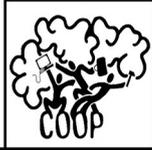


alekos



end-use Efficiency Research Group
Gruppo di ricerca sull'efficienza negli usi finali dell'energia

ACQUA, LUCE, CALORE: USO E RISPARMIO

ISTITUTO COMPRENSIVO P. CARMINE – CANNOBIO

PROGETTO INSERITO NEL PROGRAMMA DI EDUCAZIONE AMBIENTALE
DEL LABORATORIO TERRITORIALE DELLA PROVINCIA DEL VCO

Analisi Energetica dell'edificio che ospita l'Istituto Comprensivo P. Carmine Comune di Cannobio

novembre 2005

Autori dell'audit energetico

Ing. Gianluca Ruggieri
Ing. Dario Sabbadini
Dott. Chiara Tosi

Relazione elaborata a cura di

Ing. Gianluca Ruggieri
eERG, end-use Efficiency Research Group
Dipartimento di Energetica, Politecnico di Milano
gianluca.ruggieri@polimi.it

I N D I C E

1.Introduzione.....	3
2.Stato attuale dell'edificio scolastico.....	4
2.1 L'istituto scolastico.....	4
2.2 Descrizione generale dell'edificio.....	4
2.3 Impianti.....	5
3.Analisi dei consumi energetici storici.....	7
3.1 Dati storici di consumo.....	7
3.2 Calcolo degli indici FIRE.....	7
3.3 Fattori critici di consumo.....	8
4.Potenziali e modalità di risparmio.....	9
4.1 Interventi possibili sull'edificio e sugli impianti.....	9
4.2 Interventi possibili sulle modalità di gestione.....	11
5.Conclusioni.....	13
Bibliografia.....	14
Riferimenti legislativi.....	14
Riferimenti bibliografici.....	14
Riferimenti Internet.....	14

1.Introduzione

Gli edifici adibiti ai vari usi (residenziali, industriali, commerciali e amministrativi) consumano quasi il 40% dell'energia nell'Unione Europea. La Commissione stima che si potrebbe risparmiare un quinto di questa quota facendo uso di tecnologie collaudate, quali isolamento termico, nuovi e più efficienti impianti di riscaldamento e raffreddamento, migliori strutture per la circolazione dell'aria, integrazione di attrezzature per la produzione di energia rinnovabile.

Numerosi studi ed esperienze concrete hanno mostrato come investimenti compiuti per il miglioramento della prestazione energetica degli edifici si possano rivelare estremamente convenienti dal punto di vista sia economico sia ambientale. Ridurre i consumi energetici per l'illuminazione, il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria consente di risparmiare sulle sempre più salate bollette energetiche e di diminuire le emissioni di gas nocivi in atmosfera.

Per poter valutare al meglio il potenziale di risparmio di un edificio esistente è necessario ricorrere a programmi di diagnosi energetica (Energy Audit).

L'analisi delle prestazioni energetiche di un edificio dovrebbe far parte delle normali procedure della gestione energetica e più in generale della gestione e manutenzione dell'edificio stesso. L'Audit può servire anche a migliorare le condizioni di comfort all'interno degli edifici oggetto di indagine. Per edifici esistenti è utile per la definizione di strategie di manutenzione programmata o per preparare al meglio gli interventi di manutenzione straordinaria. È fondamentale anche per valutare la rispondenza dell'edificio alla normativa in materia.

In alcuni paesi europei i programmi di diagnosi energetica sono obbligatori per legge e recentemente la Regione Lombardia ha introdotto tale obbligo per gli edifici pubblici.

Per la valutazione delle prestazioni energetiche di un edificio e dei relativi impianti tecnologici è necessario procedere ad un'analisi critica:

- dei consumi energetici (combustibili impiegati, energia elettrica, acqua),
- degli impianti installati,
- dell'involucro edilizio
- delle metodologie di esercizio e manutenzione

Nel corso del progetto "Acqua, luce, calore: uso e risparmio" si è proceduto ad un energy audit di primo livello, che è in grado di permettere valutazioni sul comportamento generale dell'edificio dal punto di vista energetico, individuando i possibili miglioramenti edilizi e impiantistici. L'analisi costi-benefici di tali interventi potrà essere effettuata in un secondo tempo dalla Comunità Montana (proprietaria dell'immobile che ospita la scuola).

La presente relazione contiene anche le indicazioni sulle **modifiche di comportamenti e abitudini di utilizzo dell'edificio da parte degli occupanti, che** si ritiene possano generare sensibili risparmi di energia.

Le valutazioni riportate nel seguito sono state desunte da una diagnosi visiva delle strutture e dall'analisi tecnica della documentazione fornita dagli Uffici Tecnici Comunali (planimetrie, fatture energetiche).

L'audit presso **l'Istituto Comprensivo Carmine** è stato svolto il giorno 4 maggio 2005 . Non è stato possibile disporre di informazioni relative alla stratigrafia delle pareti per la valutazione del grado di isolamento.

2.Stato attuale dell'edificio scolastico

2.1 L'istituto scolastico

La costruzione dell'edificio che ospita la scuola è durata dal 1979 al 2001. L'edificio è sviluppato su due piani più il piano terra. Attualmente l'edificio ospita l'istituto scolastico, una biblioteca comunale, una palestra utilizzata anche per attività esterne alla scuola e un auditorium. Nell'edificio è stata ricavata anche un'abitazione che ospita la famiglia del custode.

L'Istituto Scolastico vede la presenza di oltre 200 studenti per sei giorni alla settimana. In alcuni giorni l'attività è limitata a cinque ore in altri invece dura sette ore. Il corpo docente è composto da 27 insegnanti, mentre il corpo non docente da 15 persone.

Oltre alle aule e ai laboratori, vi è la presenza di una sala mensa utilizzata per tre giorni alla settimana.

La palestra e la biblioteca sono utilizzate durante tutto l'anno, e durante tutta la settimana. L'auditorium invece è usato solo per eventi speciali, per un totale di 15-20 volte all'anno

2.2 Descrizione generale dell'edificio

La scuola è costruita in muratura e calcestruzzo armato, con mura spesse e da un primo esame superficiale ben isolate.

I serramenti vedono la presenza di vetri doppi. Le finestre coprono complessivamente circa il 16% della superficie disperdente.

L'atrio è sovrastato da una copertura che consiste in una struttura semicilindrica in metallo e plexiglas.

Il tetto è piatto e sulla copertura impermeabile è stata posizionata della ghiaia.

2.3 Impianti

L'impianto di riscaldamento dell'edificio è diviso in due parti, ciascuna delle quali è servita da una caldaia indipendente.

La parte A dell'edificio (che comprende il corpo della scuola vero e proprio) è servita da una caldaia con potenza al focolare pari a 2 x 395 kW, situata in un locale caldaia nel cortile della scuola.

La parte B dell'edificio (che comprende la mensa, la palestra, l'auditorium e la biblioteca) è servita da una caldaia con potenza al focolare pari a 2 x 235 kW, situata in un locale caldaia posto sopra al tetto dell'edificio.

Come vediamo nella tabella seguente i rendimenti rilevati delle due caldaie sono sempre oltre il minimo previsto dalla normativa (DPR 412/93) che è pari all'89%. In particolare la caldaia che serve le aule scolastiche risulta avere un ottimo rendimento.

Data rilevamento	Caldaia parte A		Caldaia parte B	
2002	$\eta_1 = 95.1\%$	$\eta_2 = 94.6\%$	$\eta_1 = 92.1\%$	$\eta_2 = 91.1\%$
2003	$\eta_1 = 93.8\%$	$\eta_2 = 94.5\%$	$\eta_1 = 90.5\%$	$\eta_2 = 89.7\%$
2004	$\eta_1 = 94.2\%$	$\eta_2 = 94.9\%$	$\eta_1 = 91.4\%$	$\eta_2 = 91.1\%$

Nella parte A dell'edificio sono stati installati dei ventilconvettori che permettono la diffusione del calore nelle varie aule.

L'impianto di riscaldamento installato presso la scuola permette il controllo e la regolazione del riscaldamento aula per aula. La regolazione aula per aula permette lo spegnimento in automatico della ventilazione forzata, una volta raggiunta la temperatura richiesta all'interno dell'aula stessa.

Il controllo viene fatto in due maniere diverse:

In alcune aule è presente un semplice termostato: per queste aule il controllo è in capo a un'unica centralina. Sulla centralina è possibile impostare una temperatura di set point per ciascuna aula. Quando il termostato raggiunge la temperatura impostata la centralina blocca la ventilazione dei ventilconvettori presenti in quell'aula.

In alcune aule è presente un regolatore con un termostato integrato: per queste aule il controllo è in capo a una diversa centralina. Sul regolatore è possibile selezionare un livello da +3 a -3. Sulla centralina è possibile impostare per ciascuna aula sia la temperatura di set point che l'intervallo di regolazione. Per esempio si può selezionare 20°C come set point e 3 gradi di intervallo di regolazione. A questo punto se nell'aula il regolatore è posto sullo 0, la temperatura di setpoint è effettivamente 20°C, se un utente sposta il regolatore sul +3 allora la nuova temperatura di set point diventa 23°C.

Dunque è possibile realizzare una regolazione della temperatura aula per aula, a prescindere da quale delle due regolazioni sia prevista.

L'acqua calda sanitaria per i bagni della scuola viene ottenuta tramite boiler elettrici. La gestione di tali boiler è manuale e di fatto non dotati di timer e quindi accesi 24 ore per tutto l'anno solare. Non è stato possibile entrare in alcuni locali, ma abbiamo stimato la presenza di 6-7 Boiler, alcuni da 80 litri altri da 60 litri.

Non sono presenti erogatori a basso flusso d'acqua.

L'impianto di illuminazione è principalmente costituito da plafoniere contenenti due lampade fluorescenti T8 da 36 Watt con alimentatore ferromagnetico la cui gestione è totalmente manuale.

In particolare nelle aule destinate a lezione sono presenti due file di tre plafoniere contenenti ciascuna due lampade fluorescenti da 36 Watt. Le file sono perpendicolari alle finestre. Le lampade presenti in un aula sono controllate da due interruttori: uno controlla la fila più vicina alla lavagna, l'altro quella più lontana.

È presente inoltre un piccolo sistema di illuminazione esterna il cui funzionamento necessita un approfondimento.

Tra le altre apparecchiature che utilizzano l'energia elettrica per il loro funzionamento ci sono:

Presso la segreteria: una fotocopiatrice, sei personal computer, un fax e tre stampanti.

Presso l'aula computer: 25 computer utilizzati per la didattica

Presso l'aula insegnanti: due macchine per la preparazione di bevande calde

Presso la palestra: cinque asciugacapelli.

Presso i locali del corpo non docente: due piastre scaldavivande.

Durante i mesi invernali viene anche utilizzata una stufetta elettrica nelle ore serali in cui l'impianto di riscaldamento è spento.

3. Analisi dei consumi energetici storici

3.1 Dati storici di consumo

Dai dati a nostra disposizione abbiamo ricavato i seguenti valori di consumi annui. In particolare i consumi elettrici riguardano gli anni 2003-2004, mentre i consumi termici riguardano il periodo compreso tra marzo 2004 e febbraio 2005.

La parte A dell'edificio comprende il corpo della scuola vero e proprio

Consumi annui di gas	26400	m ³ /anno
Consumi medi annui di elettricità	38100	kWh/anno

La parte B dell'edificio comprende la mensa, la palestra, l'auditorium e la biblioteca

Consumi annui di gas	28900	m ³ /anno
Consumi medi annui di elettricità	43400	kWh/anno

3.2 Calcolo degli indici FIRE

Gli Indicatori Energetici Normalizzati - IEN

Per poter valutare le prestazioni energetiche di una scuola, rapportandole alla media del parco edilizio nazionale, l'ENEA e la FIRE (Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia) hanno sviluppato una metodologia che identifica due **Indicatori Energetici Normalizzati**:

a- IEN Elettrico

è calcolato a partire dai consumi elettrici annui e dalla superficie ai piani. L'indice è corretto per tenere conto dell'orario di funzionamento della scuola

b- IEN Riscaldamento

è calcolato a partire dai consumi annui per il riscaldamento e dalla volumetria riscaldata. L'indice è corretto per tenere conto dell'orario di funzionamento della scuola, della zona climatica in cui è situata e della forma dell'edificio (tramite il rapporto tra volumetria e superficie disperdente).

Gli indici calcolati possono essere confrontati con una scala di valori che tiene conto delle prestazioni medie del parco edilizio scolastico italiano

IEN Elettrico	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	Minore di 11	Da 11 a 16.5	Maggiore di 16.5
Elementari, Medie, secondarie sup.	Minore di 9	Da 9 a 12	Maggiore di 12
Ist. Tecn. Industriale	Minore di 12.5	Da 12.5 a 15.5	Maggiore di 15.5

IEN Riscaldamento	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	Minore di 18.5	Da 18.5 a 23.5	Maggiore di 23.5
Elementari	Minore di 11	Da 11 a 17.5	Maggiore di 17.5
Medie, secondarie sup.	Minore di 11.5	Da 11.5 a 15.5	Maggiore di 15.5

Per il calcolo degli indici ci limitiamo alla parte A dell'edificio, che comprende il corpo della scuola vero e proprio

Per la scuola in oggetto risulta:

Superficie calpestabile complessiva	2437	m ²
Volumetria complessiva	7311	m ³
Superficie disperdente	2578	m ²

Il calcolo degli indici IENe (indice energetico normalizzato per energia elettrica) e IENr (indice energetico normalizzato per riscaldamento) dimostra la presente caratterizzazione della scuola :

IEN elettrico	18.8	Insufficiente
IEN riscaldamento	14.7	Sufficiente

Per il calcolo di dettaglio alleghiamo la scheda compilata.

L'edificio è quindi migliorabile sotto il profilo dei consumi elettrici previa una diagnosi più approfondita e la definizione di interventi gestionali e tecnologici adeguati alla situazione specifica dell'edificio, mentre dal lato del riscaldamento la scuola dimostra avere impianti efficienti.

3.3 Fattori critici di consumo

Sono stati identificati i seguenti fattori critici di consumo:

Boiler elettrici per l'acqua calda sanitaria accesi 24 ore al giorno e non programmabili mediante timer;

Gestione centralizzata dell'impianto di riscaldamento, che inibisce la regolazione aula per aula.

L'atrio è sovrastato da una copertura che consiste in una struttura semicilindrica in metallo e plexiglas. Questa copertura è stata scelta per permettere il miglior utilizzo della luce diurna per l'illuminazione dell'atrio. La scelta dei materiali ha però comportato alcuni problemi. Durante l'inverno vi è una notevole dispersione di calore. Durante l'estate, e nei giorni molto soleggiati, vi è la presenza di un effetto serra, che causa un eccessivo riscaldamento dell'atrio, ben oltre i valori di comfort.

4. Potenziali e modalità di risparmio

Sulla base dei dati disponibili e delle analisi eseguite si possono identificare le opportunità di risparmio energetico descritte nel seguito.

4.1 Interventi possibili sull'edificio e sugli impianti

Si consiglia di **intervenire sulla cupola di plexiglas** che sovrasta l'atrio. Tra le possibili strategie ci sono: (1) utilizzare dei rampicanti cedui, d'estate le foglie determinano l'ombreggiamento, d'inverno le foglie cadono e consentono alla luce diurna di entrare. (2) consentire un'apertura del tetto durante l'estate, in modo da favorire l'espulsione naturale dell'aria calda. (3) valutare la possibilità di installare un pannello fotovoltaico con il quale ombreggiare la cupola: l'economicità di tale soluzione è da valutare nel dettaglio, anche alla luce delle possibilità offerte dal conto energia

BOILER ELETTRICI

I boiler elettrici riscaldano l'acqua prima del suo utilizzo. È possibile introdurre dei timer che spengono il boiler nelle ore in cui non è necessario il suo funzionamento e che lo riaccendono qualche ora prima del momento in cui è necessaria l'acqua calda, in modo che ci sia il tempo per portarla alla temperatura desiderata. In questo modo è possibile ridurre gli sprechi di energia.

L'intervento più semplice ed economicamente sostenibile è **l'installazione di timer di regolazione** su ciascun boiler elettrico. Il costo di un timer settimanale, che consigliamo, è variabile tra i venti e i trenta euro.

È possibile, previa una valutazione delle effettive necessità di acqua calda, pensare di **sostituire almeno parte dei boiler presenti con modelli di volume inferiore**. In una scuola dopo l'eliminazione di un boiler elettrico e la sostituzione di quelli a 80 litri con dei nuovi apparecchi da 20 litri i consumi elettrici totali sono diminuiti del 20%.

È consigliabile **l'introduzione di regolatori a basso flusso** in tutti i rubinetti presenti nella scuola. Tali dispositivi, del costo di pochi euro, permettono di ridurre il flusso d'acqua in uscita dal rubinetto stesso, senza che l'utilizzatore percepisca una diminuzione del servizio. Questa riduzione si traduce in ingenti risparmi d'acqua. Ma risparmi di acqua calda implicano ovviamente anche risparmi di energia.

ILLUMINAZIONE EFFICIENTE

Gli apparecchi di illuminazione più efficienti (cioè che consumano meno energia a parità di flusso luminoso fornito) sono quelli a fluorescenza.

Questi apparecchi si presentano o in forma tubolare (i cosiddetti tubi al neon) oppure in forma compatta (le cosiddette lampade a risparmio).

Per poter sfruttare al meglio la luce emessa dagli apparecchi, i portalampade o lampadari devono:

- riflettere la frazione di luce indirizzata verso l'alto
- permettere a tutta la luce di passare

A tale scopo è sempre importante pulire a intervalli regolari sia le lampade che i loro contenitori. Per evitare sprechi è possibile installare degli speciali sensori che spengono le lampade in caso le aule siano vuote, oppure in caso l'illuminazione naturale che arriva attraverso le finestre sia sufficiente.

Nel caso dell'edificio in esame, risulta onerosa dal punto di vista dei consumi elettrici la modalità di regolazione dell'illuminazione nelle aule. In particolare nelle aule destinate a lezione sono presenti due file di tre plafoniere contenenti ciascuna due lampade fluorescenti da 36 Watt. Le file sono perpendicolari alle finestre. Le lampade presenti in un'aula sono controllate da due interruttori: uno controlla la fila più vicina alla lavagna, l'altro quella più lontana. In questo modo non è possibile sfruttare al meglio la luce naturale. Infatti nei diversi momenti dell'anno la luce naturale può essere sufficiente a illuminare tutta l'aula (e in questo caso le lampade vengono tenute spente) oppure a illuminare solo i banchi più vicini alle finestre. In questo caso, se il sistema di interruttori permettesse di spegnere solo le lampade più vicine alle finestre, sarebbe possibile risparmiare elettricità senza diminuzione del comfort luminoso degli occupanti. Si consiglia quindi di valutare la possibilità di modificare il sistema di interruttori installato.

Si è riscontrato che nelle giornate particolarmente luminose la radiazione solare che entra dalle finestre risulta essere particolarmente fastidiosa. Tale fenomeno provoca l'utilizzo delle veneziane in maniera tale da proteggere gli occupanti dalla radiazione. Purtroppo questa abitudine determina una riduzione della quantità di luce naturale che risulta disponibile nelle aule e conseguentemente l'utilizzo della luce artificiale anche quando non sarebbe necessario. Un modo semplice per proteggere gli occupanti mantenendo la disponibilità di luce naturale è quello di ricorrere a tende bianche di tela non troppo pesante. In questo modo la radiazione diretta viene evitata, ma si consente una radiazione diffusa della luce solare nell'aula.

SOLARE TERMICO

È possibile utilizzare l'energia solare per riscaldare l'acqua. Poiché questa fonte di energia è più disponibile durante l'estate si utilizzano impianti solari termici soprattutto ove esista una particolare richiesta di acqua calda anche durante l'estate.

Nel caso dell'edificio in esame, potrebbe risultare interessante valutare la possibilità di **integrare un sistema solare termico** nell'impianto di riscaldamento della parte B dell'edificio. Infatti in detta parte vi è un utilizzo di acqua calda anche durante l'estate, per il servizio della palestra.

Inoltre l'acqua calda della palestra è fornita direttamente dalla caldaia che si trova

sul tetto dell'edificio, in posizione ottimale per permettere l'integrazione dei pannelli solari nell'impianto. Questa possibilità comunque va valutata in dettaglio.

4.2 Interventi possibili sulle modalità di gestione

A proposito dei boiler elettrici, nel caso non si dovesse optare per l'installazione di timer, è comunque opportuno valutare la possibilità di incaricare qualcuno di spegnere i boiler, specialmente prima di periodi di inutilizzo relativamente lunghi (weekend e festività), salvo poi intervenire per la ri-accensione qualche ore prima del momento in cui sarà necessaria l'acqua calda.

A proposito dell'impianto di illuminazione, è buona abitudine controllare lo spegnimento delle lampade al termine delle attività.

Durante l'inverno può capitare che all'inizio delle attività le aule risultino troppo buie e che si ricorra all'illuminazione artificiale. A volte durante il corso della mattinata la luce naturale disponibile aumenta e potrebbe risultare sufficiente a illuminare le aule, ma l'illuminazione artificiale rimane accesa. Potrebbe quindi risultare efficace l'abitudine di spegnere a ore prestabilite l'illuminazione ed eventualmente non riaccenderla, nel caso non serva.

DISPERSIONI TERMICHE

Di notte durante la stagione invernale, attraverso le finestre vi è una notevole dispersione di calore. È possibile ridurre in maniera consistente questa dispersione abbassando le tapparelle o le veneziane, o in alternativa tirando le tende.

La dispersione può essere ridotta di molto installando finestre dotate di doppi vetri (qualora non siano già presenti). Qualora siano installate delle tapparelle, occorre verificare che i relativi cassonetti siano ben isolati, e nel caso intervenire per ridurre gli spifferi

Nel caso dell'edificio in esame, oltre al caso già visto della cupola in plexiglas che sovrasta l'atrio, segnaliamo la presenza di un buco nel soffitto del laboratorio di chimica. Tale apertura genera una dispersione termica ingiustificata, visto che l'aria calda tende ad uscire verso l'alto.

L'abitudine di abbassare le veneziane elettriche ogni giorno al termine delle lezioni potrebbe portare a risparmi di energia termica. Viceversa, lasciando le veneziane elettriche alzate nei periodi caldi, si otterrebbe una maggior dispersione del calore accumulato durante il giorno e un conseguente raffrescamento dei locali, aumentando il comfort degli occupanti.

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

L'impianto di riscaldamento è costituito dalla caldaia, dall'impianto di distribuzione (ad es. i tubi dell'acqua calda che arrivano ai caloriferi) e dai corpi scaldanti, come i caloriferi.

Una caldaia efficiente è in grado di sfruttare al meglio il calore prodotto dalla combustione che ospita. Ma questo calore prodotto deve essere trasportato al meglio nei locali che si intendono

riscaldare e deve essere ceduto solo in quei locali nelle ore in cui sono occupati e non oltre la temperatura desiderata. Per ottenere questo risultato è necessario:

- isolare al meglio i tubi,
- togliere o ridurre al minimo gli ostacoli alla circolazione dell'aria attorno ai caloriferi (mobili davanti ai caloriferi),

Come già ricordato, l'impianto di riscaldamento installato presso la scuola permette il controllo e **la regolazione del riscaldamento aula per aula**. La regolazione aula per aula permette lo spegnimento in automatico della ventilazione forzata, una volta raggiunta la temperatura richiesta all'interno dell'aula stessa.

Date le diverse caratteristiche delle aule, e le diverse percezioni degli occupanti, questa possibilità di regolazione può aumentare il comfort e può anche comportare risparmi energetici non trascurabili. Fino a questo momento però tale possibilità non è stata sfruttata al meglio, a causa della regolazione delle due centraline a capo dell'impianto di riscaldamento stesso, che sostanzialmente inibisce la regolazione.

Consigliamo di introdurre una nuova impostazione dell'impianto di regolazione che permetta di modificare il comportamento dell'impianto di riscaldamento adattandosi meglio alle condizioni locali.

5. Conclusioni

L'audit energetico ha evidenziato le potenzialità di risparmio energetico dell'edificio che ospita la scuola. Si sono inoltre evidenziate possibilità di risparmio energetico connesse ad una modifica virtuosa dei comportamenti di alunni, insegnanti e non-docenti. A tale proposito è importante ricordare che, salvo casi particolari, le modifiche dei comportamenti di utilizzo dell'edificio e degli impianti possono comportare risparmi quantificabili solo in qualche punto percentuale.

Con riferimento ai consumi dell'impianto di riscaldamento, la nuova regolazione permetterà, nelle aule dotate della regolazione, di modificare il comportamento dell'impianto di riscaldamento adattando il più possibile l'afflusso di calore alle esigenze dei singoli locali. Questa modifica potrebbe comportare notevoli risparmi energetici, oppure risparmi più limitati accompagnati da miglioramenti del comfort degli occupanti.

Sul fronte elettrico, in base alla situazione descritta nelle sezioni precedenti per la scuola in esame, ci si può probabilmente attendere una rilevanza più marcata dei comportamenti degli occupanti sui consumi elettrici, specie per quello che riguarda i boiler elettrici. Minore è l'efficienza delle apparecchiature installate, e dunque maggiore è la potenza elettrica assorbita dalle stesse, più alta può essere l'influenza sui consumi di una riduzione delle ore di accensione, ottenuta grazie alla maggiore attenzione adoperata dagli utilizzatori.

Bibliografia

Riferimenti legislativi

Decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993, n. 412 (DPR 412/93)
"Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10."

Regione Lombardia - Legge regionale 21 dicembre 2004 - n.39

"Norme per il risparmio energetico negli edifici e per la riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti"

Riferimenti bibliografici

"Guida al contenimento della spesa energetica nelle scuole" - ENEA, FIRE

"Manuale dell'Energy Auditing" - International Energy Agency

"Measurement of Energy and Demand Savings" - ASHRAE Guideline 14-2002

Riferimenti Internet

L'iniziativa per le scuole della Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia, FIRE

<http://www.fire-italia.it/caricapagine.asp?target=eell/scuole/index.asp>

Progetto "Kids4energy – Piccoli risparmiatori di...energia!"

<http://www.piccolirisparmiatoridienergia.it>

IEA ECBCS Annex 36 - Retrofitting of Educational Buildings - REDUCE

<http://www.annex36.com/eca/index.html>

Il Centro di documentazione del Carbon Trust

<http://www.carbontrust.org.uk>

Il sito di documentazione di ENERGY SKILL

(è possibile consultare i documenti previa registrazione)

<http://energyskill-it.iweb.se/>

Programma per l'illuminazione efficiente GreenLight

http://www.eu-greenlight.org/What-to-do/what_CosaFare.htm

ISES Italia - Sezione della International Solar Energy Society

www.isesitalia.it

e la newsletter

www.ilsolea360gradi.it

sul conto energia

<http://www.ilsolea360gradi.it/Conto%20Energia%20FV.pdf>

Il settore energia della Regione Piemonte

<http://www.regione.piemonte.it/ambiente/energia/home.htm>