



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Metodologie per la definizione di risparmi energetici,
nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica,
attraverso metodologie semplificate

E. Biele
M. Bramucci
D. Forni
E. Ferrero



METODOLOGIE PER LA DEFINIZIONE DI RISPARMI ENERGETICI, NELL'AMBITO DEL
MECCANISMO DEI TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA, ATTRAVERSO METODOLOGIE
SEMPLIFICATE

E Biele (Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia – FIRE)

M. Bramucci (Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia – FIRE)

D. Forni (Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia – FIRE)

E. Ferrero (ENEA)

Settembre 2010

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Usi Finali

Tema: Elettrotecnologie innovative per i settori produttivi: applicazioni su scala reale

Responsabile Tema: Ennio Ferrero ENEA

Brevi note sull'autore sono riportate a fine rapporto

Sommario

L'esigenza di sviluppare nuove metodologie semplificate di quantificazione dei risparmi energetici derivanti da interventi nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica deriva principalmente dall'esigenza di incrementare il numero di schede semplificate a disposizione dei proponenti (esigenza sottolineata dall'analisi riportata anche nel documento "Osservazioni sul meccanismo dei certificati bianchi e spunti per l'aggiornamento"); tale tipologia di schede risulta essere premiante ai fini del raggiungimento degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico previsti, non obbligando i proponenti alla predisposizione di programmi di misura, costosi sia in termini di componenti/strumenti di misura, sia in termini di competenze e risorse da dedicare.

Infatti il meccanismo, che premia i risparmi conseguiti negli usi finali attraverso l'attribuzione (per 5 anni, nella maggior parte dei casi) di un numero di titoli di efficienza energetica pari alle tonnellate equivalenti di petrolio (tep) di energia primaria risparmiata annualmente, prevede il riconoscimento del risparmio energetico attraverso un metodo a consuntivo che richiede o complessi progetti e relativi programmi di misure, oppure, attraverso schede semplificate, di tipo analitico che prevedono misurazioni dirette per ogni unità (attuabile solo per progetti con una certa dimensione unitaria) o semplificate di tipo standardizzato che attribuiscono risparmi energetici specifici alle "unità fisiche di riferimento" installate.

La presenza o meno di una scheda semplificata (nella cui definizione rientrano sia le analitiche, sia le standardizzate) implica la possibilità o meno di partecipare al meccanismo per tecnologie delle quali è necessario un numero elevato di unità per raggiungere qualche decina di tep annui di risparmio.

A metà 2010 le schede semplificate pubblicate dall'AEEG sono 26, considerando le schede divise in più parti, e riescono a coprire un numero limitato di tecnologie. Gli attuali obiettivi previsti dal meccanismo dei TEE e quelli ancora più ambiziosi che si prospettano con il futuro potenziamento del meccanismo per adeguarsi agli impegni assunti a livello europeo, rendono necessaria la presenza di un numero molto maggiore di schede semplificate. Per avere un ordine di grandezza, il simile ma ben più giovane meccanismo francese dei CEE (certificats d'économie d'énergie) conta oltre 200 schede.

Le quattro schede semplificate predisposte sono le seguenti:

- Proposta di una nuova scheda tecnica per la valutazione dei risparmi ottenibili con l'applicazione della norma UNI EN 15232 "Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici";
- Proposta di nuova scheda tecnica per l'installazione di gruppi statici di continuità ad alta efficienza;
- Dispositivi a biomasse per uso domestico;
- Dispositivi a led per pubblica illuminazione.

INDICE

A. Proposta di scheda tecnica per la valutazione dei risparmi ottenibili con l'applicazione della norma UNI EN 15232 negli edifici.....	1
B. Proposta di scheda tecnica per l'installazione di gruppi statici di continuità ad alta efficienza.....	10
C. Proposta di scheda tecnica per l'installazione di dispositivi a biomasse per uso domestico.....	18
D. Proposta di scheda tecnica per l'installazione di dispositivi a led per pubblica illuminazione.....	29
Note sugli autori.....	37

A PROPOSTA DI UNA NUOVA SCHEDE TECNICA PER LA VALUTAZIONE DEI RISPARMI OTTENIBILI CON L'APPLICAZIONE DELLA NORMA UNI EN 15232 NEGLI EDIFICI

Quadro di Riferimento

Allo stato attuale la diffusione di impianti di automazione e controllo negli edifici in Italia è molto limitata. Una gestione corretta e automatizzata degli impianti di riscaldamento, condizionamento e illuminazione potrebbe portare ad un notevole risparmio energetico e ad un maggiore comfort abitativo, sia in ambito residenziale che terziario. Anche l'edificio più efficiente dal punto di vista costruttivo ed impiantistico, se gestito in maniera non corretta, dà luogo a sprechi.

La recente norma UNI EN 15232 stima i risparmi conseguibili con l'applicazione di sistemi di automazione negli edifici nuovi o esistenti in campo residenziale e non, separandoli in classi di efficienza e in ambiti di applicazione di riscaldamento, raffrescamento, illuminazione, ventilazione e condizionamento.

I principali fattori che hanno limitato la diffusione della domotica in Italia sono:

- la scarsa conoscenza da parte del largo pubblico dei possibili vantaggi conseguibili con sistemi di automazione;
- la mancanza, colmata solo dalla succitata norma, di una metodologia standardizzata per la valutazione dei risparmi conseguibili con l'applicazione di tali sistemi;
- l'inadeguata formazione delle figure addette alla progettazione di impianti; questi sistemi infatti possono richiedere una preparazione tecnica superiore a quella di base;
- i costi di installazione.

Il settore risulta comunque in crescita: è alto l'interesse rivolto a tale tecnologia nel terziario (uffici, ospedali, hotel, scuole, centri commerciali, etc), ma si sta sviluppando anche nel residenziale, i cui consumi energetici in Italia coprono circa il 30% del totale.

La norma UNI EN 15232 va ad integrarsi con quanto previsto dalla direttiva europea sull'efficienza energetica negli edifici 2002/91/CE e dalla nuova direttiva 2010/31/CE: all'articolo 8 Impianti Tecnici per l'edilizia, comma 2, possiamo infatti leggere "Gli Stati membri possono inoltre promuovere, se del caso, l'installazione di sistemi di controllo attivo come i sistemi di automazione, controllo e monitoraggio finalizzati al risparmio energetico".

La norma citata individua quattro classi di efficienza energetica nell'automazione dei sistemi in un edificio: la classe D "Non Energy Efficient", la classe C considerata come

quella standard di riferimento, la classe B "Advanced" e la classe A di massime prestazioni "High Energy Performance". L'automazione negli edifici può portare notevoli risparmi energetici, andando non solo a porre rimedio a una non corretta o insufficiente gestione degli impianti, ma anche ottimizzandone i tempi di accensione e le modalità di gestione. Tali benefici possono essere stimati applicando la norma. L'installazione di sistemi domotici può avvenire sia su edifici nuovi, sia su quelli in fase di ristrutturazione; in entrambi i casi una corretta progettazione consentirà di raggiungere l'integrazione ottimale con la struttura e quindi i massimi benefici.

Tecnologia

Negli impianti tradizionali il dispositivo di comando (interruttore) aziona direttamente l'utenza finale, attraverso una linea di potenza nella quale si ha il passaggio di energia elettrica.

Nel caso dei sistemi di automazione sono presenti due linee: una di potenza per il passaggio di energia elettrica e una di comando, in grado di comunicare e scambiare informazioni tra i sensori e gli attuatori dell'utenza finale. Le informazioni raccolte dai vari sensori vengono trasmesse ad un sistema di comunicazione condiviso, detto BUS di sistema, che le trasmetterà agli attuatori. Con la linea bus avviene anche l'alimentazione dei dispositivi, collegati solitamente tramite una linea DC a 30 V, con un conseguente consumo di energia considerato solitamente trascurabile rispetto a quella dell'utenza finale. Sul mercato sono disponibili diversi protocolli e regole di comunicazione standardizzate dei dati. Qualche attenzione va dunque posta in fase di progettazione affinché il sistema riesca a far comunicare tutti i sensori con gli opportuni attuatori – soprattutto quando ci si rivolga a più fornitori per la componentistica – e sia programmato in modo da avere una gestione automatica che porti a minimizzare gli sprechi.

Le classi di efficienza della norma definiscono i requisiti minimi richiesti alle seguenti parti del sistema edificio-impianto:

- riscaldamento;
- raffrescamento;
- ventilazione nel condizionamento;
- illuminazione;
- schermature solari;
- sistemi domotici e di automazione dell'edificio;

-gestione centralizzata impianti tecnici di edificio.

È chiaro che le classi A e B sono basate sulla classe C con alcune restrizioni aggiuntive. Ad esempio, in entrambe le classi B e A è prevista la presenza di un sistema bus, ma nella A è richiesta in aggiunta la gestione centralizzata, la stesura di un rapporto riguardante i consumi energetici, e le modalità per conseguire una riduzione degli stessi.

Nella norma sono presenti due principali metodologie di valutazione: la prima basata su un calcolo dettagliato e la seconda improntata su fattori di efficienza.

Il calcolo dettagliato può essere applicato solo se sono note tutte le caratteristiche del sistema edificio-impianto. A tale proposito sono proposti cinque diversi approcci, in base al parametro che si prende come riferimento.

Più immediato e semplice risulta il calcolo dei risparmi ottenibili basato sui fattori di efficienza; dato il consumo di un edificio e la sua classe di automazione è possibile calcolare il consumo post intervento in seguito al passaggio ad una classe superiore moltiplicandolo per un determinato fattore di efficienza BAC (Building Automation and Control Factors). In questo modo risulta anche più semplice il calcolo del possibile ritorno dell'investimento. Per ogni tipologia di edificio sono fissati due fattori di risparmio, uno per l'energia termica ed uno per l'energia elettrica.

La metodologia adottata per la determinazione dei fattori di efficienza, contenuta nell'appendice A della norma, si basa su una serie di simulazioni in TRNSYS, confrontando i consumi energetici annuali di una stanza di dimensioni standardizzate con e senza i sistemi di regolazione e controllo richiesti dalla norma nelle varie classi di efficienza. In base alla destinazione d'uso dell'edificio (ufficio, scuola, ospedale, etc.) sono stati definiti profili di occupazione e consumo, temperature di set point per riscaldamento e raffrescamento, apporti dati da persone e attrezzature.

Situazione di mercato

La situazione del mercato dell'automazione degli edifici in Italia sta attraversando una fase di crescita considerevole rispetto al 2005. Uno dei principali fattori è riconducibile alla spinta data da molte aziende del settore elettrico tramite campagne pubblicitarie e di informazione, insieme ad una crescente richiesta di comfort e sicurezza negli edifici. È infatti quasi naturale combinare sistemi di sicurezza e controllo a sistemi domotici di gestione, considerando che di solito il sovrapprezzo è limitato. Inoltre si ha una continua

crescita di sistemi informatici collegati a internet anche a livello residenziale, con la conseguente diffusione di sistemi wireless che potrebbero favorire ulteriormente il settore. Una prima previsione sull'andamento del mercato di Assodomotica stimava il raggiungimento di quota 100.000 impianti nell'anno 2010; considerando però il rallentamento che si è avuto nel mondo dell'edilizia dal 2009, si prevede che tale obiettivo sarà raggiunto nell'anno 2012 (Figura A-1), con un trend di crescita annuo di circa il 35%. Il settore più interessante per la domotica è quello degli edifici residenziali, che usualmente si attestano su livelli di efficienza di classe D dal punto di vista dell'automazione, e come già ricordato rappresentano circa un terzo dei consumi energetici nazionali.

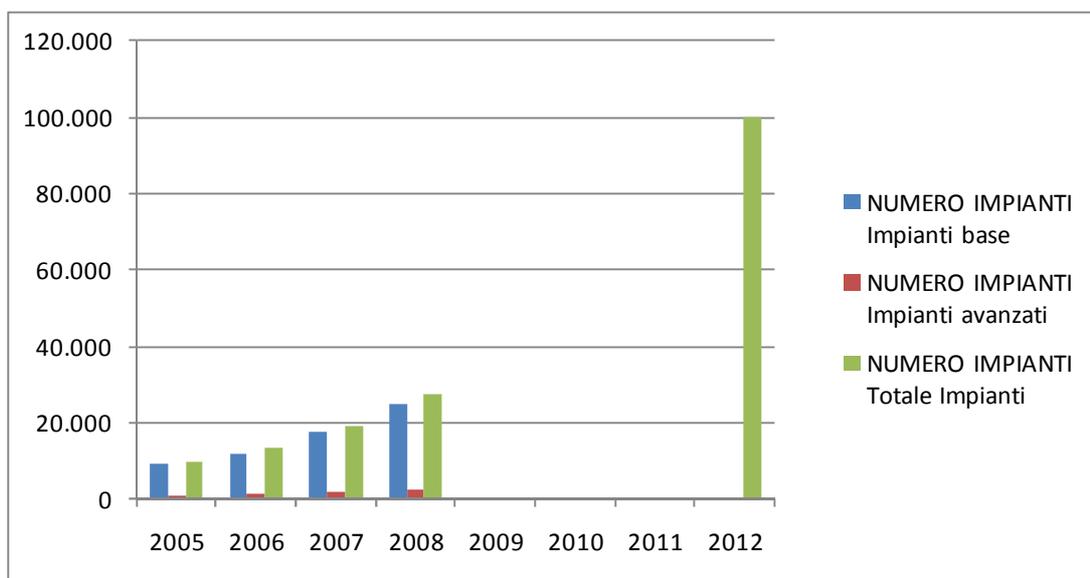


Figura A-1: andamento installazioni (rielaborazione FIRE di dati Assodomotica).

Secondo altri dati rilevati nell'anno 2009 da www.immobiliare.it, uno dei maggiori portali web per la vendita di edifici in Italia, su circa 2 milioni e mezzo di annunci, il 51% degli immobili nuovi in vendita ha sistemi domotici di base, quali il controllo delle tapparelle e della climatizzazione, mentre il 38% presenta un sistema domotico avanzato, con integrazione di illuminazione, sicurezza, etc. Nel caso degli edifici esistenti le percentuali scendono rispettivamente al 7% di edifici con sistemi base e 2% con sistemi avanzati (Tabella A-1).

Questo dimostra come il mercato dell'automazione degli edifici sia in fase di diffusione anche per il largo pubblico nel settore residenziale.

Metodologie per la definizione dei risparmi energetici, nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate

	Nuovo	Usato
Avanzata	13%	2%
Base	38%	7%
No	49%	91%

Tabella A-1:mercato della domotica in Italia [A-4].

Dati i consumi degli impianti di riscaldamento in ambito residenziale al 2007 pari a circa 18 Mtep, si possono stimare i risparmi conseguibili con l'applicazione della norma in questo settore. Considerando le abitazioni tutte in classe D, senza automazione, solo con il passaggio in classe C ci sarebbe una riduzione del 9% e passando in classe B addirittura del 20%. Questi dati sono stati calcolati in base ai fattori di efficienza BACS della norma.

Partendo dai seguenti dati si possono stimare i potenziali di risparmio intervenendo sul solo impianto di riscaldamento degli edifici (Dati Edifici Cresme):

- 21 milioni, numero totale di abitazioni riscaldate in Italia;
- 300.000, nuove abitazioni ogni anno;
- 700.000, abitazioni esistenti ristrutturate ogni anno;
- 0,86 tep/abitazione/anno, consumo medio riscaldamento per abitazione ($18 \times 10^6 / 21 \times 10^6$);
- 1.000.000, totale abitazioni rinnovate ogni anno (300.000+700.000);
- 860.000 tep/anno, consumo annuo per riscaldamento delle abitazioni che ogni anno vengono rinnovate ($1.000.000 \times 0,86$).

Consumo riscaldamento abitazioni nuove e ristrutturate [ktep/anno]	Consumo con passaggio da classe D a C (- 9%) [ktep/anno]	Consumo con passaggio da classe D a B (-20%) [ktep/anno]	Consumo con passaggio da classe D a A (-26%) [ktep/anno]	Risparmio D->A [ktep/anno]	Risparmio C->A [ktep/anno]
860	783	688	636	224	146

Tabella A-2:risparmi massimi conseguibili ipotizzando che sistemi di automazione del riscaldamento siano inseriti in tutte le abitazioni residenziali rinnovate e considerando come baseline l'assenza di sistemi domotici (classe D della norma UNI EN 15232).

Consumi riscaldamento settore residenziale anno 2007 [ktep]	Classe C (- 9%)	Classe B (-20%)	Classe A (-26%)	Risparmi conseguibili in classe A [ktep]	Risparmi conseguibili rispetto alla classe C [ktep]
17.979	16.360	14.383	13.304	4.675	3.056

Tabella A-3:risparmi massimi conseguibili ai consumi del riscaldamento nel settore residenziale [A-5].

I 4.675 ktep sono il massimo dei risparmi conseguibili in ambito residenziale (Tabella A-3) mediante l'applicazione dei sistemi domotici agli impianti di riscaldamento e raffrescamento; ipotizzando che si riuscisse ad arrivare all'applicazione di sistemi di domotica con un risparmio medio equivalente del 20%, si potrebbe conseguire un risparmio di 935 ktep/anno. Nel caso del settore terziario stime di questo tipo restano più difficili, ma sicuramente si avranno rilevanti riduzioni dei consumi, considerato che alla baseline tendenzialmente più elevata fa da contraltare una maggiore numerosità degli interventi di building automation.

Come si accennava inizialmente una delle barriere alla diffusione di tali sistemi è anche il maggiore costo iniziale. L'introduzione nel meccanismo dei TEE potrebbe stimolare la diffusione di sistemi a più alta efficienza sul fronte dei produttori delle tecnologie, visto che il costo medio di un impianto base in un abitazione è di circa 3.000 € (classe C) – che possono diventare 15.000 € per impianti avanzati – e dunque il premio dei TEE si manterrebbe troppo basso per stimolare le singole realizzazioni (si tratterebbe di qualche decina di Euro in 5 anni, che applicati però ai numeri globali porterebbero a cifre interessanti).

Proposte relative alla valutazione dell'addizionalità dei risparmi

Dato che la diffusione della domotica negli edifici sia in ambito residenziale che terziario risulta ancora limitata, si possono prendere i risparmi individuati dalla norma come completamente addizionali. In questo modo, una volta noti i consumi di un edificio, la valutazione del risparmio risulta semplice. Il problema risiede esclusivamente nel trovare una metodologia comune per individuare in maniera corretta tali valori.

La baseline potrebbe essere definita dalla classe standard C, che ha già degli elementi di automazione inclusi, mentre le classi B ed A andrebbero considerate completamente addizionali. Il calcolo dei consumi futuri nel caso del passaggio alla classe di automazione superiore avviene tramite una semplice moltiplicazione.

Esempio di calcolo tramite BAC

Caso 1 - Edificio residenziale

Riscaldamento/Raffrescamento

Energia Termica $E_t=2.000$ kWh

Energia Elettrica illuminazione $E_i=300$ kWh

Energia Elettrica ausiliari riscaldamento e raffrescamento $E_a=40$ kWh

Energia Elettrica totale $300+40=340$ kWh

Calcolo dei risparmi conseguibili con il passaggio alla classe A (vedi tabelle "Fattori di Efficienza"):

-Risparmio Energia Termica $2.000-(2.000 \times 0,81)=380$ kWh

-Risparmio Energia Elettrica $340-(340 \times 0,92)=27$ kWh

Caso 2 - Hotel

Riscaldamento/Raffrescamento

Energia Termica $E_t=150.000$ kWh

Energia Elettrica illuminazione $E_i=30.000$ kWh

Energia Elettrica ausiliari riscaldamento e raffrescamento $E_a=40.000$ kWh

Energia Elettrica totale $=30.000+40.000=70.000$ kWh

Calcolo dei risparmi conseguibili con il passaggio alla classe B (vedi tabelle "Fattori di Efficienza"):

-Risparmio Energia Termica $=150.000-(150.000 \times 0,75)=37.500$ kWh

-Risparmio Energia Elettrica $=70.000-(70.000 \times 0,95)=3.500$ kWh

Edifici residenziali	Fattori di efficienza (energia elettrica)			
	D	C (riferimento)	B	A
	Non energeticamente efficiente	Standard	Avanzato	Alte prestazioni energetiche
- Appartamenti - Abitazioni singole - Altri residenziali	1,08	1,00	0,93	0,92

Metodologie per la definizione dei risparmi energetici, nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate

Edifici non residenziali	Fattori di efficienza (energia elettrica)			
	D Non efficiente	C (riferimento) Standard	B Avanzato	A Alte prestazioni energetiche
Uffici	1,10	1,00	0,93	0,87
Sale di lettura	1,06	1,00	0,94	0,89
Scuole e simili	1,07	1,00	0,93	0,86
Ospedali	1,05	1,00	0,98	0,96
Hotel	1,07	1,00	0,95	0,90
Ristoranti	1,04	1,00	0,96	0,92
Centri commerciali e negozi	1,08	1,00	0,95	0,91
Altri: - edifici per lo sport - magazzini - edifici industriali	-	1,00	-	-

Edifici residenziali	Fattori di efficienza (riscaldamento e raffrescamento)			
	D Non efficiente	C (riferimento) Standard	B Avanzato	A Alte prestazioni energetiche
- Appartamenti - Abitazioni singole - Altri residenziali	1,08	1,00	0,88	0,81

Edifici non residenziali	Fattori di efficienza (riscaldamento e raffrescamento)			
	D Non efficiente	C (riferimento) Standard	B Avanzato	A Alte prestazioni energetiche
Uffici	1,51	1,00	0,80	0,70
Sale di lettura	1,24	1,00	0,75	0,50 (*)
Scuole e simili	1,20	1,00	0,88	0,80
Ospedali	1,31	1,00	0,91	0,86
Hotel	1,31	1,00	0,75	0,68
Ristoranti	1,23	1,00	0,77	0,68
Centri commerciali e negozi	1,56	1,00	0,73	0,60 (*)
Altri: - edifici per lo sport - magazzini - edifici industriali	-	1,00	-	-

(*) Valore dipendente dalla ventilazione richiesta.

Bibliografia

- [A-1] Direttiva 2010/31/CE.
- [A-2] Norma UNI EN 15232.
- [A-3] Dati Assodomotica.
- [A-4] Dati Immobiliare.it.
- [A-5] Rapporto ENEA Energia e Ambiente – Anno 2007.

Autori

Marco Bramucci – Daniele Forni

B PROPOSTA DI NUOVA SCHEDA TECNICA PER L'INSTALLAZIONE DI GRUPPI STATICI DI CONTINUITÀ AD ALTA EFFICIENZA

Quadro di riferimento

I Gruppi di continuità o UPS (Uninterruptible Power Supply) sono sistemi che garantiscono qualità e continuità elettrica, elementi fondamentali sia nel settore industriale che nel terziario. In alcuni casi l'alimentazione elettrica proveniente dalla rete porta con sé elementi di disturbo, mentre in altri è la stessa macchina utilizzatrice di energia che li introduce. L'uso degli UPS garantisce una costante forma d'onda sinusoidale proteggendo il carico da possibili microinterruzioni, buchi di tensione, armoniche e sovratensioni, che porterebbero all'interruzione dei processi in corso, con relative perdite economiche, talvolta considerevoli.

Si trovano applicazioni di UPS in centri elaborazione dati, strutture sanitarie, processi industriali, aeroporti e stazioni, sistemi di telecomunicazione, dispositivi antincendio e antintrusione, etc. La continua informatizzazione e diffusione dei servizi web rende il mondo dei datacenter una delle applicazioni più interessanti. Secondo stime basate su indagini di mercato, l'energia elettrica consumata dai centri di calcolo in Europa è di circa 40 TWh, circa l'1,5% dei consumi totali. Tale valore, però, è già raddoppiato negli ultimi cinque anni ed è destinato a raddoppiare ulteriormente nel 2011. Anche nel testo definitivo del Piano di Azione Nazionale inviato alla Commissione Europea, tra le misure previste per l'efficienza energetica per conseguire gli obiettivi al 2020 compaiono gli UPS efficienti come apparecchi correlati alla diffusione di sistemi ICT efficienti. Nella maggior parte di tali applicazioni l'alimentazione viene garantita da sistemi UPS statici, come dimostra anche il sondaggio FIRE del 2010 all'interno della Ricerca di Sistema Elettrico (Figura B-2).

Il funzionamento di queste apparecchiature è continuo per 24 ore al giorno e le potenze in gioco possono essere molto elevate, per cui una variazione di efficienza anche di pochi punti può dare notevoli vantaggi.

Metodologie per la definizione dei risparmi energetici, nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate

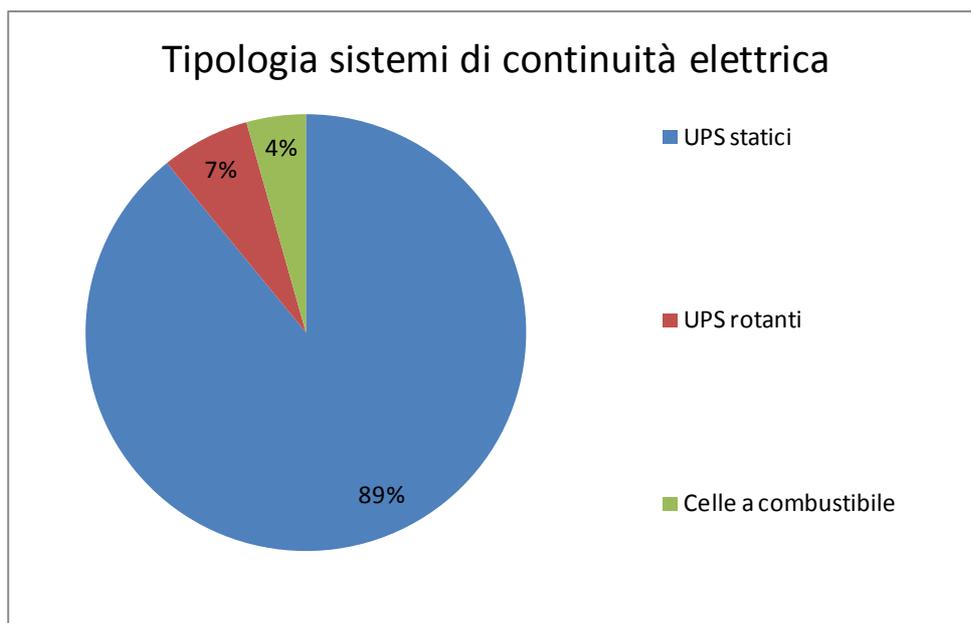


Figura B-2: risultati sondaggio FIRE [B-2].

La domanda del sondaggio sul livello di efficienza dei sistemi UPS ha avuto come risposta più frequente (38%) "non so" (Figura B-3). Questo mette in evidenza come l'efficienza energetica di tali sistemi non sia tenuta adeguatamente in considerazione come parametro per la riduzione della spesa energetica. Si può notare che i livelli di efficienza più diffusi siano comunque al di sotto del 94% (Figura B-3), valore che è ampiamente superato dagli ultimi UPS di alta gamma presenti oggi sul mercato (97-99%).

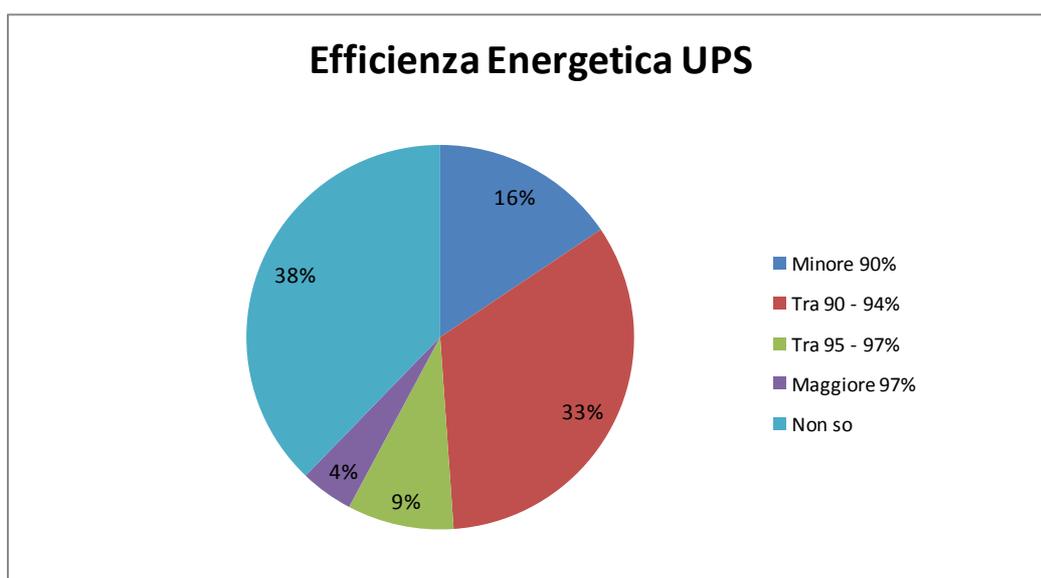


Figura B-3: risultati sondaggio FIRE [B-2].

La Commissione Europea, al fine di migliorare l'efficienza energetica e ridurre i consumi degli UPS, ha redatto un Codice di Condotta (CoC [B-4]), all'interno del quale sono indicati i valori minimi di efficienza divisi per classi di potenza e carico. È un accordo volontario al quale possono aderire i produttori di UPS statici che rispettino i limiti imposti. Le specifiche introdotte sono state pubblicate all'inizio dell'anno 2008 ed hanno una validità di tre anni; a gennaio 2011 è previsto un aumento di tali valori. Le aziende che hanno aderito a tale codice rappresentano i principali produttori di UPS a livello europeo e italiano. All'interno dell'associazione ANIE/Assoautomazione è presente un gruppo di lavoro sugli UPS costituito dai principali produttori di UPS, che rappresentano circa l'80% del mercato italiano; la metà circa di questi produttori ha aderito al CoC.

Tecnologia

Sul mercato sono presenti due tipologie di gruppi di continuità:

- gruppi di continuità statici;
- gruppi di continuità rotanti o dinamici.

Gli UPS statici sono formati principalmente da un raddrizzatore, un inverter ed un gruppo batterie. Il raddrizzatore effettua la trasformazione AC/DC per la ricarica delle batterie, mentre l'inverter provvede al passaggio inverso per l'alimentazione dell'utenza finale. Nella doppia trasformazione l'energia proveniente dalla rete viene opportunamente filtrata eliminando eventuali disturbi. Le batterie garantiscono invece l'alimentazione nel caso di interruzioni improvvise.

L'efficienza energetica in questi sistemi viene misurata come il rapporto tra la potenza elettrica in uscita e quella in entrata, misurata in kVA. La doppia conversione AC/DC porta a delle inevitabili perdite, producendo calore che in alcuni casi deve essere smaltito con appositi sistemi. Gli UPS statici di ultima generazione possono avere tre diverse metodologie di funzionamento, in base al percorso seguito dall'energia elettrica:

- doppia conversione, quando si ha il passaggio sia nel raddrizzatore che nell'inverter; è la modalità di funzionamento con minore efficienza energetica, ma con massima protezione del carico;
- funzionamento interattivo, quando si ha il passaggio solo nell'inverter, utilizzato come filtro attivo, che provvede alla pulizia dell'alimentazione; è una modalità di funzionamento con minori perdite rispetto alla precedente, per il mancato passaggio nel raddrizzatore;

- funzionamento interattivo con by-pass, quando, a seguito di una valutazione della purezza del segnale in ingresso, si ha l'esclusione del passaggio sia nel raddrizzatore che nell'inverter; è una modalità di funzionamento con bassissime perdite, attivabile nei momenti in cui la linea di alimentazione non è disturbata.

La modalità di funzionamento più indicata per valutare l'efficienza energetica di un UPS statico è quella in doppia conversione (detta anche on-line), che garantisce la completa protezione da disturbi dell'utenza finale. La norma che regola la misura dell'efficienza energetica è la CEI EN 62040-3:2002. Ogni UPS viene dimensionato per il carico che deve alimentare, indicato in kVA, e la sua efficienza è massima per valori di carico prossimi a quello massimo. I valori di rendimento generalmente peggiorano molto quando si scende al di sotto del 30% del carico massimo. Negli UPS di ultima generazione si cerca di ottenere un'efficienza più costante possibile al diminuire del carico. La tendenza attuale è quella di installare gruppi di UPS modulari che possano adeguarsi alle condizioni di carico richieste e lavorare nella parte di curva a maggior rendimento.

L'energia persa nella conversione si trasforma in calore, dissipare con appositi sistemi; di conseguenza maggiore è l'efficienza, minore è il raffreddamento richiesto e minori i costi di gestione della struttura protetta.

Gli UPS dinamici – o flywheel – sono sistemi che svolgono la stessa funzione degli statici, ma possono essere installati anche senza la presenza delle batterie, garantendo però continuità di alimentazione per circa 10-15 secondi. Questi dispositivi sono formati da un volano che viene messo in rotazione ad alta velocità accumulando energia cinetica, convertita in energia elettrica in caso di interruzione dell'alimentazione. Per garantire l'erogazione dell'energia per un periodo prolungato è necessaria la presenza delle batterie e/o di un gruppo elettrogeno, che può essere avviato dal flywheel. Gli UPS dinamici sono caratterizzati da rendimenti elevati, intorno al 96-97%. Essi presentano inoltre il vantaggio di poter operare in condizioni ambientali meno restrittive di quelle richieste dagli UPS statici, con possibili vantaggi di riduzione dei consumi per il condizionamento.

Situazione di mercato

Secondo dati RSE i consumi relativi a carichi sotto UPS nel 2008 erano pari a circa 18,5 TWh (Tabella B-4), di cui circa 12,0 TWh negli uffici, 4,5 TWh nell'illuminazione pubblica/privata di emergenza, 1,0 TWh nel settore industriale, 0,5 TWh nei trasporti ed altri 0,5 TWh nelle apparecchiature elettromedicali. Considerando il trend di crescita del

settore terziario, all'interno del quale sono ricomprese le maggiori installazioni di UPS, è possibile ipotizzare un aumento dei consumi dei carichi sotto gruppi di continuità del 1,5% annuo, arrivando così nel 2020 ad un consumo di circa 21,8 TWh. Questi dati sono riferiti solo a sistemi installati nella modalità di funzionamento in doppia conversione.

2008	18,5
2012	19,6
2016	20,7
2020	21,8

Tabella B-4: consumo carichi sotto UPS (TWh) [B-3].

Il gruppo di lavoro ANIE/AssoAutomazione sugli UPS ha ricostruito, in base ai dati di vendita, il numero di gruppi di continuità installati, partendo dall'anno 1997 fino ad arrivare al 2008, anno in cui gli UPS installati on-line in doppia conversione erano circa 900.000 (Tabella B-5).

Suddividendo il parco UPS in tre intervalli di potenza – 0-10 kVA, 11-100 kVA e potenza maggiore di 100 kVA – e considerando un tasso di mortalità rispettivamente di 4, 8 e 12 anni, è stata fatta una previsione del numero di UPS installati al 2020. Dai valori della Tabella B-5 si vede come le fasce di potenza che avranno i maggiori sviluppi sono le prime due. Questo fenomeno è dovuto alla diffusione di sistemi UPS modulari con potenze di targa basse, ma che assemblati possono superare il MW di potenza.

Parco installato UPS on-line	2008	2012	2016	2020
0 - 10 kVA	781.213	794.028	826.269	859.819
11 - 100 kVA	109.278	128.509	147.302	159.444
> 100 kVA	16.484	16.199	16.319	16.201
Totale	906.974	938.735	989.890	1.035.464

Tabella B-5: previsione numero UPS installati in Italia [B-3].

Per quanto riguarda i nuovi sistemi, che presentano tre modalità di funzionamento ed efficienza massima (i benefici maggiori si ottengono però solo in alcune condizioni di carico/alimentazione), i numeri delle vendite sono ancora trascurabili, sia perché sono pochi i modelli disponibili, sia perché i costi sono elevati. L'introduzione nel meccanismo dei TEE di un premio per tali dispositivi potrebbe spingere alla scelta di UPS più efficienti.

Proposte relative alla valutazione dell'addizionalità dei risparmi

In base a quanto visto precedentemente, si può affermare che l'efficienza energetica nei sistemi UPS è ancora un parametro che non viene preso in adeguata considerazione nella fase di acquisto, fondamentalmente per la scarsa abitudine delle aziende a predisporre le specifiche di acquisto in una logica di LCCA (life cycle cost analysis), metodologia che consentirebbe di confrontare l'extracosto delle tecnologie efficienti con i risparmi sul ciclo di vita della macchina considerata.

I risparmi si potrebbero valutare definendo un livello di efficienza minimo (base-line) e computando ai fini dell'incentivo i punti percentuali oltre al valore di riferimento. La scelta dell'efficienza minima dovrebbe variare per tipologia di UPS (statico o dinamico) e fascia di potenza, dato che a potenze più elevate le efficienze degli UPS statici migliorano. Il rendimento degli UPS statici dovrà essere valutata secondo la norma CEI EN 62030-3:2002 e per i rotanti attraverso la CEI EN 88528-11:2005.

La formula per il calcolo del Risparmio Specifico Netto per unità di UPS installato può essere la seguente:

$$RLS = P \cdot 0,8 \cdot c \cdot \Delta\eta \cdot 8.760 \cdot f_e \quad [\text{tep/UPS/anno}]$$

dove:

- P è la potenza dell'UPS [kVA];
- 0,8 è un coefficiente che tiene conto della conversione in kW (cos φ - valore fisso);
- c è un coefficiente che tiene conto del fattore di utilizzo medio;
- Δη è la differenza di efficienza rispetto al valore scelto di baseline;
- 8.760 sono le ore annue;
- $f_e = 0,187 \cdot 10^{-3}$ tep/kWh (fattore di conversione in tep definito dalla delibera EEN 3/08).

I valori di efficienza di riferimento per la baseline potrebbero essere quelli definiti all'interno del programma inglese Enhanced Capital Allowance (ECA) per la promozione di tecnologie ad elevata efficienza energetica (Tabella B-6).

Metodologie per la definizione dei risparmi energetici, nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate

Product Category	Power range (kVA)	% of rated maximum power (i.e. % full load)			
		25%	50%	75%	100%
Static uninterruptible power supply units or packages	>10 and <= 200	>=92.5	>=93.5	>=93.5	>=93.5
	>200	>=90.4	>=93.0	>=93.8	>=93.5
Rotary uninterruptible power supply units or packages	>100	>=88.0	>=92.0	>=94.0	>=95.0

Tabella B-6: criteri di riferimento Carbon Trust UPS ad alta efficienza [B-5].

Nel caso in cui si decidesse di utilizzare i valori del codice di condotta europeo (Tabella B-7), i livelli della baseline sarebbero inferiori, soprattutto ai carichi parziali, e dunque aumenterebbero i risparmi riconosciuti per i TEE. Sulla base dei dati di mercato raccolti si ritiene che tali valori siano più vicini all'attuale media di mercato dell'installato, mentre quelli del Carbon Trust si avvicinino di più alla media di mercato del venduto.

Mode	from 1-1-2008 to 31-12-2009			
	UPS range: ≥ 10 – < 20 kVA	UPS range: ≥ 20 – < 40 kVA	UPS range: ≥ 40 – < 200 kVA	UPS range: ≥ 200 kVA
Normal mode Minimum efficiency measured according to EN 62040-3 Annex AA ^{Note 3}				
25 % of nominal power	83 %	84 %	86.5 %	89 %
50 % of nominal power	89 %	89,5 %	90.5 %	92 %
75 % of nominal power	90.5 %	91 %	92 %	93 %
100 % of nominal power	91 %	91,5 %	92 %	93 %

Tabella B-7: valori di efficienza del codice di condotta europea UPS statici in doppia conversione valido anche per l'anno 2010 [B-4].

I maggiori risparmi si possono ottenere nell'intervallo tra gli 11 e i 100 kVA (Tabella B-8), data l'efficienza maggiore ottenibile in questa fascia di potenza e la scelta di costruzione di UPS modulari che si adattino in maniera ottimale al carico richiesto. Ipotizzando una crescita media annua costante e una potenza media di 55 kVA, si può stimare il risparmio medio annuo se tutti gli UPS installati presentassero un $\Delta\eta$ di due punti percentuali rispetto alla baseline.

Metodologie per la definizione dei risparmi energetici, nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate

Risparmio medio annuo ottenibile al 2020	P [kVA]	numero UPS	Media annua installato	Potenza media [kVA]	$\Delta\eta$ [%]	Risparmio [GVAh/anno]	Risparmio [GWh/anno] ($\cos\phi=0,8$)	Risparmio [tep/anno]
2008-2012	11 - 100	19.231	4.808	55	2	46	37	6.931
2012-2016	11 - 100	18.793	4.698	55	2	45	36	6.773
2016-2020	11 - 100	12.142	3.036	55	2	29	23	4.376
Totale risparmio al 2020 [tep]								72.317

Tabella B-8: valutazione dei potenziali risparmi.

Si tratta di valori interessanti, ma difficilmente valorizzabili con valutazioni a consuntivo o schede analitiche.

Bibliografia

- [B-1] www.efficientserver.eu.
- [B-2] Fonte dati FIRE.
- [B-3] Fonte dati ANIE/ASSOAUTOMAZIONE.
- [B-4] http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby_initiative.htm.
- [B-5] <http://www.eca.gov.uk/et/default.htm>.

Autori

Marco Bramucci – Daniele Forni

C DISPOSITIVI A BIOMASSE PER USO DOMESTICO

Quadro di riferimento

Il consumo di biomasse per usi energetici, in particolare riscaldamento, rappresenta nel nostro Paese una realtà consolidata, sebbene presenti ancora ampi margini di miglioramento. I potenziali stimati nel position paper del 2007 del governo italiano [C-1] sono di 1,9 Mtep per il settore heating/cooling e circa 6 TWh per il settore elettrico, corrispondenti a poco più di 1 Mtep. Secondo ITABIA [C-2] i dati del position paper risultano sottostimati, non tenendo conto delle biomasse auto-prodotte e auto-consumate al di fuori degli ambiti commerciali, in particolare nel settore domestico. Utilizzando ed elaborando dati da diverse fonti essa stimava che l'energia primaria per usi termici fosse di circa 4 Mtep, invece che 1,9 Mtep.

Recentemente è stato approvato il Piano Nazionale d'Azione per le fonti rinnovabili, che prevede al 2020 5,5 Mtep da biomasse per usi termici e 20 TWh per usi elettrici (circa 4 Mtep), mentre i consumi al 2010 sono stimati pari a 2,2 Mtep.

Sui dispositivi di conversione ad uso domestico non esistono una banca dati ufficiale e un numero preciso di apparecchi installati; le stime disponibili sono basate sulla quantità di materia prima consumata (a sua volta non completamente tracciabile per le ragioni esposte in seguito), su indagini statistiche telefoniche e mediante questionari su campioni di popolazione, o sulle vendite dei produttori di stufe e caminetti.

Per quanto riguarda la biomassa legnosa prodotta e utilizzata la difficoltà di quantificazione è legata principalmente alla mancanza di grandi strutture di raccolta e vendita della legna – materiale che viene venduto, in modo diretto e spesso in nero, da decine di migliaia di operatori a milioni di piccoli consumatori per caminetti, stufe e caldaie per gli usi domestici – e alla presenza di una forte quota di approvvigionamento diretto per autoconsumi, specie nel settore residenziale. Dati più affidabili si hanno sul mercato del pellet, per il quale l'Italia risulta il più consistente mercato in Europa, con 1,2 Mton nel 2009, e del cippato usato nelle centrali elettriche e cogenerative. Tra gli esempi più recenti di indagini sul campo si rileva quella dell'ISPRA-ARPA Lombardia (2008) [C-3] sulla stima dei consumi di legna da ardere per riscaldamento ed uso domestico in Italia e, precedentemente, il rapporto ENEA sui consumi energetici di biomasse nel settore residenziale in Italia nel 1999 (2000) [C-4]. Per quanto riguarda il teleriscaldamento

alimentato da fonti rinnovabili (biomasse e pompe di calore) i dati statistici sono più affidabili e corrispondenti a 0,1 Mtep da legna e 0,04 Mtep da FORSU.

Riguardo alla stima degli autoconsumi e del mercato nero, come riportato nei commenti FIRE sul Piano di Azione per le fonti rinnovabili [C-5], per migliorare la conoscenza vengono proposti due tipi di interventi:

- un'indagine a campione nelle aree collinari e montane e nelle aziende potenzialmente consumatrici (utile per il breve periodo);
- l'avvio di iniziative strutturate volte a far uscire dal nero il commercio di legna e altri residui, mediante l'introduzione di agevolazioni fiscali o altre misure di supporto.

Per la raccolta dei dati sulle vendite di dispositivi di conversione, si è trovata collaborazione da parte di alcune associazioni di categoria, mentre è mancata quasi del tutto da parte delle aziende del settore intervistate, alle quali è stato proposto un questionario, unitamente ad una lettera in cui venivano descritte le motivazioni della richiesta dati e i possibili benefici legati all'estensione del meccanismo dei titoli di efficienza energetica (TEE) al settore delle biomasse ad uso domestico tramite schede standardizzate, segno che l'incentivo non è considerato interessante, per complessità o scarso peso, e che la domanda è ritenuta soddisfacente dai produttori.

Per sensibilizzare i produttori del settore, si è cercato di illustrargli come il meccanismo potrebbe risultare di loro interesse. I produttori, con le loro catene di installatori e venditori, potrebbero infatti costituire (o appoggiarsi a) delle ESCo che, d'accordo con gli utenti finali, potrebbero richiedere i titoli. Se per esempio si considera in 100.000 pezzi il mercato annuo dei dispositivi a pellet, e dato che l'incentivo viene erogato per cinque anni, si ha una potenzialità di cifre dell'ordine di otto/nove milioni di euro all'anno per 5 anni. Nell'ipotesi di progetto da 25 tep e di riconoscimento totale del risparmio, considerando un consumo sostituito di 1.200 Nm³ di gas naturale annui per caldaia, la taglia minima per accedere alla richiesta corrisponderebbe all'installazione di 25-30 caldaie o stufe a biomasse, per un controvalore di circa 2.000-2.300 Euro. Si osserva dunque che le cifre divengono interessanti dal lato produzione e tali da poter giustificare la creazione di una struttura dedicata ai rapporti coi propri clienti. È stato fatto presente come con tale fondo si potrebbero, ad esempio, offrire al cliente, in cambio del diritto di acquisire i titoli per il suo impianto, un servizio di manutenzione gratuita, promuovere le vendite, fornire al cliente il certificato di conformità della installazione che gli permetterà di accedere alle detrazioni

fiscali del 55%, qualificare gli installatori, fare campagne di formazione, e così via. Ma ciò non è stato sufficiente ad ottenere la partecipazione dei produttori stessi all'indagine.

Tecnologia

Le biomasse utilizzate negli impianti ad uso domestico ($P < 35$ kW) sono fundamentalmente di tre tipi:

- legna da ardere in pezzi o ciocchi, con caricamento manuale;
- pastiglie di legno macinato e pressato (pellet) con caricamento meccanizzato;
- materiale sminuzzato (gusci, sansa, etc) con caricamento meccanizzato.

La legna viene autoprodotta o acquistata a un prezzo medio di 120-130 €/t, a seconda dell'umidità relativa, dell'essenza o tipo di pianta, della pezzatura ed infine della località.

Il pellet viene commercializzato in diverse forme:

- sacchetti da 15 kg, utilizzati soprattutto per stufe, caminetti e piccole caldaie con serbatoio da caricare a mano;
- sacchi più grandi (fino a 1 t), utilizzabili mediante inserimento di una coclea o in impianti dotati di silo di stoccaggio interrato;
- sfuso, autotrasportato e depositato in siti di stoccaggio.

Il cippato non viene in genere utilizzato per impianti domestici di potenza inferiore ad 80-100 kW.

Le tecnologie di conversione utilizzate sono caminetti, termocamini, stufe a legna, stufe a pellet e caldaie multicom bustibile.

I caminetti tradizionali sono caratterizzati da rendimenti percentuali piuttosto bassi (minori del 20%) quando presentano pareti metalliche – dietro le quali circola aria estratta dal locale e restituita ad esso – e quando l'aria di combustione è presa dall'esterno. I caminetti tradizionali privi di questi dispositivi possono addirittura portare, nel caso peggiore, a rendimenti negativi per l'involucro edilizio che li ospita, in quanto il forte tiraggio, necessario per evitare il fumo nel locale, aspira aria dalla stanza, che viene giocoforza sostituita da aria fredda infiltrata dall'esterno. Il beneficio in questi casi è legato all'energia termica irraggiata, che interessa soltanto le superfici a vista della fiamma, alla possibilità di utilizzare combustibile proprio, e a ragioni sociali e di tradizione.

I termocamini e gli altri dispositivi a camera chiusa ovviano all'eccesso di tiraggio; essi permettono (come in genere gli altri dispositivi a camera chiusa) sia il riscaldamento del locale ove sono situati, sia quello degli ambienti circostanti, mediante recupero di calore

dalle pareti della camera di combustione e dai fumi, con impianto a circolazione ad aria o ad acqua, sia infine di produrre acqua calda ad uso sanitario. I termocamini presentano rendimenti tra il 70% e l'80%, con potenze inferiori ai 20 kW per impianti ad aria e fino ai 30 kW per quelli ad acqua. I termocamini sono alimentati manualmente con legna a ciocchi o meccanicamente con materiale sfuso, in entrambi i casi con molto materiale in camera di combustione. È possibile l'apertura della porta per la cottura dei cibi.

Le stufe a pellet ad aria permettono di riscaldare l'ambiente in cui sono installate, mediante l'attivazione della circolazione dell'aria che lambisce le superfici calde. In genere hanno rendimenti a regime compresi tra l'85% e il 95%.

Le caldaie a pellet, oltre al riscaldamento degli ambienti, consentono, mediante un impianto idraulico, la produzione di acqua calda per riscaldamento e per uso sanitario. Anch'esse presentano rendimenti a regime compresi tra l'85% e il 95% per potenze minori di 15 kW. Si ottengono rendimenti vicini al 95% anche per potenze maggiori (30 kW). Possono essere integrate con sistemi di riscaldamento esistenti. I maggiori rendimenti legati all'uso dei pellet, rispetto ai termocamini, sono dovuti al miglior controllo dell'eccesso d'aria, alla minore umidità nel combustibile ed alla migliore gestione dei transitori, quando il focolare viene lasciato quasi vuoto, grazie al caricamento meccanizzato del combustibile.

Le stufe a legna ad aria permettono di riscaldare l'ambiente in cui sono installate. In genere hanno rendimenti a regime compresi tra il 75% e l'85%, minori di quelli delle stufe a pellet della stessa fascia di potenza (minore di 15 kW).

Anche le stufe a legna possono essere associate ad impianti idraulici, con rendimenti a regime intorno al 85% per potenze termiche globali minori di 15 kW, divenendo quindi caldaie. Per potenze superiori si hanno solo caldaie, il cui rendimento stagionale dipende moltissimo dalla modalità di regolazione dei transitori; salvo sofisticate regolazioni dell'aria secondaria basate sulla misura dell'ossigeno nei fumi, l'unico dispositivo adeguato è costituito da un serbatoio di accumulo dell'acqua calda correttamente dimensionato, che garantisca il funzionamento a regime costante fra un caricamento e l'altro. Altra soluzione tecnologica che regolarizza rendimento ed emissioni al camino, nelle caldaie caricate manualmente a tronchetti, è quella della fiamma rovescia, con iniezione di aria secondaria nella camera turbolenta di completamento della combustione.

Mercato

L'ordine di grandezza dell'installato e venduto in Italia nel campo degli apparecchi di combustione ad uso domestico e materia prima è stato valutato contattando tutte le principali associazioni di categoria del settore biomasse, dei dispositivi di conversione energetica da biomasse e fonti convenzionali, associazioni di ricerca universitarie e non; i dati sono stati confrontati e integrati con gli studi statistici disponibili sul settore.

Il mercato annuo delle stufe e caminetti si attesta intorno ai 600.000-700.000 pezzi, con tendenza al ribasso. La maggior parte sono di potenza inferiore a 10 kW. Dall'indagine ISPRA-ARPA pubblicata nel 2008 si ricavano i seguenti dati, presenti nella sezione in cui sono riportati gli apparecchi a legna per tipologia e per area geografica. I dati sono basati sulle abitazioni in cui si utilizza legna più di quattro volte all'anno. Il numero totale di apparecchi a legna ammonta a circa 5.700.000 unità, secondo la suddivisione percentuale riportata in Figura C-4:

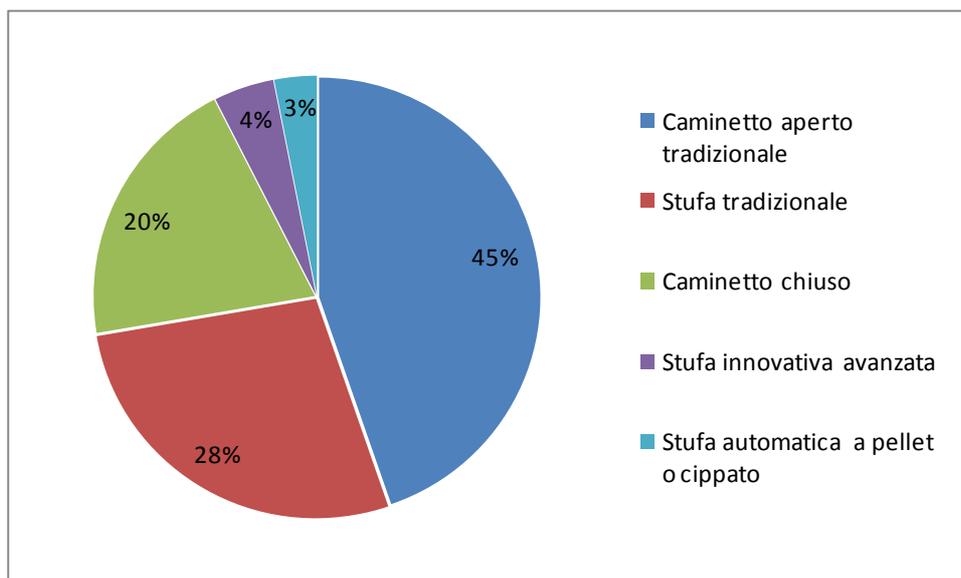


Figura C-4: suddivisione percentuale apparecchi a legna. Fonte [C-3].

Alcuni risultati dell'indagine ISPRA-ARPA possono essere confrontati con quelli dell'indagine ENEA di alcuni anni prima (Figura C-5); i campioni di riferimento sono rispettivamente 5.000 e 6.000 unità (famiglie).

Metodologie per la definizione dei risparmi energetici, nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate

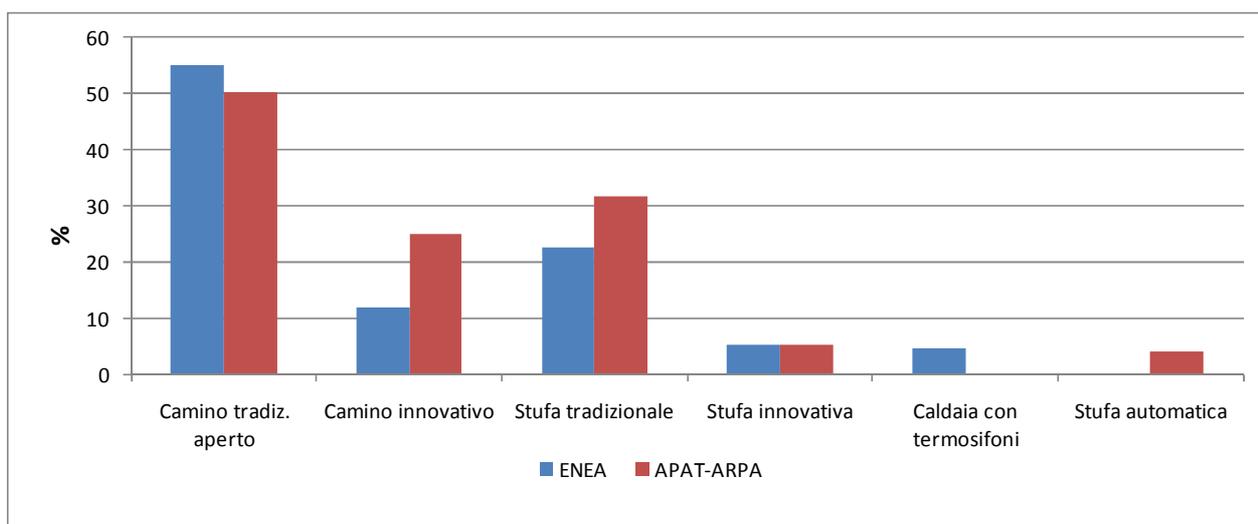


Figura C-5: confronto indagini ENEA e ISPRA-ARPA: percentuali di utilizzo (elaborazione dati ISPRA-ARPA [C-3], ENEA).

Si riportano infine i dati ottenuti da associazioni di categoria (Figura C-6). Per alcune tecnologie, come i caminetti aperti, il dato delle indagini di cui sopra si discosta sensibilmente dalle stime fornite sul venduto riportate di seguito; la rilevante variazione non è peraltro giustificabile dallo scarto di qualche anno che intercorre tra le varie pubblicazioni. Stante l'impossibilità di rilevare il numero esatto di pezzi, in particolare per tecnologie spesso non fatturate quali i camini in muratura, vale la pena prendere come riferimento gli ordini di grandezza.

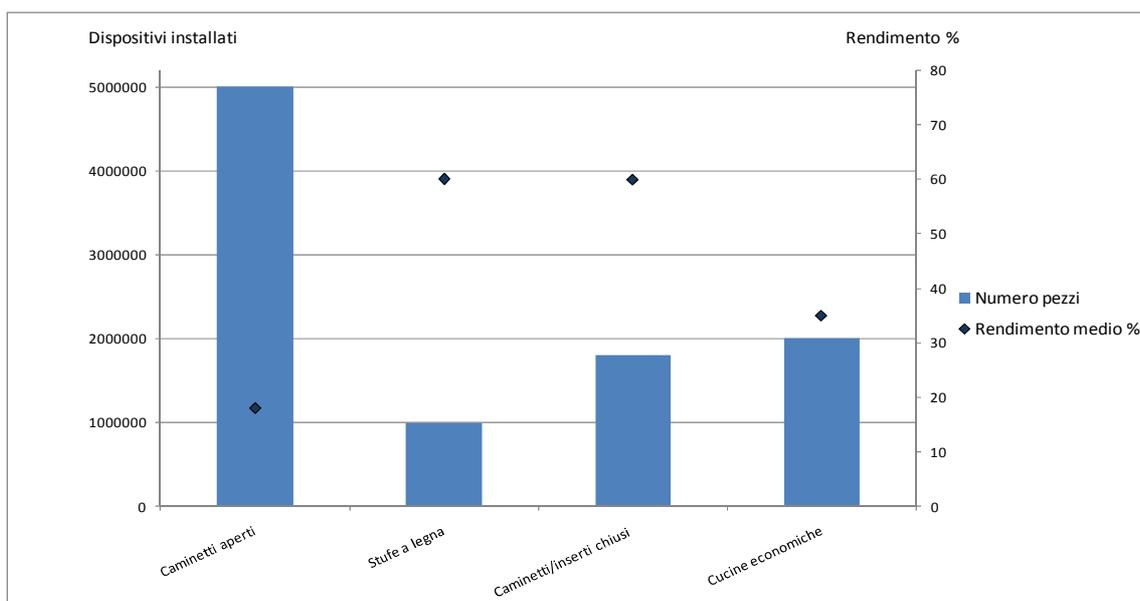


Figura C-6: stime dispositivi installati. Fonte: Unicalor-Ceced.

Di seguito (Figura C-7 e Figura C-8) sono evidenziate quote e valori di mercato dei combustibili legnosi stimati dall'AIEL (anno 2009). La legna da ardere prevale nettamente in termini di consumi e fatturato.

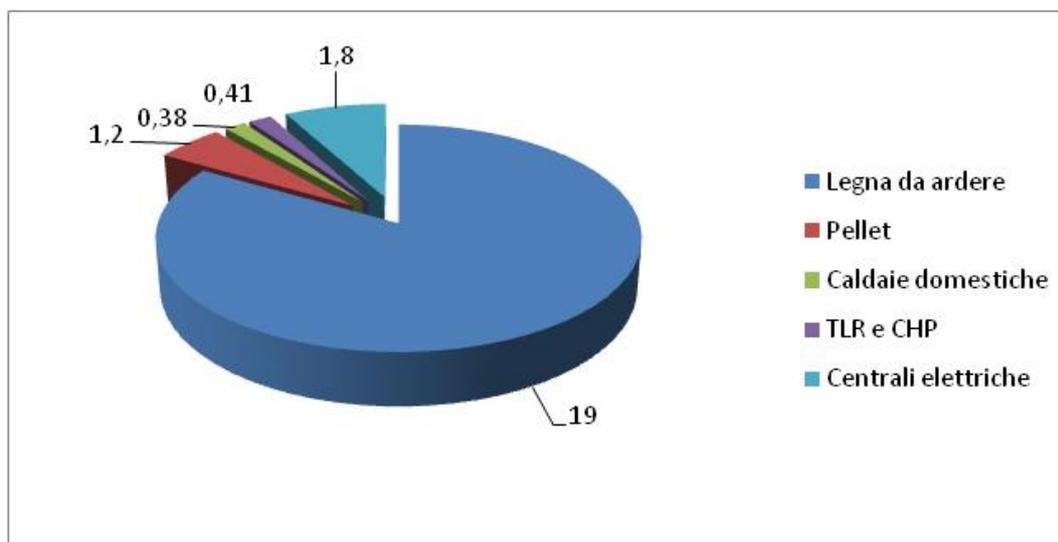


Figura C-7: consumo di combustibili legnosi in milioni di tonnellate (anno 2009). Fonte: AIEL.

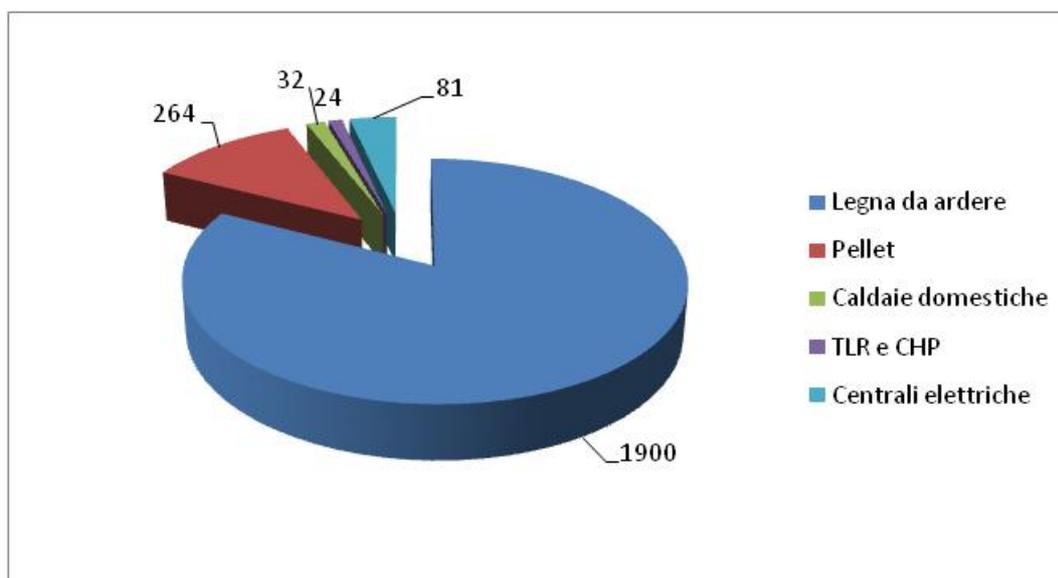


Figura C-8: valore economico dei combustibili legnosi in milioni di Euro (anno 2009). Fonte: AIEL.

Mercato dei dispositivi a pellet

Dati più puntuali si ottengono per il mercato del pellet e dei dispositivi che lo impiegano. Le stufe a pellet hanno cominciato a diffondersi nel 1998, con un marcato incremento di

vendite nel 2000 [C-6]. Più di recente, si è avuto un forte incremento di vendite nel 2006 rispetto all'anno precedente, passando da circa 100.000 pezzi venduti nel 2005 a oltre 250.000 pezzi del 2006 (Figura C-9).

Si possono ragionevolmente stimare 1.000.000 di stufe a pellet installate in Italia.

Il dato trova ulteriore riscontro nel Biomass Energy Report del 2009, a cura di un gruppo di lavoro del Politecnico di Milano [C-7].

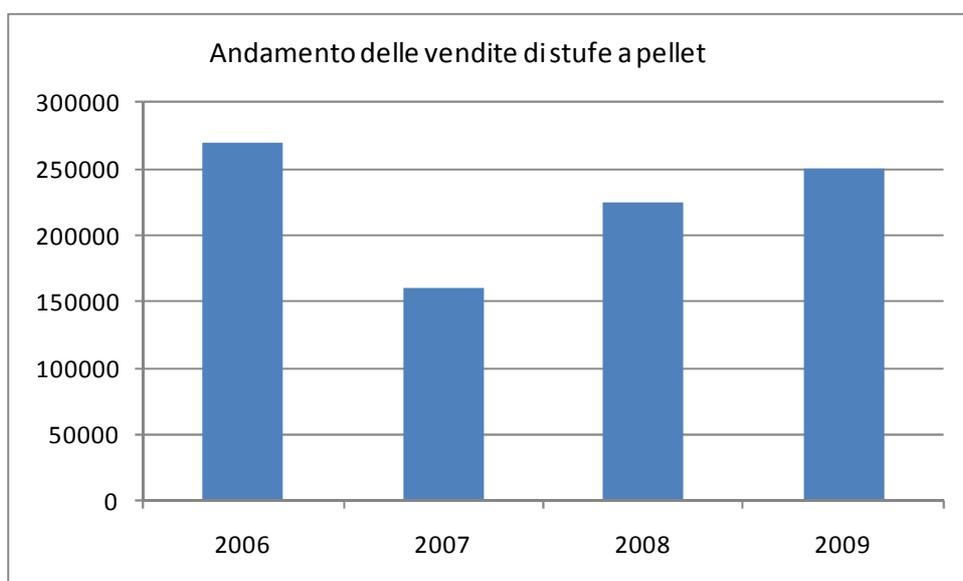


Figura C-9: mercato delle stufe a pellet in Italia. Fonte: Energy & Strategy Group.

Il numero è inoltre in linea con il consumo di pellet in Italia. La quantità di pellet impiegato nel 2009 è stata di 1.200.000 tonnellate, tra prodotto (2/3) e importato (1/3); l'Italia si colloca al primo posto in Europa per consumo di pellet ad uso riscaldamento domestico. Le figure C-10 e C-11 rappresentano rispettivamente le quantità di pellet prodotto e importato tra il 2003 e il 2009 e i consumi annui e l'andamento del prezzo del pellet per gli ultimi quattro anni.

Metodologie per la definizione dei risparmi energetici, nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate

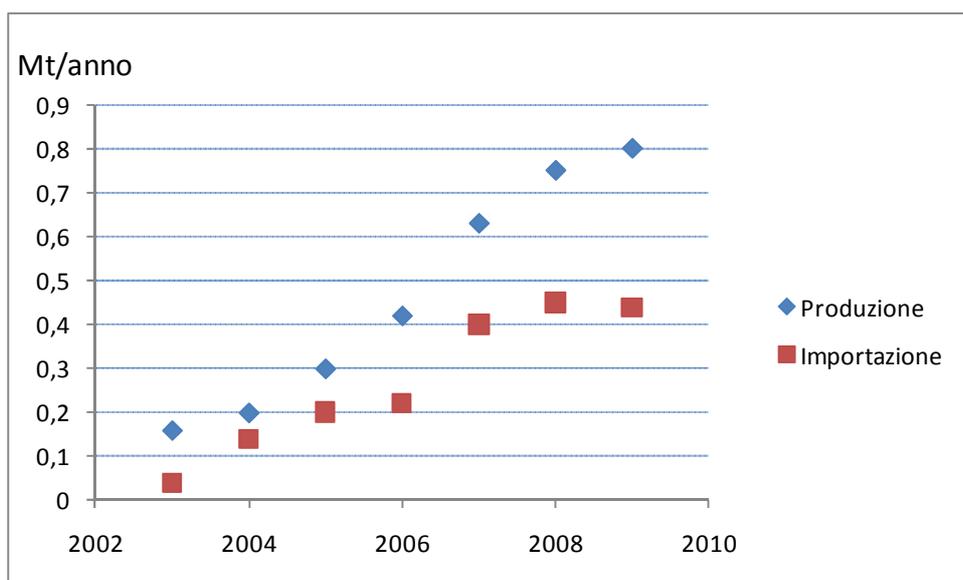


Figura C-10: quantità di pellet importato-esportato. Fonte: elaborazione FIRE su dati AIEL.

Il volume di pellet importato, tra il 2006 e il 2009, si colloca per lo più tra il 20% e il 40% del totale consumato.

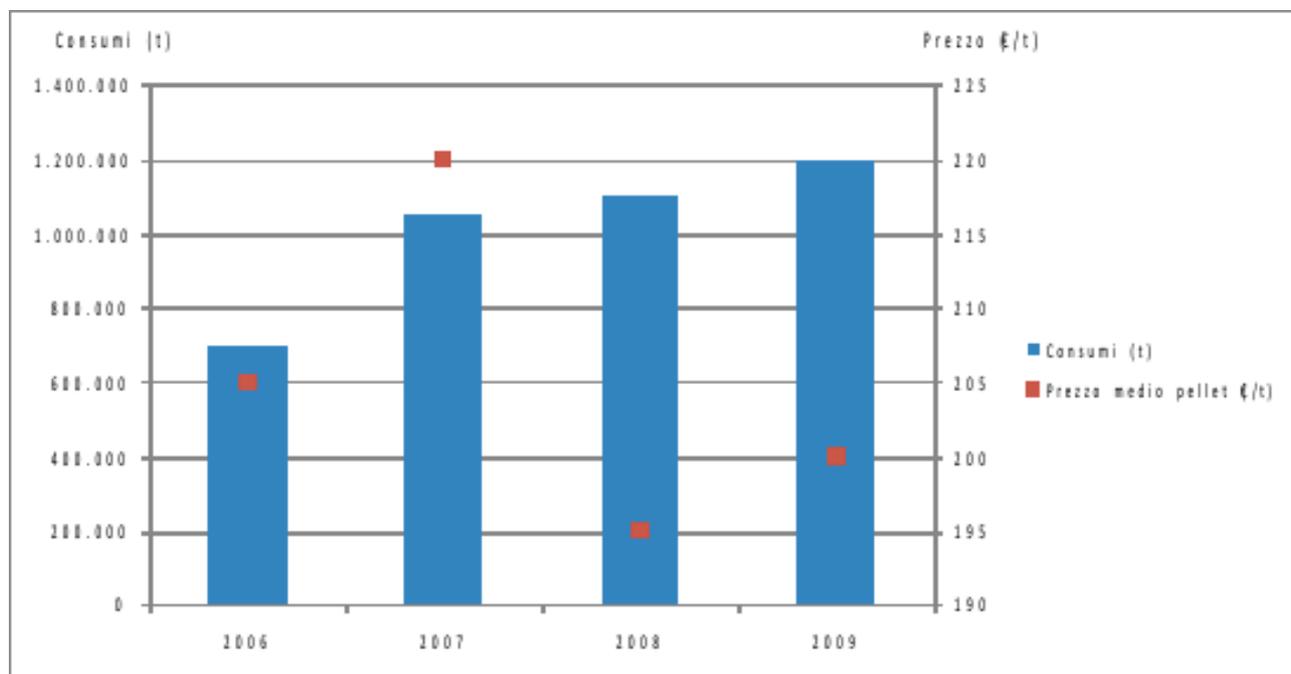


Figura C-11: mercato del pellet: Fonti: AIEL, Energy & Strategy Group.

Proposte relative all'addizionalità dei risparmi e note sugli aspetti ambientali

Si ritiene che si possa ragionevolmente considerare questo intervento addizionale al 100% nel caso in cui si sostituiscano dispositivi alimentati da fonti fossili, mentre una quota percentuale può essere scalata per sostituzione di dispositivi alimentati da fonti rinnovabili. L'utilizzo di dispositivi di conversione energetica alimentati da biomasse in luogo di caldaie a gas naturale, GPL e altri combustibili fossili costituisce un ulteriore passo verso la diversificazione delle fonti, comporta risparmi globali in termini di emissioni di anidride carbonica (sostituzione totale del combustibile fossile) e vantaggi economici per l'utenza in termini di risparmi nell'approvvigionamento della biomassa, rispetto a gas o ancora di più gasolio. Nel caso di biomasse da filiera corta si aggiunge il vantaggio dovuto alle ricadute occupazionali locali. Sebbene si abbiano riduzioni globali di biossido di carbonio, si hanno emissioni legate ad altri inquinanti, principalmente polveri e sostanze incombuste.

Le biomasse solide per bruciare debbono attivare tre passaggi diversi per potersi combinare con l'ossigeno dell'aria, prima la fase dell'essiccazione, poi la fase della pirolisi, un processo esotermico di frammentazione delle catene molecolari, poi la fase della combustione dei vapori miscelati con l'aria. Le tre fasi coesistono ad un certo momento in un tronchetto di legno: essiccazione all'interno, pirolisi sotto la superficie, combustione all'esterno, mentre si susseguono nel tempo per ogni particella.

Vari sono i parametri che influenzano le emissioni inquinanti, principalmente raggruppabili sotto tre famiglie:

- tipologia del combustibile per composizione chimica, pezzatura, umidità;
- caratteristiche della combustione;
- caratteristiche dei dispositivi di trattamento dei fumi.

Di particolare interesse locale è il livello delle emissioni delle polveri sottili, PM10 e PM2,5 (particulate matter <10 o 2,5 micron) tema sul quale si susseguono norme sempre più restrittive sui nuovi prodotti, ma sui quali non si attua alcun controllo sui milioni di impianti esistenti. In considerazione di questo fatto è auspicabile favorire sia la sostituzione dei camini aperti, sia la tipizzazione del combustibile e la meccanizzazione del caricamento, sia infine la diffusione dei sistemi più moderni con regolazione più sofisticata ed emissioni ridotte.

Sul complesso tema della sostenibilità delle biomasse è attivo il gruppo di lavoro GLM 1002 del Comitato Termotecnico Italiano.

Bibliografia

- [C-1] DEPARTMENT FOR EUROPEAN AFFAIRS, 2007: Energia: temi e sfide per l'Europa e per l'Italia. Position Paper del Governo italiano – 10 settembre 2007.
- [C-2] ITABIA, Rapporto 2008, I traguardi della bioenergia in Italia.
- [C-3] AA.VV, APAT-ARPA Lombardia, 2008: Stima dei consumi di legna da ardere per riscaldamento e uso domestico in Italia.
- [C-4] V.Gerardi, G.Perrella, 2001: I consumi energetici di biomasse nel settore residenziale in Italia nel 1999.
- [C-5] FIRE, 2010: Commenti al piano d'azione nazionale per le fonti rinnovabili.
- [C-6] A.Paniz, D.Pettenella (AIEL), 2004: Il mercato del pellet in Italia.
- [C-7] Energy & Strategy Group (POLIMI), 2009: Biomass Energy Report 2009.

Autori

Enrico *Biele* – Daniele *Forni*

D DISPOSITIVI A LED PER PUBBLICA ILLUMINAZIONE

Quadro di riferimento

Il consumo di energia elettrica per pubblica illuminazione (p.i.) nell'anno 2009 è stato pari a 6,3 TWh, poco più del 2% sui consumi finali di energia elettrica.

Il costo dell'illuminazione pubblica si aggira fra il 15 ed il 25% del totale delle spese energetiche di un Ente Locale e si può avvicinare al 50% di quelle elettriche. Le riduzioni dei consumi di elettricità ottenibili mediante interventi di razionalizzazione energetica sugli impianti possono essere consistenti e vanno pertanto perseguite. Oltre all'illuminazione vera e propria, il funzionamento dei semafori concorre alle spese per un 10% circa.

Gli interventi realizzabili ricadono in tre categorie principali:

- sostituzione di componenti e sistemi con altri più efficienti (lampade, alimentatori, corpi illuminanti, regolatori);
- adozione di sistemi automatici di regolazione, accensione e spegnimento dei punti luce (sensori di luminosità, sistemi di regolazione del flusso);
- installazione di sistemi di telecontrollo e di gestione della rete di illuminazione.

Riguardo ai primi due punti sono già disponibili due schede di tipo standard:

- Scheda n.17: installazione di regolatori di flusso luminoso per lampade a vapori di mercurio e lampade a vapori di sodio ad alta pressione negli impianti adibiti ad illuminazione esterna;
- Scheda n.18: sostituzione di lampade a vapori di mercurio con lampade a vapori di sodio ad alta pressione negli impianti di Pubblica Illuminazione.

Un'altra scheda riguardante la "realizzazione di sistemi ad alta efficienza per l'illuminazione di strade destinate al traffico motorizzato" è stata proposta in consultazione col DCO 22/10.

Attualmente si possono stimare intorno ai nove milioni di punti luce, il 22% dei quali (due milioni) gestito dalla società Enel Sole. Da un'indagine condotta da FIRE e Federelettrica nel 1999 [D-1], risultavano installati in Italia circa otto milioni di punti luce, di cui oltre il 90% di proprietà comunale, e poco meno del 5% di aziende municipalizzate. Riguardo alla gestione i risultati dell'indagine indicavano in ENEL, attraverso la Società SOLE, il gestore più rilevante, con più del 25% del mercato (vedi figure D-1 e D-2).

Metodologie per la definizione dei risparmi energetici, nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate

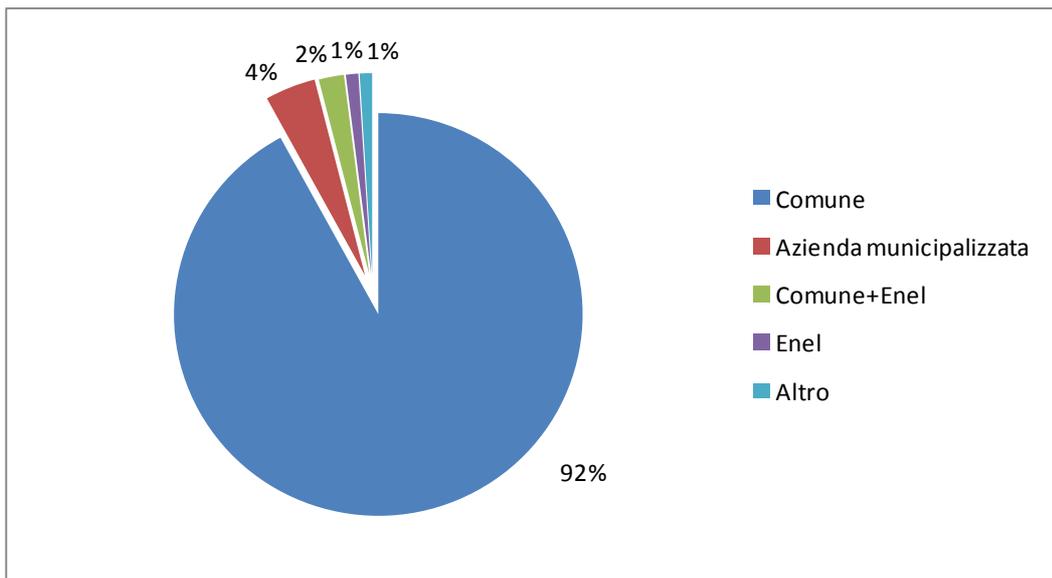


Figura D-12: proprietà dell'illuminazione pubblica. Fonte: [D-1].

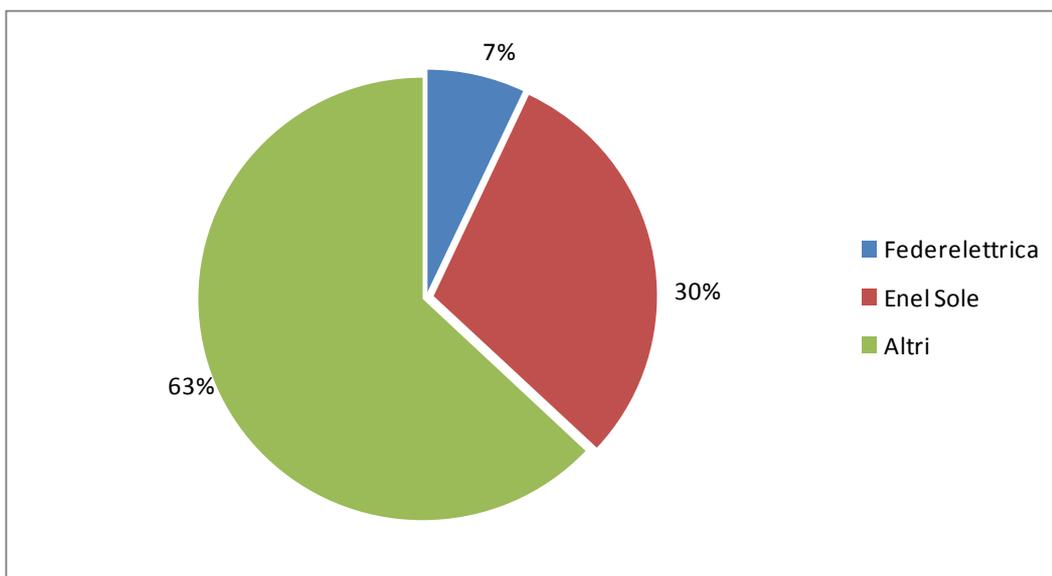


Figura D-13: gestione dell'illuminazione pubblica. Fonte: [D-1].

I consumi energetici per pubblica illuminazione sono andati crescendo fino al 2006, con oscillazioni anche maggiori del 5% sul totale negli anni seguenti. Tra il 2008 e il 2009 c'è stata una riduzione dei consumi per p.i. dello 0,4%, a fronte di un calo generale dei consumi di energia elettrica del 6% (vedi figura D-3).

L'utilizzo di dispositivi a led in luogo di lampade a vapori di sodio o a vapori di mercurio, presenti nella quasi totalità degli apparecchi illuminanti nella pubblica illuminazione,

consente di ottenere consistenti risparmi energetici, economici e di impatto ambientale. Considerando una sostituzione totale delle apparecchiature a vapori di sodio e mercurio con apparecchi a led, il potenziale risparmio energetico in fonti primarie sarebbe dell'ordine di 3-4 TWh, ossia, prendendo come riferimento l'anno 2009, peserebbe per circa l'1% sui consumi globali di energia elettrica. In fonti primarie, utilizzando il fattore di conversione stabilito nella delibera EEN 3/08 dell'Autorità, si avrebbe un risparmio dell'ordine di 0,5-0,7 Mtep. Le stime del BEN 2008 riportano un valore di circa 178 Mtep per il 2009; i risparmi in fonti primarie sarebbero dunque inferiori allo 0,5%.

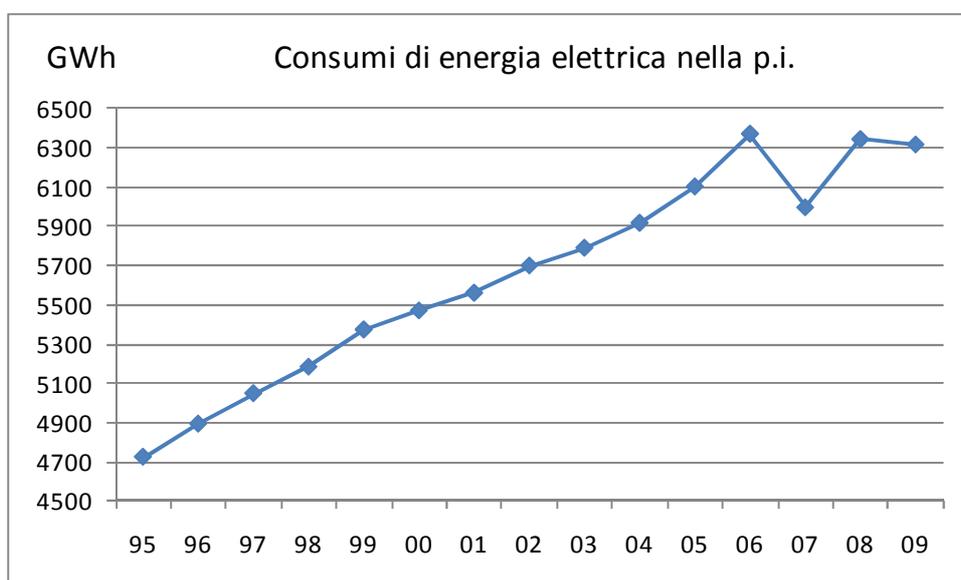


Figura D-14 :consumi energetici nella pubblica illuminazione. Fonte: elaborazioni FIRE su dati TERNA.

Si rileva che nel campo degli interventi di efficientamento nella p.i. c'è spazio, oltre che per i distributori stessi che intendessero effettuare interventi in proprio, per le altre due figure previste dai decreti ministeriali del 20 luglio 2004 e del 21 Dicembre 2007 abilitate alla compravendita di titoli. Gli energy manager dei comuni potrebbero proporre interventi sulla p.i. (eventualmente associati ad altre tipologie di interventi, stante la possibilità di cumulare i risparmi conseguiti) e, nel caso non fosse possibile per il comune far fronte alla liquidità richiesta per l'intervento, appoggiarsi a società di servizi energetici (ESCo). Le ESCo potrebbero dal canto loro agire in maniera indipendente, anche laddove non fosse presente un energy manager (piccoli comuni o comuni più grandi meno attivi). Un'altra possibilità per i comuni più piccoli sarebbe quella di fondare una ESCo avente come fine principale il conseguimento di risparmi per i comuni associati.

Tecnologia

Le prime applicazioni dei led a fini illuminotecnici sono concentrate negli ultimi cinque anni, sebbene la nascita del primo led risalga al 1920, in Russia. L'innovazione che ha permesso ai led di essere oggi impiegati nell'illuminotecnica è dovuta ai lavori di S.Nakamura, negli anni Novanta, che riuscì ad ottenere la tonalità bianca con l'utilizzo del nitruro di gallio e della tecnologia dei fosfori per il rivestimento del chip [D-2].

I led consentono risparmi, a parità d'uso finale, fino allo 80% di energia elettrica rispetto a una lampada a incandescenza, hanno una durata di vita superiore a 50.000 ore, bassi costi di manutenzione, e buona affidabilità, dato che in caso di danneggiamento di parte degli elementi la lampada continua a funzionare. Un aspetto importante, comune anche alle lampade ad incandescenza, è l'assenza di sostanze tossiche e nocive, che consente ai led di essere smaltiti tra i rifiuti indifferenziati. Ciò non vale per le lampade fluorescenti, che debbono scontare la presenza di mercurio. Vi sono inoltre ulteriori vantaggi (es. riduzione dei pesi) non riportati perché non influenti per gli aspetti di interesse.

Tra gli svantaggi si rilevano principalmente il costo d'acquisto e la difficoltà nel campo della p.i. di adattare soluzioni a led ad armature esistenti.

Le modalità applicative dei led sono due: applicazioni in retrofit o sostituzione totale dell'apparecchio illuminante. Per pubblica illuminazione la modalità in genere adottata è la seconda, impiegando laddove possibile il sostegno presente in precedenza. Un problema importante, che limita le applicazioni in retrofit, è l'energia termica sviluppata dalla lampada, difficile da dissipare nelle armature preesistenti (alcune società di servizi hanno installato applicazioni a led su vecchi impianti, ma il surriscaldamento riduce la vita utile delle lampade).

Allo stato attuale le efficienze luminose dei led si aggirano tra i 90 e i 120 lm/W, con un valore di 100 lm/W per le temperature di colore sopra i 4.000 K. Con ottiche ad alto rendimento si arriva ad efficienze del 80-90% del rapporto flusso sorgente/flusso uscita. Tale valore può scendere anche di alcune decine di punti percentuali per corpi illuminanti mal progettati.

Metodologie per la definizione dei risparmi energetici, nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate

Tipologia di lampada	Durata di vita media (ore)	Efficienza luminosa (lm/W)	Temperatura di colore (K°)	Indice di resa cromatica (IRC) R_a
Ad incandescenza	1.000	12 - 15	2.000 - 3.000	100
Alogene	2.000	16 - 25	2.900 - 3.000	100
Fluorescenti lineari	10.000	84 - 100	2.700 - 5.000	65 - 85
Fluorescenti compatte	10.000	60 - 70	2.700 - 5.000	85
A vapori di mercurio	9.000	40 - 60	3.500 - 4.200	50 - 60
A ioduri metallici	6.000 - 10.000	70 - 100	3.000 - 5.600	65 - 90
A vapori di sodio	12.000 - 25.000	30 - 100	2.100 - 2.900	20 - 70
LED	20.000 - 35.000	40 - 120	3.000 - 8.000	68 - 85

Tabella D-1: confronto tra sorgenti luminose: Fonte [D-3].

In tabella D-1 è possibile confrontare i parametri illuminotecnici di riferimento dei led per illuminazione con quelli delle principali sorgenti luminose in uso.

Si ritiene che allo stato attuale, se ben progettati e se oltre all'installazione viene previsto un programma di controllo e manutenzione accurato, i dispositivi a led rispettino i requisiti essenziali per un impianto di pubblica illuminazione, ossia caratteristiche illuminotecniche adeguate (CRI, tonalità della luce, efficienza luminosa), affidabilità, sicurezza, durata di funzionamento, sostenibilità energetica ed ambientale.

Mercato

Sono state contattate le principali associazioni di categoria del settore illuminotecnica, enti universitari e di ricerca, i principali produttori di apparecchi illuminanti a led e intervistate, a campione, quindici aziende di produzione/distribuzione di medie dimensioni.

La diffusione dei dispositivi a led per p.i. è ancora bassa, ma si prevedono crescite consistenti nel breve periodo (pochi anni). Tra i casi di rilievo si segnala l'interesse della società Enel Sole, gestore di più di un quinto dei punti luce sul territorio nazionale, e l'esperienza di illuminazione a led delle gallerie avviata già dal 2007 della società Autostrade. Inoltre, i maggiori produttori del settore illuminotecnica hanno confermato il loro interesse ad investire nella tecnologia led, che consente risparmi energetici consistenti non solo nella p.i., ma anche nel settore domestico, dove i led potrebbero

ricoprire per i faretto ad incasso il ruolo che è stato delle lampade fluorescenti compatte per le lampade a incandescenza.

Relativamente all'installato, si possono stimare oggi intorno ai nove milioni di punti luce per pubblica illuminazione [D-4]. Nell'indagine condotta nel 1999 [D-1] si stimavano otto milioni di punti luce .

Il numero di punti luce con lampade a vapori di mercurio, secondo una stima dell'anno 2005, ammontava a 5.760.000 su un totale di 9 milioni di punti luce; le lampade a vapori di sodio risultavano 2.520.000. Il resto era composto per lo più da lampade ad alogenuri metallici, sodio a bassa pressione e fluorescenti lineari, come riportato di seguito in Figura D-15.

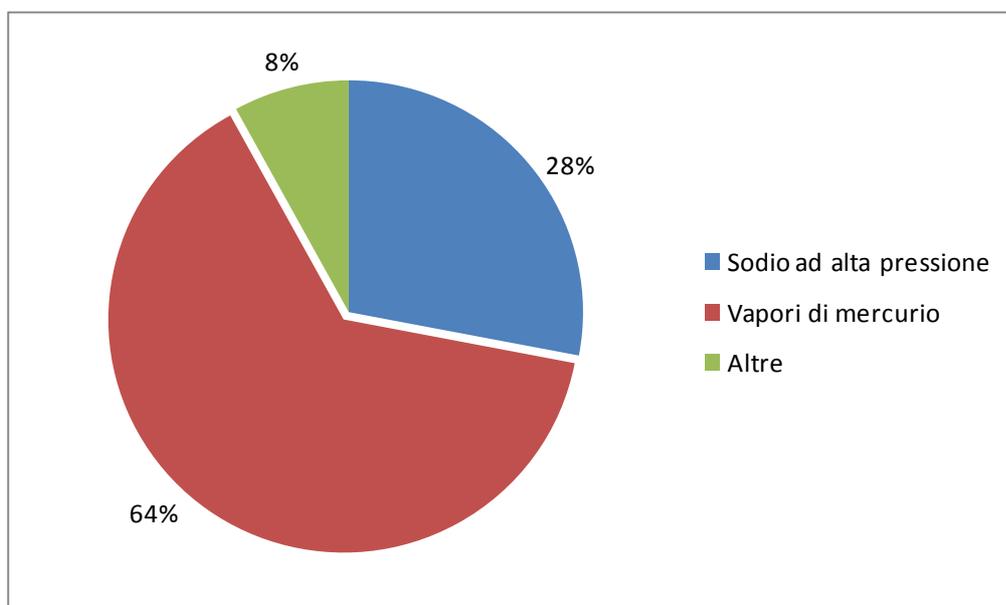


Figura D-15: ripartizione percentuale dell'installato per p.i: anno 2005.

Considerando un tasso di sostituzione delle lampade a vapori di mercurio con lampade a vapori di sodio del 3%, si giunge alla ripartizione indicativa riportata in Figura D-16

Dai dati disponibili dalle fonti intervistate si stima per i dispositivi a led una penetrazione che si aggira al massimo intorno allo 1% sul totale installato fino a metà 2010.

Riguardo al mercato per l'anno 2010, le stime più ottimistiche portano a un valore intorno alle 100.000 unità. Il maggior gestore italiano ha di recente reso note le cifre di dispositivi a led venduti e installati dall'inizio dell'anno: circa 43.000 pezzi venduti di cui 25.000 installati [D-5].

Metodologie per la definizione dei risparmi energetici, nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate

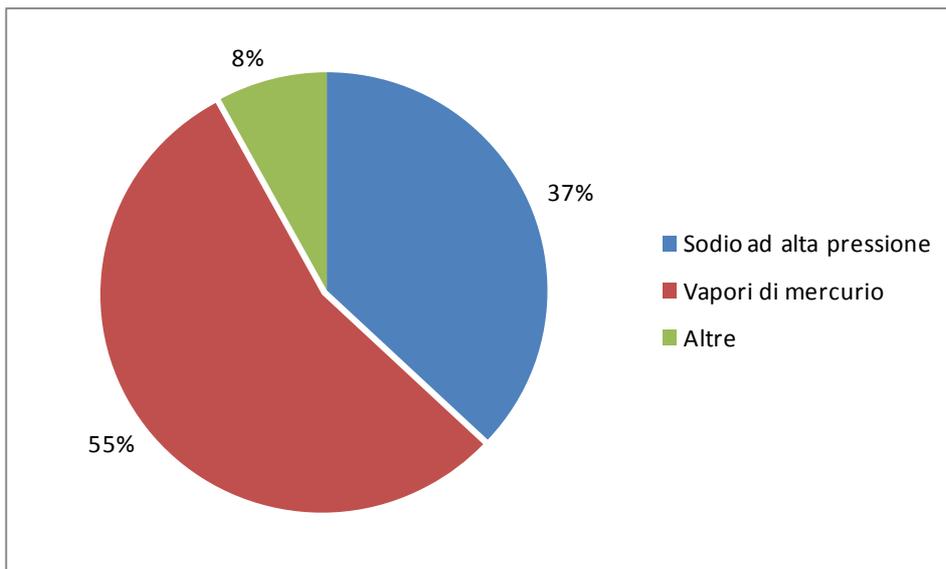


Figura D-16: ripartizione percentuale dell'installato per p.i.: stima per il 2010.

Si rileva che non sono presenti dati ufficiali a livello nazionale sull'incidenza di led e corpi illuminanti a led nel settore illuminazione. Le ragioni di tale mancanza sono dovute a vari fattori: innanzitutto si è agli albori del mercato di queste tecnologie, inoltre attualmente i led non sono codificati, per cui non è possibile calcolare l'incidenza di tali prodotti, e infine perché, essendo il mercato dei led in forte evoluzione, anche dal punto di vista normativo sono pochi i limiti di standardizzazione per questi prodotti.

Più in generale, non sono disponibili dati sul parco delle lampade installate nella pubblica illuminazione. È possibile disporre solo di alcune valutazioni a livello di enti locali, rilevabili direttamente presso i gestori o i comuni stessi o, laddove presenti, nei piani di illuminazione o di interventi di rifacimento degli impianti di illuminazione pubblica o nei piani energetici.

Proposte relative all'addizionalità dei risparmi

Si ritiene di poter considerare l'intervento di sostituzione totalmente addizionale. Sebbene le lampade a vapori di mercurio rappresentino una buona fetta del mercato, in caso di sostituzione allo stato attuale si installerebbero nella quasi totalità dei casi lampade a vapori di sodio, tecnologia ad elevata efficienza. Pertanto si ritiene che la base-line sia rappresentata da questa soluzione.

Bibliografia

- [D-1] G.Tomassetti (FIRE), M.Iaiani (FIRE), 2001: Analisi delle caratteristiche dei punti di illuminazione pubblica in Italia.
- [D-2] G.Forcolini (Laboratorio Luce e Colore), 2008: Illuminazione LED.
- [D-3] M.Alabiso (CESI), 2009: Necessità di illuminamento e stato attuale della Illuminazione Pubblica.
- [D-4] P.Van Tichelen et. al., 2007: Final Report, Public street lighting, Study for the European Commission DGTREN unit D3.
- [D-5] www.archilede.it/archilede/?p=240.

Autori

Enrico *Biele* – Daniele *Forni*

Metodologie per la definizione di baseline di prestazione energetica finalizzate alla predisposizione di schede di valutazione semplificata dei risparmi, relative ad applicazioni di tecnologie innovative/efficienti in settori industriali e terziario

NOTE sugli AUTORI

Daniele Forni è Responsabile Tecnico della Federazione Italiana per l'Uso Razionale dell'Energia (FIRE). E' ingegnere esperto di tecnologie efficienti e di normativa tecnica in ambito energetico ed impiantistico.

Enrico Biele è ingegnere energetico e collabora con la Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia (FIRE) sui temi dell'efficienza energetica, delle fonti energetiche rinnovabili e dei meccanismi di incentivazione.

Marco Bramucci è ingegnere termomeccanico e collabora con la Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia (FIRE) sui temi della cogenerazione e delle tecnologie efficienti.