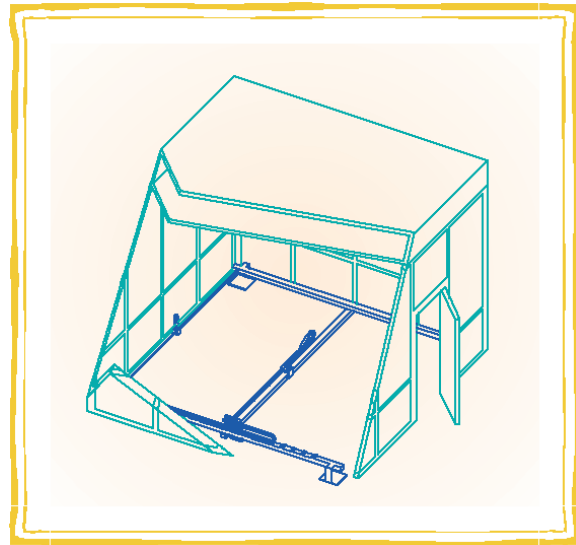
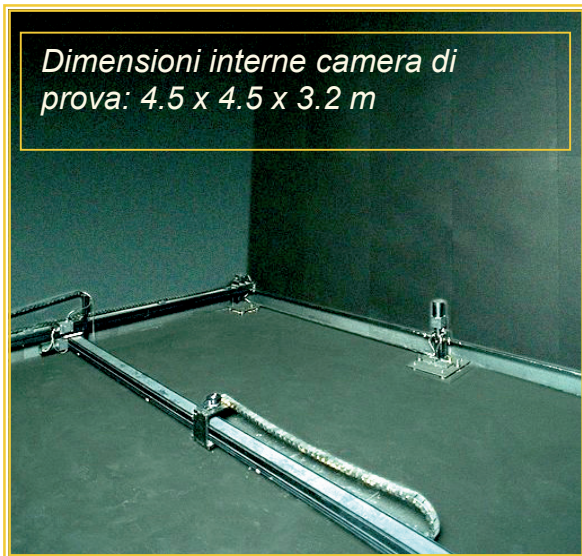
Fissata la quantità di luce necessaria per l'effetto desiderato (circa 900 lumen), si è scelto un prodotto a con grado di protezione IP68 con distribuzione dell'intensità di tipo lambertiano e con un angolo di emissione luminosa pari a circa 120° . Questa scelta è stata dettata dalla volontà di ottenere un effetto di luce diffusa, piuttosto che a fasci concentrati.

Sono stati scelti degli accumulatori con tecnologia piombo-gel (70 Ah), al fine di conseguire un elevato livello di efficienza, un adeguato ciclo di vita (circa 8 anni) e per minimizzare gli eventuali costi dovuti alla manutenzione. Il dimensionamento degli accumulatori è stato effettuato a partire da una valutazione delle condizioni medie di insolazione annua per il sito di Portici (circa 650 Wh/giorno). L'efficienza del gruppo batterie/regolatori di carica è stimabile pari a circa l'85%, e così l'autonomia di funzionamento media è fissata in 12 ore, corrispondenti a due giorni considerato un tempo di funzionamento di 6 ore giornaliere.

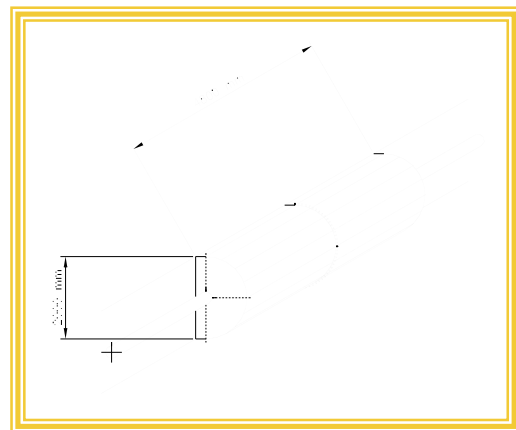
Il Laboratorio CORVO per la qualificazione dei sistemi di illuminazione

I laboratori CORVO (Camera Oscura Rilevamento Valori Ottici) e ICELAB a Ispra (VA) sono due laboratori strumentali dedicati ad attività sperimentale in campo energetico ambientale su componenti e sistemi per usi finali, in particolare illuminazione ed elettrodomestici del freddo.

La caratteristica principale del laboratorio CORVO è una cella di prova per la caratterizzazione di componenti luminosi dotata di movimentazione elettromeccanica del sensore di misura sugli assi x-y (vedi figure). In questo modo è possibile ricostruire l'intera mappa della proiezione luminosa attraverso un protocollo di misura molto accurato.



Il laboratorio è dotato di un banco di misura di grandezze elettriche e di strumentazione portatile per monitoraggi in campo e di un sistema a controllo monitorizzato per la caratterizzazione dei dispositivi a tubo di luce del tipo "GlowWorm" (hollow light guides, vedi figura sotto).



Le tipologie di prova realizzabili consistono in:

- Verifica sperimentale del software illuminotecnico
- Analisi dei sistemi di regolazione del flusso luminoso
- Analisi dell'influenza dell'ambiente sulle prestazioni di sistemi di illuminazione
- Determinazione del profilo energetico di sistemi e componenti in condizioni di lavoro.

Nel laboratorio CORVO sono state qualificate le tecnologie sviluppate e brevettate da ENEA (sistema LUCE e lampada STAPELIA), diverse tecnologie emergenti, e le tecnologie che stanno maggiormente affermandosi nel contesto della efficienza energetica quali le lampade fluorescenti compatte.

IL CASO

La qualificazione delle lampade fluorescenti compatte per il progetto Europeo EnERLIn (European Efficient Residential Lighting Initiative)

Obiettivo del progetto è la caratterizzazione e promozione delle lampade fluorescenti compatte (CFL) nel settore residenziale, come contributo all'aumento dell'efficienza energetica nelle abitazioni e, in ultima analisi, allo sviluppo sostenibile. Tale obiettivo si articola su:



- Campagne promozionali e formative, basate su materiali ad hoc, mirate per diverse tipologie di beneficiari (utenti finali, distributori...) a diversi livelli (locale, nazionale, europeo)
- Attività basata su criteri scientifici, per promuovere le CFL effettivamente in grado di far risparmiare energia soddisfacendo le esigenze di qualità degli utenti



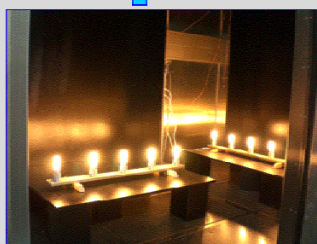
Invecchiamento iniziale (100 ore)



Misure fotometriche in cella di prova



Predisposizione cicli on/off in camera climatica



Le CFL in camera climatica

In questo progetto ENEA ha messo a punto una metodologia di prova per definire le prestazioni più rappresentative delle CFL in reali condizioni di utilizzo. Tale metodologia si basa su standard nazionali/europei e sull'European Quality Charter for CFL (set di criteri volontari di qualità a livello europeo. L'obiettivo è quello di studiare la 'sopravvivenza' e le prestazioni delle CFL in diverse condizioni ambiente e di utilizzo quali:

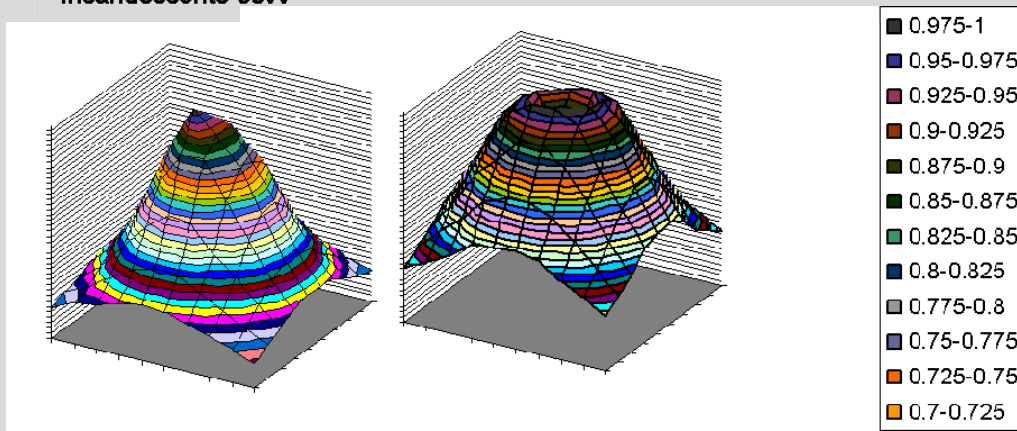
- Invecchiamento iniziale con misura della quantità, distribuzione e colore della luce emessa
- Invecchiamento in camera climatica con cicli di ON/OFF
- Misura finale della quantità, distribuzione e colore della luce emessa

Nella figura sottostante un esempio di comparazione tra la mappa di una CFL e quella di una lampada ad incandescenza.

Confronto distribuzione di luce su un piano tra lampada a incandescenza e CFL

Incandescente 60W

CFL 15W



Illuminamento normalizzato su piano orizzontale, (da misure di illuminamento mappate su un quadrato di 4 x 4 m Altezza lampade: 2 m rispetto al piano di misura)

3.2.4 La casa intelligente

La "Casa Intelligente" è stata realizzata nel Centro Ricerche Casaccia dell'ENEA nel contesto di un Accordo di Programma con il Ministero dell'Industria. La sua funzione è quella di disporre di una "casa laboratorio" che possa consentire di valutare e confrontare, a parità di condizioni, le prestazioni, energetico - ambientali, di configurazioni e soluzioni impiantistiche diverse o di valutare le prestazioni di una "villetta" come unica unità.

La tipologia edilizia è quella di una villetta monofamiliare ad uso civile abitazione, composta da un piano semi interrato, due piani fuori terra, di circa 90mq ciascuno, con copertura piana a lastricato solare. La struttura è in c.a. e laterizio. La cubatura totale è di circa 950mc. Il piano rialzato è predisposto per l'applicazione di soluzioni architettoniche ed impiantistiche, da sviluppare e valutare, per le persone anziane o con un basso grado di disabilità. I due piani fuori terra sono strutturati in modo da poter essere trattati come due unità immobiliari separate ed indipendenti o come una unica unità immobiliare.



Molta attenzione è stata posta, in fase di progetto, a quegli aspetti che da un lato rispettassero gli standard costruttivi attualmente in vigore e dall'altro consentissero di poter utilizzare la casa come un organismo in evoluzione e, quindi, con soluzioni che consentano allestimenti e dotazioni tecnologiche con un elevato grado di flessibilità e libertà. Per questo si è cercato, nella fase progettuale ed in quella realizzativa, di avere un elevato grado di flessibilità nell'utilizzo dei locali e nella distribuzione ed allocazione dei sistemi tecnologici e funzionali e nella stesura dei cablaggi e di minimizzare i costi di intervento dovuti alle opere richieste dalle sperimentazioni da effettuare.

È stata dotata, pertanto, di una intercapedine ispezionabile ed attrezzata, che consente di poter modificare o implementare le utenze e le funzioni secondo le specifiche esigenze di sperimentazione o prova; di un cavedio verticale tecnologico che accoglie tutti i cablaggi ed i passaggi verticali (tubature, canalizzazioni, ecc.); di un controsoffitto smontabile ed ispezionabile che consente interventi di manutenzione e modifica molto rapidi ed a basso costo; un piano seminterrato che svolge una duplice funzione di ospitare il locale dedicato al controllo e gestione di tutti i sistemi e gli impianti e di piano in cui poter monitorare condizioni di microclima in funzione di diverse configurazioni di stato; di una zona esterna, a porticato, in cui provare diverse soluzioni di bioclimatica e di sistemi solari attivi e passivi.

Le principali particolarità che possiamo trovare nei materiali e nelle soluzioni tecnologiche adottate sono le seguenti:

I MATERIALI

Le tamponature esterne sono in muratura con una densità di circa 700 kg/mc. Sono stati utilizzati dei laterizi dell'ALVEOLATER disposti a doppio paramento con interposti elementi isolanti in sughero ed intercapedine d'aria, ed per uno spessore totale di 30 cm. L'intonaco esterno è del tipo isolante.

I serramenti sono realizzati con telai a taglio termico della SCHUKO e le parti vetrate sono realizzate con vetro elettrocromico. Questa è una innovazione molto importante in quanto questa generazione di vetri sono stati introdotti sul mercato nei primi mesi di questo anno e la loro produzione, molto limitata, avrà la sua prima applicazione e valutazione, energetico-prestazionale, nel residenziale proprio in questo laboratorio ENEA. La particolarità di questi vetri consiste nel fatto che si possono modificare le prestazioni energetico - ambientali delle lastre utilizzando dispositivi che, reagendo alle variazioni di grandezze elettriche (tensione e corrente) ad esse applicate, possono controllare in modo indipendente le singole lastre che compongono il serramento.

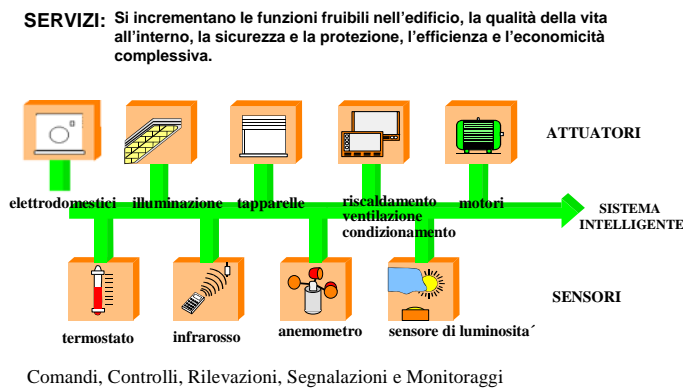
IMPIANTI

Sono stati installati tre tipi di impianti per il riscaldamento: pavimento radiante con un distributore per piano che alimenta una rete a ragnò (ogni locale ha una sua propria serpentina alimentata dal distributore centrale e gestita da un sistema intelligente); radiatore con caldaia autonoma in cui i singoli radiatori sono attrezzati con elettrovalvole gestite dal sistema intelligente; un impianto di condizionamento innovativo in grado di fornire all'utenza sia il caldo che il freddo in ambienti diversi ma nello stesso tempo in cui avviene la richiesta del vettore caldo o freddo da parte dell'utenza. Questo sistema utilizza mobiletti a pavimento ed elementi a soffitto così da poter valutare le differenti prestazioni dei due sistemi anche per gli aspetti che interessano il comfort ed i problemi relativi alla qualità dell'aria. Oltre questi impianti è stato previsto un sistema misto di ventilazione naturale artificiale che dovrà fornire dati e valutazioni sull'Indoor Air Quality (IAQ), sulla validità del sistema di ventilazione mista e sugli aspetti di numero ricambi orari in discussione in diversi tavoli a livello europeo. La Casa Intelligente è attrezzata anche con particolari sensori per poter valutare e determinare le emissioni, pericolose o dannose, di materiali e sostanze utilizzate dall'industria del settore edilizio (vernici, colle arredi ecc.) e quelle provocate dalla conduzione della vita degli occupanti (emissioni dovute alle fiamme libere - cottura cibi -, fumo, bioeffluenti ecc.)



HOME AUTOMATION

Le funzioni e le esigenze di una casa sono molteplici i controlli la gestione la sicurezza l'entertainment, il lavoro ecc. vengono, in questa casa laboratorio, integrate e gestite da un sistema intelligente a questi dedicato. È stato utilizzato il sistema EIB (European Installation Bus) della SIEMENS che utilizza il protocollo EIB (European Installation Bus). Il sistema è in grado di gestire e controllare tutte le funzioni della casa le principali sono: gli allarmi tecnici, il microclima, i serramenti, i sistemi di riscaldamento e ventilazione, i carichi elettrici, l'illuminazione, l'antintrusione ecc..



Il sistema utilizza una intelligenza distribuita che consente ai componenti di campo una autonomia sugli interventi da attuare, in base ad un algoritmo di funzionamento con cui sono istruite le singole "intelligenze" dei componenti dei sotto- sistemi. Ad esempio tutti gli attuatori della linea BUS (supporto fisico che collega tutti i componenti e dispositivi del sistema) sono in "ascolto" ma solo quello a cui il comando è destinato riceverà e reagirà al comando stesso effettuando l'operazione richiesta informando il sistema dell'avvenuta operazione. Il tutto sarà registrato dal supervisore dell'intero sistema. Così se la situazione è tale per cui è necessario

avere un maggior apporto della luce naturale ci sarà un comando che istruirà il sensore dei vetri per renderli maggiormente "trasparenti" ed uno che ordinerà, a quello che regola le luci, di spegnerle o attenuarle, in funzione del tipo di illuminazione utilizzata.

Il sistema si interfaccia anche con gli altri sistemi che non utilizzano il protocollo EIB con opportune soluzioni che riescono a far dialogare i diversi linguaggi dei sistemi. Anche questa compatibilità di linguaggio tra diversi sistemi fa parte delle sperimentazioni di questo laboratorio.

Sono previste infatti prove di qualificazione e valutazione di altri sistemi da sviluppare in campagne di monitoraggio successive. La Casa Intelligente sarà telegestita e teleassistita da un sistema remoto e sarà utilizzata per la dimostrazione e la promozione dei sistemi dell'H.A (Home Automation) e dei teleservizi con particolare attenzione a quelli per la teleassistenza e la telemedicina.

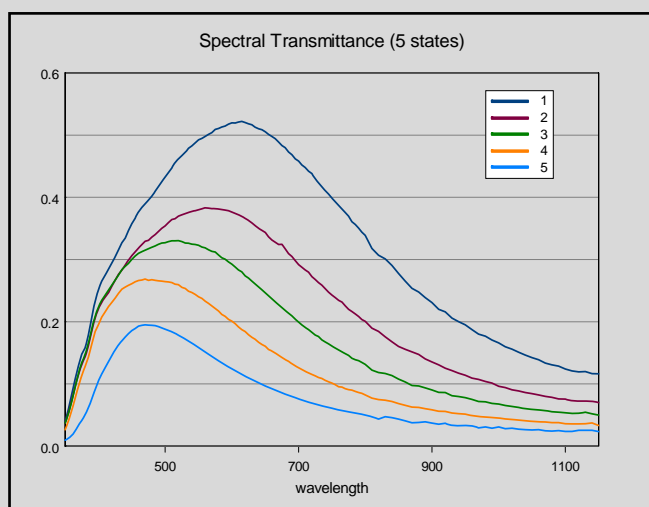
IL CASO

La caratterizzazione dei materiali in edilizia

L'applicazione di materiali ad elevata prestazione in edilizia richiede un'accurata caratterizzazione al fine di una corretta stima dei vantaggi conseguibili. Una funzione richiesta con sempre maggiore insistenza in edifici, residenziali e non, è un'adeguata risposta dell'involucro edilizio nel ridurre i fabbisogni di climatizzazione estiva. Materiali trasparenti, semitrasparenti ed opachi possono assolvere questa funzione, a patto di verificare in che modo assorbono, trasmettono, riflettono la radiazione solare. Prove di laboratorio sui materiali e prove sul campo su componenti integrati nell'edificio consentono di rispondere a questa richiesta. Tra i materiali testati ed applicati figurano:

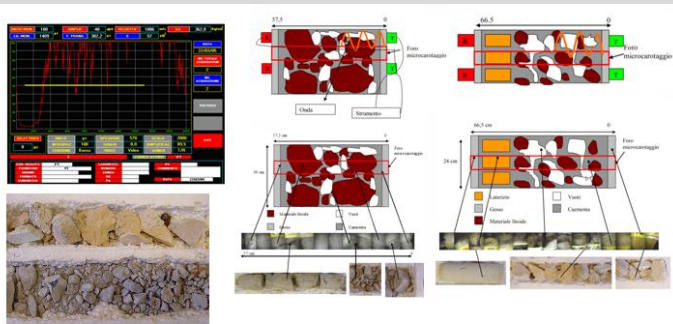
- Materiali trasparenti per applicazioni in edilizia
- Materiali trasparenti extrachiaro per applicazioni in componenti solari
- Materiali metallici per applicazioni solari e tubi di luce
- Vernici e membrane riflettenti per applicazioni nei componenti opachi dell'involucro edilizio.

Le prove di laboratorio consistono nella misura delle grandezze ottiche di cui sopra con spettrofotometri o con sfere integratrici di grandi dimensioni, queste ultime necessarie per i moderni materiali e componenti che, a causa della complessità geometrica e delle caratteristiche intrinseche dei prodotti, non possono essere testati con strumenti convenzionali. L'attrezzatura sperimentale deve essere di elevata flessibilità in modo da *adeguarsi* fisicamente alle caratteristiche dei campioni da misurare. Nella foto seguente sono presentate le curve spettrali di una finestra elettrocromica per diversi livelli di colorazione del componente.

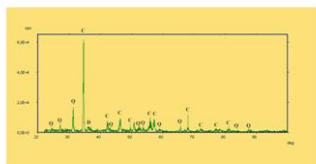


Le prove sul campo sono fondamentali per verificare come un prodotto, teoricamente applicabile, si *comporta* nel caso di una completa integrazione nell'edificio. Monitoraggi di temperatura dell'aria, temperatura superficiale e temperatura media radiante, nonché di umidità, illuminamento e consumo energetico consentono di avere delle risposte, almeno parziali, a queste domande.

Queste attività sperimentali sono mirate non solo alla valutazione della prestazione energetica ma anche del comfort termico e visivo degli utenti dell'edificio.

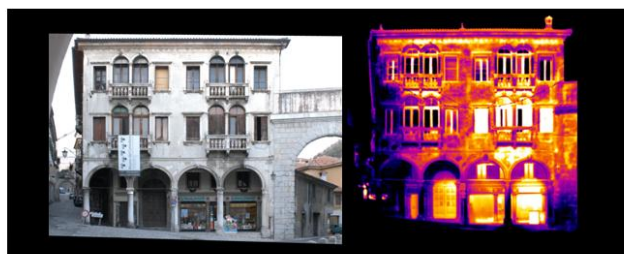


INTEGRAZIONE DELLE INDAGINI ENDOSCOPICHE, ULTRASONICHE E FISICO CHIMICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE MURATURE STORICHE



A destra: indagini diagnostiche effettuate sulle mura storiche nel contesto del progetto Vittorio Veneto per la realizzazione di interventi innovativi di recupero di edifici storici. Le indagini diagnostiche rappresentano uno strumento conoscitivo per l'approfondimento dei caratteri costruttivi, della qualità dei materiali, della lettura microclimatica, della caratterizzazione energetica dei singoli episodi architettonici. Ciò ha consentito di definire, attraverso l'integrazione delle diverse discipline ed indagini, gli interventi di restauro e/o recupero conservativo sostenibili. Le indagini consentono inoltre, in fase *post operam*, di verificare e controllare il corretto raggiungimento degli *standard* progettuali preposti.

Di fatto, le indagini effettuate nel settore delle prove non distruttive, hanno inizialmente fornito le indicazioni per le elaborazioni progettuali e, in seguito e coerentemente con le letture analitiche e critiche elaborate, hanno orientato ulteriori indagini di approfondimento, quali quelle soniche ed ultrasoniche, analisi ad IR, nonché diverse tecniche basate sull'impiego di laser e di georadar. Sono altresì state indagate microcarote murarie che, attraverso analisi fisico-chimiche e mineralogico-petrografiche, hanno permesso di caratterizzare murature appartenenti ai XV, XVI, XVII secolo, nonché il loro stato di conservazione.



VERIFICA DELLA CLASSIFICAZIONE VISIBILE DEL DEGRADO SUPERFICIALE E DELLE DISCONTINUITA' TERMICHE MEDIANTE L'UTILIZZO DELLE INDAGINI TERMOGRAFICHE

4 LE ATTIVITÀ DI DIMOSTRAZIONE E LA PRESENZA SUL TERRITORIO

Per poter incidere significativamente sul tessuto energetico Italiano è necessario elaborare una strategia di trasferimento delle tecnologie, delle normative e delle conoscenze verso il territorio in modo capillare.

La strategia scelta dall'ENEA si articola su quattro punti:

1. Avviare un vasto programma di progetti mobilizzatori di dimostrazione di ecobuilding e distretti energetici
2. Elaborare e diffondere un ampio programma di formazione e di diffusione delle tematiche della efficienza energetica
3. Supportare il sistema della Governance nella attuazione e nella pianificazione delle normative e dei piani energetici
4. Creare una rete capillare di presenza sul territorio e nel sistema della ricerca.

In questo capitolo verranno discussi questi quattro nodi fondamentali.

4.1 IL PROGRAMMA DI DIMOSTRAZIONE: I DIMOSTRATORI IN PROGETTO IN ITALIA

Come accennato nel capitolo 2 sulla strategia ENEA, un importante ruolo verrà affidato ai progetti mobilizzatori di dimostrazione dove tecnologie e spinta sul territorio sono congiunti sullo stesso obiettivo. L'obiettivo è quello di creare esperienze significative caratterizzate da una grande replicabilità, al fine di dimostrare i risultati ottenibili e creare quella massa critica di aziende e competenze necessarie per innescare il volano della replicazione e dell'indotto occupazionale.

Il programma delle proposte in corso d'opera è stato articolato per tipologia di distretto energetico e per soluzioni tecnologiche che si vogliono adottare. I distretti presi in considerazione sono:

- distretti ospedalieri (2 proposte)
- complessi di edilizia sociale (1 proposta)
- plessi scolastici
- paesi di media dimensione (2 proposte)
- quartieri urbani
- villaggi turistici e/o grandi alberghi (1 proposta)
- aeroporti e/o stazioni ferroviarie
- centri sportivi
- centri uffici, centri di ricerca ed università (4 proposte)
- centri commerciali (1 proposta)
- centri residenziali (1 proposta)
- condomini
- distretti ed aree industriali (2 proposte).

Per ognuna di queste tipologie è necessario sviluppare delle soluzioni ad hoc che potranno poi essere facilmente replicate a partire dalla regione in cui l'esperienza si è sviluppata ma con la prospettiva di mercato nazionale ed internazionale. In particolare per ogni progetto gli obiettivi che si vogliono ottenere consistono in:

- Definire l'architettura energetica di riferimento.
- Dimostrare l'entità del risparmio, della prestazione, dei modelli di finanziamento e dei tempi di ritorno dell'investimento.
- Sviluppare e validare le tecnologie delle componenti energetiche innovative.

- Trasferire tecnologie e linee guida ad un team di aziende territoriali ed eventuali spin-off al fine di replicare l'esperienza su vasta scala.
- Avviare programmi di comunicazione, diffusione e formazione sul campo.
- Costituire un team di sperimentazione di nuovi standard di riferimento ed eventualmente nuovi modelli di normative incentivanti in sinergia con la PA.

Le possibili ricadute:

- Stimolare lo sviluppo di una eco-industria sulle componenti tecnologiche e di sistema coinvolte nel dimostratore.
- Costituire un esempio metodologico di una aggregazione di una massa critica tra sistema della ricerca – sistema di aziende e collegamento con gli enti locali territoriali.

Naturalmente il lancio di questi progetti è complesso e richiede un consistente budget ed un articolato team di attori. Le fonti di finanziamento possono essere di tipo regionale (i progetti generano un forte indotto sul territorio) o nazionale (MSE, MUR, MATT) o di tipo europeo e tipicamente coinvolgono fonti di finanziamento private collegate ad aziende ESCO.

IL CASO

La Cittadella della Efficienza (Brindisi)

La Cittadella della Ricerca (Brindisi) è un insediamento di medie dimensioni che ospita laboratori di ricerca, università, aziende ed un centro ENEA con una richiesta energetica intorno ai 2 MW elettrici, 3 MW termici, 4 MW frigoriferi. Il nucleo centrale di partners del progetto sono ENEA, Consorzio della Cittadella, Università di Lecce, CETMA.



Lo schema progettuale prevede una rete integrata che ha come punti salienti i seguenti aspetti:

- Un ecobuilding innovativo con ground cooling, solar cooling e campo fotovoltaico integrato, controllo avanzato e la riqualificazione energetica degli altri edifici.
- La realizzazione di una rete di trigenerazione ed un impianto di teleriscaldamento a olio vegetale la cui alimentazione è collegata a produttori nella zona pugliese.
- La realizzazione di una centrale di controllo e supervisione dell'intero distretto energetico con tecnologie di controllo evolutivo ed ottimizzazione in linea.
- La realizzazione di impianti fotovoltaici multifunzione in relazione ad aree di parcheggio e di un impianto sperimentale a concentrazione.
- La realizzazione di un impianto di illuminazione ad elevata efficienza e componenti innovativi (LED) con regolazione di flusso connessa a sistemi intelligenti.
- La realizzazione di un progetto ottimizzato basato sulla modellazione dinamica dell'intero distretto energetico.



4.2 I PRODOTTI FORMATIVI E LA DIFFUSIONE.

Le trasformazioni e le novità introdotte dalle normative già in atto, nell'ambito dell'efficienza energetica degli edifici, spingono gli stati nazionali e le Regioni alla introduzione di nuovi regolamenti nelle nuove edificazioni e nelle ristrutturazioni, specialmente per quanto riguarda gli edifici pubblici. Il settore del privato e in particolare quello della Pubblica Amministrazione, non ancora preparato per rispondere alle varie specificità richieste da queste nuove normative, hanno l'esigenza di identificare le scelte di orientamento tecnologico e l'apparato di controllo ed attuazione delle normative. Per questo manifestano la necessità di avere un supporto tecnico-scientifico ed una formazione che qualifichino ed aggiornino i tecnici del settore e, per il pubblico, accompagnino in questo processo di aggiornamento le PA per rispondere in modo coerente ed efficace alle nuove direttive. Tali esigenze si stanno manifestando con sempre maggior vigore da parte del pubblico e da parte del privato.

L'ENEA, in questo campo, svolge un ruolo fondamentale nell'azione di raccordo tra i diversi livelli tecnici e tecnico-amministrativi del Sistema Paese, sia per il settore pubblico che privato nell'ambito della governance, della formazione e della terzietà. La promozione e lo sviluppo di interventi finalizzati allo sviluppo dell'innovazione e della competitività presso le imprese, il supporto tecnico-scientifico e le prestazioni di servizi alle PA Centrali Regionali e locali, grazie alle reti di relazioni in atto con le Istituzioni ed il settore produttivo, sono gli obiettivi primari che si vogliono perseguire.

Tutto questo è reso operativo grazie al grado di potenzialità di poter intervenire efficacemente a sostegno di politiche di riduzione dei consumi energetici nazionali e di controllo della domanda con azioni di R&S – studio di metodologie e tecnologie innovative, integrazione di sistemi energetici - e di supporto – offerta di servizi energetici integrati, corsi di alta formazione - che comportino una maggiore efficienza nell'uso razionale dell'energia ed un risparmio energetico e riduzione delle emissioni dei gas climalteranti, conseguente a cambiamenti nel comportamento degli utenti finali.

IL CASO

Il Progetto Campus

L'ENEA, nell'ambito della sua attività di formazione e informazione su tematiche relative allo sviluppo energetico sostenibile a favore dei soggetti pubblici e privati territoriali coinvolti nell'applicazione o nel rispetto della normativa vigente in materia energetica, ha dato vita a partire dal 2005, a un modulo tecnico-informativo denominato "CAMPUS PER L'ENERGIA".



CAMPUS PER L'ENERGIA si caratterizza, in relazione a tematiche energetiche emergenti e di particolare attualità nel nostro Paese, come luogo di trasferimento di conoscenze tecnico-scientifiche e normative, di scambio di esperienze comuni e occasione di discussione e confronto tra esponenti del Governo Centrale, Amministrazioni Regionali e Locali e operatori privati, in un clima di concertazione e cooperazione

L'iniziativa, di cui l'ENEA è promotore, è realizzata in collaborazione con i Ministeri competenti, altri organismi pubblici istituzionali (AEEG, GSE, GME ecc.) e enti di ricerca (CNR, Università ecc.). L'obiettivo comune perseguito è quello di dare concreto avvio ad azioni sinergiche e di sistema, sulle quali concentrare l'impegno e le risorse di tutti gli attori coinvolti nelle problematiche energetiche, per l'affermazione di modelli di sviluppo sostenibile per il Paese.

Nel CAMPUS sono sviluppate le problematiche relative al rendimento energetico nell'edilizia, con l'obiettivo di accrescere l'efficacia, l'efficienza e la qualità degli interventi di efficienza energetica, nonché le competenze delle Amministrazioni Locali, fornendo un contributo conoscitivo utile ai decisori e agli attuatori degli interventi, funzionari e tecnici degli enti locali e delle strutture tecnico progettuali – agenzie territoriali e organismi tecnici, variamente attivati nell'attuazione della progettazione territoriale.

Nel settore del privato l'ENEA è presente con le Associazioni di categoria come il WWF ed ADICONSUM nell'iniziativa di formazione e sensibilizzazione sul tema dell'efficienza energetica rivolta al vasto pubblico ed a tecnici del settore con la finalità di coinvolgere, attraverso i cittadini, gli amministratori di condominio in progetti di efficienza energetica negli edifici e di creare nuove figure tecniche di consulenza per il cittadino; e con gli ordini professionali (ingegneri, architetti ecc.) per svolgere corsi di aggiornamento sul tema dell'efficienza energetica.

Le azioni e gli interventi sono focalizzati, principalmente, nel miglioramento dell'efficienza energetica nel settore civile. Le strategie, per il settore pubblico, sono impostate e strutturate in modo da incidere principalmente a livello Centrale, Regionale e locale, poiché si ritiene fondamentale il ruolo delle pubbliche amministrazioni periferiche con lo scopo di accrescere la consapevolezza sui vantaggi legati all'adozione di misure, metodologie e tecnologie di efficienza energetica e diffondere in modo capillare la conoscenza dei modelli comportamentali più corretti.

IL CASO

Il Progetto SICENEA

Il Progetto SICENEA - "Programma regionale di iniziative di informazione e sensibilizzazione all'uso delle fonti rinnovabili d'energia e dell'efficienza energetica con implementazione di una rete di strutture informative provinciali" è stato ammesso al finanziamento da parte della Regione Siciliana nell'ambito della sua Intesa Istituzionale di Programma con lo Stato Italiano - Accordo di Programma Quadro -APQ- misura ENERGIA

Le attività dell'ENEA sono state improntate sull'offerta di servizi di ricerca, di sperimentazione tecnologica, di formazione, di sensibilizzazione, ed orientata sulla messa a punto e sperimentazione di metodi integrati di formazione, diffusione tecnico-scientifica finalizzati alla crescita di un sistema energetico locale efficiente. Tra gli obiettivi vi è quello dell'aumento della competitività del sistema produttivo regionale, con i connessi risvolti sull'impatto occupazionale, attraverso la creazione di forti stimoli all'Innovazione, alla Ricerca e alla qualificazione e valorizzazione del patrimonio di risorse umane disponibili.

Il progetto si è concretizzato sulle seguenti linee di attività:

- A. Aggiornamento e sensibilizzazione operatori e tecnici
- B. Creazione di 9 Uffici Energia Provinciali e Rete Regionale
- C. Sensibilizzazione scientifica del mondo della SCUOLA
- D. Realizzazione manuali tecnici e sito WEB interattivo
- E. Campagna di comunicazione (imprenditori industriali - professionisti - grande pubblico).

Destinatari dell'azione ENEA di stimolo ed accompagnamento allo sviluppo, sono i principali organismi protagonisti nell'opera di indirizzo politico e di crescita tecnologica e sociale regionale: Regione, Enti Locali, imprenditori, professionisti operatori di settore, mondo scolastico ecc.. Il Progetto, naturalmente, prevede anche attività di sensibilizzazione rivolte al grande pubblico.



4.3 L'ATTUAZIONE DELLE POLITICHE ENERGETICHE: L'ENEA A SUPPORTO DELLA LEGGE FINANZIARIA

Nel contesto della attuazione delle politiche energetiche l'ENEA svolge un ruolo significativo sia nella diffusione delle informazioni e sia nella predisposizione degli strumenti attuativi come nel caso del meccanismo dei certificati bianchi (TEE) dove l'ENEA supporta l'Authority per Energia Elettrica ed il Gas nella valutazione delle domande relative ai progetti di efficientamento.

La legge Finanziaria 2007 ha innovato molto in materia di incentivi per la realizzazione di interventi di risparmio energetico, in particolare nelle abitazioni, introducendo una detrazione fiscale del 55% degli importi pagati dal contribuente, ripartita in tre anni, con tetto di spesa notevolmente alto, variabile da intervento a intervento. Sono state anche introdotte semplificazioni burocratiche e la documentazione da predisporre è limitata: asseverazione di un tecnico che certifichi il raggiungimento degli standard richiesti di efficienza energetica, attestato di certificazione o qualificazione energetica dell'edificio dove è stato realizzato l'intervento e scheda informativa tecnico-economica sull'intervento realizzato. L'ENEA è impegnato nella diffusione delle informazioni e nel monitoraggio della applicazione dei risultati ottenuti in seguito alla introduzione del sistema di incentivi.

I siti web e il numero verde sugli incentivi per l'efficienza energetica

L'ENEA, investito del compito di monitorare il successo dell'iniziativa, su mandato e in collaborazione con il Ministero dello Sviluppo Economico ha aperto lo scorso 30 marzo 2007 un apposito sito dedicato all'informazione e all'assistenza agli utenti all'indirizzo <http://efficienzaenergetica.acs.enea.it> che, alla data del 4 dicembre aveva raccolto circa 485.000 visitatori e che rimane a tutt'oggi il mezzo più semplice, più completo e più utilizzato per assumere informazioni gratuite di ogni genere su tutta la procedura da seguire per richiedere le detrazioni previste.

Il sito è strutturato in varie sezioni: normativa energetica, pubblicazioni ENEA, schemi di calcolo per i tecnici e, particolarmente cliccate, due parti dedicate all'assistenza: una prima dove è pubblicata una serie di domande frequenti (faq), ovviamente con relative risposte in cui si è cercato di interpretare alcuni punti della normativa non troppo chiari o comunque tali da generare dubbi interpretativi negli utenti, al fine di dare delle linee di indirizzo comuni. Una seconda in cui si offre consulenza a tutti via e-mail su tutte le tematiche incentivate: questa sezione ha raccolto sinora oltre 13.000 richieste di aiuto a cui si è risposto nella totalità dei casi in tempi strettissimi, generalmente non superiori alle 24 ore.

Oltre al precedente è stato attivato un secondo sito <http://finanziaria2007.acs.enea.it>, dedicato questo all'inoltro delle "domande" per fruire della detrazione fiscale: più precisamente si tratta di uno strumento informatico che permette la redazione guidata a video e quindi l'invio all'ENEA della documentazione richiesta. Anche questo sito ha ricevuto sinora circa 87.000 visitatori e sono state ricevute sinora 14.500 documentazioni di lavori effettuati al fine di richiedere la detrazione fiscale prevista. Infine è stato predisposto un numero verde MSE-ENEA (800 985280), gestito da Adiconsum con cui l'Ente ha stipulato una convenzione. Il numero verde fornisce consulenza gratuita su tutte le tematiche, tecniche e procedurali, per consentire agli utenti l'accesso alla detrazione del 55%.

Il monitoraggio della legge finanziaria

Esaminando da vicino l'andamento dell'iniziativa, osserviamo che, sempre alla data del 4 dicembre 2007, erano pervenute all'ENEA circa 29.000 domande. Il grafico riportato analizza la situazione delle sole domande pervenute per via informatica (14.000, quasi il 50% del totale) ma si ritiene che le percentuali indicate possano essere estese a tutti gli interventi senza errori rilevanti. Esaminando la ripartizione degli interventi per regione (fig. 4.1), notiamo che in testa alla classifica ci sono la Lombardia che da sola copre il 21% delle domande presentate e il Veneto con il 15%. Seguono in ordine sparso le altre regioni: l'Emilia Romagna con l'11%, il Piemonte con il 9%, il Friuli Venezia Giulia con il 7%, la Toscana con il 6%, il Lazio e la Sardegna, prima regione del Mezzogiorno, con il 5%. Chiudono la classifica Basilicata, Calabria e Molise con percentuali di richieste che non arrivano allo 0,5%, segno che, nonostante tutto, gli incentivi – e probabilmente gli adempimenti necessari – non hanno fatto particolare presa in diverse regioni del sud, forse anche per la minore informatizzazione presente.

Venendo agli interventi più ricorrenti (fig. 4.2) possiamo notare che, sino a questo momento, il minore interesse lo hanno suscitato i lavori di riqualificazione globale dell'edificio (comma 344 della Finanziaria

(1%), probabilmente a causa della complessità degli interventi da realizzare. Il resto della torta viene quasi equamente spartito tra interventi su finestre e pareti (c. 345: 35%), caldaie (c. 347: 28%) e pannelli solari (c. 346: 25%) mentre gli interventi multipli riguardano l'11% dei casi.

Infine, può essere interessante considerare le caratteristiche tecnico-economiche dell'intervento singolo medio (fig. 4.3). Si è constatato che, mediamente, questo ha un costo di circa 8.800 euro, consente un risparmio annuo di energia primaria di circa 5 MWh ed evita l'immissione in atmosfera di quasi 1,1 t/a di CO₂. Le spese professionali per il tecnico certificatore si attestano mediamente sui 567 euro. Se ipotizziamo la realizzazione di 50.000 interventi entro il termine di scadenza dei benefici, con una semplice moltiplicazione è facile calcolare quanta energia è possibile risparmiare e quanto è significativo il beneficio ambientale che è possibile conseguire, in termini di anidride carbonica non emessa. A buon diritto si può parlare, quindi, di notevole successo degli incentivi e del supporto dello staff ENEA.

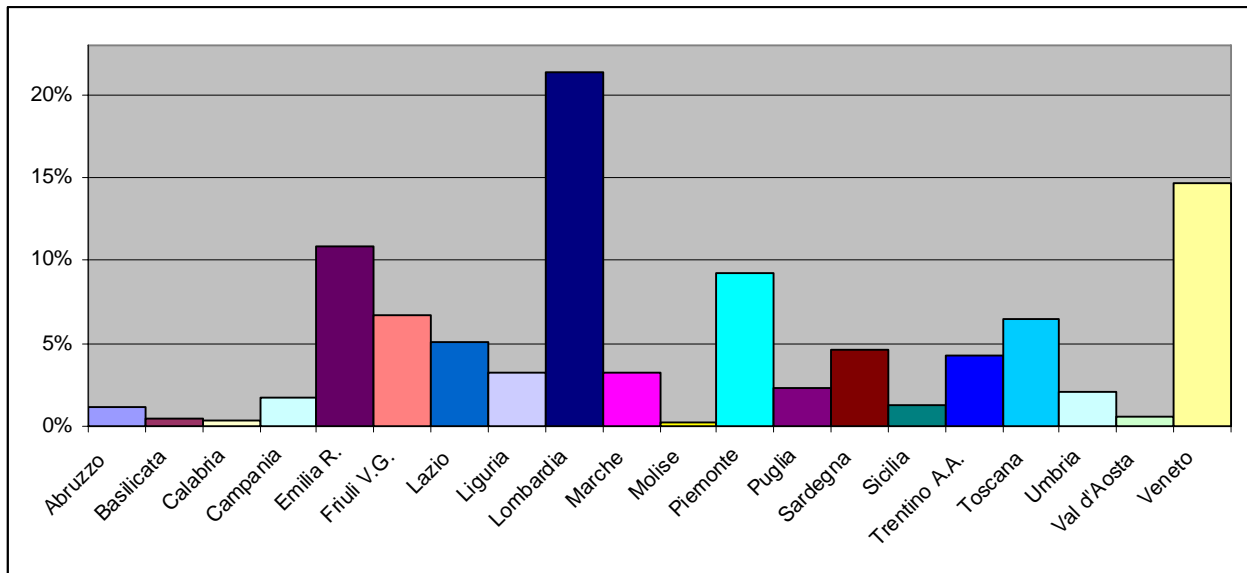


Fig. 4.1 – Ripartizione degli interventi per regione

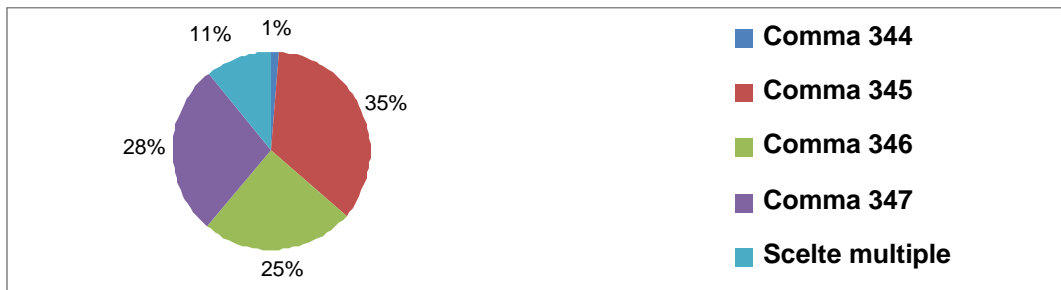


Fig. 4.2 – Interventi più frequenti

Risparmio annuo di energia primaria	5	MWh
Costo dell'intervento al netto delle spese professionali	8'825	Euro
Importo utilizzato per il calcolo la detrazione del 55%	9'086	Euro
Spese professionali	567	Euro
Importo della detrazione fiscale	4'998	Euro

Fig. 4.3 – Resoconto tecnico e economico per singolo intervento

4.4 LA RETE ENEA E LA PRESENZA SUL TERRITORIO

Nella logica di massimizzare la capacità di incidere capillarmente sul territorio Italiano, l'ENEA ha costituito una vera e propria rete di presenza. Tale presenza si gioca oltre che su 12 Centri di Ricerca, anche su 15 "Punti di Iniziativa Locale" dislocati in tutto il territorio Italiano che hanno un significativo ruolo sul tema degli edifici e della efficienza energetica.

Oltre a ciò l'ENEA ha un rapporto sinergico a carattere strategico con le sue partecipate ed in particolare, per il settore degli ecobuildings e distretti energetici, con il Consorzio TRE e CESI Ricerca con cui sistematicamente intraprende progetti in partnership. Inoltre un rapporto di partnership stabile è stato stabilito con la FIRE (Federazione Italiana Uso Razionale dell'Energia, la cui sede centrale è ospitata all'interno del Centro della Casaccia) per un ampio programma di attività sulla efficienza energetica. Infine, attraverso il consorzio SPINTA, ENEA sta creando una rete di spin-off, alcuni dei quali sono vicini alle tematiche delle attività, tecnologie e formazione sulla efficienza energetica. In questo paragrafo verranno tracciate le caratteristiche dei nodi della rete.

I Punti di Iniziativa Locale

La politica Comunitaria indirizza, sempre più, il proprio sostegno allo sviluppo dell'Europa delle Regioni e anche a livello nazionale ormai da qualche anno si è avviata una politica di decentramento e federalismo, che vede le Regioni, in primo luogo, e gli Enti Locali sempre più protagoniste ed autonome in materia di energia, ambiente e di politiche industriali e di sviluppo. In quest'ambito l'ENEA, che ha il compito di operare a supporto delle politiche di competitività e di sviluppo sostenibile in campo energetico ambientale (D.Lgs. 257/2003), ha inteso consolidare questo impegno, avviando con maggior incisività una strategia rivolta al rafforzamento dei propri rapporti con il territorio.

Questa strategia è strettamente legata ad un processo di riorganizzazione della presenza ENEA sul territorio, sia per un uso più razionale ed efficiente delle risorse dell'Ente, sia per creare una rete più ampia e maggiormente articolata di rapporti con i diversi attori che operano in ambito locale, che permetta di avere un ruolo adeguato, sostanziale ed operativo nei processi socio-economici del Paese. Uolo che si può esplicitare tramite la rete "naturale" di competenze già presenti e dislocate sul territorio rappresentata da i 12 Centri di Ricerca e da i 15 Uffici locali denominati Punti di Iniziativa Locale (PIL), derivati questi ultimi in gran parte dai Centri di Consulenza Energetica Integrata (CCEI).

Obiettivo della rete è stabilire interrelazioni territoriali con Amministrazioni locali, le imprese, gli Enti di ricerca, le Università e i diversi operatori locali, finalizzate alla connessione e integrazione con le attività programmatiche e le competenze presenti nell'Ente attraverso la partecipazione a grandi progetti tecnologici, ovvero al supporto per la soluzione di problematiche territoriali sempre più complesse e multidisciplinari (energia, ambiente, innovazione tecnologica, gestione sostenibile del territorio..). Tutto ciò in connessione con gli attori locali impegnati in prima linea ma che non dispongono dei mezzi e delle capacità tecniche e gestionali per affrontarli.

Questo ruolo che non è svolto da altri soggetti nel nostro paese, vede l'ENEA, a differenza di altri enti, già in possesso di una buona esperienza nella gestione di progetti e problematiche complesse e con la capacità di una visione generale e multidisciplinare necessaria per affrontarle. I CCEI, con le ovvie diversificazioni anche dovute alle caratteristiche socio economiche del territorio in cui operano, sono oggi diventati un punto di riferimento per le realtà territoriali e svolgono attività non solo su tematiche energetiche ma in tutti gli ambiti di competenza dell'Ente, energia, ambiente e innovazione tecnologica. I interlocutori principali sono Assessorati ed uffici tecnici della Regione, Province e Comuni, ex Municipalizzate, PMI, progettisti, ditte di installazione, ordini professionali, associazioni di categoria e grande pubblico.

Il supporto al territorio si è esplicitato in innumerevoli e diversificate attività tra cui la diagnostica e la consulenza energetica nei settori civile ed industriale, progetti sui distretti industriali, la Pianificazione energetica (Piani regionali, comunali e provinciali), la formazione ecc..

L'Ente, in relazione alla domanda ed ai bisogni degli operatori pubblici e privati, può essere partner efficace nel sostenere la competitività del capitale territoriale mettendo a disposizione una serie di linee operative e

strumenti a supporto dell'innovazione e del trasferimento tecnologico, quali i servizi di orientamento e monitoraggio delle esigenze di innovazione delle imprese. I suddetti servizi si sviluppano attraverso:

- azioni consulenziali da parte del personale che opera nei Centri di Consulenza, per rilevare la domanda e i bisogni dell'impresa nei diversi settori produttivi ed individuare, le soluzioni più adatte per favorirne la crescita e la produttività;
- accesso da parte delle imprese, al marketplace tecnologico dell'Ente costituito dal portafoglio dei brevetti e dal data base organizzato per settori merceologici delle tecnologie e servizi trasferibili e dei trasferimenti già effettuati;
- trasferimento della conoscenza al personale dell'area R&D delle imprese, attraverso seminari di formazione e aggiornamenti, corsi di e-learning ecc.

In questo ambito i PIL rappresentano l'indispensabile interfaccia nelle attività di supporto dell'ENEA alle politiche di sviluppo tecnologico del territorio, con attività trasversali a supporto di tutte le attività dei Dipartimenti e delle strutture operative dell'Ente.

Hanno un ruolo di collettore e stimolatore territoriale della domanda qualificata proveniente dagli stakeholders nei settori di competenza dell'ENEA, coniugandola con le competenze multidisciplinari dell'Ente in modo da poter rispondere con tempestività e concretezza alle problematiche presenti sempre più complesse e interdisciplinari e individuare le migliori soluzioni possibili, che abbiano anche una importante ricaduta a livello nazionale.

I PIL assumono quindi un importante ruolo di terminali territoriali (ambasciatori tecnici operativi) che permettono all'Ente di essere presente e vicino ai problemi e ai primari attori in ambito locale che sono, e diverranno sempre di più, gli interlocutori principali e i soggetti gestori di politiche ambientali ed energetiche e di sviluppo industriale e socio-economico dell'intero paese.

Costituiscono punti di diffusione e promozione di prodotti, servizi, progetti/programmi predisposti dagli stessi Dipartimenti oltre a contribuire ad una azione di monitoraggio del territorio sulle tematiche di interesse e cogliere le possibilità di finanziamento locale per azioni o progetti complessi. La vicinanza di referenti sul posto è stata, ed è, una esigenza, oltretutto, più volte manifestata dai vari interlocutori locali in questi anni di attività.

Il consorzio T.R.E.

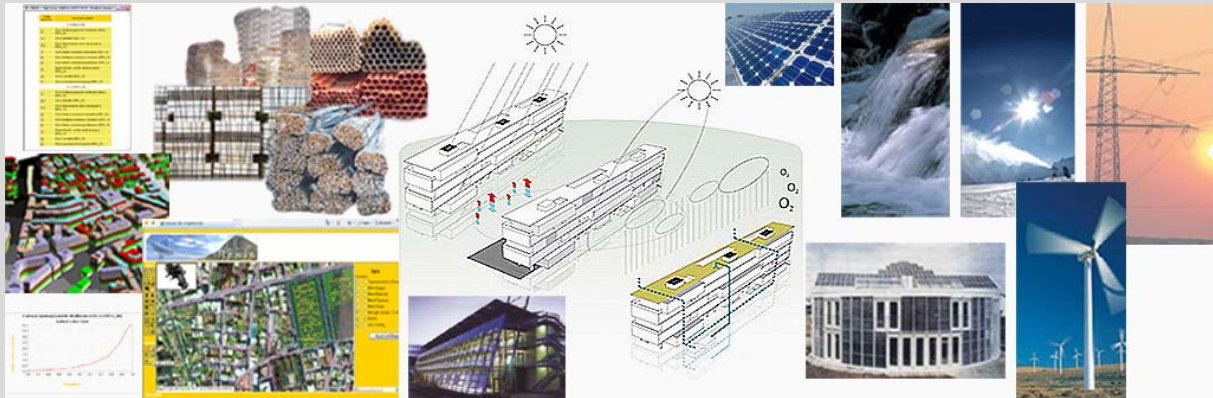
Il Consorzio T.R.E. (Tecnologie per il Recupero Edilizio), fortemente radicato in Campania - socio del Distretto Tecnologico Campano sull'ingegneria dei Materiali Polimerici e Compositi e Strutture, IMAST S.c.a.r.l. - si propone l'obiettivo di introdurre elementi d'innovazione nel settore delle costruzioni attraverso l'attuazione di progetti di ricerca e realizzazione di dimostratori tecnologici finalizzati al trasferimento tecnologico e alla diffusione dell'innovazione.



Le principali attività riguardano lo studio e l'applicazione di tecnologie innovative di diagnostica e monitoraggio strutturale, la sperimentazione di materiali multiprestazionali per applicazioni strutturali e di riqualificazione energetica, l'applicazione di metodologie avanzate per il miglioramento della sicurezza e dell'efficienza energetica di edifici e distretti urbani, la definizione di strategie di intervento per la riduzione dell'impatto ambientale dell'edificato, lo sviluppo di sistemi avanzati (GIS-based) di Gestione e/o di Supporto alle Decisioni. Il Consorzio TRE, oltre a coordinare le attività dei propri partner industriali per la realizzazione di interventi dimostratori, svolge un ruolo di integratore delle competenze pubbliche e private presenti all'interno della platea societaria.

Sostenibilità e innovazione sono i temi attraverso cui viene coniugato l'approccio integrato al processo produttivo. Le risultanze delle attività di ricerca dei partner pubblici, ENEA ed Università di Napoli, vengono ingegnerizzate attraverso le competenze specialistiche di alcuni dei partner privati, in particolare D'Appolonia e STRAGO, per realizzazioni complesse attuate e gestite attraverso il partner Giustino Costruzioni che svolge il ruolo di end user.

Si propone quindi un modello di produzione innovativo che, coinvolgendo l'intera filiera, consenta lo sviluppo di adeguati dimostratori finalizzati sia alla riqualificazione del patrimonio costruito esistente che alle nuove costruzioni.



Nei settori della riqualificazione energetica degli edifici il Consorzio TRE opera a diversi livelli: quello del singolo edificio, attraverso l'analisi delle soluzioni tecnologiche e lo studio di materiali innovativi da applicare nella realizzazione dell'ecobuilding; e quello territoriale, attraverso lo sviluppo di applicazioni ICT per la gestione del distretto energetico. Per la realizzazione dell'**ecobuilding**, le competenze dispiegabili consentono:

- l'ottimizzazione dell'applicazione di materiali e tecnologie per l'involucro (laterizi, materiali multiprestazionali, vetri, sistemi di schermatura ad alta efficienza energetica);
- l'applicazione integrata, gestita da sistemi di controllo adattivo, di sistemi attivi e passivi di approvvigionamento, di sistemi di accumulo e recupero di energia, di sistemi di climatizzazione e ventilazione, di illuminazione ad alta efficienza e di sistemi innovativi per l'illuminazione naturale.

CESI RICERCA

CESI RICERCA SpA è stata costituita alla fine del 2005 con l'obiettivo di sviluppare attività di ricerca a livello nazionale ed internazionale nel settore elettro-energetico. CESI RICERCA è una Società a maggioranza pubblica: l'ENEA detiene il 51% del capitale sociale e CESI "Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano Giacinto Motta" SpA ne detiene il 49%.



La missione di CESI RICERCA è di sviluppare, con approccio applicativo e di sistema, progetti di ricerca finalizzati all'innovazione ed al miglioramento delle prestazioni del sistema energetico dal punto di vista dell'economicità, della sicurezza e della compatibilità ambientale, con una ampia diffusione dei risultati e delle problematiche elettro-energetiche ed ambientali.

CESI RICERCA è attivo sul tema dell'efficienza energetica negli usi finali nel settore civile, svolgendo attività di studio su aspetti tecnico-economici e di sperimentazione. Di seguito si illustrano i risultati conseguiti su due specifici settori di attività:

- Misure di prestazioni energetiche su sistemi di climatizzazione
- Automazione per la gestione integrata dell'energia in ambiente residenziale

Misure in campo sulle prestazioni energetiche

Il programma di monitoraggio attuato da CESI RICERCA ha per oggetto la diagnosi energetica di impianti finalizzati a ridurre gli impatti sulla rete elettrica della domanda di climatizzazione degli ambienti, grazie a sorgenti termiche idonee e all'eventuale impiego di un vettore energetico diverso dall'elettricità.

Nel caso di sistemi che utilizzano l'acqua come sorgente termica risulta necessario verificare quali vantaggi comporti l'uso di tali macchine, sia per il condizionamento estivo, sia per il riscaldamento invernale, rispetto a quanto si sarebbe ottenuto, nelle stesse condizioni operative, utilizzando soluzioni impiantistiche più convenzionali. A questo fine sono state effettuate una serie di campagne di caratterizzazione per tre casi di riferimento:

- un condizionatore dotato di ciclo ad assorbimento alimentato a gas naturale (246 kW frigoriferi);
- una pompa di calore alimentata con l'acqua di un bacino lacustre (350 kW frigoriferi);
- una pompa di calore alimentata dall'acqua della falda freatica (5,5 kW frigoriferi).

Le diagnosi eseguite evidenziano come, rispetto alla soluzione convenzionale:

- l'assorbitore a gas consenta di più che dimezzare la potenza elettrica richiesta alla rete nell'ora di punta estiva, ma con un considerevole incremento (> 50 %), dell'energia primaria assorbita;
- l'impianto con pompa di calore ad acqua di lago richieda un dimensionamento, una gestione e una manutenzione ottimizzati: infatti l'energia assorbita dagli ausiliari è considerevole, ma può essere drasticamente ridotta asservendo gli ausiliari alla durata di funzionamento della pompa di calore e alla potenza erogata.
- la pompa di calore ad acqua di falda abbia prestazioni decisamente superiori, e sostanzialmente insensibili alla temperatura ambiente. È tuttavia importante il dimensionamento corretto del pozzo di emungimento e dei filtri al fine di limitare il carico manutentivo.



Edificio



Assorbitore 246 kW,



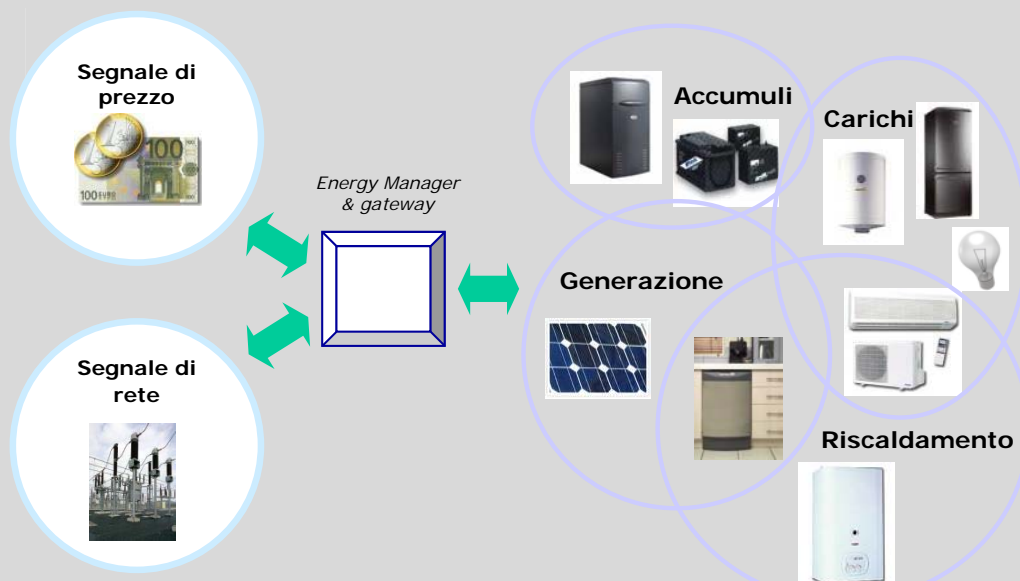
Edificio



**PdC acqua/acqua
500 kWf**

Automazione per la gestione integrata dell'energia in ambiente residenziale

La piattaforma di automazione domestica sviluppata da CESI RICERCA permette di gestire carichi elettrici, sistemi di climatizzazione, accumuli di energia e generatori locali, con diversi livelli di complessità, e consente inoltre comunicazioni operative con i distributori e i fornitori di energia. Le funzionalità sono realizzate tramite l'integrazione di dispositivi commerciali, in architettura *open* e interoperabile. Fra le altre funzioni, la gestione efficiente della climatizzazione persegue il duplice scopo di minimizzare il fabbisogno netto di energia e di ottimizzare il funzionamento integrato dei componenti della centrale termo-frigorifera domestica. Il primo obiettivo si consegue attraverso il controllo separato della temperatura di ogni zona in funzione delle esigenze specifiche (presenza di persone, loro preferenze, ora del giorno ecc.) e dello stato di porte e finestre (aperte o chiuse) attraverso una rete di sensori distribuiti per l'abitazione. Il secondo obiettivo, richiede invece che, di volta in volta, si ricorra al generatore termo-frigorifero più idoneo, in funzione sia del prezzo corrente dell'energia (elettrica o gas), sia della prestazione attesa (specie quando questa dipende dalle condizioni climatiche esterne).



La FIRE



La Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia, FIRE, è un'associazione tecnico-scientifica senza finalità di lucro, il cui scopo è promuovere l'uso efficiente dell'energia. Costituita nel 1988 dall'ENEA, dall'AIGE (Associazione italiana per la gestione dell'Energia) e dal EMC (Energy Manager Club) opera primariamente grazie al contributo dei propri soci, cui si aggiungono le collaborazioni con soggetti terzi istituzionali e privati, il supporto da parte dell'ENEA e la collaborazione con l'Isnova. Le azioni della FIRE sono volte a favorire e attivare la cultura energetica attraverso la diffusione di informazioni, di esperienze e di conoscenze relative all'uso efficiente dell'energia attraverso l'aggiornamento in tempo reale sull'evoluzione del contesto tecnologico e normativo e l'individuazione di nuove procedure e tecnologie favorendo gli opportuni investimenti sul piano della diffusione dell'informazione tecnica.

La FIRE può mettere a disposizione, sulla base dell'esperienza accumulata nel promuovere il ruolo degli energy manager e nell'assistere i decisori interessati a migliorare l'efficienza nell'uso dell'energia sul territorio. Alcuni esempi:

- guida agli strumenti a disposizione per i decisori degli EELL;
- supporto alla creazione di strutture di energy management;
- indagini e studi relativi al mercato dell'energia ed ai suoi rapporti con la P.A., le aziende e i cittadini;
- studi di fattibilità per reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento ed impianti di cogenerazione e pompe di calore a bassa entalpia (basati sulle esperienze maturate nella Provincia di Milano e nel Comune di Vignola).

Nell'ambito del progetto Enerbuilding, promosso da Adiconsum e di cui FIRE è partner, sono state messe a punto una serie di guide, rivolte al largo pubblico ed ai decisori, per orientare le scelte nel settore dell'edilizia nuova ed esistente verso un uso migliore delle risorse energetiche.

La FIRE ha partecipato al progetto SAVE Eurocontract, volto alla qualificazione delle ESCO ed all'individuazione di strumenti contrattuali efficaci per promuovere il ricorso al finanziamento tramite terzi e l'offerta di servizi energetici a prestazioni garantite. I materiali prodotti in tale ambito sono disponibili come supporto alla predisposizione di bandi di gara per servizi energetici o per la creazione di ESCO al servizio dei distretti energetici.

La FIRE ha creato negli anni una serie di guide e di documenti ed ha raccolto diversi casi studio di buone pratiche replicabili e di ausilio sia ai decisori (organizzazione della struttura, attivazione di azioni), sia agli energy manager.

Possono essere inoltre attivate iniziative formative rivolte ai medesimi soggetti.

Per maggiori informazioni: <http://pressroom.fire-italia.org>.



5 CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

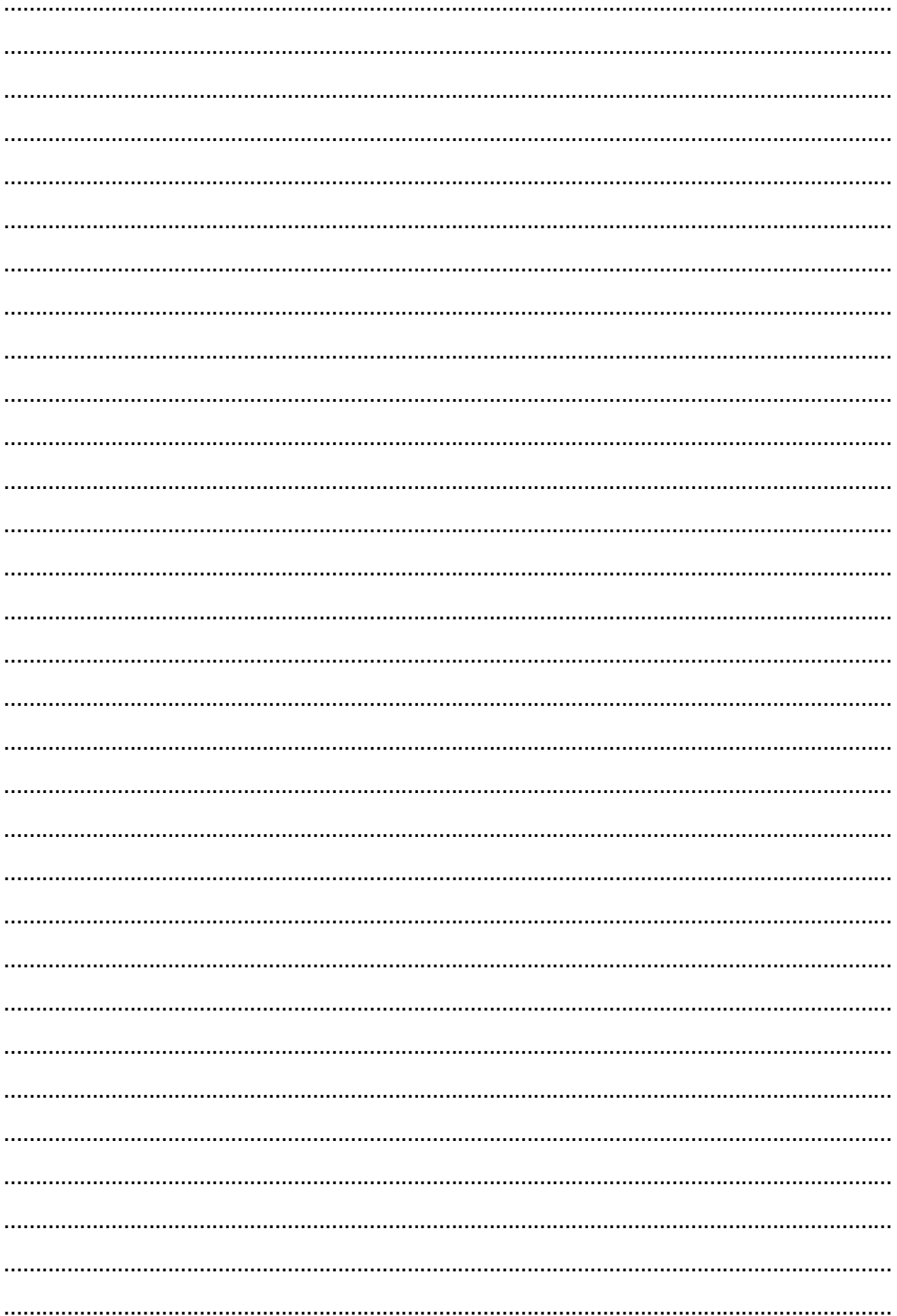
Questo documento ha cercato di dare un quadro sintetico della situazione del contesto tecnico-economico Italiano relativamente al tema della efficienza energetica in particolare dei settori residenziale e non residenziale; ha illustrato la strategia centrale cui l'ENEA si ispira nei propri programmi di ricerca e di mobilitazione centrata sullo shift di paradigma "dall'ecobuilding al distretto energetico", ed ha infine presentato l'offerta di tecnologie e di attività che l'ENEA può mettere in campo.

Nuove tecnologie sono attualmente in corso di sviluppo e di progettazione, così come nuove iniziative si stanno preparando per il supporto alle politiche sulla efficienza energetica e l'offerta formativa. Ma il ruolo centrale, illustrato nel cap. 2 sulla strategia ENEA, e nel cap. 4, verrà affidato ai progetti mobilizzatori di dimostrazione dove tecnologie e spinta sul territorio sono congiunti sullo stesso obiettivo.

La creazione di esperienze significative che hanno in sé aspetti innovativi ed una grande replicabilità, non solo ha un vantaggio di credibilità in quanto può dimostrare sul campo i risultati ma è anche la via corretta per creare quella massa critica di aziende e competenze necessarie per innescare il volano della replicazione e dell'indotto occupazionale.

NOTE

A series of 25 horizontal dotted lines for writing notes.



Edito dall'ENEA
Unità Comunicazione

Stampato presso il Laboratorio Tecnografico ENEA - Frascati

Finito di stampare nel mese di dicembre 2007

